



# ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ГЕОГРАФИЯ В СИБИРИ: ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Материалы Международной научной конференции  
(Иркутск, 27 ноября – 30 ноября 2024 г.)

*Посвященной памяти выдающихся ученых:  
академика РАН В.В. Воробьева, члена-корреспондента РАН В.А. Снытко,  
члена-корреспондента РАН А.Н. Антипова*



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
Сибирское отделение  
Институт географии им. В.Б. Сочавы  
РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО  
Иркутское областное отделение

*Посвящается памяти выдающихся географов:  
95-летию со дня рождения Владимира Васильевича Воробьева,  
85-летию со дня рождения Валериана Афанасьевича Снытко,  
75-летию со дня рождения Александра Николаевича Антипова*

## **ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ГЕОГРАФИЯ В СИБИРИ: ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

**Материалы Международной научной конференции  
(Иркутск, 27 ноября – 30 ноября 2024 г.)**

Иркутск  
Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН  
2024

УДК 911.2/-3(063)  
ББК Д8я431  
Ф94

**Фундаментальная география в Сибири: этапы развития, результаты и перспективы** / Материалы Международной научной конференции (Иркутск, 27 ноября – 30 ноября 2024 г.). – Иркутск: Изд-во Института географии им.В.Б. Сочавы СО РАН, 2024. – 401 с.

В сборнике опубликованы материалы Международной научной конференции, посвященной памяти выдающихся географов академика В.В. Воробьева, члена-корреспондента В.А. Снытко и члена-корреспондента А.Н. Антипова. Представлены фундаментальные проблемы географических исследований, объединяемых темами: социально-экономического пространства сибирского макрорегиона в условиях изменений природной среды и глобальной нестабильности. Научные материалы сформированы по следующим научным направлениям: Социально-экономическая география; ландшафтные, ландшафтно-геохимические и почвенно-географические исследования; гидроклиматические исследования; тематическое картографирование.

Сборник ориентирован на широкий круг исследователей, занимающихся проблемами природной среды и социально-экономического развития Сибири, он может быть полезен для преподавателей и студентов высших учебных заведений.

Статьи опубликованы в авторской редакции.

**Fundamental Geography in Siberia: Stages of Development, Results and Prospects** / Proceedings of the International Scientific Conference (Irkutsk, November 27 – November 30, 2024). – Irkutsk: Publishing House of the V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, 2024. – 401 p.

The collection contains materials from the International Scientific Conference dedicated to the memory of outstanding geographers Academician V.V. Vorobyov, Corresponding Member V.A. Snytko and Corresponding Member A.N. Antipov. The fundamental problems of geographical research are presented, united by the topics: socio-economic space of the Siberian macroregion in the context of environmental changes and global instability. The scientific materials are formed in the following scientific areas: Socio-economic geography; landscape, landscape-geochemical and soil-geographical studies; hydroclimatic studies; thematic mapping.

The collection is oriented towards a wide range of researchers studying the problems of the natural environment and socio-economic development of Siberia; it may be useful for teachers and students of higher educational institutions.

The articles are published in the author's version.

Редакционная коллегия: к.г.н. Воробьева И.Б. (отв. ред.), к.г.н. Балыбина А.С., Батова И.Н., д.г.н. Батуев А.Р., к.г.н. Белозерцева И.А., к.г.н. Воробьев А.Н., к.г.н. Воробьев Н.В., к.г.н. Гагаринова О.В., д.г.н. Заборцева Т.И., д.г.н. Семенов Ю.М.

Утверждено к печати Институтом географии им. В.Б. Сочавы СО РАН

ISBN 978-5-94797-450-8

© Сибирское отделение Российской академии наук, 2024  
© Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2024

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящий сборник содержит научные материалы Международной научной конференции «**Фундаментальная география в Сибири: этапы развития, результаты и перспективы**», организованной 27–30 ноября 2024 г. Сибирским отделением Российской академии наук, Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук при участии Иркутского областного отделения Русского географического общества.

Конференция и сборник трудов посвящены памяти выдающихся ученых – академика В.В. Воробьева, члена-корреспондента РАН В.А. Снытко и члена-корреспондента РАН А.Н. Антипова, возглавлявших Институт географии в разные годы и оставивших важный след в научной деятельности и памяти сотрудников Института.

**Владимир Васильевич Воробьев** – крупнейший специалист в области социально-экономической географии, рационального природопользования, охраны окружающей среды, системного и экологического картографирования. Основные научные результаты получены В.В. Воробьевым в сферах экономической географии, исторической географии, географии населения и городов, регионального природопользования, эколого-географических разработок, атласного и экологического картографирования.

**Валериан Афанасьевич Снытко** – выдающийся специалист в области комплексной физической географии, геохимии ландшафтов и истории географической науки, один из организаторов и координаторов сети физико-географических стационаров в Сибири, основоположник стационарных ландшафтно-геохимических исследований, обосновавший новое научное направление «динамика вещества в геосистемах», создатель и руководитель сибирской ландшафтно-геохимической школы.

**Александр Николаевич Антипов** – крупнейший специалист в области гидрологии и прикладной географии. Под руководством и при непосредственном участии А.Н. Антипова получили развитие научные направления ландшафтной гидрологии, комплексных гидро-климатических исследований, ландшафтного планирования, а также прикладной географии, ориентированные на экологическое сопровождение крупных хозяйственных проектов, развитие пионерных территорий, водоохранное зонирование, минимизацию последствий опасных гидрологических явлений.

В рамках конференции рассматриваются результаты реализации идей крупнейших сибирских географов, современное состояние, проблемы и перспективы исследований в избранных направлениях.

Поступившие на конференцию материалы распределены по 4 секциям, несколько докладов вынесены на пленарную сессию:

Секция 1: Социально-экономическая география в XXI веке: идеи, концепции, методы и их приложение к проблемам пространственного развития в условиях глобальной нестабильности;

Секция 2: Ландшафтные, ландшафтно-геохимические и почвенно-географические исследования трансформации геосистем в современных условиях;

Секция 3: Гидроклиматические процессы: реакция природных систем, экологические последствия, стратегии адаптации;

Секция 4: Тематическое картографирование.

Считаем, что результаты, полученные в рамках конференции станут теоретической и методической основой углубления и интеграции исследований для решения актуальных задач фундаментальной географической науки.

*Оргкомитет конференции*

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

УДК 911.2

### ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИИ ИМ. В.Б. СОЧАВЫ СО РАН ЗА ПОСЛЕДНИЕ 50 ЛЕТ

**В.М. Плюснин**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, plusnin@irigs.irk.ru*

### FUNDAMENTAL RESEARCH OF THE SOCHAVA INSTITUTE OF GEOGRAPHY SB RAS OVER THE PAST 50 YEARS

**Viktor M. Plyusnin**

*Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, plusnin@irigs.irk.ru*

С момента организации географического института в Сибири в 1957 г целью работ были фундаментальные исследования в области ландшафтоведения, создания теоретических основ прогнозирования развития природы Сибири и Дальнего Востока, разработки географических основ территориальной организации производства на территории Сибири.

Рассматривая периоды работы сотрудников Института во времена, когда в руководстве Института стояли ак. В.В. Воробьев (1976-2000 гг.), чл.-корр. РАН В.А. Снытко (2000-2005 гг.) и чл.-корр. РАН А.Н. Антипов (2005-2009 гг.), можно констатировать, что был и расцвет науки в стране, и запустение, и выживание. И, соответственно, Институт жил в этих условиях, придерживаясь и принимая те правила, по которым жила вся страна.

На первом этапе Институт рос как количественно, так и качественно. В Институте создан диссертационный совет, организован журнал «География и природные ресурсы», защищались кандидатские и докторские диссертации, публиковались монографии.

Разработанное ранее академиком В.Б. Сочавой учение о геосистемах, дополнялось новыми методами исследований, анализом пространственно-временных состояний, системой факторально-динамических рядов фаций, динамикой геосистем [11, 19, 20, 26, 27].

Была создана школа сибирской экзогенной геоморфологии [13], сформировалась сибирская ландшафтно-геохимическая школа [24, 34, 38], школы географии хозяйственного освоения [18], населения Сибири [7], разработано учение о наледях и наледных процессах [1,2], развивались картографические методы [36]. Составлены и изданы карты на территорию Сибири [16, 21].

В 1990-е годы Институт, как и вся наука в стране находилась в критическом состоянии. Сократилось бюджетное финансирование, повлекшее за собой значительное сокращение экспедиционных исследований, командировок, средств на приобретение приборов и оборудования, на зарплату. Это сказалось на кадровом составе, на тематике исследований. Благодаря А.Н. Антипову (в то время зам. директора по науке), кроме организации хоздоговорных работ по экологическому сопровождению строительства трасс нефтепроводов, он наладил контакты с Германским федеральным ведомством по охране природы по ландшафтному планированию. Благодаря методической и финансовой поддержке Германии отрабатывались методики и составлялись ландшафтные планы отдельных территорий Прибайкалья [40,41]. Продолжались работы по геосистемам Сибири [33], экзогенной геоморфологии [3, 8, 14], картографии [6, 39].

Начало 2000-х годов знаменуется работами по экологическому зонированию Байкальской природной территории в рамках выполнения закона об охране озера Байкал. Разработаны теоретические основы культурной географии [28], антропоэкологии [31], моделирования и картографирования геосистем [5, 10, 23, 37], анализированы проблемы территориального развития [12, 15, 17, 25, 29, 35]. Издано Руководство по ландшафтному планированию [30], а также атлас "Иркутская область: экологические условия развития".

Последующие пять лет продолжались работы по ландшафтному планированию Прибайкалья, охране природы [22], минерально-сырьевым циклам производства [32]. Мировые глобализационные процессы подвигли к разработке экономико-географической концепции континентально-океанической дихотомии, позволяющей установить и количественно оценить характер и силу влияния этого фундаментального фактора на международное и региональное развитие [4]. В 2007 г Институту исполнилось 50 лет. К этому юбилею была подготовлена и издана пятитомная монография "Географические исследования Сибири"[9], в которой представлены основные результаты научной деятельности за последние годы.

Изменения в политике, экономике, социальной жизни, экологии, произошедшие в стране за последние 35 лет, изменили и отношение власти к науке и образованию. Отлучение научно-исследовательских институтов от Российской академии наук, создание ФАНО, попытки объединения различных по направлениям исследований институтов в ФИЦы, распределение институтов по трем категориям, недостаток финансирования, привели к ослаблению научной деятельности, понижению статуса научного работника,

уменьшению числа сотрудников институтов, создали проблемы в развитии стационарных исследований и проведении экспедиционных полевых работ.

Несмотря на это, географическая наука продолжает развиваться. В Иркутске на подъеме атласное тематическое картографирование, рекреационная география, охрана природы и экологическая оптимизация природопользования, экзогенная геоморфология. Хорошие результаты получены в исследовании почв, почвообразования и осадконакопления в голоцене в Прибайкалье, при мониторинге внутриконтинентальных гляциальных объектов, в исследовании агломерационных процессов в Сибири, геоэкологической оценке опасных геоморфологических процессов.

В 2020 г. Правительством РФ были определены Приоритетные направления фундаментальных и поисковых научных исследований и разработана Программа фундаментальных научных исследований в РФ на 2021-2030 гг. Представляю некоторые научные тематики, касающиеся работы нашего Института.

*Ландшафтоведение.* Исследование роли климатических факторов в функционировании, динамике и эволюции геосистем локального и регионального уровней. Развитие теории устойчивости геосистем. Исследование механизмов самоорганизации ландшафтов.

*Экология.* Геоэкологический мониторинг и оценка трансформации природной среды в условиях изменения климата и антропогенной нагрузки. Разработка методики комплексного геоэкологического районирования (с учетом воздействий антропогенных и биогенных факторов) на основе цифрового моделирования, данных ДЗЗ и ГИС-технологий.

*Геохимия ландшафтов.* Изучение форм миграции и потоков химических элементов в локальных и региональных ландшафтно-геохимических системах.

*Биогеография.* Анализ и прогноз биоразнообразия Сибири, как основа для природоохранных мероприятий и восстановления биоресурсов.

*География почв.* Выявление типов природной и антропогенной эволюции почв и почвенного покрова.

*Геоморфология.* Изучение механизма экзогенных процессов путем стационарных наблюдений и методов дистанционного мониторинга. Комплексная оценка и прогноз развития опасных геоморфологических процессов на освоенных территориях и в районах перспективного хозяйствования.

*Палеогеография.* Реконструкция развития природной среды и ее отдельных компонентов в четвертичный период и выявление разномасштабных природных событий прошлого по комплексу индикаторов.

*Гидрология.* Разработка теоретических основ создания системы комплексного мониторинга водных объектов (гидрометеорологические, гидрохимические, гидробиологические, гидрофизические процессы). Разработка прогнозов частоты и масштаба опасных гидрологических явлений.

*Метеорология.* Закономерности изменения климата на территории Сибири. Создание базы данных для оценки, прогноза и районирования рисков катастрофических явлений.

*Георесурсоведение.* Оценка ресурсного потенциала территории Сибири и сложившейся системы природопользования. Прогнозы изменений в региональной дифференциации ресурсопользования и предложения по его оптимизации.

*Политическая география.* Исследования в области географии мирового хозяйства, природных ресурсов, населения, сельского хозяйства, транспорта, регионального развития и территориальной охраны природы.

*Экономическая география.* Изучение механизмов адаптации хозяйства к природно-климатическим сдвигам. Анализ факторов и последствий неравномерности пространственного развития, выбор его оптимальных моделей в условиях истощения источников роста.

*Демография.* Депопуляция обширных территорий, особенно сельской местности, высокая смертность, недостаточность человеческих ресурсов для освоения и обустройства страны вызывают разработку стратегии демографической и миграционной политики РФ до 2050 г.

*Картография.* Разработка методов геоинформационно-картографического анализа оценки состояния компонентов природной среды, оперативного тематического картографирования. Разработка специализированных баз данных, информационно-аналитических систем.

Каждому научному сотруднику следует проанализировать свою научную деятельность, увязать с предлагаемыми тематиками Приоритетных направлений фундаментальных и поисковых научных исследований. Руководителям лабораторий следует оценить направление и результативность научных исследований и, если необходимо, скорректировать тему исследований.

В Постановлении Совета Федерации федерального собрания РФ от 22.05.2024 г. в рекомендации Правительству РФ совместно с РАН поручено «... проработать вопросы создания национальной системы оценки результативности научных исследований и разработок, формирования под руководством РАН единой базы научных публикаций; подготовить предложения по совершенствованию кадрового обеспечения российской науки, повышения размера государственных стипендий аспирантам».

В докладе президента РАН Г.Я. Красникова на Общем собрании РАН 28.05.2024 г. прозвучало, что на 2025 г планируется разработка 5200 приоритетных тем, для этого нужно увеличить финансирование до 0,4% ВВП (в 2024 г выделено 0,15% ВВП); ВАК перейдет в РАН; будет снята категоричность институтов.

### Список литературы

1. Алексеев В.Р. Наледи и наледные процессы. - Новосибирск: Наука, 1978. - 188 с.
2. Алексеев В.Р. Наледи. - Новосибирск: Наука, 1987. - 256 с.
3. Баженова О.И., Любцова Е.М., Рыжов Ю.В., Макаров С.А. Пространственно-временной анализ динамики эрозионных процессов на юге Восточной Сибири. - Новосибирск: Наука, 1997. - 208 с.
4. Безруков Л.А. Континентально-океаническая дихотомия в международном и региональном развитии. - Новосибирск: Гео, 2008. - 369 с.
5. Белов А.В., Лямкин В.Ф., Соколова Л.П. Картографическое изучение биоты. - Иркутск: Облмашинформ, 2002. - 160 с.
6. Богдаевский Б.А. Географическая картография Азиатской России и Монголии. - Иркутск: Ин-т географии СО РАН, 1999. - 272 с.
7. Воробьев В.В. Формирование населения Восточной Сибири. - Новосибирск: Наука, 1975. - 259 с.
8. Выркин В.Б. Современное экзогенное рельефообразование котловин байкальского типа. - Иркутск: ИГ СО РАН, 1998. - 175 с.
9. Географические исследования Сибири: в 5 т./ Гл. ред А.Н. Антипов. - Новосибирск: Гео, 2007
10. Гомология и гомотопия географических систем / Научн. ред. А.К. Черкашин. - Новосибирск: Наука, 2009. - 351 с.
11. Динамика геосистем и освоение приангарской тайги. - Новосибирск: Наука, 1985. - 279 с.
12. Дугарова Г.Б. Социально-экономическая депрессия на мезо- и микротерриториальном уровнях. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. - 155 с.
13. Ивановский Л.Н. Гляциальная геоморфология гор. - Новосибирск: Наука, 1981. - 173 с.
14. Ивановский Л.Н. Экзогенная литодинамика горных стран. - Новосибирск: Наука, 1993. - 160 с.
15. Ишмуратов Б.М. Сибирь в российской и мировой перспективе (очерки социально-экономической и политической географии). - Иркутск: Оттиск, 2003, 172 с.
16. Карта использования земель юга Восточной Сибири. М-б: 1: 1 500 000/ К.Н. Литвинова, Л.Л. Калеп, В.П. Шоцкий/ Ред. В.В. Воробьев. - М.: ГУГК, 1988. - 2 л.
17. Корягин Л.М. Бассейновая концепция в природопользовании. - Иркутск: ИГ СО РАН, 2004. - 165 с.
18. Космачев К.П. Географическая экспертиза. - Новосибирск: Наука, 1981. - 109 с.
19. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. - Новосибирск: Наука, 1979. - 232 с.
20. Кузьмин В.А. Почвы Предбайкалья и Северного Забайкалья. - Новосибирск: Наука, 1988. - 175 с.
21. Ландшафты юга Восточной Сибири. М-б: 1: 1 500 000/ В.С. Михеев, В.А. Ряшин/ Ред. В.Б. Сочава. - М.: ГУГК. - 1977. - 4 л.
22. Лямкин В.Ф., Соколова Л.П. Региональный природоохранный каркас: ООПТ Иркутской области. - Иркутск: ИГ СО РАН, 2008. - 195 с.
23. Михеев В.С. Ландшафтный синтез географических знаний: Новосибирск: Наука, 2001. - 216 с.
24. Нечаева Е.Г. Ландшафтно-геохимический анализ динамики таежных геосистем. - Иркутск, 1985. - 209 с.
25. Никольский А.Ф. Геоэкономический воспроизводственный процесс. - Иркутск, 2004. - 165 с.
26. Природа таежного Прииртышья. - Новосибирск: Наука, 1987. - 257 с.
27. Природные режимы степей Минусинской котловины. - Новосибирск: Наука, 1976. - 238 с.
28. Рагулина М.В. Культурная география: теория, методы, региональный синтез. - Иркутск: ИГ СО РАН, 2004. - 171 с.
29. Роговская Н.В. Фермерский сектор в социально-экономической и территориальной структуре сельского хозяйства Иркутской области. - Иркутск: ИГ СО РАН, 2003. - 155 с.
30. Руководство по ландшафтному планированию - М. Т.1. - 2000. - 136 с., Т.2. - 2001. - 73 с.
31. Рященко С.В. Региональная антропоэкология Сибири. - Новосибирск: СО РАН, 2000. - 190 с.
32. Савельева И.Л. Минерально-сырьевые циклы производств Азиатской России. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2007. - 274 с.
33. Семенов Ю.М. Ландшафтно-геохимический синтез и организация геосистем. - Новосибирск: Наука, 1991. - 145 с.
34. Снытко В.А. Геохимические исследования метаболизма в геосистемах. - Новосибирск: Наука, 1978. - 149 с.
35. Сысоева Н.М. Развитие потребительской среды региона. - Новосибирск: СО РАН, 2004. - 189 с.
36. Червяков В.А. Концепция поля в современной географии. - Новосибирск: Наука, 1978. - 149 с.
37. Черкашин А.К. Полисистемное моделирование. - Новосибирск: Наука, 2005. - 280 с.
38. Щетников А.И. Ландшафтно-геохимический анализ мерзлотно-таежных геосистем. - Новосибирск: Наука, 1989. - 128 с.
39. Экологическое картографирование Сибири. - Новосибирск: Наука, 1996. - 279 с.
40. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе: Байкальская природная территория. - Иркутск: ИГ СО РАН, 2002. - 104 с.
41. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе: Ольхонский район. - Иркутск: ИГ СО РАН, 2004. - 147 с.

**В.А. СНЫТКО – ОСНОВАТЕЛЬ СИБИРСКОЙ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ**  
**Ю.М. Семёнов<sup>1</sup>, И.Б. Воробьева<sup>2</sup>, Н.В. Власова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, yumsemenov@mail.ru*

<sup>2</sup> *Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, irine@irigs.irk.ru*

<sup>3</sup> *Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, vlasova@irigs.irk.ru*

**V.A. SNYTKO IS FOUNDER OF THE SIBERIAN LANDSCAPE AND GEOCHEMICAL SCHOOL**  
**Yu.M. Semenov<sup>1</sup>, I.B. Vorobyeva<sup>2</sup>, N.V. Vlasova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, yumsemenov@mail.ru*

<sup>2</sup> *V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, irine@irigs.irk.ru*

<sup>3</sup> *V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, vlasova@irigs.irk.ru*

### **Введение**

Валериан Афанасьевич Снытко – крупнейший специалист в области геохимии ландшафтов и комплексной физической географии, основатель и руководитель сибирской ландшафтно-геохимической школы. Он обосновал в рамках комплексной физической географии новое научное направление — динамику вещества в геосистемах. В результате многолетних исследований, проводимых им, его учениками и последователями, установлены закономерности миграции, трансформации и функционирования геосистем тайги, подтайги, лесостепи и степи южных регионов Сибири.

### **История**

Изучение формирования и деятельности научных школ в географии началось с работ Л.С. Абрамова [1] и А.Г. Исаченко [12]. Ведущие географические коллективы обычно имели свои взгляды на конкретные ландшафтные проблемы и способы их решения, поэтому в СССР сформировалось несколько ландшафтно-географических школ. Первая из них по времени зарождения – ландшафтно-географическая школа МГУ – сыграла значительную роль в развитии физической географии, в России и за рубежом. Здесь были сформулированы основополагающие принципы ландшафтоведения, первоочередные задачи его развития, и работавшая тогда на кафедре физической географии крупнейший геохимик-ландшафтовед М.А. Глазовская организовала первые комплексные ландшафтно-геохимические исследования. Данная тематика всегда была популярна среди студентов, и многие из них стали впоследствии известными специалистами в этой области науки [4]. В.А. Снытко, ученик М.А. Глазовской, продолжил традиции ландшафтно-географической школы МГУ, став основателем и руководителем сибирской ландшафтно-геохимической школы в Институте географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР (ныне Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН) [9].

Начало становления ландшафтно-геохимической школы. В.А. Снытко приехал в Иркутск в 1961 г. по приглашению В.Б. Сочавы после окончания кафедры физической географии СССР географического факультета МГУ, где защитил дипломную работу под руководством М.А. Глазовской. Самостоятельная научная деятельность В.А. Снытко в Сибири началась с изучения геохимических свойств южнотаежных геосистем Приангарья. Результаты этих работ нашли отражение в его кандидатской диссертации «Ландшафтно-геохимические особенности южной темнохвойной тайги Нижнего Приангарья» [24], выполненной под руководством М.А. Глазовской, и в коллективной монографии «Южная тайга Приангарья» [34], которые положили начало ландшафтно-геохимическим исследованиям в Институте. В 1968 г. была организована лаборатория геохимии ландшафтов, объединенная в дальнейшем с сектором географии почв. На созданных в начале 60-х гг. XX в. по инициативе и под руководством академика В.Б. Сочавы сибирских географических стационарах проводились исследования динамики геосистем локального уровня и разрабатывались новые методы экспериментальных исследований, позволивших значительно расширить знания о развитии и функционировании ландшафтов.

В.А. Снытко руководил ландшафтно-геохимическими исследованиями на всех стационарах института, но основное внимание было приковано к Харанорскому степному, где под его руководством были детально изучены особенности ландшафтной структуры Онон-Аргунской степи, проанализированы природные режимы, выявлены циклические изменения и тенденции развития процессов в геосистемах, предложены подходы к их моделированию и прогнозированию. Результаты этих исследований получили отражение в коллективных монографиях «Топология степных геосистем» [31] и «Изучение степных геосистем во времени» [11]. Здесь было положено начало стационарному географическому изучению Сибири, отработаны принципы и методы комплексного исследования режимов природных процессов, что во многом способствовало созданию учения о геосистемах В.Б. Сочавы [30]. Значительным вкладом в развитие этого учения послужили монография «Геохимические исследования метаболизма в геосистемах» [23] и докторская диссертация «Проблемы динамики вещества в геосистемах южных регионов Сибири» [24], где В.А. Снытко обобщил опыт ландшафтно-геохимического анализа структурно-функциональной организации



геосистем. По результатам исследований в Забайкалье защитили кандидатские диссертации его ученики Н.Д. Давыдова, Ю.М. Семенов (сорука В.Б. Сочава), Л.Г. Нефедьева, Ю.В. Кустов. На базе материалов, собранных в Онон-Аргунской степи и Минусинской котловине, защищена работа Л.Н. Семеновой.

**Развитие ландшафтно-геохимической школы.** Сеть стационаров постепенно расширялась, и наряду с южнотаежным Чуноярским и степным Харанорским появились среднетаежный Тугрский и южнотаежный Нижнеиртышский. В Минусинском Присяянье была создана Южно-Сибирская географическая станция с двумя стационарами – Ленским лесным и Новониколаевским степным, где проводились ландшафтно-геохимические исследования, по результатам которых были защищены кандидатские диссертации Б.И. Кочурова, Л.И. Гречушкиной, О.А. Зайченко.

На Нижнеиртышском стационаре Е.Г. Нечаевой [14] был выполнен ландшафтно-геохимический анализ таежных геосистем с использованием информативных показателей, рассчитаны относительные параметры биогенной, водной миграции химических элементов и их дифференциации в почвенной толще. Елена Григорьевна не была ученицей В.А. Снытко, но она долгое время работала под его руководством, а в 2001 г. возглавила лабораторию, продолжив намеченные при прежнем руководителе исследования, которые развиваются в настоящее время под руководством И.А. Белозерцевой. Значительный вклад в познание динамики почвенно-геохимических показателей и режимов внес ученик Валериана Афанасьевича А.И. Щетников, изучавший протекание ландшафтно-геохимических процессов в мерзлотно-таежных геосистемах Верхнеарчарской котловины [33].

В конце 70-ых гг. XX в. в связи с развертыванием работ по созданию Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса была организована Канско-Ачинская комплексная географическая экспедиция, в задачи которой входили и стационарные наблюдения за режимами геосистем, их антропогенных модификаций и создаваемых геотехнических систем. Режимные исследования проводились на двух физико-географических стационарах: Назаровском подтаежном и Березовском лесостепном. В результате работ были изучены природные режимы компонентов таежных, подтаежных и лесостепных геосистем, выявлены тенденции развития и процессы трансформации геосистем под воздействием техногенных факторов, разработана методика экспериментального моделирования процессов взаимодействия природных и техногенных потоков вещества [6, 20, 26]. По результатам исследований были защищены кандидатские диссертации А.В. Мартынова, В.Г. Сараева, И.Б. Воробьево (сорука Ю.М. Семенов) и С.С. Дубыниной (сорука Ю.М. Семенов).

Сравнительный анализ данных изучения природных режимов на различных территориях позволяет выявить тенденции изменения ландшафтов и прогнозировать их переход в новые стадии развития – естественные и антропогенные. Особое внимание было уделено изучению геосистем бассейна оз. Байкал, Иркутской области и соседних регионов. Результаты этих исследований нашли отражение в диссертациях Т.Е. Афонинной, Н.В. Власовой, а также учеников В.А. Снытко, не связанных с ландшафтно-геохимической тематикой: Н.А. Николаевой, Э.А.Ржепки, Т.И. Кузнецовой, А.Б. Буянтуева, Е.В. Клевцова (сорука Л.А. Пластинин), Т.П. Калихман, Е.В. Бирюковой (сорука Н.С. Беркин), Ж.В. Атутовой, И.Н. Алешиной, Н.В. Котельниковой, М.В. Левашевой, Д.А. Лопаткина.

Под руководством В.А. Снытко подготовлено более 30 докторов и кандидатов наук. Диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук защитили сотрудники лаборатории Ю.М. Семенов, Н.Д. Давыдова и его бывшие ученики Б.И. Кочуров, Т.Е. Афонина. Повышение квалификации ландшафтоведов-геохимиков осуществлялось как руководителем школы, так и его учениками. Например, Ю.М. Семенов помогал Валериану Афанасьевичу в работе с диссертациями И.Б. Воробьевой и С.С. Дубыниной. Л.В. Данько защитила диссертацию под руководством Ю.М. Семенова, а Т.И. Знаменская – под руководством Н.Д. Давыдовой. М.С. Костюкова (Янчук) под руководством И.Б. Воробьевой успешно закончила обучение в аспирантуре с представлением диссертации. Выполненные под руководством Ю.М. Семенова диссертационные работы О.Ю. Палкина (соруководитель В.В. Буфал), М.В. Загорской, О.В. Шергиной (соруководитель Т.А. Михайлова) и О.Е. Ермаковой нельзя отнести к непосредственно ландшафтно-геохимическим, но в них имеется научное обоснование некоторых физико-географических и геоэкологических особенностей с использованием методов геохимии ландшафтов.

Большое внимание В.А. Снытко уделял изучению пространственного разнообразия ландшафтно-геохимических процессов и их показателей с использованием картографирования и моделирования. Еще в Хараноре им совместно с Ю.М. Семеновым было предложено рассматривать структуру степных топогеосистем как отражение дифференциации вещества [28], что позволило выйти на сопряженное картографирование геомеров и геохор [29]. Установленные в результате исследований В.А. Снытко совместно с его учениками и последователями закономерности миграции, трансформации вещества и функционирования геосистем изложены в книгах «Вещество в степных геосистемах» [5], «Природопользование и охрана среды в бассейне Байкала» [16], «Тренды ландшафтно-геохимических процессов в геосистемах юга Сибири» [32], «Мониторинг и прогнозирование вещественно-динамического состояния геосистем сибирских регионов» [13] и др.

**Современные исследования.** В.А. Снытко всегда стремился познать ландшафтно-геохимические особенности Приангарья и бассейна оз. Байкал [22, 27]. Начатые им исследования индикаторной роли долинных геосистем Верхнего Приангарья продолжают и сегодня [8, 15]. Сотрудниками лаборатории геохимии ландшафтов и географии почв проводятся мониторинговые исследования по изучению состояния компонентов ландшафтов побережья и вод Байкала, загрязнения снежного покрова акватории оз. Байкал и прилегающей территории, по результатам которых выявлены закономерности миграции загрязняющих веществ, локального и регионального загрязнения атмосферы и снега [3, 4, 7]. В последние годы Валериан Афанасьевич принимал активное участие в исследованиях по выявлению пространственно-временной структуры загрязнения водосборного бассейна озера Байкал [17-19, 21]. В этих работах участвует А.В. Силаев, бывший аспирант Л.В. Данько, защитивший диссертацию под руководством Ю.М. Семенова.

Несмотря на сокращение режимных исследований бывшие стационары продолжают использоваться в качестве баз экспедиционных и полустационарных работ. Так, Н.Д. Давыдовой, Т.И. Знаменской [34] выявлены закономерности миграции и дифференциации поллютантов в степных геосистемах юга Минусинской котловины, создана серия карт загрязнения окружающей среды вокруг Хакасского и Саяногорского алюминиевых заводов.

### **Заключение**

В.А. Снытко – основатель сибирской ландшафтно-геохимической школы – вместе с учениками обосновал в рамках комплексной физической географии новое научное направление «динамика вещества в геосистемах». Он был организатором и руководителем многолетних работ, в результате которых изучены закономерности дифференциации и процессов динамики жидкой, газообразной и живой фаз вещества в геосистемах топологического ранга, установлена связь ландшафтно-геохимической цикличности с динамическими и эволюционными тенденциями в поведении геосистем, показана обусловленность структуры топогеосистем дифференциацией и потоками вещества. Под его руководством разработаны методы изучения пространственного разнообразия ландшафтно-геохимических процессов и их показателей с использованием картографирования и моделирования, а также ландшафтно-геохимический подход к рационализации природопользования, включающий ландшафтно-геохимическое картографирование, оценку, экспертизу и районирование с выходом на прогнозирование изменений показателей миграции, дифференциации, аккумуляции вещества геосистем и поиск путей оптимизации взаимодействия его природных и техногенных потоков.

*Исследование выполнено за счёт средств государственного задания (№№ гос. регистрации тем АААА-А21-121012190059-5, АААА-А21-121012190055-7).*

### **Список литературы**

1. Абрамов Л.С. Постановке исследований научных школ в академической географии // Известия РАН. Сер.: География. – 1997. – № 6. – С.16-29.
2. Белозерцева И.А., Власова Н.В., Воробьева И.Б. Ландшафтно-геохимическая школа Института географии СО РАН // География и природ. ресурсы. – 2023. – № 1. – С. 154-159.
3. Белозерцева И.А., Воробьева И.Б., Власова Н.В. Загрязнение снега и почв северо-западного побережья озера Байкал // Вестник ВГУ, Серия: География. Геоэкология. – 2023. – № 1. – С. 76-92.
4. Белозерцева И.А., Воробьева И.Б., Власова Н.В., Янчук М.С., Лопатина Д.Н. Химический состав снега акватории озера Байкал и прилегающей территории // География и природные ресурсы. – 2017. – № 1. – С. 90–99.
5. Вещество в степных геосистемах (на примере Забайкалья) / Снытко В.А., Семенов Ю.М., Давыдова Н.Д., Нефедьева Л.Г., Кустов Ю.В., Семенова Л.Н., Дубынина С.С. – Новосибирск: Наука, 1984. – 158 с.
6. Волкова В.Г., Давыдова Н.Д. Техногенез и трансформация ландшафтов. – Новосибирск: Наука, 1987. – 187 с.
7. Воробьева И.Б., Власова Н.В., Белозерцева И.А. Химический состав гидрокриогенной системы: снег на льду–лед–подледная вода озера Байкал // Лед и Снег. – 2023. – Т. 63, № 1. – С. 104-115.
8. Воробьева И.Б., Власова Н.В., Белозерцева И.А., Воробьев А.Н. Иркутское водохранилище: история создания и гидрохимические исследования водотоков и заливов // Водные ресурсы. – 2024. – Т. 51, № 2. – С. 37-48.
9. Географические научные школы Московского университета. – М.: Изд. Дом «Городец», 2008. – 680 с.
10. Давыдова Н.Д., Знаменская Т.И. Техногенное вещество в степных ландшафтах. – Новосибирск: Гео, 2018. – 145 с.
11. Изучение степных геосистем во времени / Отв. ред. акад. В. Б. Сочава. – Новосибирск: Наука, 1976. – 237 с.
12. Исаченко А.Г. Отечественная география XX столетия: смена поколений и роль Петербургской географической школы // Известия РГО. – 2000. – Т. 132, Вып. 6. – С.1-13.
13. Мониторинг и прогнозирование вещество-динамического состояния геосистем сибирских регионов / Е.Г. Нечаева, И.А. Белозерцева, Е.В. Напрасникова и др. – Новосибирск: Наука, 2010. – 315 с.
14. Нечаева Е.Г. Ландшафтно-геохимический анализ динамики таежных геосистем. – Иркутск, 1985. – 209 с.
15. Нечаева Е.Г., Снытко В.А., Напрасникова Е.В., Коновалова Т.И., Власова Н.В. Индикаторная роль долинных геосистем в ландшафтно-геохимической оценке верхнего Приангарья // Известия РАН. Серия географическая. – 2010. – № 2. – С. 90-99.
16. Природопользование и охрана среды в бассейне Байкала / Отв. ред.: В.В. Воробьев, А.В. Мартынов. – Новосибирск : Наука, 1990. – 224 с.

17. Семенов М.Ю., Снытко В.А., Маринайте И.И., Силаев А.В., Семенов Ю.М. Показатели загрязнения поверхностных вод бассейна озера Байкал полициклическими ароматическими углеводородами // Доклады Академии наук. – 2018. – Т. 483, № 2. – С. 212-215.
18. Семенов М.Ю., Снытко В.А., Семенов Ю.М., Силаев А.В., Семенова Л.Н. Состав металлов поверхностных вод Южного Прибайкалья и его связь с ландшафтно-геологическими условиями // Доклады Академии наук. – 2019. – Т. 486, № 5. – С. 613-619.
19. Семенов М.Ю., Снытко В.А., Силаев А.В., Семенов Ю.М. Сопряженная оценка величин допустимых нагрузок загрязнителей на водные и наземные экосистемы (на примере бассейна Селенги) // ДАН. Науки о Земле. – 2020. – № 6. – С. 77-86.
20. Семенов Ю.М. Ландшафтно-геохимический синтез и организация геосистем. – Новосибирск: Наука, 1991. – 144 с.
21. Семенов Ю.М., Семенов М.Ю., Снытко В.А., Силаев А.В. Ландшафтно-экологический подход к выявлению закономерностей распределения загрязнителей в бассейне озера Байкал // География и природные ресурсы. – 2019. – № 2. – С. 69-76.
22. Семенов Ю.М., Снытко В.А., Семенова Л.Н., Данько Л.В. Ландшафтно-геохимические особенности острова Ольхон на Байкале // География и природ. ресурсы. – 2000. – № 1. – С. 59-63.
23. Снытко В.А. Геохимические исследования метаболизма в геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 149 с.
24. Снытко В.А. Ландшафтно-геохимические особенности южной темнохвойной тайги Нижнего Приангарья: автореф. дис. ... канд. геогр. наук по специальности 25.00.23 – физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов. – Иркутск, 1966. – 25 с.
25. Снытко В.А. Проблемы динамики вещества в геосистемах южных регионов Сибири: автореф. дис. ... докт. геогр. наук по специальности 11.00.01 – физическая география, геофизика и геохимия ландшафтов. – М., 1983. – 36 с.
26. Снытко В.А., Семенов Ю.М., Мартынов А.В. Ландшафтно-геохимический анализ геосистем КАТЭЖа. – Новосибирск: Наука, 1987. – 109 с.
27. Снытко В.А., Семенов Ю.М., Семенова Л.Н., Данько Л.В. Геохимия ландшафтов бассейна озера Байкал // География и природ. ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 191-197.
28. Снытко В.А., Семенов Ю.М. Микрогеохоры как отражение дифференциации вещества в геосистемах // Доклады Академии наук СССР. – 1979. – Т. 244, № 2. – С. 455-457.
29. Снытко В.А., Семенов Ю.М. Опыт сопряженного картографирования геомеров и геохор // География и природ. ресурсы. – 1981. – № 4. – С. 28-37.
30. Сочава В.Б. Введение в ученик о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 319 с.
31. Топология степных геосистем / Отв. ред. В.Б. Сочава. – Ленинград: Наука, 1970. – 174 с.
32. Тренды ландшафтно-геохимических процессов в геосистемах юга Сибири / Е.Г. Нечаева, Н.Л. Давыдова, А.И. Щетников и др. – Новосибирск: Наука, 2004. – 179 с.
33. Щетников А.И. Ландшафтно-геохимическая ситуация Верхнечарской котловины: автореф. дис. ... канд. геогр. наук по специальности 11.00.01 – физическая география, геофизика и геохимия ландшафтов. – Иркутск, 1985. – 21 с.
34. Южная тайга Приангарья: Структура и природные режимы южнотаежного ландшафта / Отв. ред. акад. В.Б. Сочава. – Ленинград: Наука, 1969. – 267 с.

УДК 911.52

## **ЛАНДШАФТНЫЙ ПОДХОД В ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ И ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ**

**Ю.И. Винокуров, Б.А. Красноярова**

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул,  
vinokurov.ui@mail.ru; bella@iwep.ru*

## **LANDSCAPE APPROACH IN NATURE MANAGEMENT AND TERRITORIAL PLANNING**

**Yu.I. Vinokurov, B.A. Krasnoyarova**

*Institute of Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul,  
vinokurov.ui@mail.ru; bella@iwep.ru*

Ландшафтный подход является методологической основой практически любого природоведческого исследования, выполняемого как в Институте географии СО РАН им. В.Б. Сочавы, так и в Институте водных и экологических проблем СО РАН. Он представляет собой совокупность методов и приемов, позволяющих выявлять пространственную дифференциацию ландшафтных комплексов, основные факторы этой дифференциации, взаимосвязанность и взаимозависимость природных компонентов. Среди них можно назвать ландшафтное районирование и функциональное зонирование, ландшафтную индикацию и территориальное планирование, другие. Каждый из подходов обладает собственным инструментарием, но центральным звеном является представление о ландшафте, как географически целостной и открытой

системе, обладающей свойствами пространственно-временной организованности, способностью к биопродуцированию и саморазвитию.

Из всей совокупности методов ландшафтного анализа остановимся на ландшафтной индикации и ландшафтном планировании. Именно эти методы тесно связывают наши исследования и исследования, выполняемые А.Н. Антиповым и его коллегами.

При этом в ИВЭП СО РАН активно развивается ландшафтная индикация как метод познания природных и природно-хозяйственных систем, которая представляет собой системный анализ ландшафтных комплексов, позволяющий выделить наиболее значимые элементы того или иного ландшафта, внутреннюю и внешнюю связанность и взаимозависимость между его компонентами и их динамичность в процессе того или иного вида деятельности/ природопользования. Методологию ландшафтной индикации и ее широкое внедрение в практику регионального природопользования в институте развивал Винокуров Ю.И., Цимбалей Ю.М. и другие. Учеными – ландшафтоведами накоплен обширный массив данных, который позволяет дешифровать многие скрытые природные процессы с помощью визуализации наиболее явных и открытых компонентов ландшафтов, а далее экстраполировать выявленные связи с достаточно высокой достоверностью на другие территории. Надежность выявленных связей имеет стохастический характер и определяется квалификацией специалиста, применяющего данную методику, наличием ландшафтной основы необходимого масштаба и знанием исследуемой территории, количеством проведенных наблюдений и измерений. Наиболее часто применяют геоботанические и геоморфологические, а также комплексные индикаторы, которые изучаются в ходе наземных полевых (экспедиционных) и аэрокосмических методов исследования [4,5].

Ландшафтно-индикационные исследования, проводимые в ИВЭП СО РАН направлены не только на развитие методологии и методики ландшафтно-индикационного подхода (экзо- и эндорусы ландшафтной системы, выбор индикаторов, корреляционные зависимости, их надежность и т.д.) и выявление ландшафтной дифференциации природной среды, как топологического, так и регионального уровня - типологическая ландшафтная карта региона – Алтайский край [9], районирование Западно-Сибирской равнины в границах физико-географической страны - имеют прикладной и практикоориентированный характер[4].

Высокую эффективность данный подход показал при проведении инженерно-гидрологических и гидрогеологических работ, гидромелиоративных изысканий, выполненных под руководством Ю.И. Винокурова в Алтайском крае при обосновании строительства мелиоративных и линейных инженерных объектов (групповые водопроводы и водоводы, оросительные каналы – Кулундинский и Бурлинский, автодороги, в том числе трассы автодороги Кош-Агач – Канас – Синьцзян-Уйгурский автономный район КНР). Следует отметить, что эффективность метода ландшафтной индикации особенно значима на топологическом уровне позволяя, во-первых, выявлять скрытые вертикально - ярусные природные процессы; существенно сократить время изысканий и стоимость их проведения, во-вторых еще на пред проектом этапе оценить отклик природных комплексов на привнесенное воздействие в результате строительства и эксплуатации объектов экономики в результате включения этих ландшафтов в круговорот хозяйственной деятельности, в третьих. Время, прошедшее после проведенных исследований и экстраполяция полученного опыта при обосновании строительства аналогичных объектов, показали надежность и достоверность проведенных оценок.

В то же время развиваемая и широко применяемая в ИГ СО РАН им. В.Б. Сочавы методика ландшафтно-гидрологического анализа [1, 12] эффективно работает на региональном уровне в границах бассейновых систем, где основное внимание уделено анализу территориально распределенных особенностей формирования поверхностных вод и выявлению закономерностей ландшафтно-гидрологической организации территории.

В основу данной методики положено представление о ландшафтно-гидрологических системах как части земной поверхности, где взаимодействия гидрологических процессов и природных структур обладают локализовано специфическими закономерностями и позволяют выявить отдельные ландшафтные комплексы посредством обобщения региональных и локальных гидрологических характеристик, и применения экспериментальных материалов при разработке приемов индикации пространственной гидрологической организации.

Совокупность данных методов – ландшафтной индикации и ландшафтно-гидрологического анализа весьма надежно отражает действительность и позволяет решать сложные народнохозяйственные задачи. И была успешно реализована при проведении совместных исследований при экспертной оценке проекта строительства Главного канала переброски водных ресурсов Обь-Иртышского бассейна по руслу пра-Тобола в бассейн Аральского моря. В данной оценке принимали участие ряд академических учреждений РАН, в том числе Институтов географии АН и СО АН СССР, МГУ и др. ВУЗов. Была дана отрицательная

оценка данного проекта, а время, прошедшее после данной экспертизы в середине 1980-х годов, подтвердило правомерность полученных выводов. Хотя и к этому проекту с разной вариацией возвращаются проектировщики из стран Центральной Азии и Китая.

Совместное применение этих методов было реализовано и при изучении региональных систем аграрного природопользования на территории Алтайского края. Были выявлены природная предрасположенность ландшафтных комплексов к тому или иному виду землепользования, проведена оценка природного потенциала административных территорий с учетом их ландшафтной структуры, названы потенциальные и актуальные источники природных рисков и степень опасности их проявления, например, водной эрозии и дефляции, подтопления территории и др., для каждого типа ландшафтной местности. Результаты проведенной оценки нашли свое применение и в процессе разработки документов ландшафтного [6, 13] и территориального [7,8] планирования.

Ландшафтное планирование, научные подходы и принципы которого для экологически обоснованного развития территорий с особым биосферным статусом – Байкальский регион, горные регионы Алтая и Южного Кавказа – были успешно реализованы специалистами ИГ СО РАН [2, 3, 10, 11]. С функционально-генетических позиций обосновано гидрологическое зонирование речных бассейнов и пойменных-долинных систем для сохранения гидрологических, и не только, функций ландшафтов с учетом их места в бассейновой системе [16]. В современной российской практике государственной политики ландшафтное планирование является промежуточным результатом территориального планирования и направлено на экологически ориентированное землепользование, обеспечивающее сотрудничество между отдельными субъектами – землепользователями, сельскими общинами, администрацией муниципальных образований и др.

В работах ИВЭП СО РАН методология ландшафтного планирования реализуется преимущественно для целей сбалансированного сельскохозяйственного землепользования [14]. Элементы ландшафтного планирования были реализованы и при проведении экспертной оценки возможности создания трансграничной территории «Алтай» (FS “Altai”): функциональном зонировании территории и выделении ядер сохранения окружающей среды и развития, анкетировании и согласовании перспектив и направлений развития с местным населением, в том числе традиционных видов и форм природопользования [15]. Позднее – в документах территориального планирования при проведении комплексной эколого-экономической оценки территорий муниципальных образований (МО), включающей ландшафтный анализ и результаты оценки экологического состояния отдельных ландшафтных компонентов, современного использования ландшафтов, выявлении потенциальных и реальных конфликтов природопользования; функциональном-зонировании и прогнозировании сценариев развития.

*Исследование выполнено за счет средств госзаданий ИВЭП СО РАН № FUFZ-2021-0007, FUFZ-*

### **Список литературы**

1. Антипов А.Н. Ландшафтно-гидрологическая организация территории в условиях Сибири. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора географических наук. М., 2003. – 54 с.
2. Антипов А.Н., Семенов Ю.М., Саядян О.Я., Мамедов Р.М. Ландшафтное планирование в Закавказье// География и природные ресурсы. – 2009. №3. – С.135-143
3. Бабин В.Г., Семенов Ю.М., Шитов А.В., Сухова М.Г., Кочеева Н.А., Журавлева О.В., Минаев А.И., Каранин А.В. Ландшафтное планирование природного парка «Зона покоя Укок» (Республика Алтай)// География и природные ресурсы. – 2011. – №3. – С.38-45.
4. Винокуров Ю.И. Ландшафтные индикаторы инженерно- и гидрогеологических условий предалтайских равнин. – Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1980. – 192с.
5. Винокуров Ю.И., Цимбалай Ю.М. Ландшафтная индикация в эколого-географических исследований: Рос. Акад. Наук, Сиб. Отд-ние, Институт водных и экологических проблем. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2016. – 258 с.
6. Красноярова Б.А. Территориальная организация аграрного природопользовании Алтайского края. – Новосибирск: Наука. Сиб. Отд-ние, 1999. – 161с.
7. Красноярова Б.А., Спиринов П.П., Риффель Н.И., Шарабарина С.Н. Опыт ландшафтно-экологической оценки территории в схемах территориального планирования муниципальных образований особой эколого-экономической ответственности//В сб.: Регионы нового освоения: экологические проблемы, пути их решения. материалы Межрегиональной научно-практической конференции. 2008.- Хабаровск – С. 116-118.
8. Красноярова Б.А., Ревякин В.С., Сизова Г.Я. Уроки территориального планирования на Алтае // В книге: Географические основы и экологические принципы региональной политики природопользования. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти члена-корреспондента РАН А.Н. Антипова. 2019. – Иркутск – С. 867-870.
9. Ландшафтная карта Алтайского края. Масштаб 1:500 000/Ред. Ю.И. Винокуров. Барнаул, ИВЭП СО РАН. – 2016. – 1л.
10. Ландшафтное планирование: инструменты и опыт применения / Антипов А. Н., Кравченко В. В., Семенов Ю. М. и др. – Бонн; Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2005. – 159 с.

11. Ландшафтное планирование для стран Южного Кавказа / Антипов А. Н., Хоппенштедт А., Май А. и др. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2008. – 178 с.
12. Ландшафтно-гидрологический анализ территории/ А.Н. Антипов, Л.М.Корытный, В.Н. Федоров и др. – Новосибирск: Наука, 1992. – 241с.
13. Орлова И.В. Ландшафтно-агроэкологическое планирование территории муниципального района. - Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2014. – 254 с.
14. Орлова И.В. Ландшафтное планирование для целей устойчивого сельскохозяйственного природопользования на примере Благовещенского района Алтайского края). Автореф. дис...канд. геогр. наук. – Барнаул, 2002. – 22 с. Современные трансформационные процессы в регионах Большого Алтая
15. / Отв. ред. Ю.И. Винокуров. Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2014. – 247 с.
16. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Байкальская природная территория / А.Н. Антипов, В.М. Плюсин, О.И. Баженова и др. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2002. – 103с.

УДК 911.3 + 314 (571.1/.5)

## **ГЕОГРАФИЯ НАСЕЛЕНИЯ СИБИРИ, В СИБИРИ И ДЛЯ СИБИРИ**

**Н.В. Воробьев**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск,  
e-mail: nikvly54@gmail.com*

## **GEOGRAPHY OF THE POPULATION OF SIBERIA, IN SIBERIA AND FOR SIBERIA**

**N.V. Vorobyev**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk,  
e-mail: nikvly54@gmail.com*

### **Введение**

Основным материалом для настоящей статьи послужили публикации по проблемам географии населения Сибири Владимира Васильевича Воробьева. Хронологические рамки – период от начала работ по географии населения в Институте географии Сибири и Дальнего Востока АН СССР до настоящего времени. Территориальные рамки – Сибирь рассматривается как историко-культурный макрорегион, состоящий из исторически относящихся к ней 16 регионов – субъектов Российской Федерации (10 регионов Сибирского федерального округа, Забайкальский край, Тюменская область, ХМАО-Югра, ЯНАО, Республики Бурятия и Саха (Якутия).

### **Результаты и обсуждение**

**Начало исследований.** Сектор географии населения и исторической географии был создан (1961) усилиями кандидата географических наук В.В. Воробьева в числе первых научных подразделений Института географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР. Уже в 1962 г. благодаря усилиям В.В. Воробьева был издан сборник статей «География населения Восточной Сибири» – это первая книга института, вышедшая в академическом издательстве [15].

Разрабатывались фундаментальные и прикладные проблемы географии населения со следующими главными задачами (1962):

зучение региональных особенностей формирования населения и трудовых ресурсов;  
выявление взаимосвязей между хозяйством и расселением в связи с освоением природных ресурсов;  
аскрытие тенденций развития социальной инфраструктуры;  
азработка прогнозов развития демографических процессов;  
азработка принципов и методов составления карт населения;  
недрение результатов в практику народного хозяйства;  
одготовка научных кадров (аспирантура, соискательство и стажировка молодых специалистов) [3].

В 1967 г. в статье «Географические аспекты жизни и деятельности населения в районах Сибири и Дальнего Востока» разбирались направления и результаты исследований по географии населения за первые пять лет научной деятельности [4]. Из широкого круга проблем были выбраны вопросы географии населения, имеющее наибольшее научное и практическое значение.

Изучение формирования населения в районах первоочередного освоения. В качестве объекта исследования были выбраны районы южной тайги Красноярского края и Иркутской области. Особое внимание уделялось влиянию освоения природных ресурсов на численность, состав, динамику и размещение населения.

Большим вниманием пользовалась проблема переселения (миграций). Традиционно в советский период было представление что переселение идет из районов с избытком населения в районы с недостатком

людей. Но, кроме того, важны территориальные различия в комплексе жизненных условий. Основной упор должен быть сделан не на росте числа переселенцев, а на оседании и закреплении переселенцев, на проблеме создания постоянного населения в новых таежных районах. Решение проблемы создания постоянного населения может быть достигнуто только при создании всего комплекса жизненных условий. Решение только отдельных сторон проблемы (жилье, зарплата) не приведет к прочному закреплению населения [4].

Изучались проблемы городского населения и городов. В монографии «Города южной части Восточной Сибири» [2] «изучается процесс возникновения и развития городов этого крупного района; выявляются основные этапы формирования городской сети и особенности развития городов, а также причины возникновения каждого города и его развитие в отдельные периоды в зависимости от изменения экономико-географического положения и направления связей» [4, с. 169]. Разработана типология городов Восточной Сибири.

Работы по сельскому населению показывают размещение, типы расселения, развитие отдельных сельских населенных пунктов. Выявлялись производственные типы расселения. Влияние природных условий на населенные пункты сказывается через хозяйственную деятельность. Выявлены проблемы перестройки сельского расселения в зонах нового строительства, особенно ГЭС. При создании Братского водохранилища произошло полное уничтожение старой системы населенных пунктов и создание новой системы. Около 300 населенных пунктов (около 100 тыс. чел.) перенесены из зоны затопления на новые места [4].

В последующем исследовании населения территориально расширились, охватив многие регионы Сибири, такие как Обский Север, Саянский ТПК, КАТЭК, БАМ, Прибайкалье и др. Особо большое значение имели разработки в одном из районов нового освоения Севере Западной Сибири, где рассматривалась динамика населения, естественное и миграционное движение, раскрывались взаимосвязи между хозяйством и расселением населения [16].

В своих монографиях В.В. Воробьев обосновывает ряд оригинальных идей, касающихся формирования населения восточных районов страны (1975) [5]. Вопреки распространенному мнению, ученый доказал, что рост численности населения Восточной Сибири на протяжении XVIII — начала XX в. происходил в основном за счет естественного прироста, а роль миграций была всегда подчиненной. Он установил, что решающее значение в процессе формирования населения имеет первоначальное ядро старожилов, которое во многом определяет постав жителей региона, их связи с местами выхода, что, в свою очередь, влияет на привлечение новых людей и новых волн переселенцев. Он отметил также особую роль коренных народностей Восточной Сибири в создании современного населения. Численность их после присоединения к России выросла, но их доля сократилась вследствие грандиозных масштабов роста русского населения. Например, численность наибольших народностей (якуты, буряты) возросла в 10 раз и более. Для коренных народностей огромное значение имело заимствование прогрессивных приемов ведения хозяйства, земледельческой техники, бытовых навыков.

В.В. Воробьев установил, что для советского времени основной чертой формирования населения Восточной Сибири были опережающие темпы роста населения на основе большого миграционного притока и повышенного естественного прироста. Было рассчитано, что пик миграционного движения в Восточную Сибирь и самая большая доля мигрантов в общем росте населения (до 50 %) приходится на довоенные пятилетки. В.В. Воробьевым выяснены причины снижения прироста населения в 60-е годы XX века. Доказано, что сокращение темпов естественного прироста населения Сибири в этот период — закономерный процесс, отражающий переход на новый режим воспроизводства населения. В работах по географии населения уже в 1970-х гг. В.В. Воробьев выявил, что произошедшие изменение роли миграций и сокращение миграционного прироста населения Сибири отражают существующие территориальные различия в уровне жизни (1977) [6]. Отсюда следует важное практическое предложение: для закрепления населения прежде всего следует обеспечить в Сибири более высокий, чем в обжитых районах, жизненный уровень. Это предложение весьма актуально и в постсоветской России, когда проблема еще более обострилась! Однако рассмотрение реальной ситуации и перспективных тенденций приводит к грустному выводу, что в обозримой перспективе Сибирь не только не может рассчитывать на большой приток населения из густонаселенных районов страны, но и будет терять население в межрегиональном миграционном обмене.

В конце советского периода вышла монография двух авторов К.Н. Мисевича и С.В. Рященко о вопросах размещения населения и оценки условий жизни населения. Впервые были проанализированы региональные особенности влияния географической среды на расселение и здоровье населения для Сибири [17].

**Современные исследования.** Крупные изменения в России, начиная с перемены общественного строя, продолжающиеся около трех десятилетий, привели к изменениям научных тематик, исследовательских подходов, оперативности разработок, получаемых научных результатов социально-географических исследований.

В обзорной работе 2016 г. по современной социально-экономической географии утверждается, что «В постсоветский период в географии населения в России можно выделить несколько основных направлений: геодемография, изучение миграций, география расселения, изучение условий и образа жизни населения, этническая и конфессиональная география» [1, с. 37]. При этом обращается внимание на слабое представительство теоретических разработок, разнообразие и мало связанность различных тематических разделов. «Рост разнообразия направлений исследований сопровождался усилением их мозаичности ... Наибольшее внимание исследователи уделяли фиксации и анализу происходивших трансформаций в расселении населения» [1, с. 43].

В XXI в. опубликованы несколько работ об академике В.В. Воробьеве [9, 18] и профессоре К.Н. Мисевиче [10], подводящих некоторые итоги исследованиям по географии населения Сибири. Разбираются основные работы, оценивается возможность применять методы, использованные в разработках по географии населения 1960-1990-х гг. В данных публикациях приводятся достаточно представительные списки литературы, дающие представление о достижениях сибирской школы географии населения.

К современному этапу изучения населения относятся работы, вышедшие с начала XXI в., когда было выполнено исследование социально-демографических проблем [7].

Основные сдвиги в научной тематике отражаются в ключевых словах, используемых в исследованиях по географии населения (см. таблицу).

Таблица

Ключевые слова в исследованиях по географии населения

| Советский период                | Постсоветский период            |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Рост населения                  | Сокращение населения            |
| Формирование населения          | Депопуляция                     |
| Переселение на восток           | «Западный дрейф» мигрантов      |
| Сдвиг населения на Север        | Сдвиг населения на Юг           |
| Заселение территорий            | Сжатие заселенного пространства |
| Равномерность заселения         | Неравномерность заселения       |
| Освоение ресурсов               | Экологические проблемы          |
| Трудовой потенциал              | Человеческое развитие           |
| Обеспечение трудовыми ресурсами | Занятость населения             |
| Дефицит трудовых ресурсов       | Безработица                     |
| Численность населения           | Качество населения              |
| Закрепление населения           | Мобильность населения           |
| Состав населения                | Структура населения             |
| Планомерность                   | Нестабильность                  |
| Предплановые прогнозы           | Прогнозные сценарии             |
| Управление расселением          | Трансформация расселения        |
| Системы расселения              | Отношения Центр-периферия       |
| Новые города                    | Моногорода                      |

Миграционные разработки выполнены по вопросам региональной организации миграции в сибирских условиях и миграционных тенденциях и проблемах регионов Сибири [8]. Широко используемая концепция социально-демографического потенциала синтезирует ряда направлений исследования населения, касающихся расселения, воспроизводства и качества населения. «Предлагается интерпретация социально-демографического потенциала как сочетания качественных и воспроизводственных характеристик населения» [11, с. 38].

В последних (2024) исследованиях населения муниципальных районов и городских округов выявляются особенности дифференциации и интеграции расселения, демографических процессов, миграционного движения, взаимосвязей населения и производства в крупных регионах на примере Байкальской и Енисейской Сибири [13, 14].

Динамику населения в разрезе естественного и миграционного компонентов движения населения, построенную по соотношению компонентов изучали в Иркутске, начиная в 1960-х гг. Данные построения делались для крупных регионов в различные периоды, в частности 1990-х гг. [7]. Аналогичная работа, только с дифференциацией по ареалам расселения и населенным пунктам проводилась по Иркутской области, где была составлена карта субрегиональных типов динамики населения [12].

### Заключение

В советском прошлом сибирской школой географии населения были успешно разработаны научные проблемы: формирования населения, заселения территорий пионерного освоения, расселения в связи с разными типами хозяйственной деятельности, формирования систем расселения, использования трудо-



вых ресурсов. В настоящее время разрабатываются актуальные проблемы Сибири: геодемографии и миграции населения в условиях депопуляции, жизни населения в условиях экологических ограничений, трансформации сложившегося расселения, городских агломераций, трансграничных взаимодействий, формирования и реализации человеческого потенциала.

Географические аспекты современной динамики населения выражаются в усилении двух частично перекрывающихся градиентов концентрации населения магистрально-периферийного и центрально-периферийного, при доминировании второго из них. В современных условиях глобальной и локальной нестабильности особенно важны разработка и обоснование теоретических подходов и методических приемов исследования человеческого потенциала как ключевого фактора в развитии современного хозяйственного комплекса сибирского макрорегиона.

*Работа выполнена за счет средств государственного задания (АААА–А21–121012190019–9)*

### **Список литературы**

1. Алексеев А.И., Савоскул М.С., Сафронов С.Г. География населения // Социально-экономическая география в России / под общ. ред. П.Я. Бакланова и В.Е. Шувалова. РГО. – Владивосток: Дальнаука, – 2016. – С. 36–48.
2. Воробьев В.В. Города южной части Восточной Сибири: (Историко-географические очерки). – Иркутск: Иркут. кн. изд-во, 1959. – 147 с.
3. Воробьев В.В. Современное состояние и основные проблемы географии населения Сибири и Дальнего Востока // Доклады Института географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР. Вып. 2. – Иркутск, 1962. – С. 55–65.
4. Воробьев В.В. Географические аспекты жизни и деятельности населения в районах Сибири и Дальнего Востока // Иркутский научный центр СО АН СССР. Проблемы развития науки. – Иркутск, 1967. – С. 154–181.
5. Воробьев В.В. Формирование населения Восточной Сибири: (Географические особенности и проблемы). – Новосибирск: Наука, 1975. – 259 с.
6. Воробьев В.В. Население Восточной Сибири: (Современная динамика и вопросы прогнозирования). – Новосибирск: Наука, 1977. – 160 с.
7. Воробьев В.В., Мисевич К.Н., Воробьев Н.В. Социально-демографические проблемы в регионах Азиатской России. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2000. – 30 с.
8. Воробьев Н.В. Региональная организация миграции населения в сибирских условиях. – Новосибирск: Наука, 2001. – 158 с.
9. Воробьев Н.В. Человек в Сибири: географические исследования академика В.В. Воробьева // География и природ. ресурсы. – 2019. – № 5. – С. 6–11.
10. Воробьев Н.В. Научное наследие К.Н. Мисевича и исследование социально-демографического потенциала систем расселения Сибири // География и природ. ресурсы. – 2021. – № 3. – С. 174–178.
11. Воробьев Н.В., Валеева О.В., Дмитриева Ю.Н., Рыков П.В. Имплементация социально-демографического потенциала Сибири // География и природ. ресурсы. – 2020. – № 5. – С. 33–39.
12. Воробьев Н.В., Воробьев А.Н. Составление карты субрегиональных типов динамики населения Иркутской области // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. – М.: Географический факультет МГУ, 2021. Т. 27. Ч. 4. – С. 361–372.
13. Воробьев Н.В., Воробьев А.Н. Динамика и миграционная концентрация населения Транссибирского коридора в Байкальской Сибири // Известия РГО. 2024, том 156, № 2. – С. 113–123.
14. Воробьев Н.В., Воробьев А.Н., Ипполитова Н.А. Узлы концентрации населения и производства юга Енисейской Сибири // География и природ. ресурсы. 2024. № 1. – С. 144–153.
15. География населения Восточной Сибири / Под ред. В.В. Покшишевского, В.В. Воробьева. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 162 с.
16. Мисевич К.Н., Чуднова В.И. Население районов современного промышленного освоения Севера Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1973. – 209 с.
17. Мисевич К.Н., Рященко С.В. Географическая среда и условия жизни населения Сибири. – Новосибирск: Наука, 1988. – 120 с.
18. Мисевич К.Н. Академик В.В. Воробьев – организатор и создатель сибирской школы географии населения // География и природ. ресурсы. – 2005. – № 5. – С. 152–156.

**ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ  
ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В РОССИИ И СТРАНАХ БЫВШЕГО СССР**

**Ю.М. Семёнов<sup>1</sup>, О.В. Гагарина<sup>2</sup>, А.В. Шитов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, yumsemenov@mail.ru,*

<sup>2</sup> *Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, gagarinova1963@yandex.ru,*

<sup>3</sup> *Горно-Алтайский государственный университет, Горно-Алтайск, sav103@yandex.ru*

**ENVIRONMENTALLY ORIENTED LAND USE PLANNING  
IN RUSSIA AND THE FORMER USSR**

**Yu.M. Semenov<sup>1</sup>, O.V. Gagarinova<sup>2</sup>, A.V. Shitov<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, yumsemenov@mail.ru,*

<sup>2</sup> *V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, gagarinova1963@yandex.ru,*

<sup>3</sup> *Gorno-Altai State University, Gorno-Altaysk, sav103@yandex.ru*

**Введение**

Рассмотрены некоторые результаты работ в области ландшафтного планирования (ЛП) и его применения в решении задач рационального природопользования, выполненных авторами под руководством А.Н. Антипова, совместно с ним и в рамках развития его идей. Работы по экологически ориентированному планированию землепользования, начатые в 1994 г. в сотрудничестве с коллегами из Федерального ведомства охраны природы Германии, получили развитие на территориях Байкальского региона, Алтая, Европейской части РФ и в странах ближнего зарубежья. В Институте Географии СО РАН на основе немецкого опыта разработан методологический аппарат, прошедший апробацию для различных направлений экологически ориентированного развития территорий. Под общим руководством или при активных консультациях А.Н. Антипова впервые в России и странах бывшего СССР были разработаны ландшафтные планы муниципальных образований и природных территорий на различных масштабных уровнях. Выполненные работы показали комплексность, универсальность и удобство использования методологии ЛП для решения различных задач в развитии территорий.

**Прибайкалье.** В Байкальском регионе под руководством А.Н. Антипова созданы проекты ЛП для Слюдянского, Ольхонского и южной части Иркутского районов, населенных пунктов, территорий нового индустриального освоения и т.д. Первый проект экологически ориентированного планирования землепользования в Байкальском регионе был выполнен для бассейна р. Голоустной в Иркутском районе [17]. Основными задачами проекта являлось выделение территорий, рекомендуемых для сохранения природной среды или социально-экономического развития; определение экологических проблем и мер по их минимизации, и главное - разработка основных направлений и структуры развития территории. Для территории Ольхонского района Иркутской области были разработаны как общие направления действий, так и конкретные мероприятия по территориальному развитию [18]. В границах Прибайкальского национального парка проведено функциональное зонирование сельскохозяйственных земель, выполнена оценка их потенциала с разграничением земель различного назначения [22]. Рамочное ЛП в Слюдянском районе выполнялось по заданию Минприроды РФ в рамках реализации закона «Об охране озера Байкал». Сформированная социально-хозяйственная система и буферное положение территории по отношению к оз. Байкал обусловили направленность планируемого развития территории обеспечивающего максимальное снижение антропогенных нагрузок на озеро и прилегающую территорию без ущерба для жизнедеятельности населения [20]. Рамочные ландшафтные планы дельты Селенги [19] и Забайкальского заповедника [13] выполнены для территорий высокой экологической значимости, где основные цели развития и мероприятия по их осуществлению имеют строгую природоохранную направленность.

Особый подход был использован при ЛП г. Байкальска, где целью проекта являлось выполнение водоохранного и комплексного функционально-экологического зонирования территории города и его ближайшего окружения. Территория исследования, включающая промышленную зону Байкальского целлюлозно-бумажного комбината, охватывает прибрежный участок оз. Байкал с контрастными природными и антропогенными характеристиками. Анализ состояния природных сред и антропогенной нарушенности территории позволил определить цели устойчивого развития, акцентированные на модернизацию производственно-инфраструктурного блока для минимизации антропогенных нагрузок на геосистемы, а также «привязать» к территории мероприятия экологической направленности и защиты населения от опасных природных явлений [21].

Проекты экологически ориентированного развития территории выполнены для п. Листвянка, расположенного на берегу оз. Байкал и являющегося рекреационным центром Иркутского района [9]. Среди мероприятий наибольшее внимание сосредоточено на инфраструктурном обустройстве территории с учетом экологических ограничений. В частности, выполнено обоснование по выбору участка для горнолыжного

комплекса, представляющего центр отдыха и спорта местного населения и отдыхающих. ЛП территории позволило разместить все объекты горнолыжного комплекса на участках зоны со средней чувствительностью природных комплексов к антропогенным нагрузкам, в границах которой горнолыжная инфраструктура не окажет серьезных экологических последствий при условии выполнения природоохранных мероприятий.

Сотрудниками ИГ СО РАН разработана выполненная с использованием методики ЛП схема экологического зонирования Байкальской природной территории (БПТ), в которой установление границ экологических зон и их внутренней дифференциации на основе природных особенностей и антропогенных воздействий в целях сохранения экосистемы оз. Байкал выполнено с использованием методов ЛП [23].

При консультативной поддержке Федерального ведомства охраны природы ФРГ иркутскими географами продолжено развитие методического аппарата ЛП в различных направлениях охраны природы. Так, например, был создан план экологически обоснованной стратегии освоения территории обустройства Ковыктинского газоконденсатного месторождения [24], разработана вариантная схема интегральной оценки уровня конфликтности размещения трассы нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» [2]. Инструменты ЛП применяются при разработке ОВОС и инженерно-экологических обоснований создания объектов добычи и транспорта углеводородов в Восточной Сибири.

Таким образом, на базе германо-российского сотрудничества в Прибайкалье были созданы предпосылки для широкого внедрения инструментов ЛП как основы устойчивого территориального развития. Опыт ЛП, накопленный на БПТ, был использован для решения задач планирования землепользования в других регионах РФ и странах СНГ.

**ЕТС.** В Российском государственном университете им. И. Канта с участием коллег из Калининградского технического университета при консультациях сотрудников ИГ СО РАН и Берлинского технического университета (БТУ) была создана ландшафтная программа Калининградской области [6].

Апробация методологических и методических подходов к интеграции ЛП и социально-экономического планирования развития территории, выполненная на примере Переславского муниципального округа Ярославской области, привела к разработке наиболее адекватной стратегии оптимизации системы управления и территориальной организации муниципальных образований [8].

**Алтай.** В Горно-Алтайском государственном университете (ГАГУ) в сотрудничестве с ИГ СО РАН и БТУ разработаны схема функционального зонирования природного парка «Зона покоя Укок» и ландшафтный рамочный план Кош-Агачского района Республики Алтай. При составлении ландшафтного плана парка «Зона покоя «Укок» [4] была создана ландшафтная ГИС, визуализация базы данных которой позволяет строить новые карты разного тематического содержания. На примере парка были исследованы возможности применения космической информации, ландшафтных методов и ГИС к решению задач ЛП, подготовлены условия для внедрения методов ЛП с использованием новых информационных технологий в практику природопользования, которые затем были использованы при разработке ландшафтного рамочного плана всей территории Кош-Агачского района [16]. Работами по созданию рамочных ландшафтных планов района и природного парка были созданы предпосылки для внедрения инструментов ЛП в Республике Алтай как основы устойчивого территориального развития. Вместе с результатами ЛП Майминского, Чемальского и Усть-Коксинского районов [11, 14, 15, 26] они направлены на решение региональных проблем с целью сохранения уникальных природных богатств территории без ущерба для их социально-экономического развития. Для усовершенствования методики оценки и определения целей развития на трансграничных территориях проведены исследования по возможности экстраполяции результатов, полученных на конкретных участках, на их окружение. Экстраполяция интегрированной карты целей Кош-Агачского района [14] на смежные территории позволила разработать предварительную (идеализированную – без учета современного землепользования и конфликтов природопользования) концепцию целей территориального развития трансграничной территории (РФ, Казахстан, КНР, Монголия) [11].

**Страны СНГ.** В сотрудничестве с немецкими специалистами и сотрудниками ИГ СО РАН нашими коллегами разработаны: в Закавказье – ландшафтная программа Аджарии (Грузия), рамочный ландшафтный план бассейна оз. Севан (Армения) и ландшафтный план Ширванского национального парка (Азербайджан) [3, 25]; в Казахстане – рекомендации для плана развития землепользования Жангельдинского района Костанайской области [1]; в Украине – серия документов ЛП, включающая ландшафтную программу Черкасской области, ландшафтный рамочный план Каневского района и ландшафтный план Степанецкой сельской рады [7].

### **Заключение**

Как видно из изложенного выше, в отличие от методик, используемых в Германии, российская методика ЛП большое внимание уделяет социально-экономическим аспектам природопользования. Кроме того, для оценки природных компонентов при работе в среде ГИС было предложено использовать единую сетку контуров ландшафтной карты, для достижения более полного учета факторов чувствительности

анализировать динамику геосистем, а при функциональном зонировании территорий сочетать ЛП с ландшафтно-оценочным картографированием. В последние годы большое внимание уделялось формированию новых подходов к оценке чувствительности компонентов ландшафта. Так, например, было предложено использовать в качестве индикатора чувствительности геосистем миграционную способность тяжелых металлов в почвах [12], а также наличие гидрологически чувствительных (аккумулятивных) ландшафтов и риск попадания, депонированного в них вещества в водные объекты [5, 10].

*Исследование выполнено за счёт средств государственного задания (№ гос. регистрации темы АААА-А21-121012190059-5)*

### Список литературы

1. Адамова А.С., Климанова О.Н., Семенов Ю.М., Цутер Ш. Ландшафтное планирование как инструмент рационального использования ресурсов степных экосистем (на примере Государственного природного резервата «Алтын Дала») // Степи Северной Евразии. – Оренбург, 2012. – С. 34-37.
2. Антипов А.Н., Макаров С.А., Семенов Ю.М. Экологические риски и проблемы реализации проекта нефтепровода: вариантный подход // Современная геодинамика и опасные природные процессы в Центральной Азии. – Иркутск: Изд. ИЗК СО РАН, 2006. – Вып. 5. – С. 21–29.
3. Антипов А.Н., Семенов Ю.М., Элизбарашвили Н.К., Саядян О.Я., Мамедов Р.М. Ландшафтное планирование в Закавказье // География и природ. ресурсы. – 2009. – № 3. – С. 135-143.
4. Бабин В.Г., Семенов Ю.М., Шитов А.В. и др. Ландшафтное планирование природного парка «Зона покоя Укок» (Республика Алтай) // География и природ. ресурсы. – 2011. – № 3. – С. 38-45.
5. Гагаринова О.В., Ковальчук О.А. Гидрологические факторы в ландшафтном планировании бассейна озера Байкал // География и природ. ресурсы. – 2012. – № 4. – С. 58–64.
6. Дедков В.П., Федоров Г.М. Пространственное, территориальное и ландшафтное планирование в Калининградской области. – Калининград: Изд-во Рос. гос. ун-та им. Иммануила Канта, 2006. – 185 с.
7. Ландшафтне планування в Україні / Л. Г. Руденко, Є. О. Маруняк, О. Г. Голубцов та ін.; під ред. Л. Г. Руденка. – К.: Реферат, 2014. – 144 с.
8. Планирование устойчивого развития сельской местности (ориентированное на местное самоуправление). Переславский муниципальный округ Ярославской области РФ / А.В. Мерзлов, А.Н. Антипов, А. Вестфаль и др. – Иркутск: Изд-во СО РАН, 1999. – 116 с.
9. Семенов Ю.М., Башалханова Л.Б., Выркин В.Б. и др. Ландшафтное планирование в окрестностях поселка Листвянка // Закон Российской Федерации «Об охране озера Байкал» как фактор устойчивого развития Байкальского региона. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2003. – С. 203-204.
10. Семёнов Ю.М., Семёнов М.Ю., Силаев А.В. Идентификация гидрологически чувствительных ландшафтов (на примере бассейна реки Селенги) // География и природные ресурсы. – 2024. – № 1. – С. 91–99. – DOI: 10.15372/GIPR20240109
11. Семенов Ю.М., Шитов А.В., Климова О.В., Мердешева Е.В. Ландшафтное планирование как база устойчивого социально-экономического развития и сохранения экосистем Алтая // Природные условия, история, культура и язык Западной Монголии и сопредельных регионов. – Улан-Батор, 2021. – Т. 1. – С. 121-133.
12. Семенова Л.Н., Семенов Ю.М. Миграционная способность тяжелых металлов в почвах как индикатор чувствительности геосистем // География и природ. ресурсы. – 2010. – № 2. – С. 26-33.
13. Территориальная организация Забайкальского национального парка /А.Д. Абалаков, Е.Д. Овдин, Л.С. Новикова и др. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 125 с.
14. Шитов А.В., Семенов Ю.М. Ландшафтное планирование для развития туристско-рекреационной деятельности на территории Майминского и Чемальского районов Республики Алтай // Географические основы и экологические принципы региональной политики природопользования. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2019. – С. 1001-1004.
15. Шитов А.В., Семенов Ю.М. Ландшафтное планирование для целей природопользования на горных территориях (на примере Майминского района Республики Алтай) // ИнтерКарто. ИнтерГИС. – 2015. –Т. 19. – С.194-203.
16. Экологически ориентированное планирование землепользования в Алтайском регионе. Кош-Агачский район / Ю.М. Семенов, В.Г. Бабин, Н.А. Кочеева и др. – Новосибирск: Гео, 2013. – 132 с.
17. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Бассейн реки Голоустной: Рамочный план экологически ориентированного землепользования в масштабе 1:200 000 / В.В. Кравченко, В.Г. Волкова, Н.Д. Давыдова и др. – Иркутск; Ганновер: Изд. ИГ СО РАН, 1997. – 234 с.
18. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ольхонский район: Рамочный план экологически ориентированного землепользования в масштабе 1:200 000 / Ю.М. Семенов, В.В. Буфал, В.Б. Выркин и др. – Иркутск: Изд. ИГСОРАН, 1998. – 216 с.
19. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Район дельты реки Селенги / А.К. Черкашин, Л.М. Корытный, Т.И. Коновалова и др. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 148 с.
20. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Слюдянский район / Е.Г. Суворов, А.Н. Антипов, Ю.М. Семенов и др. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 141 с.
21. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Территориальное развитие г. Байкальска и его пригородной зоны / Е.Г. Суворов, А.Н. Антипов, Ю.М. Семенов и др. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2003. – 192 с.
22. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ольхонский район / Ю.М. Семенов, А.Н. Антипов, В.В. Буфал и др. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2004. – 147 с.

23. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Экологическое зонирование Байкальской природной территории / А.Н. Антипов, В.М. Плюснин, О.И. Баженова и др. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 103 с.
24. Экологически ориентированное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ковыктинское газоконденсатное месторождение / А.Н. Антипов, С.А. Макаров, Ю.М. Семенов и др. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2004. – 159 с.
25. Piloting Landscape Planning in the Countries of the South Caucasus / Eds. H. Sayadyan, R. Mammadov, N. Elizbarishvili, and M. Garforth. – Baku, Tbilisi, Yerevan: G.A. Aliev Institute of Geography of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, and State Agrarian University of the Republic of Armenia, 2009. – 120 p.
26. Shitov A.V., Klimova O.V., Merdesheva E.V. and Semenov Yu.M. Selected results of landscape planning in Ust'-Koksinskii District of the Altai Republic // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 381. – P. 012083.

УДК 528.94

## РАЗВИТИЕ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ТЕМАТИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ В СИБИРИ

А.Р. Батуев, Д.А. Батуев.

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, arbatuev.irk@yandex.ru, dbatuevuseful@yandex.ru*

## DEVELOPMENT OF THE ACADEMIC SCIENTIFIC SCHOOL OF THEMATIC MAPPING IN SIBERIA

A.R. Batuev, D.A. Batuev.

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, arbatuev.irk@yandex.ru, dbatuevuseful@yandex.ru*

Исторически основная роль в картографировании страны принадлежала Академии наук России, начиная с 40-х гг. и до конца XVIII века. Это было время второго этапа раннего периода в истории картографирования Сибири - времени появления карт на точной математической основе. До этого на первом этапе раннего периода карты и атласы того времени - чертежи и чертежные книги создавались без математической основы (например, "Чертежная книга Сибири" С.У. Ремезова, созданная 1697-1711 гг.). В 1739 г. при Академии наук был учрежден Географический департамент, в дальнейшем игравший роль основного картографического учреждения страны.

С начала XIX до середины XX вв. продолжался новый период в истории картографирования Сибири. В 1845 г. было учреждено Русское географическое общество (РГО) (с 1850 г. ИРГО - Императорское РГО), которому вместе с Академией наук России принадлежат большие заслуги в картографировании Сибири. Расцвет экспедиционной деятельности ИРГО, активное развитие базовой (топографической и гидрографической) картографии в XIX создали основу для становления специального (тематического) картографирования.

В 1950-е годы с началом применения аэрофотосъемочных методов при создании карт начался современный новейший период картографирования Сибири. В 1960-х г. к существенным сдвигам в картографировании привела космическая эра и аэрокосмические методы исследований, сопровождавшиеся цифровыми (геоинформационными) методами и технологиями картографирования. В это время происходило становление современной академической науки на востоке страны и были созданы основные предпосылки для развития академического направления тематического картографирования в Сибири.

Тематическая картография заняла ведущее место в деятельности созданного в 1957 г. Института географии СО АН СССР, в дальнейшем Института географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук (ИГ СО РАН). Необходимо отметить, что не только лаборатория картографии, геоинформатики и дистанционных методов ИГ СО РАН, а также все другие его научные подразделения разрабатывают проблемы тематической картографии применительно к своему научному профилю.

В качестве же **первого этапа** современного новейшего периода академического тематического картографирования в Сибири можно назвать этап комплексного инвентаризационно-оценочного и интерпретационного картографирования природы, хозяйства и населения восточных регионов страны. В.Б. Сочава еще в 1959 г. в начале своей руководящей деятельности, одним из главных направлений работы Института провозгласил "принципы и методы комплексного тематического картографирования" [2].

Из архивных материалов следует, что в этот начальный период в отделах и лабораториях ИГ СО РАН сотрудниками были разработаны содержание более 2500 карт природы, хозяйства, населения и социальной сферы. Заметный объем картографических работ выполнен в связи с работами полевых стационаров и экспедиций Института. Многие из этих карт публиковались в статьях и монографиях, вошли в состав первых атласов и обзоры о них ранее неоднократно были опубликованы [1,3,4].

Наибольшее количество тематических карт были опубликованы в составе атласов. Первым был создан и выпущен в свет в 1962 г. атлас Иркутской области [4]. Первым атласом, созданным собственно Институтом географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР, был атлас Забайкалья (Бурятской АССР и Читинской области) [4]. Впервые в практике отечественной картографии в этом атласе был представлен раздел, характеризующий озеро Байкал, который вызвал столь большой интерес, что в 1969 г. он был издан в виде отдельного атласа этого озера [4].

В целом работы первого этапа имели не только универсальное научно-справочное значение, а одновременно академическое научно-конструктивное, заключающееся в накоплении опыта, определения основных направлений дальнейших исследований, формирование традиций и школ.

На следующем **втором этапе** новейшего периода тематического картографирования развитие идей и методик комплексного подхода способствовало формированию системного картографирования, при котором внимание сосредотачивается на целостном отображении геосистем и их элементов, иерархии, взаимосвязей, динамики, функционирования. Становление и развитие этого фундаментального направления тематической картографии в Институте тесно связано с руководящей деятельностью академика В.Б. Соचाва в 1959–1975 гг. [2]. Системный подход проявился, с одной стороны, в новых методах картографического моделирования геосистем, а с другой – в системной организации самого технологического процесса создания карт, который в дальнейшем по мнению А.К. Черкашина стал технологией полисистемного картографирования [3].

Очевидным на этом этапе является также наличие особого направления системного картографирования – системного картографического обеспечения региональных программ развития, т. е. проблемного картографирования. Развитие данного направления связано с руководящей деятельностью академика В.В. Воробьева в 1976-2001 гг., член-корр. РАН В.А. Снытко в 2001-2006 гг., член-корр. РАН А.Н. Антипова с 2006-2009 гг. [4].

Начало второго этапа ознаменовалось разработкой и изданием известных серий стенных карт. Серия карт по югу Восточной Сибири: экономическая (1969) [1], растительности (1972) [1], ландшафтов (1977) [1], населения (1979) [1], использования земель (1988) были созданы в масштабе 1: 1500000 [1], серия из 9 агроклиматических карт - 1:2500000 (1968) [1] и почвенная карта Иркутской области - 1:1500000 (1988) [1]. Для Западной Сибири созданы карты масштаба 1:1500000, имеющие большое научно-прикладное значение: растительности (1976) [1], гипсометрическая Западно-Сибирской равнины и батиметрическая южной части Карского моря (1982) [1]. Из выполненных в ИГ СО РАН карт зоны БАМ в 1983 г. были изданы 2 карты в масштабе 1:1500000 в единой компоновке: 1) растительный покров и 2) главные функции растительности [1]. Из серии карт природы, хозяйства и населения Азиатской России на этом этапе была издана биогеографическая серия, которая имела масштабы 1:8 000000 и 1:7 500000 и характерной особенностью создания этой серии было применение особой семиотической технологии штрихового красочного оформления, разработанного В.Н. Байбородиныным [4]. В частности, по этой технологии в масштабе 1: 8 000000 создана карта иксодовых клещей (1974) [4], а в масштабе 1: 7 500000 корреляционная эколого-фитоценотическая карта (1976) [4] и карта грызунов и зайцеобразных (1988) [4].

Крупными работами второго этапа были серии настольных карт атласного типа: сельского хозяйства юга Красноярского края (1977) [4], и планирования КАТЭК (1991) [4]. Из собственно атласных разработок второго этапа необходимо отметить результат сотрудничества между монгольскими и российскими учеными - разработку и издание атласа озера Хубсугул (1989) [6], продолжением этого успешного сотрудничества является Национальный атлас Монголии (1990) [6], в котором сотрудники Института географии СО РАН совместно с монгольскими специалистами полностью обеспечили создание всех социально-экономических карт и текстов к ним.

ИГ СО РАН совместно с Московским и Санкт-Петербургским университетами по заказу Верховного Совета Российской Федерации составил эколого-географическую карту России масштаба 1:4 000 000 (1997) [4]. Наиболее крупной картографической работой второго этапа по экологической тематике стал атлас «Иркутская область: экологические условия развития», изданный в 2004 г. [4]. Институт в 2006 г. за создание атласа получил премию губернатора Иркутской области по науке и технике.

Возникновение и развитие новых методов картографирования как прямое продолжение системного и проблемного картографирования в новой цифровой среде привело к возникновению современного **третьего этапа** - цифрового (геоинформационного) тематического картографирования (ЦТК). Основным импульсом для возникновения и формирования ЦТК, как узловой дисциплины послужило появление и внедрение новых цифровых семиотических или геоинформационных (ГИС) технологий [5].

В относительно короткие сроки по заказу Правительства Российской Федерации Институт совместно с Байкальским институтом природопользования СО РАН разработал и издал с использованием геоинформационных технологий карту экологического зонирования Байкальской природной территории масштаба 1: 1 000 000 (2002) [5] и карту «Нозоэкосистемы Азиатской России» масштаба 1: 7 500 000 (2012, четвертая карта в серии стенных биогеографических карт) [5].

Были созданы и выпущены в свет атласы "Охраняемые природные территории бассейна озера Байкал" (2002) [5]; Атлас социально-экономического развития России с разделом «Развитие Байкальского региона» (2009) [4], электронная серия карт атласного типа «Природные ресурсы, хозяйство и население Байкальского региона» (2012) [4], «Атлас развития Иркутска» (2012) [4], атлас «Слюдянский район: природа, население, хозяйство» (2015), «Экологический атлас бассейна озера Байкал» (2015), получивший национальную премию РГО "Хрустальный компас" в номинации "Издание (табл. 1)", "Экологический атлас Байкальского региона (2017) [6] (табл. 1), атлас «Особо охраняемые природные территории Сибирского федерального округа» (2012) [4]; атлас «Особо охраняемые природные территории Дальневосточного федерального округа» (2018); атлас "Байкальский регион: общество и природа" (2021); Природно-ресурсный потенциал урбанистических центров бассейна озера Байкал (атлас-монография) (2022). Сотрудники ИГ СО РАН систематически участвуют в создании ряда крупных картографических произведений, подготовленных к изданию другими научными учреждениями и вузами [5].

При организации научной деятельности в области современного цифрового тематического картографирования принципиальное, во многом определяющее значение имеют каталогизация, систематизация и классификация научных картографических данных, причём эти работы с цифровыми картографическими работами данными должна проводиться регулярно в связи с постоянным увеличением объёма и расширением тематики специального научного содержания картографических и атласографических баз данных [6]. Особенно подчеркнем классификацию как неотъемлемую часть любого научного картографического исследования. В лаборатории картографии, геоинформатики и дистанционных методов ИГ СО РАН формируется базовое хранилище - цифровой картографический репозиторий (ЦКР), который будет содержать большой массив цифровых карт уровня составительских оригиналов – образцов и наборов цифровых слоев векторных картографических данных. Они могут быть использованы для дальнейшей обработки средствами ГИС и нового вторичного специализированного под конкретную задачу цифрового картографирования и картосемиотического моделирования, а также профессионально использоваться за пределами собственных интересов цифровой тематической картографии.

С 1995 года научным коллективом, завоевавшим известность высоким уровнем исследований в признанном и достаточно широком научном направлении, устойчивостью традиций, преемственностью поколений в ходе подготовки новых научных кадров высокой квалификации начали предоставляться на конкурсной основе гранты Президента РФ по государственной поддержке ведущих научных школ (ВНШ). Не менее 50 % состава коллектива должны были быть молодые научные сотрудники в возрасте до 33 лет. Таким образом, одним из первейших задач ВНШ - воспитание молодых научных кадров высокой квалификации.

К этому времени лаборатория картографии Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (ИГ СО РАН) и другие лаборатории Института, проводившие научные исследования по тематической картографии, были творчески объединены, имея конкретные актуальные темы своих научных исследований, общую систему взглядов, интересов и традиций, которые сохранились и развивались при смене научных поколений.

Под руководством В.В. Воробьева коллектив лаборатории картографии ИГ СО РАН в 1996 г. на конкурсной основе выиграл грант Президента Российской Федерации по программе ВНШ под названием "Методология системного экологического картографирования (95-15-98390 /1997-1999 гг.). Всего по Российской Федерации было присуждено 8 грантов по программе поддержки ведущих научных школ в области океанологии, физики атмосферы и географии. Из них 2 по картографии (академическая ВНШ ИГ СО РАН и университетская ВНШ Кафедры картографии МГУ под руководством д.г.н., профессора А.М. Берлянта). В 2000 г. этот же коллектив в несколько расширенном составе под руководством В.В. Воробьева выиграл новый президентский грант ВНШ "Картографическое и геоинформационное обеспечение управления региональным развитием" (00-15-98605 в 2000-2002 гг.).

Основные цели и задачи ВНШ по картографии были обозначены следующим образом: фундаментальные научные исследования в области тематической картографии; инициативные научные исследования молодых научных сотрудников; подготовка через аспирантуру высококвалифицированных научных кадров. Научные исследования велись по трем направлениям: 1) разработка теории и методов системного экологического картографирования; 2) совершенствование научных основ картографирования природных ресурсов, хозяйства и населения; 3) разработка методов картографического и геоинформационного обеспечения управления региональным развитием.

Какую бы форму организации не имели научные школы, вне зависимости от стадий становления и истории их развития, они могут существовать только при постоянном внимании и поддержке со стороны руководства научного учреждения. В успешном выполнении конкретных задач грантов ВНШ по картографии, кроме научного руководителя грантов директора ИГ СО РАН В.В. Воробьева большую роль сыграли заместители директора Института В.А. Снытко и А.Н. Антипов. Особо важный вклад они внесли в

разработке научных монографий, издании трудов международных конференций по тематической картографии и в подготовке научных кадров высокой квалификации.

В проектах ВНИИ имелся специальный раздел, раскрывающий содержание перспективной программы подготовки квалифицированных научных кадров с приложением конкретного плана их выполнения. По планам ВНИИ были защищены 8 кандидатских и 4 докторских диссертаций. В дальнейшем по тематическим направлениям ВНИИ под научным руководством В.А. Снытко, А.Н. Антипова, А.Р. Батуева, Л.М. Корытного, Ю.П. Михайлова, В.М. Плюснина, Л.А. Пластинина, В.А. Червякова, А.К. Черкашина и А.Д. Абалакова были защищены еще более 20 кандидатских диссертаций как по специальности "картография", так и по другим специальностям, учитывая то, что работы выполнены в методическом плане на основе картографических и геоинформационных семиотических методов, и технологий.

Приобретенный авторским коллективом опыт создания тематических карт и атласов для Сибири используются в дальнейшей работе по созданию новых фундаментальных академических карт и атласов на другие регионы России и за рубежом [10]. В настоящее время осуществляется структурно-семиотическое проектирование новых атласов: «Иркутская область: природные и техногенные опасности и риски чрезвычайных ситуаций» и двухтомного фундаментального академического атласа «Сибирь и Дальний Восток. Атлас Азиатской России»: Том 1. История, природное и культурное наследие. Том 2. Природа, общество, экология».

*Работа выполнена за счет средств государственного задания (АААА–А21–121012190063–2).*

### **Список литературы:**

1. Боявленский Б.А. Географическая картография Азиатской России и Монголии: летопись карт, их серий и атласов, составленных Институтом географии СО РАН / Ответственный редактор В.В. Воробьев. – Иркутск: Издательство Института географии СО РАН, 1999. – 272 с.

2. Виктор Борисович Сочава (жизненный путь, научное творчество). - Новосибирск: Издательство СО РАН, 2001. – 194 с.

3. Географические исследования в Сибири. Том 4. Полисистемное тематическое картографирование / А.Р. Батуев, А.К. Черкашин, Т.И. Коновалова и др. Новосибирск: ГЕО, 2007. 418 с.

4. География Сибири в начале XXI века: в 6 т. /Гл. ред. В.М. Плюснин; Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. – Новосибирск; Академическое изд-во "Гео", 2014. Т.1. Историческая география /Отв. ред. Ю.А. Зуляр, В.А. Снытко. – 2014. – 318 с.

5. Институт географии имени В.Б. Сочавы СО РАН: история в событиях и лицах / Отв. ред. Л.М. Корытный. – Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2007. – 151 с.

6. Batuev A. R., Batuev D. A. Academic Atlas Mapping: Structural and Semiotic Analysis of the Main Results of Russian-Mongolian Cooperation Geography and Natural Resources 2023 Vol. 44 Suppl. 1 Pp. S138-S145.

УДК 338.484

## **УСТОЙЧИВЫЙ ТУРИЗМ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА КАМЧАТКЕ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОПРОСА 2023 ГОДА)**

**С.Г. Коростелев, Т.Р. Михайлова**

*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский, korostelevs@mail.ru; mikhailova.tat2013@yandex.ru*

## **USE OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES IN THE DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE TOURISM IN KAMCHATKA (BASED ON THE RESULTS OF THE 2023 SURVEY)**

**S.G. Korostelev, T.R. Mikhailova**

*Kamchatka branch of the Pacific Geographical Institute of FEB RAS,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, korostelevs@mail.ru; mikhailova.tat2013@yandex.ru*

В 2023 году продолжился опрос с целью изучения условий развития устойчивого туризма на Камчатке, по формализованной анкете методом собственно-случайной выборки с использованием «Yandexform». Опрос проводился при поддержке Министерства по туризму в Камчатском крае. Опросы проводились в зале ожидания Международного Аэропорта (г. Елизово), турбаза «Голубая Лагуна», Аэропорт «Витязь-Аэро» и путем распространения в соцсетях. В состав опрошенных попадают туристы и приезжие, которые могли быть в командировке и в то же время отдыхать на Камчатке.

Объем выборки – 163 респондента, из них 32% мужчины и 68% женщины. Выборочная совокупность представляет взрослое население России по параметрам пола, возраста, образования и географии проживания (города России). Хронологические рамки проведения опроса: 15 августа – 31 сентября 2023 года.

Всего представлено 24 вопроса в анкете для посетителей региона были разделены на блоки:

➤ демографические (пол, возраст);



- географический регион проживания (города России);
- с какой целью и каким видам туризма отдается предпочтение. Здесь отдельно рассматривалось любительское рыболовство, морская и речная рыбалка (виды рыб и на каких водных объектах).
- посещение этнографических объектов,
- посещение экскурсий в населенных пунктах
- перечень посещаемых природных территорий Камчатки,
- посещение событийных мероприятий,
- экономический блок вопросов: доход на одного человека, стоимость поездки на Камчатке в расчете на одного путешественника, затраты на сувенирную продукцию;
- удовлетворенность оказываемыми туристическими услугами.

При анкетировании туристов (рис. 1), посетивших Камчатский край установлено, что рыбалка, морские прогулки и сплавы по рекам, когда также осуществляется любительское рыболовство, интересует большое количество посетителей (табл. 1). В связи с этим, увеличение туристического потока в ближайшие годы может существенно увеличить пресс любительского рыболовства на наиболее привлекательные объекты лова. При этом необходимо учитывать, что спрос на рыболовный сервис будет устойчивым только при условии качественного состояния объектов лова.

На вопрос: «Напишите, пожалуйста, название реки, сколько дней потратили на рыбалку и сколько штук рыб выловили», большинство респондентов указали р. Быстрая Малкинская, р. Большая. р. Жировая, р. Амчагача, р. Авача, Охотское море.



Рис 1. Распределение респондентов по видам активности, чел.

Таблица 1

Ответы на вопрос в % «Если Вы занимались любительским рыболовством, пожалуйста выберите какие виды рыб Вы ловили?»

| Вид ВБР, реки  | %      | Вид ВБР, море  | %      |
|----------------|--------|----------------|--------|
| Никакой (реки) | 42,10% | Никакой (море) | 34,70% |
| голец          | 12,50% | камбала        | 21%    |
| кижуч          | 11,30% | окунь          | 12,90% |
| другое         | 8,30%  | терпуг         | 9,70%  |
| горбуша        | 7,50%  | палтус         | 8,10%  |
| кета           | 6%     | треска         | 5,60%  |
| чавыча         | 5,30%  | крабы          | 4,80%  |
| нерка          | 5,30%  | навага         | 3,20%  |
| хариус         | 2,30%  |                |        |

Любительское рыболовство в отношении тихоокеанских лососей разрешается исключительно на рыболовных участках (РЛУ), а другие виды рыб на данных участках также запрещено вылавливать безвозмездно. В Камчатском крае для организации любительского рыболовства распределено 88 участков, расположенных во внутренних водах и 33 во внутренних морских водах и территориальном море. В 2023 г. установлены объемы добычи (вылова) ВБР на РЛУ в количестве 693,45 тонн (табл. 2).

Суточные объемы добычи (вылова) ВБР за пределами РЛУ ограничиваются только в отношении некоторых видов: крабы волосатый четырехугольный, камчатский и колючий по 10 шт., крабы-стригуны – 30 шт., сельдь тихоокеанская – 50 шт., хариус – 10 шт., корюшки – 200 шт., микижа (жилая форма) – 3 шт. Проходная форма микижи (камчатская семга) внесена в Красную книгу РФ и Камчатского края и вылов ее запрещен. Все остальные многочисленные виды ВБР могут вылавливаться без ограничений.

Таблица 2

Объемы добычи (вылова) ВБР на РЛУ, для организации любительского рыболовства в Камчатском крае в 2023 г.

| Вид ВБР, море      | Объем, т | Вид ВБР, реки    | Объем, т |
|--------------------|----------|------------------|----------|
| Треска             | 22       | Горбуша          | 83,2     |
| Минтай             | 21       | Кета             | 98,0     |
| Навага             | 10       | Нерка            | 46,3     |
| Камбалы            | 19       | Кижуч            | 85,6     |
| Палтусы            | 14,5     | Чавыча           | 36,6     |
| Терпуги            | 16,5     | Сима             | 3,85     |
| Краб стригун Берди | 56,5     | Корюшка зубастая | 52,2     |
| Краб камчатский    | 53       | Гольцы           | 73,2     |

Существующая в настоящее время система организации любительского рыболовства в Камчатском крае направлена на обеспечение потребностей местных жителей, которые остаются относительно постоянными. По результатам анкетирования мы можем видеть, что увеличение потока туристов происходит на тех же водоемах. Так, любительское рыболовство наибольшее влияние оказало на состояние популяций жилой формы микижи и чавычи р. Большая. Промышленный промысел чавычи, воспроизводящейся в реках западной Камчатки был закрыт в 2010 г. ввиду стремительного снижения численности популяций. Тем не менее, за прошедшие годы ситуация никак не улучшилась, особенно в р. Большая.

Возможным решением проблемы может стать переход на ловлю по принципу поймал-отпустил, по крайней мере, на р. Большой. Не менее важно установить четкий контроль за объемами ее любительского вылова [1]. Жилая форма микижи никогда не являлась объектом промышленного рыболовства, основным фактором снижения численности ее популяций является любительское рыболовство с изъятием уловов, особенно при организации сплавных туров на реках Камчатки. Наиболее остро данная проблема отмечается для популяций микижи рек Быстрая (бас. р. Большая), Жупанова, Опала и Пымта [2]. Необходимо снижение суточной нормы ее вылова до 1 шт., а в бассейне р. Большая полностью запретить вылов.

В связи с этим, увеличение туристического потока в ближайшие годы может существенно увеличить пресс любительского рыболовства на наиболее привлекательные объекты лова. При этом необходимо учитывать, что спрос на рыболовный сервис будет устойчивым только при условии качественного состояния объектов лова. Для сохранения этого качества предлагаются следующие решения: 1. Разрешить любительское рыболовство тихоокеанских лососей за пределами рыболовных участков. 2. Разработать и утвердить региональные правила любительского рыболовства, а для отдельных водных объектов, наиболее подверженных влиянию (бассейны рек Авачи, Паратунки, Большой) – «специальные правила».

### Список литературы

1. Коростелев С.Г., Кисляк Ю. В. Что угрожает камчатским лососям? Тихоокеанский лосось в мире человеческих взаимоотношений: экономических, социальных, экологических, исторических, этнических и культурных: Тезисы докладов Международного научно-практического семинара. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во «Камчатпресс», 2019. – С. 31-35.
2. Шатило И.В., Леман В.Н. Любительское и спортивное рыболовство на Камчатке: современное состояние, проблемы и подходы к их решению, перспективы развития. – Петропавловск-Камчатский: Проект Программы Развития ООИ, 2008. – 80 с.

## ОХРАНА ОЗЕРА БАЙКАЛ: ИНСТРУМЕНТЫ И НОРМЫ ПРАВОВОГО И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ

О.В. Гагаринова<sup>1</sup>, И.И. Орлова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск*

<sup>2</sup> *Сибирское отделение РАН, г. Новосибирск  
whydro@irigs.irk.ru, orlovaii1955@gmail.com*

## PROTECTION OF LAKE BAIKAL: INSTRUMENT AND NORMS OF LEGITIMATE AND ENVIRONMENTAL REGULATION АНГЛ ВАРИАНТ

Q.V. Gagarinova<sup>1</sup>, I.I. Orlova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk*

<sup>2</sup> *Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk*

Первым нормативным документом в отношении оз. Байкал является Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 434 от 13.04.1987 «О мерах по обеспечению охраны и рационального использования природных ресурсов бассейна озера Байкал в 1987-1995 гг.» [1]. Документ обозначил особый статус озера, правовые нормы и регламенты хозяйственной деятельности, экологические ограничения и требования. Признание оз. Байкал объектом Всемирного природного наследия в 1996 г. создало необходимость обязательного решения многих экономических, экологических и правовых вопросов в сохранении экосистемы озера.

Принятый в 1999 г. Федеральный Закон "Об охране озера Байкал" стал и является в настоящее время основополагающим документом, правовой базой охраны уникального водного объекта [8]. За 25 лет Закон претерпел многочисленные изменения и корректировки, в том числе в отношении норм и правил прямого действия. Обсуждение и внесение изменений продолжается и в настоящий момент, что свидетельствует об актуальности вопросов охраны оз. Байкал, а также правового и экологического регулирования деятельности на прилегающей территории.

Первым и наиболее значимым экологическим актом Закона "Об охране озера Байкал" стало введение понятия Байкальской природной территории, в состав которой вошли три экологические зоны с различными функциональными и ограничительными нормами. В Центральной (ЦЭЗ БПТ), Буферной (БЭЗ БПТ) и зоне Атмосферного влияния (ЭЗАВ) были определены правовые режимы природопользования; в состав экологических зон БПТ вошли территории с особыми условиями использования - Особо охраняемые природные территории (ООПТ), Зоны экономического развития, водоохранная зона оз. Байкал. Продолжительный период согласования и утверждения границ экологических зон, совмещения правовых норм международного, федерального и регионального уровней завершился установлением границ экологических зон в 2006 г., а водоохранной зоны оз. Байкал в 2015 г. [5, 6]. Возникшие в результате установления границ проблемы с правовыми регламентами в водоохранной зоне озера обусловили ее последующее изменение в 2018 г. [7], что создало в свою очередь другие нормативные неопределенности и экологические вопросы.

Предложения по изменению границ и снижению ограничений деятельности в ЦЭЗ БПТ и в водоохранной зоне оз. Байкал активно выдвигаемые в последние годы, связаны с проблемами накопленных промышленных отходов, расширением границ населенных пунктов, переводом лесных земель в другие категории и т.д., которые, в случае их реализации, приведут к росту негативного влияния на экосистему озера, снижению экологического статуса озера, созданию политических и социальных проблем.

Основным инструментом охраны экосистемы озера можно считать нормирование антропогенных воздействий, выражающееся в допустимом содержании загрязняющих веществ в сточных водах и в выбросах в атмосферу; нагрузках на ландшафты при рекреационном и хозяйственном использовании; в определении веществ различной степени опасности и т.д. [2, 3]. Концепция нормирования нагрузок, разработанная в 90-е годы, претерпела серьезные корректировки, которые существенно снизили экологические требования и ограничения и в настоящий момент носят рамочный характер [2,3, 4]. Также возможности практического применения нормативов ограничиваются наличием и технологическими возможностями очистных сооружений на побережье оз. Байкал; не соответствием интересов и целей общества, бизнеса и административных структур, не выполнением государственных решений и т.д.

Среди инструментов охраны экосистемы оз. Байкал, кроме соблюдения норм и режимов хозяйственной деятельности, эффективными могут быть система единого экологического мониторинга и научные исследования с выработкой предложений и рекомендаций по снижению антропогенных нагрузок, с привлечением комплексных межведомственных и отраслевых программ и разработок. Выполнение таких задач, создание единой системы мониторинга для экосистемы оз. Байкал должно быть приоритетной задачей в разработке правовых документов и программ по снижению негативного воздействия на оз. Байкал.

*Работа выполнена в рамках госзадания ИГ СО РАН тема № АААА-А21-121012190059-5*

## Список литературы

1. Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 13 апреля 1987 г. № 434 «О мерах по обеспечению охраны и рационального использования природных ресурсов бассейна озера Байкал в 1987-1995 гг.» // Свод законов СССР. М., 1990. Т.4. с.30  
[https://www.libussr.ru/doc\\_ussr/usr\\_13910.htm](https://www.libussr.ru/doc_ussr/usr_13910.htm)
2. Приказ Минприроды России от 05.03.2010 № 63 "Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, в том числе веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал" (Зарегистрировано в Минюсте РФ 07.06.2010 N 17490) (утратил силу 03.05.2020)  
<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12076656/>
3. Приказ Минприроды России № 83 от 21.02.2020 «Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал», прошел регистрацию в Минюсте за № 58181 от 23.04.2020.  
<http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202004230027>
4. Приказ Минприроды России № 83 от 04.07.2022 "О внесении изменений в приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 21.02.2020 № 83 "Об утверждении нормативов предельно допустимых воздействий на уникальную экологическую систему озера Байкал и перечня вредных веществ, в том числе веществ, относящихся к категориям особо опасных, высокоопасных, опасных и умеренно опасных для уникальной экологической системы озера Байкал". Зарегистрирован Минюстом России 17 октября 2022 г. № 70549  
<https://minjust.consultant.ru/special/documents/document/32941>
5. Распоряжение Правительства РФ от 27.11.2006 г. № 1641-п "Об утверждении границ Байкальской природной территории и ее экологических зон" <https://base.garant.ru/2161809/>
6. Распоряжение Правительства РФ от 05.03.2015 года № 368-п "Об утверждении границ водоохранной и рыбоохранной зон озера Байкал" <https://docs.cntd.ru/document/420258275>
7. Распоряжение Правительства РФ от 26.03.2018 № 507-п "Об изменениях, которые вносятся в приложение к распоряжению Правительства Российской Федерации от 5 марта 2015 г. № 368-п" <https://base.garant.ru/71909488/>
8. Федеральный закон № 94-ФЗ от 01.05.1999 "Об охране озера Байкал"// Собрание законодательства РФ. 03.01.1999. <https://base.garant.ru/2157025/>

УДК 911.3

## АДАПТАЦИОННОЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА (АЗИАТСКАЯ РОССИЯ): ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

**Т.И. Заборцева**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН; ФГБОУ ИГУ; Иркутск,  
zabti@irigs.irk.ru*

## ADAPTIVE SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT OF THE REGION (ASIAN RUSSIA): THEORY AND PRACTICE

**T. I. Zabortceva**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk; Irkutsk State University, zabti@irigs.irk.ru*

### Введение

Усилившиеся тенденции восточного вектора развития страны в условиях санкционных последствий последнего десятилетия – весьма значимый экономический фактор стратегического роста и многостороннего дальнейшего развития азиатской части России, требующий изучения адаптационных возможностей и механизмов, в том числе Сибирского макрорегиона. Потенциал Сибири, где проживает пятая часть населения страны, в настоящее время определяют, как богатейшая природно-ресурсная база, экологический ресурс, так и значительное пространство для геополитических маневров, в том числе Евразийский экономический коридор. И вопросы изучения происходящих адаптационных процессов, сопутствующие социально-экономическому развитию в первой четверти XXI века весьма актуальны [8].

### Методы

Применялись в процессе исследования как общенаучные, так и основные методы общественной географии (информационно-аналитический, сравнительно-географический, исторический и др., а также экспедиционный). Территориальный уровень представленных результатов: сибирский макрорегион и модельный субъект РФ – Иркутская область.

### Основные результаты

Базовые концептуально-методические подходы научного анализа адаптации хозяйства и населения к эколого-социально-экономическим и иным вызовам на разных уровнях активно разрабатываются академическим сообществом, что обусловлено разнонаправленными процессами природного и общественного характера в период глобальной нестабильности. Изучаются как проблемы социальной и экономической

адаптации населения к условиям глобального изменения климата [12, 13 и др.], так и стратегии адаптации национальной экономики в целом к внешним вызовам [4 и др.] Механизмы изучения по адаптации социально-экономического развития сибирских территорий различного иерархического статуса в условиях постглобализации обозначены в формате НИР для лаборатории общественной географии ИГ СО РАН. Необходимые «научные заделы» и апробированный географический инструментарий имеется. По сути, трансформационные процессы территориальных структур хозяйства, упрощение структуры промышленного производства, «сжатие» сети поселений и стягивание демографической массы в региональные центры субъектов есть адаптация отечественного социума и хозяйства в целом на внешние и внутренние вызовы. К настоящему времени в лаборатории выполнено ряд исследовательских работ по выявлению особенностей современных процессов изменения территориальных структур хозяйства и расселения Сибири, обусловленных новыми вызовами (пандемия, санкции) в условиях национальной политики поворота на восток. При этом более детально рассмотрено влияние экономических тенденций: а) на структурную и территориальную организацию производственной деятельности отраслей специализации и социальной сферы экономики в сибирских регионах [2, 7, 11, 15]; б) на особенности территориальной организации сибирских агломераций и региональные факторы формирования территориальной дифференциации населения в разрезе возрастных структур по критерию трудоспособности [1, 3, 6, 14 и др.]. Кроме того, в период крупномасштабного вовлечения отечественных территорий в туристско-рекреационную сферу проанализированы возможности и ограничения туристско-рекреационного развития территорий побережья оз. Байкал (посещают ежегодно от 1,5 млн чел и более) [5]. В контексте указанной проблематики рассмотрели имеющийся потенциал взаимодействия сибирских регионов и городов на «неохваченной вниманием» институциональной платформе: форматы договорного сотрудничества в социально-экономической, культурной и иных сферах как между субъектами России, так и между городами-побратимами [10]. Указанные виды сотрудничества между регионами и городами могут включаться более «полновесно» при стратегическом планировании как для разработки стратегии их адаптации к внешним вызовам, так и фактором развития территорий различного иерархического статуса.

Уместно напомнить, что решение разнообразных, в том числе конкретных фундаментальных и практических тем и задач всегда гармонично сочетались в ИГ СО РАН за почти 70-летнюю историю [9]. И отдельные направления таких адаптационно-ориентированных механизмов (будущих направлений исследования) продемонстрируем на общем пространственном обзоре по сотрудничеству модельного субъекта федерации – Иркутской области с другими регионами (табл. 1, фрагмент). Сфера взаимодействия охватывает преимущественно торгово-экономические, научно-технические, культурные направления с более чем срока субъектами РФ.

Таблица 1

Форматы сотрудничества между Правительством Иркутской области и другими субъектами РФ (2014–2023 гг.)

| Субъекты РФ                       | Документ о сотрудничестве (год подписания/заключения)   |  |
|-----------------------------------|---|--|
|                                   | Соглашение: сфера деятельности  | План мероприятий или протокол совместных действиях, период |
| Европейская часть страны          |   |  |
| Республика Крым                   | о социально-экономическом и культурном сотрудничестве (2014)  | по реализации Соглашения: 2019-2021 (2019)                 |
| Орловская область                 | в торгово-экономической, научно-технической, социальной, культурной и иных сферах (2015)                  |  |
| Севастополь                       | о сотрудничестве в торгово-экономической, научно-технической, социальной, культурной и иных сферах (2016) |  |
| Москва                            | о торгово-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве (2017)                            |  |
| Республика Татарстан              | в торгово-экономической, научно-технической, социальной, культурной и других сферах (2017)                | по реализации Соглашения: 2022 – 2025 (2017)               |
| Чувашская Республика              | в торгово-экономической, научно-технической, социальной, культурной и иных сферах (2017)                  |  |
| Республика Северная Осетия-Алания | о торгово-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве (2021)                            |  |
| Пермский край                     | о сотрудничестве в торгово-экономической, научно-технической, социальной, культурной и иных сферах (2021) |  |
| Воронежская область               | о социально-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве (2022)                          | по реализации Соглашения: 2023-2027 (2022)                 |
| Калужская и Костромская области   | о социально-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве (2022)                          |  |
| Челябинская область               | о социально-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве (2023)                          |  |

|   |   |  |
|---|---|--|
| Санкт-Петербург                               | о социально-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве (2023)                          | по развитию сотрудничества: 2023-2026 (2023) |
| Липецкая и Новгородская области               | о сотрудничестве в торгово-экономической, научно-технической, социальной, культурной и иных сферах (2023) |  |
| Ленинградская область                         | в торгово-экономической, научно-технической, социальной и культурной сферах (2022)                        |  |
| Ростовская область                            | о сотрудничестве в торгово-экономической, научно-технической, культурной и иных сферах (2022)             |  |
| <b>Азиатская часть страны</b>                 |   |  |
| Республика Бурятия и Забайкальский край       | о социально-экономическом сотрудничестве (2016)   |  |
| Республики Саха (Якутия) и Тыва               | о социально-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве (2019)                          | на 2019-2023 (2019)                          |
| Республика Хакасия                            | о социально-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве (2019)                          | по реализации Соглашения: 2022-2024 (2022)   |
| Республика Бурятия                            | о социально-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве (2022)                          | по реализации Соглашения: 2022-2025 (2022)   |
| Камчатский край                               | о социально-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве (2022)                          |  |
| Приморский край                               | о социально-экономическом, научно-техническом и культурном сотрудничестве (2022)                          |  |
| Республика Алтай                              | в торгово-экономической, научно-технической, социальной, культурной и иных сферах (2023)                  |  |
| Кемеровская область - Кузбасс, Омская область | о сотрудничестве в торгово-экономической, научно-технической, культурной и иных сферах (2023)             | по реализации Соглашения: 2023-2028 (2023)   |
| Новосибирская и Томская области               | о сотрудничестве в торгово-экономической, научно-технической, социальной, культурной и иных сферах (2023) |  |

Источник: официальные сайты субъектов РФ

Следует отметить, что механизм соглашений о сотрудничестве активизировался между правительствами субъектов Российской Федерации за последнее десятилетие. Так, анализ таковых между Правительством Иркутской области и другими субъектами страны с 2000 г. по настоящее время показывает, что количественно – более 2/3 из них заключены после санкций 2014 г. (табл. 1).

Пространственный ракурс исследования института «мягкой» дипломатии в формате «города-побратимы» – Сибирский макрорегион. При этом, в целом, среди направлений доминируют культурно-исторические, в меньшей степени торгово-экономические и научно-технические. Более детальная характеристика побратимских отношений на примере Восточной Сибири [10] позволяет сделать вывод о преимуществе азиатского вектора сотрудничества.

#### **Вместо заключения**

Дальнейшие исследования происходящих адаптационных процессов и выявление возможных адаптационных механизмов для целей сбалансированного развития регионов – это сложная и многоплановая научная проблема. Предварительно можно сделать вывод, что учет сложившихся многообразных связей региона на всех иерархических уровнях, активная социально-экономическая и инновационная деятельность, а также вовлечение общества в процесс адаптации к условиям глобальной нестабильности позволит создать в результате благоприятные условия для проживания населения.

*Работа выполнена за счет средств государственного задания (АААА–А21–121012190019–9)*

#### **Список литературы**

1. Воробьев Н.В. Научное наследие К.Н. Мисевича и исследование социально-демографического потенциала систем расселения Сибири // География и природные ресурсы. – 2021. – № 3. – С. 174–178.
2. Григорьева М.А. Региональное развитие животноводства в Сибири // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2023. – № 2. – С. 158–162.
3. Дмитриева Ю.Н. Региональные особенности возрастной структуры населения Сибири // География и природные ресурсы. – 2023. – № 4. – С. 108–117.
4. Делятицкая А.В. Позиционирование федеральных округов российской федерации по уровню социально-экономического развития в целях разработки стратегии адаптации национальной экономики к внешним вызовам // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2024. – № 4. – С. 216-222.
5. Евстропьева О.В. Байкальский регион в международной и национальной системе туризма/Отв. Ред. Л.М. Корытный. – Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2022. – 331 с.
6. Природно-ресурсный потенциал урбанистических центров бассейна озера Байкал. Атлас-монография / под ред. Л.М. Корытного, С. Энх-Амгалана. – Иркутск-Улан-Батор: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2022. – 163 с.

7. Рогов П.В. Пространственная трансформация строительной индустрии Сибири. – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2023. – 171 с.
8. Перечень инициатив социально-экономического развития Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 06.10.2021 г. № 2816-р. URL: [http:// government.ru/docs/all/136925/](http://government.ru/docs/all/136925/) (дата обращения: 10.02.2022)
9. Современная Россия: географическое описание нашего отечества. Сибирь. – Москва: Паулсен, 2020. – 512 с.
10. Свинина О.А. Анализ городов-побратимов Восточной Сибири // Территориальная организация природы и общества Сибирского макрорегиона в условиях глобальной нестабильности: материалы научных чтений, посвященных 100-летию Ю.П. Михайлова (Иркутск, 31 октября – 1 ноября 2022 г.). – Иркутск: Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2022. – С. 132–134.
11. Суменкова Л.А. Вектор изменений пространственной организации страхового рынка Сибири // Конкурентоспособность в глобальном мире: экономика, наука, технологии. – 2023. – №10. – С. 263–266.
12. Сятчихин С.В. Теоретические подходы к исследованию механизмов адаптации населения. – Экономика устойчивого развития. – 2022. – № 4 (52). – С. 150-158.
13. Шеломенцев А.Г., Гончарова К.С. Проблемы социальной и экономической адаптации населения к условиям глобального изменения климата: подходы и решения // Продовольственная политика и безопасность. – 2022. – Том 9. – № 4. – С. 377–402. doi: 10.18334/ppib.9.4.116411
14. Emelianova N.V., Antipina Y.V., Valeeva O.V. Demographic Potential of Agglomerations of Siberia: Influence of the Factor of Population Density // Resources, Environment and Regional Sustainable Development in Northeast Asia. – Cham: Springe Proceedings in Earth and Environmental Sciences. – 2023. – Pp. 36-45.
15. Ippolitova N.A., Grigoyeva M.A. Spatial structure of industry in the region of Siberia // E3S Web of Conferences: International Scientific Conference Ecological and Biological Well-Being of Flora and Fauna (EBWFF-2023). – 2023. – Vol. 420. – Pp. 03020.

УДК 911.3

## **ПОТЕНЦИАЛ ОБЩЕСТВЕННОЙ ГЕОГРАФИИ КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ (НА ПРИМЕРЕ КОНЦЕПЦИИ КОНТИНЕНТАЛЬНО-ОКЕАНИЧЕСКОЙ ДИХОТОМИИ)**

**Л.А. Безруков**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, bezrukov@irigs.irk.ru*

## **THE POTENTIAL OF PUBLIC GEOGRAPHY AS A FUNDAMENTAL SCIENCE (BY THE EXAMPLE OF THE CONCEPT OF CONTINENTAL-OCEANIC DICHOTOMY)**

**L.A. Bezrukov**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, bezrukov@irigs.irk.ru*

Цель данной работы – на примере концепции континентально-океанической дихотомии раскрыть потенциал общественной географии как фундаментальной науки. Для достижения указанной цели рассмотрены суть данной концепции и вопросы ее взаимодействия со смежными науками, показано влияние фактора континентально-океанической дихотомии на дифференциацию мирохозяйственного устройства, приведены примеры установленных закономерностей и трендов континентально-океанического характера. Решение этих задач можно считать ответом на критические замечания, упреки и обвинения в адрес современной общественной географии.

Поиск путей решения наболевших проблем общественной географии как фундаментальной науки чрезвычайно актуален. Дело в том, что современная отечественная общественная (или более привычно экономическая) география занимает далеко не самое почетное место в системе географических и общественных наук. Критических замечаний, упреков и обвинений в ее адрес множество. Представим эту критику в относительно системном виде как упреки со стороны управленческого аппарата, общественности, коллег и дадим краткие комментарии.

Со стороны управленческого аппарата Минобрнауки, РАН и СО РАН можно услышать следующее: слишком продолжительное «созревание» в общественной географии научной «элиты» – докторов и кандидатов наук, оцениваемое по их среднему возрасту на момент защиты соответствующих диссертаций; слабая интеграция географов-обществоведов с коллегами других стран и недостаточное количество публикаций в ведущих зарубежных журналах; отсутствие в последние десятилетия крупных достижений в области общественной географии.

Действительно, средний возраст диссертантов в общественной, как, собственно, и в физической географии, один из самых высоких среди всех областей наук. Но проблема здесь в степени абстрактности географической науки. Давно установлено и статистически подтверждено, что первыми защищаются представители самых абстрактных или точных наук – математики, затем физики, химии и т. д., тогда как география и геология замыкают весь ряд наук. Широкой интеграции географов-обществоведов с колле-

гами других стран препятствуют во многом особенности самой географической науки, прежде всего, сосредоточенность на региональной проблематике, которая не всегда интересна за рубежом. Причины малого числа публикаций в ведущих зарубежных журналах периферийных ученых также вполне объяснимы. Крупные достижения, в том числе теоретические, в российской общественной географии, конечно же, имеются. Однако в связи с определенной разобщенностью основных центров и учреждений географической науки не все они становятся широко известными даже коллегам.

Со стороны научной, политической и журналистской общественности имеются следующие замечания: уход географов-обществоведов от участия в решении крупных государственных, народнохозяйственных и общественных проблем; почти полное отсутствие со стороны экономико-географов аргументированных откликов на широко обсуждаемые дискуссионные работы, посвященные роли географических факторов в развитии России; в значительной мере потеря и обществом, и самими экономико-географами единого понимания содержания и назначения общественной географии, ее частичное растворение в смежных науках – социологии, экономике, политологии и др.

Действительно, в постсоветский период общественная география оказалась еще более не востребовавшей государством и обществом, чем во времена СССР. Но насколько здесь вина самих экономико-географов? В то же время пассивность их участия в общероссийских дискуссиях, имеющих прямое отношение к географии, объяснить труднее. В настоящее время общество понимает географию весьма обыденно, как чисто школьный предмет, и не знает, чем занимаются экономико-географы, которые в свою очередь сами путаются в своем предназначении, зачастую находясь под влиянием бурно вторгающихся в географию региональных разделов экономики, социологии, политологии и пр.

Со стороны коллег – физико-географов и представителей смежных наук – звучат следующие обвинения: отсутствие в общественной географии общего раздела, аналогичного физической географии, крепких теоретических и методологических основ и ясного понимания собственного предмета исследования; робость в постановке крупных теоретических проблем и проблем планетарного уровня; затруднения с формулированием общественно-географических законов и закономерностей, что ставит под сомнение фундаментальность общественной географии как науки; доминирование хорологического (описательно-размещенческого) подхода; индифферентное и отчасти недоброжелательное отношение к географическому детерминизму и, соответственно, недооценка роли географических факторов в социально-экономическом развитии; преобладание различного рода безразмерных дедукций и рефлексий над строгими количественными (в том числе стоимостными) оценками.

На более профессиональные упреки со стороны коллег ответить, конечно, труднее. Представляется, что значимость и фундаментальность общественной географии надо доказывать не словами, а делом, чему как раз посвящена настоящая работа. Предварительно дадим свое определение общественной географии: «Общественная география – фундаментальная наука, изучающая обусловленность (детерминированность) социально-экономических и политических явлений, связей и процессов дифференциацией земной поверхности во всех аспектах, т. е. неоднородностью естественных, хозяйственных и культурных ландшафтов». Оценка степени и характера детерминации географическими факторами ключевых особенностей жизни человечества на основе системы строгих мер и доказательств и с учетом причинно-следственных связей и взаимообусловленности явлений и процессов как раз и является одной из главных задач нашей науки. В таком понимании общественной географии наличие у нее собственного предмета исследований не вызывает сомнений.

Поскольку основные положения концепции континентально-океанической дихотомии подробно были раскрыты нами ранее, скажем только об ее сути и вопросах взаимодействия со смежными науками. Проблема противоположности двух различных типов цивилизаций и государств – континентальных и приморских – всегда привлекала внимание исследователей. Главным законом классической геополитики – от Ф. Ратцеля в XIX в. до А.Г. Дугина в XXI в. – считается именно закон фундаментального дуализма «Суши» и «Моря». Однако абсолютизация антагонизма континентальных и приморских стран в геополитическом и военно-стратегическом плане не находит реального подтверждения и объяснения. Корни проблемы глобального дуализма «Суши» и «Моря» надо искать не в геополитике, а в географии и экономике.

В рамках экономико-географической концепции континентально-океанической дихотомии сформулировано представление о последовательном и фундаментальном раздвоении целостного мирового хозяйства на два противоположных и одновременно взаимодополняющих типа экономик – континентальный и океанический (приморский), которые идентифицируются в метрике транспортно-географической континентальности и различаются организацией и эффективностью хозяйства, спецификой взаимодействия с внешним миром и путями развития. Предлагаемая концепция исходит из коренных различий в эффективности сухопутных и морских перевозок – более затратных первых и экономичных вторых, с одной стороны, и особенностей макроположения стран и районов относительно моря, – с другой. Суть выдвигаемой концепции заключается в следующем: имеющаяся между континентальными и океаническими (примор-



скими) странами принципиальная разница в размерах транспортных издержек и транспортоемкости национальных хозяйств лежит в основе механизма постоянного перераспределения доходов от континентальных стран к океаническим, что определяет в итоге глубокие различия в эффективности их хозяйства и общем уровне социально-экономического развития.

Указанный механизм перераспределения доходов раскрыт на основе логики экономико-географического анализа с использованием дополнительных знаний в области товароведения, внешней торговли и маркетинга. Для оценки различий в эффективности сухопутных и морских перевозок потребовалось привлечение данных из экономики транспорта и логистики, для оценки макроположения стран относительно морских путей с круглогодичной навигацией – из физической географии и океанологии. При этом построенная на основе количественных критериев геоэкономическая типология стран с выделением континентального и океанического (приморского) типов позволяет существенно объективизировать разработанные, как правило, с применением качественных критериев геополитические типологии, что ведет к обогащению теоретического арсенала геополитики.

Экономико-географическая концепция континентально-океанической дихотомии во многом дополняет, по нашему мнению, экономический причинно-следственный аппарат центрo-периферической модели мирового хозяйства, согласно которой в основе структурирования мира и мирового хозяйства, стран и регионов, и их хозяйственных систем лежит постоянное перераспределение производимой массы прибавочного продукта от периферийных и полупериферийных зон к соответствующим «процветающим» центрам. Возникновение и функционирование этой модели в самом общем виде объясняется обычно действием нескольких механизмов, имеющих сугубо экономический характер, – «инновационным» механизмом с получением центром «интеллектуальной» или «технологической» ренты, неэквивалентностью обмена продукции с различной степенью обработки, влиянием закона «средней нормы прибыли», принципиальными различиями в правовом оформлении частной собственности и возможностях ее капитализации и т. д. В качестве дополнительного обоснования системы центрo-периферических отношений может служить выявленный механизм связей и зависимостей континентально-океанического характера. Данный перераспределительный механизм доходов, имеющий выраженную географическую природу, является одним из ведущих среди всей совокупности механизмов, определяющих дифференциацию мирохозяйственного устройства.

Таким образом, разделение поверхности Земли на сушу и Мировой океан по-прежнему остается одной из основных линий, по которым складывается геоэкономическая дифференциация планеты, отражающая неравномерность развития государств и регионов в общей системе мирохозяйственных и геополитических центрo-периферических отношений. Концепция континентально-океанической дихотомии позволяет выявить наиболее общие первичные черты формирования и структурирования мирового хозяйства независимо от тех или иных его блоковых, формационных, региональных и других группировок и членений, имеющих во многом вторичный характер, а лежащий в основе концепции перераспределительный механизм доходов оказывает сильное непосредственное и опосредованное влияние на международное развитие.

Приведем несколько примеров установленных закономерностей и трендов континентально-океанического характера:

- Общемировая тенденция неуклонного притяжения населения и хозяйства к побережьям теплых морей и океанов, определяемая целым комплексом благоприятных предпосылок (прежде всего дешевизной морского транспорта), особенно рельефно проявляется в концентрации в приморских зонах крупнейших городов, городских агломераций и мегалополисов.

- Ведущая роль океанических стран и приморских зон в формировании и функционировании мирового хозяйства и ценообразовании на мировых товарных рынках основана в первую очередь на широкомасштабном использовании экономических морских перевозок и, соответственно, на коренных различиях в экономических возможностях приморских и внутриконтинентальных зон.

- В крупных континентальных странах территориальная дифференциация розничных цен на большинство импортных товаров в значительной мере обусловлена системой континентально-океанической поляризации (рост цен от основных импортных портов в глубинные районы).

- Изменение степени континентальности крупных стран означает по большому счету изменение их важнейших национально-государственных приоритетов.

- Для большинства внутриконтинентальных стран и районов высокие транспортные издержки остаются важным препятствием эффективного выхода на мировой рынок, что подтверждается упорядоченным распределением по зонам удаленности экспортных товаров в зависимости от их относительной транспортабельности: наименее транспортабельная многотоннажная продукция направляется преимущественно в ближние зоны, а транспортабельная дорогостоящая продукция – в более дальние зоны.

- Первый закон географии Тоблера «Все связано со всем остальным, но близкие вещи связаны больше, чем отдаленные» целесообразно дополнить следующим уточнением: «с учетом неодинаковой проницаемости и транспортно-экономической анизотропности сухопутного и морского пространств».

Подводя общие итоги, хотелось бы отметить, что целый ряд обвинений в адрес общественной географии явно безоснователен. Во-первых, ее потенциал весьма значителен: есть крепкие теоретические и методологические основы, собственный предмет исследования, постановка крупных проблем, идет «реабилитация» связей географического детерминизма, имеется широкое поле применения количественных оценок. Во-вторых, пример континентально-океанической дихотомии показывает, что закономерности, установленные при общественно-географических исследованиях, важны также и для других наук. При этом использование теоретических конструкций и фактурных данных смежных наук ни в коей мере не ведет к «растворению» в них общественной географии. Наоборот, благодаря своей комплексности, возможностям «внутренней» и «внешней» интеграции, усилению предметно-причинного объяснения проблем, общественная география способна не только наращивать собственный потенциал, но и обогащать теоретико-методологический потенциал других наук.

УДК 911.3

## ТРЕНДЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ В КОНТЕКСТЕ ЕЕ ЦИВИЛИЗАЦИОННО-КУЛЬТУРНОЙ САМОИДЕНТИФИКАЦИИ

**В.Н. Стрелецкий**

*Институт географии РАН; НИУ Высшая школа экономики, Москва, vstreletski@mail.ru*

## SPATIAL TRENDS IN RUSSIA IN THE CONTEXT OF ITS CIVILIZATIONAL PATTERNS AND CULTURAL SELF-IDENTIFICATION

**V.N. Streletsky**

*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences;  
National Research University Higher School of Economics, Moscow, vstreletski@mail.ru*

### **Введение**

Колоссальные размеры территории, ее ландшафтное разнообразие, положение на стыке разных культурных миров предопределили особую сложность национальной истории России. Миграции разноразличных народов, их смешение и чересполосное расселение, колонизация новых земель стали ключевыми факторами пространственной дифференциации и регионализации страны. Учет цивилизационных, социокультурных, этнокультурных особенностей страны имеет первостепенное значение для понимания специфики российского регионализма, движущих сил регионализации России как страны многонациональной, для осмысления роли и соотношения разных идентичностей (в том числе региональной и локальной, а также этнической и др.) в российском пространстве.

Цель доклада – анализ геочивилизационной и культурно-географической специфики российского пространства и выявление трендов его эволюции и современной трансформации с акцентом на социокультурный (в широком смысле этого слова) контекст пространственного развития нашей страны. Его ключевые положения и соответствующий фактический материал представлены в авторской статье в журнале «География и природные ресурсы» [1]; в данном докладе – краткие тезисы.

**Российская идентичность в историко- и геочивилизационном нарративе.** Вопрос об исторических судьбах России и цивилизационных основаниях ее развития остается в научном сообществе дискуссионным еще с XIX в. Разброс мнений по данному вопросу чрезвычайно широк, даже при самой общей систематизации и генерализации таковых, можно выделить как минимум четыре потока историческо-социологической мысли, с принципиально разными подходами и концептами.

*Россия – Запад.* Эта точка зрения обосновывается обычно ссылками на местонахождение исторического ядра страны, христианское (православное) вероисповедание большинства населения, его европейский, большей частью этнический субстрат, включенность русской культуры в общеевропейский культурный процесс еще со времен Киевской Руси. Западничество как направление российской социально-философской мысли, сложившееся в основном во второй четверти XIX в., никогда не представляло собой целостной, универсальной и непротиворечивой доктрины. Т.Н. Грановский (1813–1855), К.Д. Кавелин (1818–1885), Б.Н. Чичерин (1828–1904) и другие лидеры российского западничества позапрошлого столетия писали о России как о периферии европейской цивилизации, в силу особо неблагоприятных условий (природных и социальных) задержанной в своем развитии по тому же историческому пути, что и Западный мир. Ключевые вопросы для русских западников – как раз поиск причин «особости», исключительной сложности и противоречивости, сравнительно медленных темпов развития страны по европейскому пути,

специфики исторической траектории ее европеизации, объяснения отличий таковой от западноевропейских аналогов. Огромное внимание при этом уделялось географическим факторам цивилизационного процесса в российском пространстве, и прежде всего тем, которые объективно тормозили вестернизацию.

*Россия – Восток.* Данная концепция фиксирует давнюю «прививку» в России достижений азиатских цивилизаций, восточные корни русской культуры, близкую восточным обществам модель генезиса государства, а также своеобразие восточно-христианского, византийского наследия, столь отличного от западного. Представление о России как об одной из стран глобального культурно-исторического Востока получило распространение, главным образом, в западной историософии, в которой часто акцентируется ее особая связь с Азией. Тезис о глубинном, чуть ли не экзистенциальном противостоянии России и Запада, конечно же, упрощенный, искажающий реальную и противоречивую историческую траекторию их взаимодействия, знавшего периоды как тесной культурной и экономической интеграции, так и цивилизационно-культурной дивергенции, свертывания хозяйственных и культурных связей, геополитического соперничества (что характерно и для наших дней). Однако сами по себе споры вокруг пресловутой дилеммы «Россия и Запад» не имеют однозначного выхода на историософский вопрос «Россия и Восток». Если Россия не часть «глобального Запада», из этого вовсе не следует, что она часть «глобального Востока».

*Россия – мост между Западом и Востоком.* В концептуальном отношении представление о России как о межцивилизационном мосте между Западом и Востоком четко сформулировано В.О. Ключевским (1841–1911): «Исторически Россия, конечно, не Азия, но географически она не совсем и Европа. Это переходная страна, посредница между двумя мирами» [2, с. 65]. Концепция «моста» хорошо отражает синтетический, западно-восточный характер российской цивилизации, но при этом отводит ей роль посредника в диалоге культур.

*Россия – Евразия, особый культурный мир, отличный и от Европы, и от Азии, от Запада и от Востока.* Концепция особого пути развития России изначально разрабатывалась в основном российскими славянофилами, в связи с чем славянофильство часто (в том числе и в наши дни) рассматривают в качестве идейного предшественника евразийской доктрины. Однако евразийцы крайне скептически относились к стержневой идеологии славянофилов о культурном и цивилизационном единстве славянских народов Европы. Россия в трактовке классиков евразийства (П.Н. Савицкого, Н.С. Трубецкого, Г.В. Вернадского и др.) – особый культурный мир, сложившийся на севере материка Евразия, на стыке западных и восточных этнокультурных влияний. Особое внимание лидеры евразийской школы уделяли симбиотическому этнокультурному субстрату России–Евразии, сложившейся в ней за несколько столетий теснейшего межкультурного взаимодействия исторической общности славянских, угро-финских, тюркских, монгольских и других этносов. Однако у евразийской концепции есть и уязвимые стороны. Чрезмерное акцентирование «уникальности» оборотной стороной неизбежно имеет культурный изоляционизм. В гипертрофированной форме это проявляется в воззрениях современных «неоевразийцев», представителей идейного течения, прежде всего в российской философской мысли и политологии, сложившегося в конце XX – начале XXI в.

По мнению автора доклада, при всей амбивалентности исторических судеб нашей страны, значимости ее евразийских этнокультурных пластов Россия в большей степени страна «европейская», нежели «евразийская» (подробнее см. [1]). Россия, включая и ее европейское историческое ядро, и огромную по протяженности полосу переселенческого освоения земель востока и юга страны выходцами из этого ядра, носителями европейской ментальности, – неотъемлемая часть общеевропейского культурного пространства. Однако часть специфическая, сильно отличающаяся по многим социокультурным параметрам от Западной и Центральной Европы. Жителям России по типу их ментальности, ценностям, культурным традициям, своему повседневному жизненному опыту зарубежная Европа в социокультурном отношении ближе, органичнее и «понятнее», чем большинство иных цивилизационных миров. Социокультурная дистанция, разделяющая россиян (особенно этнических русских – абсолютного большинства населения страны) и жителей зарубежной Европы, других стран Западного мира в целом намного меньше, чем та, что разделяет их и носителей «восточных», да и иных неевропейских, культурных традиций.

**Унаследованные структуры российского социокультурного пространства и тренды ее трансформации.** Важнейшая исторически унаследованная черта, связанная с архетипическими социокультурными особенностями российского социума, – это огромная *пространственная рассредоточенность населения*. Отчасти эта специфика может быть объяснена природно-географическими факторами. Как писал Н.А. Бердяев (1874–1948), «в судьбе России огромное значение имели факторы географические, ее положение на земле, ее необъятные пространства» [3, с. 65]. Сами географические размеры российского пространства, с учетом неблагоприятных (а то и непригодных) условий для проживания на обширных территориях, предопределяют дисперсность расселения, разреженность и рассредоточенность социума и социальных связей.

Другая исторически унаследованная особенность пространственной организации российского общества – это *гиперцентрализация*. Для российского пространства характерны глубочайшие социокультурные различия по «вертикали»: город – село, крупный город – малый город и т. п. Эти различия в России во многих отношениях более выражены и отчетливы, они сильнее различий межрегиональных. «Расслоение» пространства по социокультурной вертикали резко усилилось в XX в., в советскую эпоху. Так, обитателей сопоставимых по размеру российских городов-миллионеров в разных частях страны разделяет, как правило, гораздо меньшая социокультурная дистанция, чем их же – с соседями, зачастую проживающими в депопулирующей сельской местности вблизи соответствующих областных центров.

Региональное самосознание разных групп русских имеет давние корни в европейском ядре страны, оно исторически укоренено в нем [4 и др.]. Для России и русских характерна определенная ослабленность региональной идентичности по сравнению с идентичностью общенациональной (русской) и этнической (русской). Так, по Л.В. Смирнягину, русской культуре присуща *аспатиальность*, трактуемая как специфически пониженная ее реакция на фактор географического пространства, на три его главные ипостаси – расстояние, границу и место [5]. И хотя эта особенность российского культурного пространства, в известном смысле, подмечена верно, едва ли правомерно считать ее некой фенотипической чертой русской культуры. Заметная нивелировка культурно-географических различий в российском пространстве в XX в., сопровождавшаяся почти повсеместно «размывом» регионального самосознания людей, во многом была обусловлена беспрецедентной социально-экономической трансформацией аграрной страны в условиях специфической индустриальной модернизации советского типа, что повлекло за собой деструкцию традиционной культуры [6].

За постсоветский период произошли важные сдвиги в этнокультурном пространстве России. Так, сравнение данных переписей населения 1989, 2002, 2010 и 2021 гг. свидетельствует о двух трендах [1]. Первый – так называемая коренизация этнической структуры населения большинства национальных республик России (рост удельного веса титульных национальностей и сокращение в этих республиках доли русского населения). Особенно отчетливо данный процесс выражен на Северном Кавказе.

Второй важный тренд в пространстве постсоветской России – своеобразное стягивание титульных народов национальных республик страны к их этническим территориям, они всё более локализируются в пределах этих республик, характер расселения крупнейших этносов страны становится менее дисперсным. Оба тренда свидетельствуют о том, что рост мультикультурности является своего рода мейнстримом трансформации российского пространства.

**Выводы.** Симбиотический характер российского социокультурного пространства не дает оснований для его традиционных (редукционистских) историософских трактовок. Именно симбиотика российского пространства предопределяет его цивилизационно-культурную специфику. В целом пространство России в социо- и этнокультурном измерении характеризуется высокой степенью устойчивости. Тем не менее недооценивать значимость произошедших за два последних десятилетия изменений все же не следует. Очевидна демографическая подоплека этнокультурных сдвигов. Глубокие различия в характере воспроизводства населения (а соответственно, и в демографической динамике) между разными этническими и конфессиональными общностями, представленными в пределах страны, становятся все более важным фактором ее постепенной этнокультурной трансформации. Представляется, что эти различия носят фундаментальный характер, имеют социокультурную и цивилизационную первооснову.

Другая группа факторов, влияющих на трансформацию социокультурного пространства страны, связана с процессами модернизации общества как такового. Рост социальной мобильности населения неизбежно находит отражение в характере его пространственной самоорганизации, в частности размываются этнокультурные барьеры, закономерно формируются зоны культурной диффузии и этноконттактные ареалы, очаги гетерогенизации этнической и конфессиональной структуры общества.

В последнее время много говорится и пишется о «повороте России на Восток». При этом в контексте пространственного развития важно различать тренды внутрироссийские (изменения пространственной организации страны и российского общества) и «внешние» (позиционирование России и ее разных регионов в мире); в общем случае они не обязательно имеют сходную направленность.

Пространственное развитие отличается многомерностью. В геополитическом измерении поворот России на Восток – тренд очевидный, четко проявившийся в последние 10–15 лет, а в 2020-е гг., резко усилившийся.

В геоэкономическом измерении поворот на Восток ставится с начала XXI в. российским руководством как важная практическая задача. Однако если в региональной структуре внешнеэкономических связей страны роль ряда ее азиатских партнеров действительно растет, то в пространственной структуре экономики РФ сложившаяся дихотомия Запад – Восток существенно не меняется. Демографическая же и миграционная ситуация в азиатских регионах России явно не способствует развороту страны на Восток. Более того, доля азиатских районов в численности населения России, достигавшая в 1980-е гг. почти 1/4 (и неуклонно увеличивавшаяся на протяжении почти всей советской эпохи), к 2020-м гг. сократилась до 1/5.

Демографические и миграционные процессы подчиняются прежде всего логике саморазвития, а возможности государства и прочих внешних акторов радикально влиять на них крайне ограничены.

В геокультурном измерении таковые еще меньше. Социокультурное пространство страны, формирующееся на протяжении многих веков, – наиболее устойчивое, оно не может радикально трансформироваться на кратковременных исторических отрезках. Неслучайно нарратив «поворота России на Восток», концентрируясь в основном на геополитических и геоэкономических сюжетах, крайне мало затрагивает собственно культурно-цивилизационную проблематику. Никаких перспектив ориентализации огромной страны, прошедшей в Новое и Новейшее время несколько последовательных циклов вестернизации, просто нет. Геополитические и геоэкономические тренды могут быть по историческим меркам и краткосрочными, но их воздействие на исторически укорененные цивилизационные платформы очень ограничено. Мультикультурность же симбиотического российского социокультурного пространства предопределяет единственно возможную стратегию внешнего позиционирования России в мировом геоцивилизационном процессе – многовекторность ее развития.

*Доклад подготовлен по теме госзадания Института географии РАН (124032900015–3, FMWS–2024–0008).*

### **Список литературы**

1. Стрелецкий В.Н. Россия между Западом и Востоком: геоисторический опыт и современный социокультурный контекст пространственного развития // География и природные ресурсы. – 2024. – № 5. (в печати).
2. Ключевский В.О. Курс русской истории. Т. I. – М.: Мысль, 1987. – 430 с.
3. Бердяев Н.А. О власти пространств над русской душой // Бердяев Н.А. Судьба России. – М.: Советский писатель, 1990. – С. 65-70.
4. Крылов М.П. Региональная идентичность в Европейской России. – М.: Изд-во «Новый хронограф», 2010. – 240 с.
5. Смирнягин Л.В. Территориальная морфология российского общества как отражение регионального чувства в русской культуре // Региональное самосознание как фактор формирования политической культуры в России. – М.: Моск. общественный научный фонд, 1999. – С. 108-115.
6. Стрелецкий В.Н. Культурный регионализм в Германии и России. Автореф. дисс. ... д.г.н. – М.: ИГ РАН, 2012. – 48 с.

# **I. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ В XXI ВЕКЕ: ИДЕИ, КОНЦЕПЦИИ, МЕТОДЫ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЕ К ПРОБЛЕМАМ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ**

УДК 911.3:30; 911.3:33

## **ФАКТОРЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ РЫНКА ЖИЛЬЯ В ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЯХ СИБИРИ**

**Ю.В. Антипина**

*ИГ СО РАН, Иркутск, Juliaav9@mail.ru*

## **HOUSING MARKET TERRITORIAL DIFFERENTIATION FACTORS IN SIBERIAN URBAN AGGLOMERATIONS**

**Yu.V. Antipina**

*IG SB RAS, Irkutsk, Juliaav9@mail.ru*

### **Введение**

Факторы дифференциации цен на жилье рассмотрены в научных работах как на уровне страны [1, 2], так и отдельных регионов [3], особенно подробно на примере г. Москвы [4]. Цена на жилье складывается под воздействием многих факторов, которые отличаются в зависимости от региона. В России действует центр-периферийная модель, поэтому стоимость жилья в поселениях сильно зависит от их удаленности от центра [2]. Кроме того, на рынок недвижимости большое влияние оказывают агломерационный эффект и миграционные потоки [5]. Согласно опросу, ЦИАН [6] наиболее значимыми факторами при выборе жилья помимо цены и репутации застройщика являются транспортная доступность, отсутствие вредных воздействий и неблагоприятного соседства, наличие социальной инфраструктуры, безопасность территории и озеленение. Тема дифференциации рынка жилья в Сибирском регионе недостаточно изучена, тем не менее, в связи с высокими темпами строительства в городских агломерациях, такие исследования становятся особенно актуальными.

### **Материалы и методы**

Дифференциация цен на жилье рассмотрена с учетом деления городов на городские районы и городские округа, а также, на муниципальные образования (городские и сельские поселения пригородной зоны). В работе использованы эмпирический, картографический и сравнительный методы. Исследование опирается на открытые данные сайта по продаже недвижимости «Этажи» [7, 8], ресурсов GoogleMaps и Дубль ГИС. Результаты исследования являются оценочными.

### **Результаты и их обсуждение**

Строительные объемы в агломерациях с крупными областными центрами значительно выше по сравнению с регионами. В 2023 году в Иркутской области по объему ввода жилья лидируют все города и районы, входящие в состав Иркутской агломерации [9]. Ввод в эксплуатацию жилья в Красноярске в 2023 году составил 1,537 млн. кв. м [10] или 94% от ввода жилья в регионе. Для анализа факторов, влияющих на дифференциацию рынка жилья, приведены средние цены на жилье по городским округам Иркутска и Красноярска в сравнении со средними ценами по городу (Табл. 1, 2). К наиболее важным факторам дифференциации рынка жилой недвижимости в центрах сибирских агломераций можно отнести тип рынка жилья (первичный или вторичный), социальную инфраструктуру, транспортную доступность, объекты положительного и отрицательного соседства, озеленение. Для пригородной зоны наиболее важными оказываются факторы удаленности от города, инженерной инфраструктуры, экологичности и близости к природным объектам.

**Первичный и вторичный рынок жилья.** Исследованиями установлено, что цены на первичном рынке жилья выше, чем на вторичном [4]. Стоимость квартир во вновь возведенных домах в Иркутской и Красноярской агломерациях может быть дороже, чем в старых, на 30-60% в зависимости от района. Тем не менее, другие факторы также могут существенно повлиять на стоимость жилья.

**Социальная инфраструктура.** Самые высокие цены на жилье зафиксированы в районах административного и исторического центра и района, что, первую очередь, связано с плотностью социальной инфраструктуры. Значение имеет не только ее наличие, но и разнообразие. Центр города традиционно является самым развитым в этом отношении, однако возникает проблема отсутствия свободных мест под строительство из-за плотной застройки и ограничения при строительстве в историческом центре (Кировский р-н – часть Правобережного округа в г. Иркутске и Центральный р-н в г. Красноярске). Здесь, наиболее приближенный к городскому центру район становится его продолжением, более свободным для застройки

и расширения. Такие районы характеризуются диверсифицированной экономикой, близостью к управленческому центру, развитыми сферами образования, розничной торговли и обслуживания. К районам такого типа относятся Октябрьский р-н в Иркутске и Советский р-н в Красноярске (табл. 1, 2).

Таблица 1

Цены на жилье в г. Иркутске по районам [7].

| Район             | Средняя цена, тыс. руб./м <sup>2</sup> | %   | Отрицательные (-) и положительные (+) факторы  |
|-------------------|--|-----|--|
| Кировский         | 157                                    | 114 | Центральное положение (+), развитая соц. инфраструк.(+), нет объектов отриц. соседства (+), парки (+)                      |
| Куйбышевский      | 120                                    | 87  | Неразвитая. соц. инфраструк.(-), объекты негат. соседства (-), низкая трансп. доступность (-), городской лес (+)           |
| Октябрьский       | 157                                    | 114 | Развитая соц. инфраструк.(+), высокая трансп. доступность (+), нет или мало объектов отриц. соседства (+), парки (+)       |
| Свердловский      | 139                                    | 101 | Развитая соц. инфраструк.(+), средняя трансп. доступность (+), мало объектов отриц. соседства (+), парки и роши (+)        |
| Ленинский         | 115                                    | 84  | Неразвитая. соц. инфраструк.(-), объекты негат. соседства (-), низкая трансп. доступность(-), недостаточное озеленения (-) |
| Среднее по городу | 138                                    | 100 |  |

Таблица 2

Цены на жилье в г. Красноярске по районам [8].

| Район             | Средняя цена, тыс. руб./м <sup>2</sup> | %   | Отрицательные (-) и положительные (+) факторы   |
|-------------------|--|-----|---|
| Центральный       | 163                                    | 127 | Центральное положение (+), развитая соц. инфраструк.(+), нет или мало объектов отриц. соседства(+), парки и скверы (+)    |
| Ленинский         | 92                                     | 72  | Неразвитая. соц. инфраструк.(-), объекты негат. соседства(-), низкая трансп. доступность(-), недостаточное озеленения(-)  |
| Кировский         | 107                                    | 83  | Неразвитая. соц. инфраструк.(-), объекты негат. соседства(-), низкая трансп. доступность(-), недостаточное озеленения(-)  |
| Железнодорожный   | 125                                    | 97  | Развитая соц. инфраструк.(+), высокая трансп. доступность (+), мало объектов отриц. соседства(+), парки и скверы (+)      |
| Свердловский      | 126                                    | 98  | Неразвитая. соц. инфраструк.(-), объекты негат. соседства(-), низкая трансп. доступность(-), парки и леса(+), экология(+) |
| Октябрьский       | 131                                    | 102 | Развитая соц. инфраструк.(+), высокая трансп. доступность(+), мало объектов отриц. соседства(+), парки (+), экология(+)   |
| Советский         | 156                                    | 121 | Развитая соц. инфраструк.(+), высокая трансп. доступность (+), мало объектов отриц. соседства(+), парки и скверы (+)      |
| Среднее по городу | 129                                    | 100 |   |

Наука в сибирских областных центрах хорошо развита, в каждой столице региона действует научный комплекс Сибирского отделения российской Академии наук и множество высших учебных заведений. Академгородок играет важную роль средообразующего объекта в застройке городского района, формируя вокруг себя качественную и гармоничную среду с развитой инфраструктурой, благоустройством и озеленением. Это, в свою очередь, удорожает жилую недвижимость в районах с Академгородками (Свердловский р-н в г. Иркутске и Октябрьский р-н в г. Красноярске) (табл. 1, 2).

**Транспортная доступность и удаленность от центра.** Транспортная доступность является наиболее значимым фактором для развития поселений Сибири и сильно влияет на цены на рынке жилья. В данном случае под транспортной доступностью рассматривается время, которое требуется, чтобы добраться до центра города из других районов. Можно предположить, что удаленные районы будут менее доступны, однако в городской среде имеют значение и другие аспекты. В первую очередь, это загруженность транспортных путей, качество дорожного полотна, наличие удобных транспортных узлов и количество связей между районами. Ленинский округ г. Иркутска оказывается не только наиболее удаленным от центра, но и имеет недостаточное количество связей с другим берегом реки на 150 тыс. жителей всего два моста, не ведущих напрямую к центру. Это вызывает серьезные заторы на дорогах, особенно в час пик, поэтому Ленинский округ имеет наиболее низкую доступность в городе. Доступ в Свердловский район менее затруднен, от центра его отделяет только река. Здесь расположены 3 моста на 200 тыс. населения, а вытянутая вдоль берега конфигурация района облегчает доступ для всех его частей. Октябрьский округ имеет наиболее выгодное расположение, он граничит с центром, и поэтому средняя цена на жилье здесь равна цене в центре города. Наиболее удаленные от центра районы Красноярска – Ленинский и Кировский, также сильно страдают в стоимости жилья. Свердловский район хоть и отдаленный, имеет лучшие связи с центром и поэтому более дорогой (табл. 1, 2).

**Положительное и отрицательное соседство.** Жилье с наименьшей стоимостью расположено в районах преимущественно занятых промышленными территориями заводов и фабрик, ТЭЦ, железнодорожных вокзалов, а также в районах с торгово-оптовой сферой занятости, как правило, удаленных от центра. Это районы так называемых «авторынков», территории с массовой застройкой автосервисными мастерскими, транспортными и логистическими компаниями, фабриками и др. Примером может служить Куйбышевский район и часть Ленинского района г. Иркутска. Промышленные предприятия являются негативным фактором для привлекательности района ввиду вредного воздействия на окружающую среду, неэстетичных городских пейзажей, нехватки озеленения. Низкий приток жителей с высокими доходами в такие районы затрудняет их развитие, в итоге формируется маргинальная среда с повышенным уровнем преступности. Примером служит Ленинский район г. Иркутска и Ленинский же район г. Красноярска.

Отличительной особенностью дифференциации рынка жилья в Красноярске является важность экологического фактора. Уровень загрязнения воздуха в Красноярске очень высок, поэтому при выборе района для покупки жилья люди часто ориентируются на состояние экологии. Наиболее экологичными считаются Академгородок, «Северо-западный» (Октябрьский р-н), «Ботанический» (Свердловский р-н) и некоторые другие, и это один из факторов, почему цены здесь выше, чем в других нецентральных районах (табл. 1, 2). Реки являются важным элементом ландшафта всех крупных Сибирских агломераций, формирующим зону отдыха, благоприятно влияют на облик городской среды. Близость к реке поднимает цену на новую жилую недвижимость на 15-25% в одних и тех же районах.

**Озеленение.** По параметру озеленения преимущество имеют районы, граничащие с городскими лесами, и крупными парками. Академгородки в этом отношении часто более развиты: на территории вузов и научных институтов традиционно располагаются рощи, скверы. В масштабе отдельных городских районов близость к паркам и скверам не сильно влияет на стоимость жилой недвижимости: разница цен на новое жилье, прилегающее к парку, и отдаленное от него в одних и тех же районах (по разным городам) не более 11%.

**Цены на жилье в пригородной зоне.** Рынок жилья в пригороде особенно сложен в оценке. Наряду с многоквартирными домами здесь присутствуют таунхаусы, частные дома и дачи. Даже в рамках одного района и типа жилых объектов цена может варьироваться в зависимости от близости к воде, удаленности от производств, ТЭЦ и других негативных факторов. Как пример можно привести пригород Иркутской агломерации, где наиболее дорогими являются дома вдоль Байкальского тракта. Здесь сыграли роль два важных фактора – хорошая инженерная инфраструктура и природный фактор – близость к заливу, лес. Однако цена неодинакова и снижается при удалении от залива. Самым дешевым можно назвать Шелеховский район. Главным негативным фактором здесь оказалась плохая экология, близость к ТЭЦ и промышленным предприятиям. В целом, можно заключить, что в ценообразовании жилья пригородной зоны на первый план выходит удаленность от центра города, инженерная инфраструктура (качество автодорог, наличие водопровода, электричества, вышек сотовой связи и интернета), экология и природный фактор.

### **Выводы**

Таким образом, на формирование цен на жилье в сибирских агломерациях влияет множество факторов, наиболее важные из которых – год постройки, социальная инфраструктура, транспортная доступность, объекты положительного и отрицательного соседства и озеленение. При дифференциации рынка жилья по этим критериям предложены три основных типа городских районов:

- *центральные* – исторические центры и соседние с ними, с высокими ценами на жилье, развитой социальной инфраструктурой, высокой транспортной доступностью, отсутствием объектов негативного соседства и достаточным озеленением;

- *среднеудаленные* – преимущественно спальные районы и районы Академгородков, со средними ценами на жилье, средней плотностью инфраструктуры, неплохой транспортной доступностью, отсутствием объектов негативного соседства, хорошей экологией и большой плотностью озеленения;

- *удаленные* – производственные или обслуживающие транспортную сферу, с низкими ценами на жилье, недостаточной инфраструктурой, объектами негативного соседства, низкой транспортной доступностью и нехваткой озеленения.

В пригородной зоне с частной застройкой социальная инфраструктура имеет меньшее значение, важнее оказывается качество инженерной инфраструктуры и удаленность от центра. Факторы экологичности, факторы положительного (близость к реке, лесу) и отрицательного (производства, ТЭЦ, аэропорт) соседства все еще остаются важными. Озеленение как элемента благоустройства в пригородной зоне перестает иметь значение.

*Работа выполнена в рамках проекта РАН: № госрегистрации АААА-А21-121012190019-9*

### **Список литературы**

1. Гужова О.А., Токарев Ю.А. Территориальная дифференциация показателей рынка жилья в Российской Федерации // Вестник Самарского государственного экономического университета. – 2014. – № 8(118). – С. 116–121.



2. Дельхман Н.В., Быков Н.И. Особенности территориальной дифференциации рынка жилья на государственном, региональном и локальном уровнях // География и природопользование Сибири. – 2010. – № 12. – С. 50–54.
3. Гуров С.А. Выявление географических факторов дифференциации цен на жилье (на примере Крымского региона) // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2017. – Т. 3 (13), № 4. – С. 13-24.
4. Ноздрина, Н. Н. Развитие и территориальная дифференциация рынка жилья в Москве // Проблемы прогнозирования. – 2006. – №6.
5. Куричев Н.К., Куричева Е.К. Региональная дифференциация активности покупателей на первичном рынке жилья московской агломерации // Региональные исследования. – 2018. – № 1(59). – С. 22–38.
6. Опросу ЦИАН. URL: <https://irkutsk.cian.ru/novosti-pokupateli-rasskazali-na-chto-obraschajut-vnimanie-pri-pokupke-zhilja-328285/> (дата обращения: 22.07.2024).
7. Цены на недвижимость в Иркутске. URL: <https://irk.etagi.com/realty/> (дата обращения: 22.07.2024).
8. Цены на недвижимость в Красноярске. URL: <https://kras.etagi.com/realty/> (дата обращения: 22.07.2024).
9. Рейтинг по объемам введенного жилья. URL: <https://realty.irk.ru/news.php?id=35992&action=show> (дата обращения: 22.07.2024).
10. Объемы строительства в Красноярском крае. URL: <https://krasnoyarsk.dk.ru/news/237196747> (дата обращения: 22.07.2024).

УДК 911.37

**ИНОСТРАННЫЕ МИГРАНТЫ В БОЛЬШОМ ГОРОДЕ (НА ПРИМЕРЕ МОСКВЫ):  
ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ДАННЫХ СОТОВЫХ ОПЕРАТОРОВ**

**Р.А. Бабкин**

*РЭУ им. Г.В. Плеханова, ВНИИ Труда Минтруда России, Москва, babkin\_ra@mail.ru*

**FOREIGN MIGRANTS IN A BIG CITY (USING THE EXAMPLE OF MOSCOW):  
THE EXPERIENCE OF STUDYING WITH THE HELP OF DATA FROM MOBILE OPERATORS**

**R.A. Babkin**

*Plekhanov Russian University of Economics, All-Russian Research Institute of Labor of the Ministry of Labor of Russia, Moscow, babkin\_ra@mail.ru*

Если за рубежом закономерностям расселения мигрантов и вопросам их пространственной сегрегации посвящено значительное число работ [6, 7, 8 и др.], то в России данная тематика затрагивается в относительно небольшом числе работ и в основном применительно к федеральным городам [1, 3, 4].

Это объясняется тем, что информация о расселении мигрантов содержится, в основном, в материалах переписей населения в разрезе муниципальных образований. Это делает возможным оценку пространственного распределения мигрантов только внутри городов России, имеющих статус субъекта РФ (в частности, Москвы). Для городов, имеющих статус муниципальных образований, можно оценить только общее число проживающих иностранных мигрантов без внутригородской дифференциации. При этом данные официальной статистики серьезно искажают и общую численность мигрантов, и их расселение. Например, перепись 2020 г. учла только 189 тыс. временно пребывающих иностранцев по всей России, хотя реальное количество постоянно и временно проживающих иностранцев в России оценивается МВД в 6 млн чел [2].

В российской практике в силу слабости официальной статистики для изучения иностранных мигрантов популярно использование социологических и антропологических методов. Однако, поскольку эти подходы отличаются высокой ресурсо- и трудоемкостью, как правило, они используются применительно к небольшим полигонам, и не способны рассматривать проблематику расселения иностранцев комплексно для всей территории Московского региона.

В настоящее время появилась возможность задействовать для изучения расселения и перемещений иностранной рабочей силы данных операторов сотовой связи в форме статистических отчетов, которые предоставляются Департаментом информационных технологий Москвы. Эти данные отличаются высочайшим пространственно-временным разрешением и позволяют рассматривать всю территорию города и области в разрезе ячеек 500 на 500 метров с временным шагом в 30 минут. Такое уникальное сочетание пространственного разрешения, временной дробности и охвата большей части иностранных мигрантов, проживающих в столичном регионе, предопределяет невиданные ранее возможности для изучения населения, его расселения и движения.

Сотовые данные показывают, что расселение иностранцев в Москве – неравномерно. В основном мигранты предпочитают муниципалитеты, расположенные на периферии города, прежде всего за границами МКАД. В Московской области, напротив, наиболее востребованы муниципалитеты, приближенные к ядру агломерации; остальная часть территории области для них слабо привлекательна. В целом на территории агломерации можно выделить два кластера их концентрации – юго-восточный, расположенный на границе Москвы и области (район Люблино и город Котельники), и новомосковский (поселение Сосенское,

город Московский и Мосрентген). Именно в эти два ареала переместилась значительная масса мигрантов после ликвидации Черкизовского рынка и закрытии Покровской овощебазы в Западном Бирюлево.

Помимо расселения, данные сотовых операторов позволяют анализировать риски межэтнической напряженности. Например, через оценку этнической мозаичности по методу Эккеля [5]. Анализ этнической мозаичности с помощью сотовых данных показывает, что для районов Москвы, в основном, характерна моногенная этнокультурная среда, а повышенные значения фиксируются на юго-востоке, а также в центре и юго-западе столицы. В первом случае – это свидетельство, действительно, имеющих рисков межэтнических конфликтов, во втором – отражение функциональной роли центра Москвы как глобального города (наличие штаб-квартир компаний с иностранным персоналом, дипломатических учреждений, ВУЗов).

Таким образом, данные сотовых операторов служат достаточно достоверным источником информации, позволяя осуществлять пространственно-временной анализ численности иностранных мигрантов, их расселения и потенциала конфликтности на территории Московского мегаполиса.

### Список литературы

1. Варшавер Е.А., Рочева А.Л., Иванова Н.С. Факторы и механизмы складывания мест резидентной концентрации мигрантов вокруг рынков // Мониторинг общественного мнения: экономические и социальные перемены. 2021. № 5. С. 425–449. DOI: 10.14515/monitoring.2021.5.1939
2. Ведомости. МВД назвало число иностранцев в России. URL: <https://www.vedomosti.ru/society/news/2022/11/24/951913-mvd-nazvalo-chislo-inostrantsev-v-rossii>.
3. Вендина О.И. Мигранты в Москве: грозит ли российской столице этническая сегрегация? // Миграционная ситуация в регионах России. Выпуск третий. М.: Центр Миграционных исследований, 2005. 88 с.
4. Карачурина Л.Б., Мкртчян Н.В., Савоскул М.С. Новые данные и традиционные подходы: как российские географы изучают миграцию населения (2010–2021 гг.) // Изв. РАН. Сер. геогр. 2022. Т. 86. № 3. С. 353–373. DOI: <https://doi.org/10.31857/S2587556622030074>
5. Эккель Б.М. Определение индекса мозаичности национального состава республик, краев и областей СССР // Советская этнография. 1976. № 2. С. 33–42.
6. Arbaci S., Malheiros J. De-segregation, peripheralisation and the social exclusion of immigrants: Southern European cities in the 1990s // Journal of Ethnic and Migration Studies. 2010. No. 36(2). Pp. 227–255.
7. Benassi F., Bonifazi C., Heins F., Lipizzi F., Strozza S. Comparing Residential Segregation of Migrant Populations in Selected European Urban and Metropolitan Areas // Spatial Demography. 2020. Vol. 8. Pp. 269–290. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40980-020-00064-5/figures/1>
8. Catney G. The complex geographies of ethnic residential segregation: Using spatial and local measures to explore scale-dependency and spatial relationships // Transactions of the Institute of British Geographers. 2018. Vol. 43. Iss. 1. P. 137–152. DOI: 10.1111/tran.12209

УДК 911.3 (571.6)

## ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ ХОЗЯЙСТВА ТИХООКЕАНСКОЙ РОССИИ

**П.Я. Бакланов, А.В. Мошков**

*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, mavr@tigdvo.ru*

## TERRITORIAL STRUCTURES OF THE ECONOMY OF PACIFIC RUSSIA

**P.Ya. Baklanov, A.V. Moshkov**

*Pacific Geographical Institute of the FEB of RAS, Vladivostok, mavr@tigdvo.ru*

### Введение

Понятие «территориальная структура хозяйства» появилось в экономической географии и региональной экономике в конце 1960-х – начале 1970-х годов, в период внедрения в эти сферы исследования системно-структурной методологии.

Один из основоположников теории территориальных структур хозяйства и их моделирования, А.Г. Гранберг [5], отмечал, что реальное воспроизводство осуществляется в территориальных сочетаниях производительных сил, а в народном хозяйстве как системе имеются две иерархически построенные структуры – отраслевая и территориальная. Он проводил оценки территориальной структуры населения, промышленного производства, экспорта и импорта, валового регионального продукта в виде распределения этих элементов экономики по экономическим районам России.

В начале 1970-х годов, И.М. Маергойз, определил территориальную структуру хозяйства следующим образом: «совокупность его (хозяйства) определенным образом взаиморасположенных и сочлененных территориальных элементов, находящихся в сложном взаимодействии в процессе (и в результате) развития и функционирования народнохозяйственной системы» [8, с. 27].

Многие исследователи выделяли и изучали такие образования, как территориальные производственные системы, территориально-производственные, в том числе районные комплексы, ведущие районобразующие факторы [1, 3, 4, 6, 7, 10]. Такие системы и комплексы выделялись для больших территорий с высокой степенью генерализации (территориальные системы производительных сил, районные производственные комплексы), а также для относительно небольших территорий – дробных районов (ТПК Сибири, зоны БАМ и др.).

Обобщение и развитие представлений о территориальных структурах хозяйства изложены в работе П.Я. Бакланова [2]. По его мнению, территориальные структуры хозяйства, в целом, образуют размещение локальных и региональных сочетаний предприятий разных отраслей с их взаимосвязями в пределах определенных территорий и в сопряжении с этими территориями.

В данной работе нами выделены и оценены сформировавшиеся к настоящему периоду времени в Тихоокеанской России, территориальные структуры хозяйства на разных территориальных уровнях: по особенностям территориально-отраслевых структур в субъектах РФ и их сочетаний.

#### **Материалы и методы исследования**

В работе использовались экономико-географические подходы к выделению и анализу различных территориально-хозяйственных структур, формирующихся в том или ином регионе, которые позволяют выделять и оценивать виды производственно-экономических структур и их соотношения в региональном развитии. Для характеристики территориально-хозяйственных структур использовалась статистическая информация, предоставленная Федеральной службой государственной статистики.

#### **Результаты и их обсуждение**

Регионы Тихоокеанской России существенно различаются, по их географическому положению. Важнейшей спецификой последнего является наличие или отсутствие выходов к морю, морскому побережью. По этому признаку регионы, имеющие выходы к морскому побережью, выделяются как приморские, а – не имеющие и значительно удаленные – в целом характеризуются как континентальные. Наиболее существенные различия приморских и континентальных регионов проявляются и в их территориально-хозяйственных структурах. (рис. 1).

В Приморский регион входят субъекты Российской Федерации, непосредственно выходящие к морям и Тихому океану и имеющие очень большие морские побережья (Приморский, Хабаровский и Камчатский края, Сахалинская и Магаданская области, Чукотский автономный округ). В экономике этих субъектов хорошо развиты различные морехозяйственные структуры и функции. Здесь в различных формах проявляются «морские» факторы регионального развития.

Континентальный регион образуют субъекты Российской Федерации, чьи территории, непосредственно не выходят к Тихому океану, но существенно тяготеют к нему экономически, в том числе и через транспортные и энергетические коммуникации – Республика Саха (Якутия), Амурская область и Еврейская автономная область, Республика Бурятия и Забайкальский край. Следует отметить, что северные районы Якутии выходят к морскому побережью – арктическому, с его суровыми природно-климатическими условиями. Большая часть Республики Саха по всем признакам относится к континентальным районам. Забайкалье и Республика Бурятия по совокупности природно-климатических факторов также относятся к континентальным регионам. В этой связи, второй, западный регион Дальнего Востока, с учетом его экономико-географических отношений, можно рассматривать как некоторый переходный – от приморских к резко континентальным.

Восточный, приморский и западный, удаленный от моря регион образуют сочетания территорий субъектов, расположенных последовательно в меридиональном направлении – с севера на юг (или – с юга на север). В этой связи на территории Дальневосточного федерального округа и континентальная и приморская зоны географически являются меридиональными зонами.

В целом, эти зоны, в соответствии с их меридиональным расположением, содержат и большие различия – природно-климатические и ресурсно-экологические, прежде всего по градиентам: север-юг. Все это оказывает большое влияние на пространственную дифференциацию хозяйства, также в направлении север-юг. Так в приморской зоне значительное влияние оказывает море, муссонный климат, морские природные ресурсы, возможность использования морского транспорта.

В регионах «приморской» меридиональной зоны в качестве основных видов деятельности, производственной специализации выделяются: в Чукотском автономном округе – добыча руд драгоценных и цветных металлов, угля; в Камчатском крае – рыболовство, рыбообработка, добыча цветных и драгоценных металлов; в Магаданской области - добыча драгоценных и цветных металлов, рыболовство; в Хабаровском крае - производство и ремонт машин и оборудования, добыча руд цветных и драгоценных металлов, лесной комплекс, рыболовство, транспорт; в Приморском крае - рыболовство, рыбообработка, добыча руд цветных и драгоценных металлов, производство и ремонт машин и оборудования, в том числе морских судов, лесной комплекс, пищевая промышленность, транспорт; в Сахалинской области - добыча нефти и природного газа, угля, сжижение газа, рыболовство, рыбообработка.

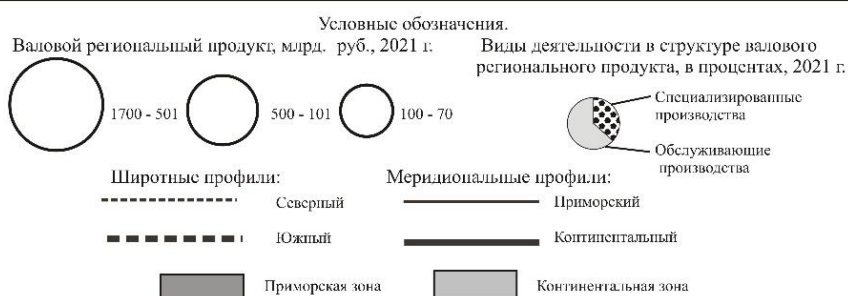
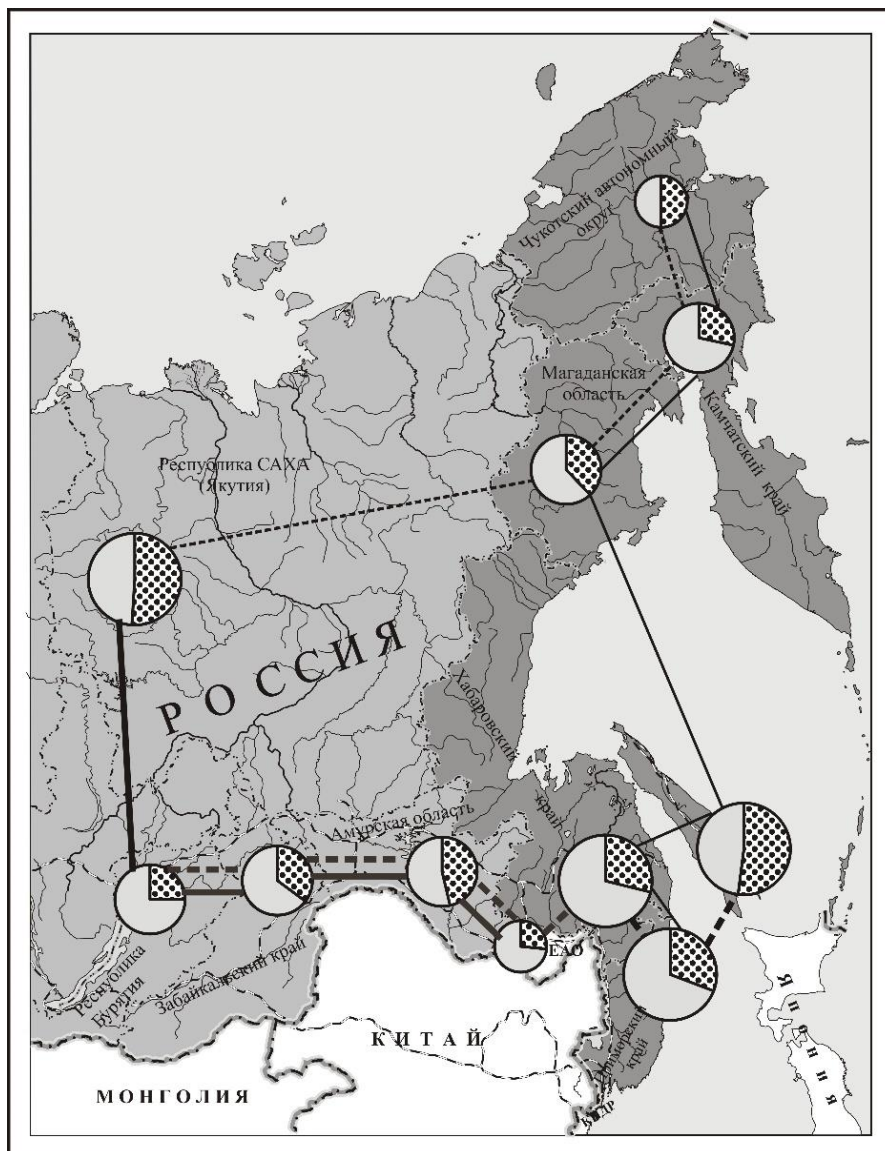


Рис. 1. Меридиональные и широтные профили Тихоокеанской России.  
Источник: [9].

В субъектах «континентальной» зоны: в Республике Саха (Якутии) - добыча полезных ископаемых (руд цветных и драгоценных металлов, алмазов, угля, нефти и природного газа), оленеводство; в Амурской области - добыча руд цветных и драгоценных металлов, лесной комплекс, сельское хозяйство, электроэнергетика, судостроение, транспорт; в Еврейской автономной области – добыча руд черных и драгоценных металлов, легкая промышленность. Обслуживающие виды экономической деятельности представлены во всех субъектах. Их состав практически одинаков, а объемы и соотношения определяются, прежде всего, численностью занятого населения, величиной специализированных производств и природно-климатическими условиями.

Таким образом, экономический потенциал территорий в целом существенно снижается от «приморских» субъектов меридиональной зоны к «континентальным». В том же направлении происходит значительное снижение демографического потенциала, сокращается разнообразие видов деятельности. Большее разнообразие специализированных видов деятельности будет сохраняться и возрастет в «приморской» зоне, особенно – в её южной части. В связи с этим здесь будет выше и потенциал саморазвития.

## Заключение

Несмотря на физико-географические и социально-экономические различия приморской зоны и континентальной идет взаимосвязанное развитие этих зон. Освоение крупных природных ресурсов в континентальной зоне (угля, нефтегазовых, металлических руд, лесных) ведет к строительству трубопроводов, новых звеньев транспортных сетей, морских портов, транспортных подходов к ним в приморской зоне. При этом происходят новые циклы в развитии территориальных структур хозяйства этих зон, хотя и сохраняются их значительная инерционность.

В регионах Тихоокеанской России имеются предпосылки для формирования достаточно устойчивой системы межрегионального разделения труда, когда добывающие производства (в силу уникальности и богатства природно-ресурсного потенциала суши и моря) и начальные стадии обрабатывающих производств размещаются в «северных» частях меридиональных зон, а крупные обрабатывающие производства и сфера услуг – в «южных» частях. В результате могут сформироваться достаточно рациональные территориальные структуры хозяйства.

***Благодарность.** Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РНФ) «Потенциал приморских поселений для целей долгосрочного развития: содержание и методы оценки (на примере Тихоокеанской России), (проект № 22-17-00186), <https://rscf.ru/project/22-17-00186/>*

## Список литературы

1. Алаев Э. Б. Социально-экономическая география. Понятийно-терминологический словарь. М.: Мысль, 1983. 290 с.
2. Бакланов П. Я. Территориальные структуры хозяйства в региональном управлении / отв. ред. П.А. Минакир. М.: Наука, 2007. 239 с.
3. Бандман М.К. Территориально-производственные комплексы: теория и практика предплановых исследований / Отв. ред. А.Г. Аганбегян. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1980. 254 с.
4. Воробьев В.В. Формирование населения Восточной Сибири (географические особенности и проблемы / Отв. ред. акад. В. Б. Сочава. Новосибирск: Издательство Наука. Сиб. отд-ние, 1975. 259 с.
5. Гранберг А.Г. Основы региональной экономики / Гос. ун-т-Высшая школа экономики. М.: Изд. дом ГУ ВШЭ, 2004. 495 с.
6. Колосовский Н.Н. Производственно-территориальные сочетания (комплекс) в советской экономической географии // Вопр. Геогр. М.: Мысль, 1947. Сб. 6. С. 133-169.
7. Космачев К.П. Пионерное освоение тайги: (Экон.-геогр. проблемы) / Отв. ред. акад. В. Б. Сочава. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. 144 с.
8. Маергойз И.М. Территориальная структура хозяйства / Отв. ред. М.К. Бандман; [вступ. ст. П.М. Поляна, А.И. Трейвиша, с. 3-20]. Новосибирск: Наука: Сиб. отд-ние, 1986. 300 с.
9. Пространственное развитие Тихоокеанской России: структурные особенности, факторы, основные направления / Коллектив авторов.; под ред. академика РАН, д.г.н. П.Я. Бакланова и д.г.н. А.В. Мошкова. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 2023. 449 с.
10. Шарыгин М.Д. Региональная организация общества (теоретико-методологические проблемы совершенствования). Пермь: Изд-во Пермского гос. ун-та, 1992. 204 с.

УДК 338.45

## ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**С.И. Виолин, М.М. Гусева**

*ФГБУН ФИЦ «Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН», Иркутск  
sviolin78@gmail.com, mguseva2021@oresp.irk.ru*

## PROBLEMS AND PROSPECTS OF THE IRKUTSK REGION CHEMICAL INDUSTRY

**S.I. Violin, M.M. Guseva**

*A.E. Favorsky Irkutsk Institute of Chemistry of the Siberian Branch of the Russian Academy  
of Sciences sviolin78@gmail.com, mguseva2021@oresp.irk.ru*

## Введение

После введения санкций со стороны недружественных государств в Российской Федерации остро встал вопрос о переориентации ряда отраслей на внутренний рынок и развитии импортозамещения. К числу отраслей, обладающих наибольшим потенциалом к импортозамещению и имеющих стратегическое значение для экономики Российской Федерации в сложившихся условиях, относится и химический комплекс. Химический комплекс Иркутской области обладает в значительной степени нераскрытым потенциалом и заслуживает пристального внимания ученых-исследователей и специалистов-практиков. Как и предприятия

химического комплекса в других частях России, химическая промышленность Иркутской области сталкивается с рядом серьезных проблем и вызовов, сдерживающих его развитие. Основной целью настоящего исследования служит выработка рекомендаций по дальнейшему развитию химического комплекса региона на основе анализа ситуации и оценки перспектив его развития с учетом сложившихся ограничений.

#### **Объекты и методы**

В процессе исследования применялись методы ретроспективного, сравнительного и структурного анализа, также проблемно-ориентированный подход при оценке перспектив развития отрасли.

#### **Результаты и обсуждение**

Иркутская область является одним из центров химической промышленности Сибири, здесь расположены Восточно-Сибирский химический кластер, предприятия, которые входят в межрегиональный химический кластер, включенный в реестр Минпромторга России [1], формируется газохимический кластер. Доля Иркутской области в СФО по отгрузке продукции химического комплекса составляет 12%. По численности занятых доля области составляет 20% в СФО, в РФ – 2,2%. По некоторым видам продукции Иркутская область является одним из ведущих производителей в стране. В частности, в области производится около 20% объемов каустической соды и около трети объемов производства смолы ПВХ от общероссийских показателей.

Несмотря на то, что основной производственно-технологический задел был сформирован еще в советское время, отрасль продолжает динамично развиваться и в современном периоде. За последние годы существенно изменилась структура химического комплекса Иркутской области. Костяк отрасли, предприятия нефтехимии, не обеспечивают значимого прироста производственных показателей. С другой стороны, динамично развиваются новые предприятия, связанные с производством продукции высокой степени переработки, особенно в части производства лекарственных средств. Хорошие и устойчивые темпы роста демонстрирует и производство готовых изделий из пластмасс. Это связано, главным образом, с развитием строительства, торговли и других отраслей потребительского рынка.

Особенностью химической промышленности региона является наличие технологически взаимосвязанных производств. На основе современного статистического учета можно выделить три основные стадии промышленного производства в химической отрасли: 1) производство нефтепродуктов, которые служат сырьем для химической промышленности; 2) производство полупродуктов, главным образом, полимеров; 3) производство конечных продуктов химической промышленности. В силу исторических особенностей развития отрасли и наличия ресурсов, третья группа наименее развита.

Основные проблемы химического комплекса, в целом, схожи с общероссийскими, среди которых можно выделить высокие цены на сырье и транспортные издержки, высокий уровень износа производств мощностей, недостаточная емкость внутреннего рынка и ряд других (см. таблицу). в среднесрочной перспективе региональные производители могут столкнуться со сложностями в приобретении иностранного оборудования и его обслуживании из-за введенных ограничений. Кроме того, усиливается давление со стороны импорта из дружественных стран: Турции, Китая, Индии и др.

Основным потребителем продукции химического комплекса региона является строительная отрасль, что определяет зависимость объемов производства комплекса от темпов строительства. Кроме того, Иркутская область находится на значительном удалении, как от основных производителей готовых изделий из пластмасс, так и от основных центров строительства, что способствует увеличению транспортных издержек. В то же время, преимуществами химического комплекса Иркутской области является относительно низкая стоимость электроэнергии и наличие собственных месторождений каменной соли, являющейся, наряду с этиленом, сырьем для производства смолы ПВХ.

В соответствии с утвержденными на федеральном и региональном уровнях документами, а также инвестиционными планами компаний развитие химического комплекса будет происходить по четырем основным направлениям:

- развитие предусмотренного Стратегией развития химического и нефтехимического комплекса РФ до 2030 года Восточно-Сибирского химического кластера на базе предприятий ПАО «Роснефть» и АО «Саянскхимпласт»;
- развитие межрегионального химического кластера, вошедшего в реестр промышленных кластеров Минпромторга России, и создание федерального инновационного центра химии в г. Усолье-Сибирское;
- создание газохимического кластера в Усть-Кутском районе;
- развитие фармацевтического кластера.

#### *Развитие межрегионального химического кластера на территории Иркутской области*

В 2024 году предприятия химической отрасли Иркутской области (ООО «Ангара Реактив», ООО «ПМК», ООО «Смартсинтез», АО «Усолье-Сибирский химико-фармацевтический завод») вошли в состав межрегионального химического кластера. Кластер будет специализироваться на производстве импортозамещающей продукции: производство аргона, азота и медицинского кислорода. Включение в состав кла-

стера позволит предприятиям претендовать на соответствующие меры государственной поддержки: получение льготных кредитов, снижение страховых взносов, получение субсидий на приобретение стартовых партий продукции. В среднесрочной перспективе ядром кластера должен стать Федеральный центр химии (ФЦХ). Реализацию проекта планируется осуществить в 2025-2030 гг. ФЦХ будет специализироваться на производстве малотоннажной хлорно-щелочной продукции. Ожидается, что проект в перспективе до 2035 года создаст порядка 10 тыс. рабочих мест [2]. При успешной реализации химический кластер даст существенный толчок к развитию территории, которая существенно пострадала после закрытия градообразующего предприятия.

#### *Развитие газохимического кластера в Усть-Кутском районе*

ООО «Иркутская нефтяная компания» с 2014 года осуществляет работу по созданию на территории г. Усть-Кута и района комплекса производств по добыче, транспортировке и переработке газа. Ядром проекта выступает строительство Иркутского завода полимеров в г. Усть-Куте – предприятия по производству полиэтилена низкой и высокой плотности на основе переработки этана, добываемого на месторождениях севера Иркутской области. Общие инвестиции в реализацию проекта составят порядка 450 млрд. руб., общее количество создаваемых рабочих мест – 2400 чел., мощность завода составит 650 тыс. тонн товарной продукции в год [3]. Основным рынком сбыта полиэтилена остаются рынки Азиатско-Тихоокеанского региона [4]. Минусом проекта является его ориентация на производство полуфабрикатов, однако стратегия компании предполагает дальнейшее развитие производств с высокой добавленной стоимостью.

#### *Развитие фармацевтического кластера*

Фармацевтический кластер Иркутской области представлен двумя основными производителями: ГК «Фармасинтез» и АО «Усолъе-Сибирский химико-фармацевтический завод». Оба крупных производителя фармацевтики в регионе имеют научные подразделения и реализуют продукцию, в том числе собственной разработки. За последние годы по производству фармацевтики наблюдается стабильно высокая рентабельность продаж. Учитывая рост этого сектора и его значительную долю в регионе, можно сказать, что Иркутск стал одним из центров развития фармацевтической промышленности. Кластер имеет хорошие перспективы по импортозамещению иностранных лекарств, а также расширению производства собственной инновационной продукции.

Приведенную выше информацию о преимуществах, проблемах, перспективах и угрозах развитию химического комплекса Иркутской области можно систематизировать в виде матрицы SWOT-анализа (таблица).

Таблица

SWOT-анализ химического комплекса Иркутской области

| Сильные стороны   | Слабые стороны  |
|---|---|
| Наличие развитых производственных химических комплексов, связанных цепочкой формирования ценности   | Низкая емкость внутреннего рынка  |
| Выпуск конкурентоспособной на внутреннем и внешнем рынках продукции   | Высокие транспортные издержки ввиду отдаленности от основных рынков сбыта                                       |
| Близость к источникам сырья   | Ориентация на производство продукции первичной степени переработки и полупродуктов                              |
| Низкая стоимость электроэнергии   | Высокий уровень износа производственных мощностей   |
| Наличие развитой транспортно-логистической инфраструктуры   | Высокая стоимость привлечения заемных средств   |
| Кадровое обеспечение  |   |
| Научное обеспечение   |   |
| Возможности   | Угрозы  |
| Разработка газовых месторождений и развитие газохимии   | Конкуренция со стороны импорта из дружественных стран   |
| Создание производств по выпуску продукции с высокой добавленной стоимостью (изделия из полимеров, лакокрасочные материалы, лекарственные препараты и др.) | Сложности в использовании иностранных технологий недружественных стран, поставках оборудования, запасных частей |
| Развитие химизации в смежных отраслях промышленности  | Рост издержек в связи с ускорением темпов инфляции  |
| Развитие межрегионального сотрудничества, в том числе межрегиональных кластеров   | Угроза кадрового дефицита при реализации крупных проектов в связи с негативными демографическими тенденциями    |
| Усиление мер государственной поддержки, в том числе институциональной   | Снижение объемов в строительстве в связи с прекращением действия льготных ипотечных программ                    |

## Заключение

По итогам проведенного анализа, можно сделать вывод о том, что развитие химической промышленности Иркутской области, во многом, предопределяется имеющимися на территории природными ресурсами и сформировавшимися в советское время особенностями размещения производительных сил с закреплением соответствующей специализации на производстве продукции первичной степени переработки. Новые крупные проекты пока не оказывают принципиального влияния на сформировавшуюся специализацию. Исключение составляет подотрасль производства лекарственных препаратов, которая задействует имеющийся в области инновационный потенциал и ориентирована на производство продукции с высокой добавленной стоимостью.

Развитие секторов, связанных с производством готовой продукции, в Иркутской области сталкивается с определенными трудностями. Одним из наиболее существенных сдерживающих факторов является низкая емкость внутреннего рынка, что определяет необходимость системной государственной работы по стимулированию внутреннего потребления продукции химического комплекса, что послужит дополнительным стимулом к развитию отрасли [5]. Другим перспективным направлением служит развитие в регионе малотоннажной химии на основе сформировавшегося научного и инновационного потенциала.

Химический комплекс Иркутской области при реализации новых проектов неизбежно столкнется с проблемой кадрового дефицита, а также с растущими экологическими требованиями, в том числе связанными с реализацией ESG-повестки. Это определяет необходимость внедрения технологий автоматизации и цифровизации, утилизации отходов и оздоровления окружающей среды.

В конечном итоге, на наш взгляд, речь должна идти о формировании комплексных государственных программ по развитию химического комплекса, как на федеральном, так и на региональном уровне, учитывая, что химический комплекс является одной из наиболее инновационно-ориентированных отраслей и участвует в развитии широкого круга отраслей экономики.

## Список литературы:

1. Реестр региональных промышленных кластеров Минпромторга России. [Электронный ресурс] – [https://gisip.gov.ru/gisip/reg\\_clusters](https://gisip.gov.ru/gisip/reg_clusters) (дата обращения: 25.06.2024 г.)
2. Иванова У.С., Зворыкина Ю.В., Василькова М.В., Олейник А.В. Принципы приращения национального благосостояния на примере разработки Федерального центра химии в г. Усолье-Сибирском // Прогрессивная экономика. – 2024. – № 1. – С. 32–54.
3. Иркутская нефтяная компания. Иркутский завод полимеров. О проекте. [Электронный ресурс]. – <https://irkutskoil.ru/ipp/about/> (дата обращения: 25.06.2024 г.)
4. Газета «Ведомости». ИНК сдвигает сроки химического проекта стоимостью 400 млрд рублей. [Электронный ресурс] – <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2023/09/27/997288-ink-sdvigaet-sroki-himicheskogo-proekta> (дата обращения: 10.06.2024 г.)
5. Нефтегазохимия в России: возможности для роста. М.: Центр стратегических разработок, 2021. – 75 с. [Электронный ресурс] – <https://www.csr.ru/ru/research/neftegazokhimiya-v-rossii-vozmozhnosti-dlya-rosta> (дата обращения: 24.06.2024 г.)

УДК 911.37 (571.1)

## ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА МАЛЫХ ГОРОДОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**Н.В. Воробьев, А.Н. Воробьев, Н.А. Ипполитова**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск,  
nikvlv54@gmail.com, Tore12@yandex.ru, nina-ip@list.ru*

## SPATIAL AND TEMPORAL DYNAMICS OF SMALL TOWNS OF WESTERN SIBERIA

**N.V. Vorobyev, A.N. Vorobyev, N.A. Ippolitova**

*V.B. Sochava Institute of Geography, SB RAS, Irkutsk,  
nikvlv54@gmail.com, Tore12@yandex.ru, nina-ip@list.ru*

## Введение

Малые города (людность до 50 тыс. чел.) образуют низовую сеть территориальной структуры расселения и хозяйства, особенно важна их роль в Сибири и на Дальнем Востоке, так как малые города являются скрепляющим остовом этих громадных, слабозаселенных пространств страны.

В XXI веке на сибирском материале изучением малых городов занимались О.Б. Дашинамжилов (2013г.) [3], С.Н. Соколов (2008 г.) [11], Н.А. Ипполитова Н.А. (2023 гг.) [4], О.А. Лечунова О.А. (2019 г.) [7] и коллектив авторов Института географии СО РАН (2011, 2014 гг.) [2, 10].

В настоящее время проведен ряд исследований современной динамики населения российских городов: раскрыты особенности роста городов в связи с административным статусом, местоположением и специа-



лизацией хозяйства [1]; определены основные группы малых городов по изменению численности населения [4]; установлено, что скорость обезлюдения малых городов существенно различается в зависимости от функционального профиля [8]; показана зависимость урбанизационных процессов от ресурсной экономики [5]; выявлены преобладающие типы динамики городов на Транссибе [9].

Цель настоящего исследования – пространственно-временной анализ динамики малых городов Западной Сибири, для чего оцениваются особенности формирования современной городской сети; определение географических особенностей динамики населения городов; выявляются взаимосвязи динамики и экономического профиля городов.

### **Материалы и методы**

Исходные положения исследования пространственно-временной динамики населения городов следующие: совокупность 56 малых городов региона; информационная база данных о малых городах (данные Росстата); временная периодизация (2011–2022 гг.); пространственная дифференциация (территория Западной Сибири).

Основными источниками статистической информации послужили данные Федеральной службы государственной статистики (Росстата) за период 2010–2023 гг. Опорный массив демографических данных – результаты всероссийских переписей населения – 2010 г. (01.10.2010) и 2020 г. (01.10.2021). Межпереписной интервал является основным для изучения демографических и социально-экономических процессов в малых городах.

Для анализа влияния особенностей социально-экономического развития малых городов на динамику населения была выделена ведущая экономическая функция. Сопоставление динамики населения и ведущей экономической функции позволило выделить наиболее значимые факторы, оказывающие влияние на систему городского расселения.

### **Результаты и обсуждение**

Среди 88 городов Западной Сибири на малые приходится 56, и их число не меняется в последнем десятилетии. Градообразующая экономическая база малых городов узка и в последние десятилетия продолжает сокращаться. В настоящее время более половины малых городов Западной Сибири составляют монопрофильные города, из которых на нефтяную и газовую отрасли приходится 48 %; угольную – 12 %; добычу цветных и черных металлов – 12 %; на химическую и лесную – по 6 %. Особое значение приобретают малые города в качестве центров, выполняющих административно-хозяйственные и культурно-бытовые функции по обслуживанию населения, живущего в зонах их влияния.

Распределение малых городов Западной Сибири по периоду присвоения статуса города следующее: до-революционный – 10; раннесоветский – 13; послевоенный – 14; позднесоветский – 12; постсоветский – 7.

Можно выделить специфические черты, свойственные малым городам Западной Сибири:

- сравнительная молодость (за 1989–2004 гг. возникло десять малых городов);
- «ресурсная специализация» (характерна для 45 % малых городов);
- «молодая» структура населения (особенно для городов нефте- и газодобычи);
- суровые природно-климатические условия (18 городов относятся к районам Крайнего Севера и приравненной к ним местности).

Проведенный анализ динамики численности населения малых городов в относительных величинах за десятилетний период позволил выделить пять групп городов (см. таблицу, рис. 2) с разной скоростью увеличения/снижения численности населения.

Для **первой группы**, включающей пять городов, характерно значительное увеличение численности населения. Четыре города относятся к районам Крайнего Севера, а на юге – только г. Обь, который развивается как транспортно-логистический центр в составе Новосибирской городской агломерации. Два города с максимальным приростом населения (Губкинский – 43 %, Югорск – 12 %) специализируются на добыче углеводородного сырья. В Советском (ХМАО), развита лесозаготовительная и деревообрабатывающая промышленность. Салехард, сформировал полифункциональную структуру, на основе административного и экономического обслуживания подконтрольной территории.

**Вторая группа**, состоящая из 10 городов, достаточно разнообразна, в нее входят четыре нефтедобывающих центра ХМАО (Лангепас, Лянтор, Радужный, Урай), а также местные организующие центры районного уровня из областей юга Западной Сибири. Отдельно выделяется Белокуриха – город-курорт федерального значения в Алтайском крае.

**Третья группа**, охватывающая 22 поселения, с незначительным снижением численности населения, является самой многочисленной: к ней относится 39 % всех малых городов региона. По составу и ведущей экономической функции группа очень разнообразна, в нее вошли малые города, хозяйственная деятельность которых связана с нефте- и газодобычей (Надым, Тарко-Сале, Пыть-Ях, Покачи, Стрежевой), добычей угля (Березовский, Калтан, Польшаево), железной руды (Таштагол), деревообработкой (Асино); железнодорожные узлы (Барабинск), местные центры (Калачинск) и др.

Группы малых городов Западной Сибири по изменению численности населения (2011–2022 гг.)

| Группа городов                                      | Прирост (+) / уменьшение (-) численности населения, % | Число городов, ед. (%) | Число городов по регионам, ед.  |
|---|---|------------------------|---|
| 1. Со значительным приростом численности населения  | +10 и более   | 5 (9)                  | ЯНАО – 2, ХМАО – 2, Новосибирская область – 1   |
| 2. С незначительным приростом численности населения | 0...+10   | 10 (18)                | ХМАО – 4, Новосибирская область – 2, Тюменская область – 2, Кемеровская область – 1, Алтайский край – 1                   |
| 3. С незначительным снижением численности населения | -10...0   | 22 (39)                | Новосибирская область – 6, Кемеровская область – 6, ЯНАО – 3, ХМАО – 3, Омская область – 2, Томская область – 2           |
| 4. Со значительным снижением численности населения  | -25...-10   | 16 (29)                | Алтайский край – 5, Кемеровская область – 4, Омская область – 3, Новосибирская область – 2, ЯНАО – 1, Томская область – 1 |
| 5. Со стремительным снижением численности населения | -45...-25   | 3 (5)                  | Алтайский край – 2, Томская область – 1   |

Составлено авторами на основе Базы данных показателей муниципальных образований.

**Четвертая группа**, где отмечается значительное снижение численности населения, представлена 16 малыми городами (29 %). По экономическим функциям группа неоднородна. Так, в Тайге и Карасуке железнодорожный транспорт является градообразующей основой. В моногородах Яровое и Заринск градообразующие предприятия относятся к химической промышленности. Некоторые города являются местными центрами и специализируются на переработке сельскохозяйственной продукции (Исилькуль, Каргат, Называевск, Тюкалинск).

**Пятая группа**, где отмечается стремительное снижение численности населения, представлена городами Алтайского края (Камень-на-Оби, Горняк) и Томской области (Кедровый). Депрессивные города Алтайского края Горняк и Камень-на-Оби имеют самое значительное (-27 %) сокращение численности населения.

Таким образом, в среднем для всех малых городов характерно снижение численности населения на 4 % вследствие разнонаправленной динамики, когда у 73 % городов отмечается снижение численности населения и только у 27 % – прирост. Динамика населения контрастна между молодой нефтегазодобывающей группой городов и старой южной группой. Среди северных (расположенных в районах Крайнего Севера и приравненной к ним местности) городов в восьми – рост населения и в десяти – снижение. В южной части Западной Сибири только в семи городах – рост населения, а в 31 – снижение численности.

Настоящее исследование имеет два принципиальных ограничения – пространственное (малые города Западной Сибири) и временное (2011–2022 гг.), вследствие чего его результаты отличаются от других исследований, в которых территория не совпадает или берутся иные временные промежутки [1, 3, 4, 8, 9, 11]. В рассматриваемый период в малых городах Западной Сибири уже практически завершилась перестройка структуры хозяйства, поэтому в ближайшие годы вряд ли произойдет значительное изменение их экономического профиля. Последующие трансформации могут быть связаны с благоустройством, созданием комфортной городской среды, а также с повышением связности городских систем.

### Выводы

Выделены пять групп малых городов по изменению численности населения за 2011–2022 гг. Среднее положение среди всех этих поселений занимает многочисленная группа из 22 городов с незначительным (до 10 %) снижением численности населения. В большинстве малых городов Западной Сибири отмечается снижение численности населения, которое началось в период экономических реформ в 1990-е гг., в последнее десятилетие оно продолжается и отмечается рост числа «сверхмалых» (до 10 тыс. чел.) городов. Такие демографические процессы могут привести к выпадению отдельных элементов каркаса городского расселения и усилению очаговости расселения.

В целом систему городов региона невозможно представить без малых городов – разнообразных специализированных и местных центров, организующих жизнь в своих районах. Именно разнообразие городов постулируется Г.М. Лаппо как фактор успешного пространственного развития: «Оно отвечает потребностям территории, отраслей и сфер деятельности, населения и учитывает разнообразие условий от места к месту» [6, с. 21].

Дальнейшие исследования динамики населения городов будут связаны с совершенствованием методического аппарата (базы данных, ГИС), усилением анализа функциональных типов, уровней экономического развития, занятости населения, характера демографических процессов и структур, уровня благоустройства, места городов в системах расселения разных иерархических уровней.

*Работа выполнена за счет средств государственного задания (АААА–А21–121012190019–9, АААА–А21–121012190063–2).*

### **Список литературы**

1. Анохин А.А., Житин Д.В., Краснов А.И., Лачининский С.С. Современные тенденции динамики численности населения городов России // Вестн. С.-Петербургского ун-та. Сер. 7. – 2014. – Вып. 4. – С. 167–179.
2. География Сибири в начале XXI в.: В 6 т. Т. 3: Хозяйство и население / Отв. ред. Н.М. Сысоева, С.В. Рященко. – Новосибирск: Гео, 2014. – 251 с.
3. Дашинамжилов О.Б. Демографическое развитие малых городов Западной Сибири за 50 лет (1959–2010 гг.) // ЭКО. – 2013. – № 8. – С. 97–113.
4. Ипполитова Н.А. Пространственная динамика численности населения малых городов сибирских регионов // Изв. вузов. Северо-Кавказский регион. Сер. Естеств. науки. – 2023. – № 1. – С. 70–79.
5. Коломак Е.А. Развитие городской системы Сибири в постсоветский период: прогнозы и реальность // ЭКО. – 2018. – № 7. – С. 57–66.
6. Лаппо Г.М. Разнообразие городов как фактор успешного пространственного развития России // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2019. – № 4. – С. 3–23.
7. Лечунова О.А. Становление и градостроительное развитие малых городов Западной Сибири (на примере Новосибирской области) // Вестн. Томского арх.-строит. ун-та. – 2019. – Т. 21, № 5. – С. 85–98.
8. Мизеровская У.В., Рак В.А. Пространственная динамика численности населения малых городов Центральной России в постсоветский период // Региональные исследования. – 2019. – № 2. – С. 58–67.
9. Миронова М.Н., Кузнецова Н.Г., Шолудько А.Н. Типы городов Транссибирской магистрали России: Динамика численности населения и промышленных функций // Вестн. РУДН. Сер. Экономика. – 2017. – Т. 25, № 4. – С. 553–565.
10. Оценка современных факторов развития городов и урбанизированных изменений в Сибири / Отв. ред. Л.М. Корытный, Н.В. Воробьёв. – Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2011. – 213 с.
11. Соколов С.Н. Пространственно-временная динамика городского населения Азиатской России // География и природ. ресурсы. – 2008. – № 3. – С. 115–119.
12. Фомин М.В., Безвербный В.А., Шушпанова И.С., Микрюков Н.Ю., Лукашенко Е.А., Мирязов Т.Р. Моногорода Сибири и Дальнего Востока России: потенциал и перспективы развития // Вопросы государственного и муниципального управления. – 2020. – № 1. – С. 137–165.

УДК 338.2:656(075.8)

### **АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СВЯЗАННОСТИ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА)**

**М.С. Воронцова, А.В. Коновалова**

*Кубанский государственный университет, Краснодар, arinavoroncova828@gmail.com*

### **ANALYSIS OF SPATIAL CONNECTIVITY OF THE TERRITORY OF RUSSIA (EXAMPLE OF ROAD TRANSPORT)**

**M.S. Vorontsova, A.V. Konovalova**

*Kuban State University, Krasnodar, marinavoroncova828@gmail.com*

### **Введение**

Для Российской Федерации, крупнейшей по территории, протяжённости и численности населения стране мира, вопросы пространственной связанности территории имеют особо важное значение.

Одной из ключевых проблем пространственного развития страны, как следует из Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г., является недостаточная транспортная связанность территорий. Развитие транспортных сетей, а также их расположение, протяжённость, доступность и особенности этих сетей являются важнейшими условиями, обеспечивающими территориальную целостность государства и связанность экономического пространства страны.

### **Материалы и методы**

В «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г.» в качестве одной из задач государства указано обеспечение доступности и качества услуг транспорта для населения, предприятий экономики и государственных служб применительно ко всем типам транспортных перевозок.

Для оценки уровня транспортной доступности/дискриминации *автомобильного транспорта* были использованы следующие показатели – перевозки грузов автомобильного транспорта организаций всех ви-

дов деятельности, грузооборот автомобильного транспорта организаций всех видов деятельности, удельный вес автомобильных дорог с твёрдым покрытием в общей протяжённости автомобильных дорог общего пользования, удельный вес автомобильных дорог с усовершенствованным покрытием в протяжённости автомобильных дорог с твёрдым покрытием общего пользования.

### Результаты и их обсуждение

Выбранные для изучения показатели за период с 2005 по 2022 гг. позволяют говорить о значительных изменениях в транспортной обстановке страны в целом и каждого федерального округа отдельно (табл. 1-5, рис. 1, 2):

- а) с 2010 по 2022 гг. объём перевозок грузов автомобильным транспортом увеличился на 19 %;
- б) с 2005 по 2022 гг. грузооборот автомобильного транспорта увеличился на 62 %;
- в) удельный вес автомобильных дорог с твёрдым покрытием в общей протяжённости автомобильных дорог общего пользования с 2005 по 2022 гг. снизился на 20,5 %;
- г) удельный вес автомобильных дорог с усовершенствованным покрытием в протяжённости автомобильных дорог с твёрдым покрытием общего пользования с 2005 по 2022 гг. снизился на 6,5 %.

Таблица 1

Показатели работы автомобильного транспорта по федеральным округам, 2005-2022 гг. [3]

|      | Удельный вес автомобильных дорог с твёрдым покрытием в общей протяжённости автомобильных дорог общего пользования |      |      |      |      |      | Удельный вес автомобильных дорог с усовершенствованным покрытием в протяжённости автомобильных дорог с твёрдым покрытием общего пользования |      |      |      |      |      |
|------|---|------|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|
|      | 2005  | 2010 | 2015 | 2020 | 2021 | 2022 | 2005  | 2010 | 2015 | 2020 | 2021 | 2022 |
| РФ   | 91,3  | 80,6 | 70,6 | 70,6 | 70,7 | 70,8 | 68,7  | 67,5 | 62,3 | 62,1 | 62,0 | 62,2 |
| ЦФО  | 95,9  | 80,5 | 66,5 | 68,3 | 68,7 | 69,4 | 85,7  | 81,6 | 76,0 | 75,0 | 74,9 | 74,7 |
| СЗФО | 93,4  | 83,1 | 72,9 | 72,4 | 72,4 | 71,9 | 56,8  | 55,3 | 53,3 | 53,8 | 53,6 | 54,1 |
| ЮФО  | 92,2  | 81,6 | 75,8 | 72,1 | 71,1 | 69,4 | 93,1  | 84,3 | 73,2 | 72,9 | 72,8 | 72,9 |
| СКФО | 95,3  | 81,0 | 78,7 | 79,0 | 79,0 | 79,0 | 60,5  | 53,7 | 49,1 | 50,2 | 49,8 | 50,1 |
| ПФО  | 93,1  | 80,8 | 69,2 | 68,8 | 69,4 | 69,6 | 73,3  | 72,8 | 66,1 | 65,5 | 65,6 | 65,6 |
| УФО  | 86,9  | 82,3 | 74,5 | 75,3 | 75,6 | 75,4 | 81,7  | 81,1 | 75,7 | 73,7 | 73,5 | 73,7 |
| СФО  | 86,6  | 83,5 | 71,8 | 71,4 | 71,1 | 71,6 | 53,9  | 53,7 | 49,7 | 48,6 | 48,1 | 48,3 |
| ДФО  | 82,6  | 71,4 | 66,9 | 67,0 | 67,0 | 67,0 | 33,3  | 37,1 | 35,4 | 37,3 | 37,7 | 37,9 |

Абсолютным лидером в структуре рынка автомобильных грузоперевозок по федеральным округам, начиная с 2015 г., является Центральный федеральный округ. Наименьшая доля в структуре автомобильных перевозок приходится на Северо-Кавказский федеральный округ.

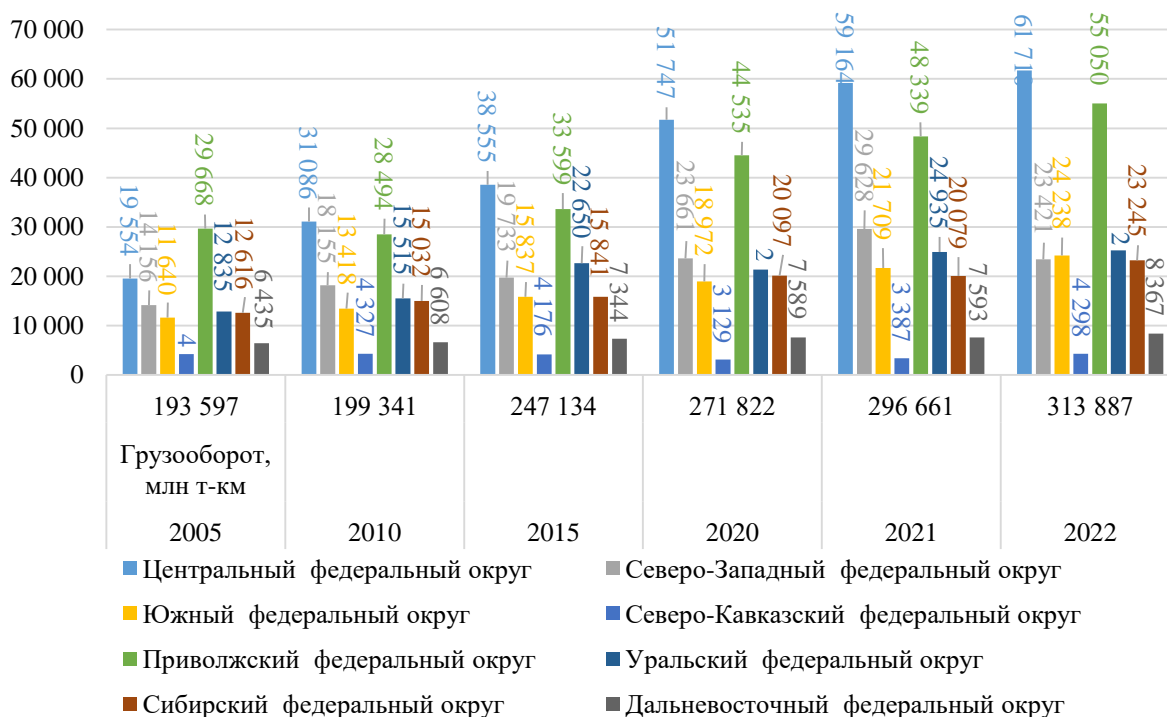


Рис. 1. Грузооборот автомобильного транспорта организаций всех видов деятельности [3]

Для наглядности был построен рейтинг по каждому из анализируемых показателей для федеральных округов с 2005 по 2022 гг.

Таблица 2

Рейтинг в распределении объёма перевозок грузов по федеральным округам, 2005-2022 гг.

| Рейтинг | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---------|------|------|------|------|------|------|
| 1       | ПФО  | СФО  | ЦФО  | ЦФО  | ЦФО  | ЦФО  |
| 2       | СФО  | ЦФО  | УФО  | ПФО  | ПФО  | ПФО  |
| 3       | ЦФО  | ПФО  | ПФО  | СФО  | СФО  | СФО  |
| 4       | УФО  | УФО  | СФО  | УФО  | УФО  | УФО  |
| 5       | СЗФО | СЗФО | СЗФО | СЗФО | СЗФО | ЮФО  |
| 6       | ЮФО  | ЮФО  | ДФО  | ЮФО  | ЮФО  | СЗФО |
| 7       | ДФО  | ДФО  | ЮФО  | ДФО  | ДФО  | ДФО  |
| 8       | СКФО | СКФО | СКФО | СКФО | СКФО | СКФО |

Лидером рейтинга по качеству автомобильных дорог с твёрдым покрытием в общей протяжённости автомобильных дорог общего пользования на 2022 г. стал Северо-Кавказский федеральный округ. В лидирующую группу также входят Уральский, Северо-Западный и Сибирский федеральные округа.

Таблица 3

Рейтинг автомобильных дорог с твёрдым покрытием в общей протяжённости автомобильных дорог по федеральным округам, 2005-2022 гг.

| Рейтинг | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---------|------|------|------|------|------|------|
| 1       | ЦФО  | СФО  | СКФО | СКФО | СКФО | СКФО |
| 2       | СКФО | СЗФО | ЮФО  | УФО  | УФО  | УФО  |
| 3       | СЗФО | УФО  | УФО  | СЗФО | СЗФО | СЗФО |
| 4       | ПФО  | ЮФО  | СЗФО | ЮФО  | ЮФО  | СФО  |
| 5       | ЮФО  | СКФО | СФО  | СФО  | СФО  | ПФО  |
| 6       | УФО  | ПФО  | ПФО  | ПФО  | ПФО  | ЮФО  |
| 7       | СФО  | ЦФО  | ДФО  | ЦФО  | ЦФО  | ЦФО  |
| 8       | ДФО  | ДФО  | ЦФО  | ДФО  | ДФО  | ДФО  |

Лидером рейтинга по качеству автомобильных дорог с усовершенствованным покрытием в протяжённости автомобильных дорог с твёрдым покрытием общего пользования на 2022 г. стал Центральный федеральный округ. В лидирующую группу также входят Уральский и Южный федеральные округа.

Таблица 4

Рейтинг автомобильных дорог с усовершенствованным покрытием в протяжённости автомобильных дорог с твёрдым покрытием по федеральным округам, 2005-2022 гг.

| Рейтинг | 2005 | 2010     | 2015 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---------|------|----------|------|------|------|------|
| 1       | ЮФО  | ЮФО      | ЦФО  | ЦФО  | ЦФО  | ЦФО  |
| 2       | ЦФО  | ЦФО      | УФО  | УФО  | УФО  | УФО  |
| 3       | УФО  | УФО      | ЮФО  | ЮФО  | ЮФО  | ЮФО  |
| 4       | ПФО  | ПФО      | ПФО  | ПФО  | ПФО  | ПФО  |
| 5       | СКФО | СЗФО     | СЗФО | СЗФО | СЗФО | СЗФО |
| 6       | СЗФО | СКФО СФО | СФО  | СКФО | СКФО | СКФО |
| 7       | СФО  |          | СКФО | СФО  | СФО  | СФО  |
| 8       | ДФО  | ДФО      | ДФО  | ДФО  | ДФО  | ДФО  |

На основании проведённого исследования и полученных результатов была разработана типология регионов по степени их пространственной связанности.

Первый этап разработки типологии включает в себе вычисление среднеарифметической оценки для каждого федерального округа по сумме четырёх рассматриваемых показателей.

Второй этап разработки заключается в разделении федеральных округов на группы в зависимости от значений. Принцип деления на группы: от 2 до 4 – транспортно связанные, от 4 до 5 – со средней транспортной связанностью, от 5 – транспортно слабо связанные.

Таблица 5

Типология регионов по степени их пространственной связанности автомобильным транспортом

| Степень связанности                  | Критерий (оценка, балл) | ФО                  |
|--------------------------------------|-------------------------|---------------------|
| Транспортно связанные                | 2 – 4                   | ЦФО, ПФО, УФО, СЗФО |
| Со средней транспортной связанностью | 4 – 5                   | СФО, ЮФО            |
| Транспортно слабо связанные          | 5 и выше                | ДФО и СКФО          |



Рис. 2. Карта типологии регионов по степени их пространственной связанности.

Заключительным этапом стало создание карты типологии регионов по степени их пространственной связанности.

### Выводы

Связанность является одной из важнейших характеристик экономического пространства, объясняющая основные тенденции и определяющие перспективы развития не только отдельных регионов, но и межрегиональные перспективные процессы социально-экономического развития.

Таким образом, для того чтобы добиться устойчивой пространственной связанности территории страны необходимо уделять особое внимание транспортно слабо связанным регионам. Для этого была разработана Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г. и Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 г.

### Список литературы

1. Бондарева Я.Ю. Классификационные аспекты связности, близости и общности элементов экономического пространства в контексте их взаимодействия и процессов сетизации региональной экономики // Kant. – 2022. – №4(45). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/suschnostno-klassifikatsionnye-aspekty-ponyatiy-svyaznosti-blizosti-i-obschnosti-elementov-ekonomicheskogo-prostranstva-v-kontekste> (дата обращения: 13.04.2024).
2. Министерство транспорта Российской Федерации: официальный сайт. – Транспорт. – 2024. – URL: [https://mintrans.gov.ru/transport\\_of\\_russian/8](https://mintrans.gov.ru/transport_of_russian/8). (дата обращения 20.04.2024).
3. Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. – Транспорт // Протяженность путей сообщения по Российской Федерации. – 2023. – URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport>. (дата обращения 25.03.2024).

УДК 911.3

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ СУБЪЕКТОВ АЗИАТСКОЙ РОССИИ

**Б.О. Гомбоев, А.Б. Цыбикова**

*Байкальский институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ, bgom@binm.ru*

## STUDY OF SPATIAL DEVELOPMENT OF SUBJECTS OF ASIAN RUSSIA: EVOLUTION OF APPROACHES

**B.O. Gomboev, A.B. Tsibikova**

*Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude, bgom@binm.ru*

### Введение

Стратегической целью любого регионального развития должно быть достижение баланса его природных, хозяйственных и социальных элементов, который дает оптимальный эколого-социально-экономиче-

ский эффект. Сбалансированное региональное развитие понимается нами как процесс, обеспеченный комплексом природных, экономических и социальных факторов и условий, как внешних, так и внутрирегиональных, формирующих интегрированное эколого-социально-экономическое развитие на макро-, мезо- и микроуровне, трансформацию данных факторов и условий, и создание механизма регулирования этой трансформацией для сохранения и создания благоприятной окружающей природной среды, повышения уровня экономического развития территории и качества жизни населения [3]. Это согласуется с тем, что региональное развитие можно определить, как формирование и развитие в регионе территориальных социально-экономических структур с устойчивым приростом экономического, социального и экологического качеств регионального развития [1, 2].

### Материалы и методы

Устойчивость (в нашем контексте - сбалансированность регионального развития) определяется как отрицательная производная по времени на душу населения чистого запаса природных ресурсов и человеческого наследия количественно и качественно [4].

Соответственно, устойчивое (сбалансированное) региональное развитие в количественном выражении можно представить в следующем виде:

$$d(Sr+Sh+fe+fr+fa)/dt \geq 0, \quad (1)$$

где  $Sr(t)$  – имеющиеся запасы (наследие) природных ресурсов;  $Sh(t)$  – человеческое наследие;  $fe(t)$  – поток (интенсивность) эксплуатации;  $fr(t)$ ,  $fa(t)$  – возобновление накопления потока обратной связи.

В данном выражении неотрицательная производная означает, что динамика изменения какого-либо объекта или процесса больше, или равно «0».

Для построения интегрального показателя устойчивого развития нами использована методика Всемирного Банка по разработке индекса скорректированных чистых накоплений, основные принципы которой были также использованы в проекте эколого-экономического индекса регионов России [5].

Расширенная трактовка скорректированных чистых накоплений включает природный и человеческий капиталы, которые, наряду с физическим (искусственным) капиталом, составляют национальное богатство. С этих позиций истощение невозобновляемых природных ресурсов и чрезмерное использование возобновляемых природных ресурсов представляют собой вычет из национального богатства. Вложения в образование населения выступают как прирост человеческого капитала. Текущие затраты на образование приравниваются к инвестициям. Это связано с определением человеческого капитала/потенциала, которое включает понятие расширенных внутренних инвестиций. Затраты в человека рассматриваются не как непроизводительное потребление, а как инвестиции, обеспечивающие в итоге прирост национального богатства. Истинные сбережения – это реальная скорость накопления национальных сбережений после учета истощения природных ресурсов и ущерба от загрязнения окружающей среды.

Истинные сбережения (GS) были рассчитаны по формуле:

$$GS = GNS - Dh + CSE - Dp - CD - PD \quad (2)$$

где GNS – валовые внутренние сбережения (данные из СНС); Dh – обесценение основного капитала (выбытие основных фондов); Dp – истощение природных ресурсов (ИМСП + ИЛР); CSE – текущие расходы на образование (данные из статистики); CD – ущерб от выбросов CO<sub>2</sub> (выбросы CO<sub>2</sub>\*20\$); PD – ущерб от выбросов твердых взвешенных частиц, диаметром меньше 10 микрон (PM10).

### Результаты и их обсуждение.

Расчёт устойчивости развития по субъектам Азиатской России был произведён на основе индекса скорректированных чистых сбережений, в результате которого были выделены три группы субъектов по уровню истинных сбережений (ИС), - с низким, средним и высоким уровнем истинных сбережений.

Ниже приводятся результаты на выполнение условия устойчивости развития по указанным группам. В качестве примера расчётов по первой группе субъектов с низким уровнем истинных сбережений приведена Республика Бурятия, по ней были выявлены скорость и ускорение изменения (1 и 2 производная) этой динамики.

В исходном виде скорость и ускорение рассматриваемого показателя недостаточно информативны и с трудом поддаются анализу. Такой результат является следствием неопределённой динамики по ежегодным значениям. Для устранения этого недостатка было проведено сглаживание динамики по среднему скользящему за 3 года. Данные представлены на рисунках 1-2.

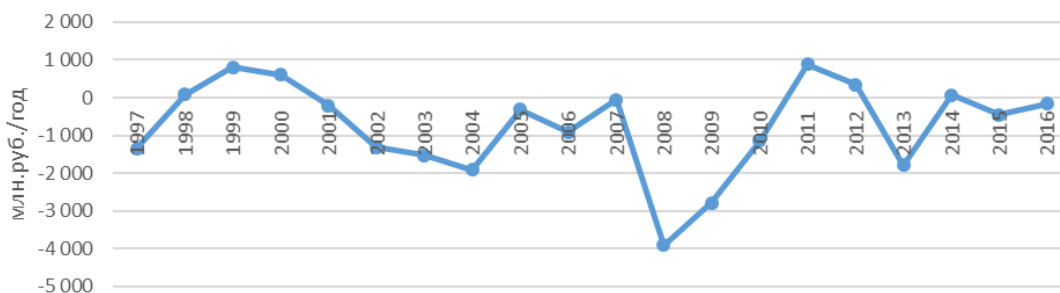


Рис. 1. Динамика скорости, скользящей средней за 3 года истинных сбережений в Республике Бурятия.



Рис. 2. Динамика ускорения, скользящей средней за 3 года истинных сбережений в Республике Бурятия.

В целом скорость изменения сглаженной динамики ИС показывает, что устойчивость эколого-экономической системы наблюдается в период 2009 - 2016 годы, когда начал наблюдаться рост показателя. В период с 1995 до 2008 года показатель истинных сбережений ежегодно снижался, что не отвечает условию устойчивости системы.

Показатель ускорения показывает характер динамики скорости показателя. На графике видно то, что скорость не имеет строго возрастающей или убывающей тенденции, что также говорит о неустойчивости системы. В качестве примера расчётов по второй группе субъектов со средним уровнем истинных сбережений приведен Хабаровский край (рис. 3, 4).

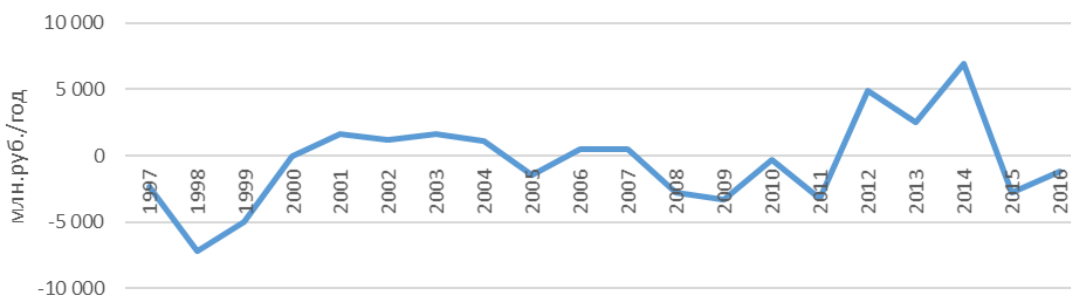


Рис. 3. Динамика скорости, скользящей средней за 3 года истинных сбережений в Хабаровском крае.

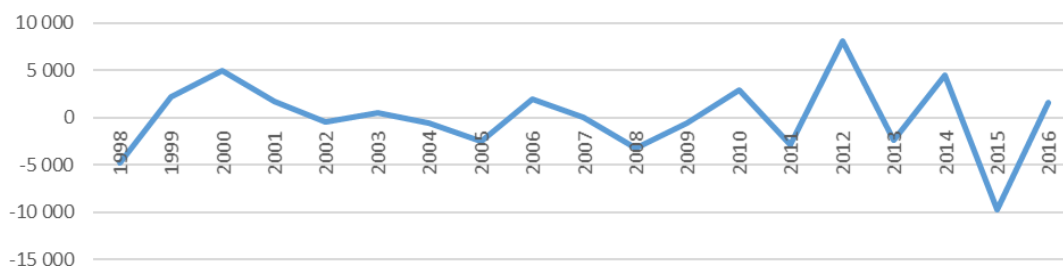


Рис. 4. Динамика ускорения скользящей средней за 3 года истинных сбережений в Хабаровском крае.

Субъекты, входящие во вторую группу, характеризуются более сглаженной динамикой рассматриваемых показателей, что говорит о сравнительно ровном, хотя и недостаточно устойчивом развитии субъектов данной группы.

В качестве примера расчётов по третьей группе субъектов со средним уровнем истинных сбережений приведена Новосибирская область (рис. 5, 6).



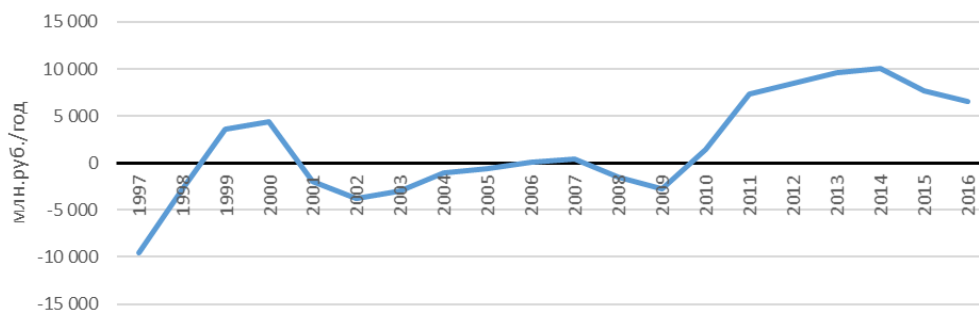


Рис.5.Динамика скорости, скользящей средней за 3 года истинных сбережений в Новосибирской области.



Рис. 6. Динамика ускорения, скользящей средней за 3 года истинных сбережений в Новосибирской области.

Данная группа субъектов отличается более высоким уровнем устойчивости среди субъектов Азиатской России.

#### Выводы

Полученные результаты являются основанием перехода к поиску направлений сбалансированного развития исследуемой территории и ее частей в меняющихся природных, экономических, социальных и геополитических условиях на базе осуществления прогноза пространственного развития Азиатской России и сопредельных территорий в условиях формирования новых векторов геополитических стратегий.

#### Список литературы

1. Бакланов, П.Я. Географические факторы в региональном развитии // Географические факторы регионального развития Азиатской России: материалы научно-практической конференции, Владивосток, 18–19 апреля 2013 года / Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. – Владивосток: Дальнаука, 2013. – С. 8-9.
2. Бакланов П.Я. Романов М.Т., Говорушко С.М. и др. Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX и XXI веков / Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. – Владивосток: Изд-во Дальнаука", 2012. – 364 с. – ISBN 978-5-8044-1267-9.
3. Гомбоев Б.О., Гладинов А.Н., Гончиков Ц.Д.-Ц. и др. Стратегия сбалансированного развития региона в условиях экологических ограничений // Социально-экономическая география в XXI веке: вызовы и возможные ответы (IV Ежегодная научная Ассамблея АРГО): Материалы международной научной конференции. – Москва, 2013. – С. 71 – 76.
4. Мюрдаль, Г. Мировая экономика: Проблемы и перспективы. – М.: Иностранная литература, 1958.
5. Бобылев С.Н., Минаков В.С., Соловьева С.В., Третьяков В.В. Эколого-экономический индекс регионов РФ. Методика и показатели для расчета. – Москва: WWF России, РИА Новости, 2012. – 147 с.

УДК 913.3

### МОНГОЛЬСКО-РОССИЙСКОЕ ПОГРАНИЧЬЕ: ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ИНТЕГРАЦИИ

**Т.Ю. Гусаков**

*Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ,  
г. Москва, gusakov-ty@ranepa.ru*

### MONGOLIAN-RUSSIAN BORDER REGION: FEATURES OF MODERN SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT AND INTEGRATION

**T.Yu. Gusakov**

*Russian Academy of National Economy and Public Administration, Moscow, gusakov-ty@ranepa.ru*

В последнее десятилетие на фоне геополитических изменений вокруг России происходит переориентация торгово-экономического вектора с западного рынка на восточный азиатский. Российская Федерация

официально граничит с 18 государствами, протяженность границы составляет более 60 тыс. км. Из-за санкций проницаемость некоторых участков границы снижается. Параллельно с этим значение других пограничных участков возрастает, особенно в азиатской части страны.

Одним из перспективных по наращиванию взаимодействия является монгольско-российское пограничье. Данный участок границы третий по протяженности, после казахстанского и китайского, и составляет 3,5 тыс. км [4]. На нем расположено 15 международных грузопассажирских пунктов пропуска, из которых функционируют 6 автомобильных и 2 железнодорожных [3]. Большая часть границы проходит по мало- и незаселенной местности ввиду природно-климатических и геоморфологических особенностей. Это обусловило наличие естественных барьеров региональной социально-экономической интеграции.



Рис. 1. Торговый оборот Монголии и России [6].

К монгольско-российскому пограничью относятся 4 российских (Республики Алтай, Бурятия и Тыва, Забайкальский край) и 8 монгольских регионов (аймаки Баян-Улгий, Булган, Дорнод, Завхан, Сэлэнгэ, Увс, Хувсгел, Хэнтий). Если монгольская часть пограничья представлена преимущественно сельскохозяйственными регионами, то российское пограничье составляют как индустриальные, так и аграрные территории. Общей характерной чертой пограничных территорий является их слабая хозяйственная освоенность и заселенность (в том числе низкая урбанизированность, особенно в Монголии).

Социально-экономическое взаимодействие пограничных регионов является второстепенным для территории, поскольку исторически через нее проходил сухопутный транзит грузов из Китая в Россию, а также в обратном направлении. Действующая Трансмонгольская железная дорога через Улан-Батор, построенная при помощи СССР, и проектируемая магистраль через Чойбалсан прежде всего создавались для обеспечения транспортного сообщения России и Китая, а потом уже для транспортировки грузов из самой Монголии (экспорт полезных ископаемых страны). Хотя в последние годы ситуация меняется в сторону наращивания российско-монгольского и монгольско-китайского торгового сотрудничества [5].

С советских времен Россия для Монголии являлась одним из ключевых торговых партнеров (до 1997г. – основным) [7]. После резкого спада середины 1990-х гг. объем торгового оборота между Монголией и Россией постепенно увеличивается. В период с 2005 по 2023 гг. он вырос в пять раз, превысив отметку в 2 млрд долларов США (см. рис. 1). Монголия экспортирует в Россию преимущественно минеральное сырье, а импортирует нефть и нефтепродукты. Однако пограничные регионы в товарооборот вовлечены слабо, их доля в 2014–2020 гг. составляла не более 4,2% (рис.2). По результатам 2020 г. регионами-лидерами являются Самарская (38%), Кемеровская (13,5%), Иркутская (4,5%), Новосибирская области (3%) и Москва (8,6%) [8].

Большая часть товаров пограничья приходится на Бурятию (в 2020 г. – 90% пограничных регионов) [8]. Это связано с богатой историей экономического взаимодействия и культурной близостью Республики с монгольскими аймаками. Наиболее интенсивная перевалка грузов и пассажиров происходит на бурятском участке российско-монгольской границы (КПП «Наушки» и «Кяхта»), где в настоящее время осуществляются мероприятия по увеличению пропускной способности и модернизации пунктов пропуска. В ситуациях стихийных бедствий хозяйства оказывают друг другу гуманитарную помощь.

Несмотря на незначительность доли российских регионов в социально-экономическом развитии пограничья существует потенциал для наращивания сотрудничества. Основные перспективные направления для социально-экономического взаимодействия пограничных регионов обеих стран:

- увеличение экспорта продукции агропромышленного комплекса из Монголии в Россию и наоборот (регионы России и Монголии имеют различную сельскохозяйственную специализацию, поэтому способны снабжать друг друга недостающими товарами);

- интеграция транспортной и энергетической сети пограничья, совместная разработка стратегий развития логистики в рамках формирования экономического коридора «Россия – Монголия – Китай» [2];
- развитие туризма (создание совместных туристических кластеров по примеру Еврорегионов, например, в бассейне озера Убсу-Нур, признанного объектом всемирного наследия ЮНЕСКО в 2003 г.);
- организация совместного контроля за государственной границей и сотрудничество в решении спорных ситуаций (расследование фактов воровства скота и противодействие контрабанде [1]);
- культурное взаимодействие (организация совместных культурных мероприятий и фестивалей, основанных на близости бурятской и монгольской культуры);
- снижение административного контроля в пограничных регионах для взаимного проникновения иностранных инвестиций, развитие специальных экономических зон «Алтанбулаг», «Цаганнур» и др.

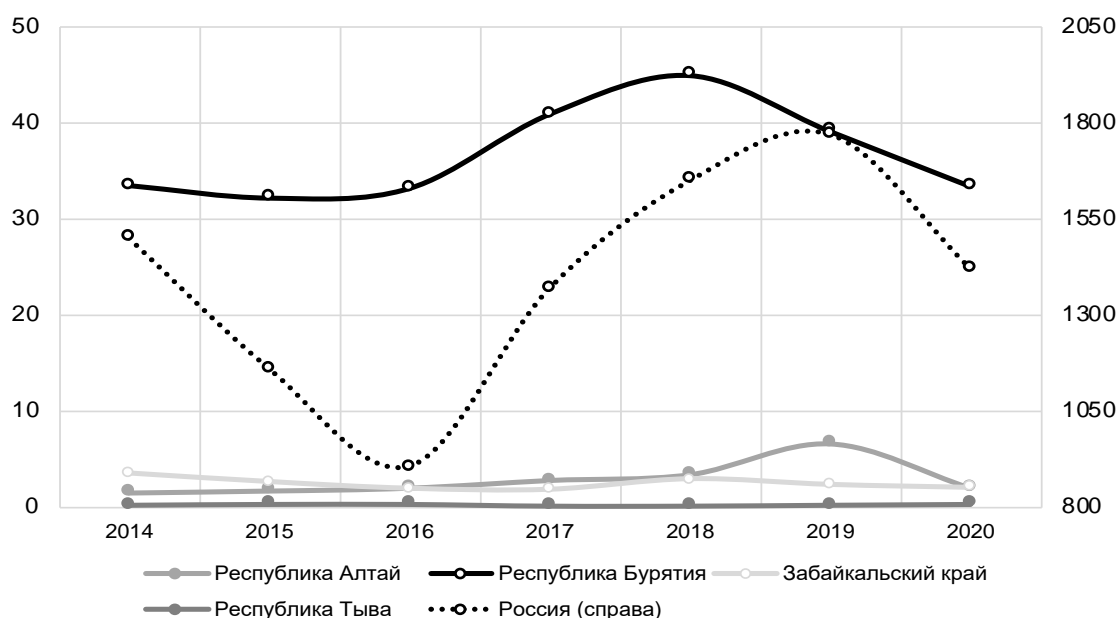


Рис. 2. Товарооборот российских регионов с Монголией, млн долл. США [8].

Несмотря на тесные торгово-экономические связи России и Монголии, пограничные регионы обеих стран связаны слабо. Это вызвано с тем, что большинство регионов экономически слаборазвиты и слабо-заселённые, что ограничивает их потенциал для взаимодействия. Поэтому в процессе социально-экономической интеграции пограничья важна помощь и участие правительств России и Монголии как в контексте привлечения инвестиций, так и реформирования правовой базы для упрощения взаимопроникновения бизнеса на соседние территории. Ограничения наращивания сотрудничества связаны еще и в перегруженности пограничных пунктов пропуска, которые не отвечают современной ситуации наращивания грузо- и пассажирооборота между двумя странами.

**Благодарность.** Статья подготовлена в рамках выполнения научно-исследовательской работы государственного задания РАНХиГС.

### Список литературы

1. Дацьшен В. Потенциал конфликтности в зоне российско-монгольской границы в Туве // Международные процессы. – URL: <http://www.intertrends.ru/seventh/008.htm> (дата обращения: 14.06.2024).
2. Намжилова В.О. Российские приграничные регионы в развитии монгольского коридора // Вестник Бурятского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук. – 2018. – Т. 32. – №4. – С. 157–163.
3. Пункты пропуска / ФГКУ Росгранстрой. – URL: <https://www.rosgranstroy.ru/checkpoints> (дата обращения: 14.06.2024).
4. Сопредельные страны / Росграница. – URL: <http://www.rosgranitsa.ru/node/2636> (дата обращения: 14.06.2024).
5. Установлен исторический рекорд по объему грузовых перевозок через границу России и Монголии / TRANS.RU. 18.07.2024. – URL: <https://trans.ru/news/ustanovlen-istoricheskii-rekord-po-obemu-gruzovih-perevozok-cherez-granitsu-rossii-i-mongolii> (дата обращения: 18.07.2024).
6. Үндэсний Статистикийн Хороо. – URL: <http://www.1212.mn/stat.aspx> (дата обращения: 14.06.2024).
7. Шерин Е.А. Внешнеторговое сотрудничество Монголии и сибирских регионов // Географический вестник. – 2023. – №1 (64). – С. 44–51.
8. Экспорт и импорт России по товарам и странам / Ru-Stat. Россия: Статистика внешней торговли. По данным ФТС России. – URL: <https://ru-stat.su/date-Y2013-2022/RU/trade/MN> (дата обращения: 14.06.2024).

**ОЦЕНКА ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ В РЕГИОНАХ СИБИРИ****Ю.Н. Дмитриева***Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, Yuliya.dmitr@mail.ru***ASSESSMENT OF DEMOGRAPHIC WELL-BEING IN THE REGIONS OF SIBERIA****Yu.N. Dmitrieva***V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Yuliya.dmitr@mail.ru***Введение**

В России наблюдается ряд социально-демографических проблем, в большинстве регионов происходят процессы депопуляции населения. Миграционные процессы и тенденция понижения уровня рождаемости являются причинами старения общества. Для Сибири исследования демографического благополучия актуальны по нескольким причинам: крайне неравномерное расселение населения, низкая плотность, постоянный спрос человеческого ресурса для поддержания устойчивого экономического развития территорий с отраслями ресурсной направленности.

Для оценки социально-демографического благополучия представлена территория Сибирского макрорегиона в составе 10 субъектов РФ, Тюменской области с автономными округами: Ямало-Ненецким (ЯНАО) и Ханты-Мансийским (ХМАО-Югра), Республики Саха (Якутия), Республики Бурятия и Забайкальского края.

**Методы**

Автором использовано несколько демографических коэффициентов, рассчитанных на основе показателей базы данных Федеральной службы государственной статистики.

Методика исследования опирается на демографические работы Л.Л. Рыбаковского, выделяющего три основных параметра демографической ситуации – рождаемость, смертность и миграцию, на основе которых вычисляются коэффициенты депопуляции, миграционного состояния и демографического неблагополучия [1].

В исследовании автором использованы следующие формулы:

$$1) \text{ КД} = \frac{\text{ОКС}}{\text{ОКР}},$$

где: КД – коэффициент депопуляции, ОКС – общий коэффициент смертности, ОКР – общий коэффициент рождаемости;

$$2) \text{ КМС (1)} = \frac{\text{ОЧН-МП}}{\text{ОЧН}}, \text{ либо } \text{ КМС (2)} = \frac{\text{ОЧН+МУ}}{\text{ОЧН}},$$

где: КМС – коэффициент миграционного состояния, ОЧН – общая численность населения, МП – миграционный прирост и МУ – миграционная убыль;

$$3) \text{ КДН} = \text{КД} * \text{КМС},$$

где: КДН – коэффициент демографического неблагополучия: КД – коэффициент депопуляции, КМС – коэффициент миграционного состояния.

Полученные значения региональных коэффициентов депопуляции позволяют провести оценку процессов естественного воспроизводства населения, а значения коэффициентов миграционного состояния отразят миграционное движение на территориях. Произведение данных двух компонент составляют интегральный показатель – коэффициент демографического неблагополучия (КДН), чем ниже его значение, тем более благополучна демографическая ситуация.

**Результаты**

Общая характеристика процессов воспроизводства населения показывает, что динамики процессов рождаемости, смертности и естественного прироста в Сибири в целом подчинены общероссийским демографическим тенденциям. В России после периода роста уровня рождаемости за 2000-2015 гг. (8,7-15,3 на 1 тыс. чел.) произошло его снижение до 8,9 на 1 тыс. (на 1.01.2023 г.). Рост рождаемости до 2015 г. обеспечивало многочисленное поколение женщин, рожденных в 80-е годы прошлого столетия. Далее при вступлении в репродуктивный возраст малочисленного поколения матерей 90-х годов рождения (по основной причине социально-экономического кризиса в стране) – коэффициенты рождаемости начали снижаться. В Сибири также за рассматриваемый пятилетний период произошло снижение коэффициентов рождаемости во всех регионах, что повлекло за собой снижение коэффициентов естественного прироста (табл. 1).

На региональном уровне наиболее высокие показатели коэффициентов естественного прироста характерны для Республики Тыва и автономных округов Тюменской области: Ямало-Ненецкого (ЯНАО) и Ханты-Мансийского (ХМАО-Югра). Наиболее низкие в регионах с более высокими показателями смертности: Алтайском крае и Кемеровской области.

## Динамика показателей естественного прироста (ЕП) в регионах Сибири. за 2018-2022 гг.

| Регион                   | Коэффициент ЕП |      |      |       |      |
|--------------------------|----------------|------|------|-------|------|
|                          | 2018           | 2019 | 2020 | 2021  | 2022 |
| Республика Алтай         | 5,2            | 3,5  | 2,0  | 0,2   | 1,5  |
| Республика Тыва          | 11,4           | 10,3 | 10,8 | 10,9  | 9,1  |
| Республика Хакасия       | -0,8           | -2,1 | -3,9 | -6,2  | -3,9 |
| Алтайский край           | -4,2           | -4,9 | -7,9 | -10,8 | -7,6 |
| Красноярский край        | -0,7           | -1,7 | -4,2 | -6,5  | -4,1 |
| Иркутская область        | -0,3           | -1,4 | -3,7 | -6,6  | -3,7 |
| Кемеровская область      | -4,5           | -5,2 | -7,7 | -10   | -7,2 |
| Новосибирская область    | -1,3           | -2   | -5,0 | -6,8  | -4,1 |
| Омская область           | -2             | -2,8 | -6,3 | -8,7  | -5,4 |
| Томская область          | -0,2           | -1,4 | -4,1 | -6,6  | -3,9 |
| Тюменская область        | 2,8            | 2,1  | 0,1  | -1,9  | 0,4  |
| ХМАО-Югра                | 7,3            | 6,4  | 4,7  | 3,1   | 4,6  |
| ЯНАО                     | 8,7            | 7,9  | 6,9  | 6,3   | 7,7  |
| Республика Бурятия       | 3,4            | 2,0  | 0,9  | -1,5  | -1,0 |
| Республика Саха (Якутия) | 5,9            | 5,4  | 4,1  | 1,6   | 3,5  |
| Забайкальский край       | 0,4            | -0,6 | -1,9 | -4,4  | -2,6 |
| В среднем Сибирь         | 1,9            | 1,0  | -1,0 | -3,0  | -1,0 |
| В среднем РФ             | -1,6           | -2,2 | -4,8 | -7,1  | -4,0 |

Составлено автором по [2]

Для миграционных процессов в Сибири также характерны региональные особенности, одни территории притягивают население, другие испытывают стойкую миграционную убыль, в некоторых в различные годы происходила смена миграционного притока и оттока. В целом, за период 2018-2022 гг. движение населения обеспечило общий прирост населения в Республике Алтай, Республике Саха (Якутия), Красноярском крае и ХМАО-Югра. В других регионах показатели миграционного оттока превысили показатели притока за последующие годы: Томская область, ЯНАО и Республика Бурятия. На остальных территориях наблюдалась стойкая миграционная убыль населения.

В результате изменений общей численности населения под влиянием миграционных потоков вычислены коэффициенты миграционного состояния (МС). Показатели коэффициентов МС в разрезе регионов изменяются в пределах от 0,998 (ХМАО-Югра) до 1,008 (Томская область). В данном случае, если показатель превышает 1,000 в регионах наблюдалась миграционная убыль населения, менее 1,000 – миграционный прирост.

Таким образом, произведение показателей естественного воспроизводства (коэффициента депопуляции) и миграционных показателей (коэффициента миграционного состояния) определило региональные коэффициенты демографического неблагополучия (КДН) в Сибири.

В первую группу со значением КДН менее 0,500 (наиболее благополучные регионы) вошли: ЯНАО (0,420) и Республика Тыва (0,457), в которых ключевым фактором роста населения являлся естественный прирост, превысивший за пятилетний период миграционную убыль в несколько раз.

Во вторую группу со значениями КДН от 0,501 до 1,000 (благополучные регионы) вошли: ХМАО-Югра (0,573), Республика Саха (Якутия) (0,681), Республика Алтай (0,817), Тюменская область (0,936). В данных регионах происходил рост населения в результате естественного и миграционного приростов. В группу также входит Республика Бурятия (0,945) в которой наблюдается миграционная убыль и значение КДН близко к 1,000 (табл. 2).

Основным фактором роста населения в Тюменской области являлся миграционный прирост, превысивший естественный прирост за пятилетний период в 10 раз. В регионах происходил рост населения, за исключением Республики Бурятия. В представленных регионах сосредоточено 23% населения Сибири (5521,8 тыс. чел.).

Третью группу со значениями КДН от 1,001-1,500 (неблагополучные регионы) составили: Забайкальский край (1,159), Иркутская область (1,273), Республика Хакасия (1,335), Красноярский край (1,339), Новосибирская область (1,358) и Томская область (1,362).

Почти во всех регионах в результате высоких показателей смертности в период коронавирусной инфекции основным фактором сокращения населения стала естественная убыль. Исключением является Забайкальский край, в котором значения миграционного оттока были выше естественной убыли в 3 раза. В данной группе регионов практически проживает основная масса жителей Сибирского макрорегиона – 45% (или 10558,9 тыс. чел.).

Значения коэффициентов демографического неблагополучия в регионах Сибири,  
среднее значение за период 2018-2022 гг.

| Регион                   | Коэффициенты, на 1000 чел. |      |      | Коэффициенты агрегированные |       |       |
|--------------------------|----------------------------|------|------|-----------------------------|-------|-------|
|                          | КР                         | КС   | ЕП   | КД                          | КМС   | КДН   |
| Республика Алтай         | 13,7                       | 11,2 | 2,5  | 0,818                       | 0,999 | 0,817 |
| Республика Тыва          | 19,3                       | 8,8  | 10,5 | 0,456                       | 1,003 | 0,457 |
| Республика Хакасия       | 10,3                       | 13,7 | -3,4 | 1,330                       | 1,004 | 1,335 |
| Алтайский край           | 8,8                        | 15,9 | -7,1 | 1,807                       | 1,002 | 1,811 |
| Красноярский край        | 10,3                       | 13,8 | -3,4 | 1,340                       | 0,999 | 1,339 |
| Иркутская область        | 11,5                       | 14,6 | -3,1 | 1,270                       | 1,002 | 1,273 |
| Кемеровская область      | 8,7                        | 15,6 | -4,8 | 1,793                       | 1,002 | 1,797 |
| Новосибирская область    | 10,5                       | 14,3 | -3,8 | 1,362                       | 0,997 | 1,358 |
| Омская область           | 9,6                        | 14,6 | -5,0 | 1,521                       | 1,005 | 1,529 |
| Томская область          | 9,4                        | 12,7 | -3,2 | 1,351                       | 1,008 | 1,362 |
| Тюменская область        | 12,3                       | 11,6 | 0,7  | 0,943                       | 0,993 | 0,936 |
| ХМАО-Югра                | 12,2                       | 7,0  | 5,2  | 0,574                       | 0,998 | 0,573 |
| ЯНАО                     | 12,9                       | 5,4  | 7,5  | 0,419                       | 1,002 | 0,420 |
| Республика Бурятия       | 12,6                       | 11,9 | 0,7  | 0,937                       | 1,001 | 0,945 |
| Республика Саха (Якутия) | 12,9                       | 8,8  | 4,1  | 0,682                       | 0,998 | 0,681 |
| Забайкальский край       | 11,8                       | 13,6 | -1,8 | 1,153                       | 1,005 | 1,159 |

Примечание: Коэффициенты КР – рождаемости, КС – смертности, ЕП – естественный прирост, КД – депопуляции, КМС – миграционного состояния, КДН – демографического неблагополучия.

Составлено автором по [2]

В четвертую группу со значениями КДН более 1,500 (наиболее неблагополучные регионы) вошли: Омская область (1,529), Кемеровская область (1,797) и Алтайский край (1,811). В Алтайском крае естественная убыль в 3 раза превышала миграционный отток, в Кемеровской в 4 раза. В Омской области значения миграционного оттока практически равны показателям естественной убыли. В регионах данной группы сосредоточено 28% жителей Сибири (или 6531,3 тыс. чел.).

#### **Выводы**

В результате исследования возможно сделать следующие выводы:

- естественное воспроизводство в регионах Сибири находится под влиянием общероссийских демографических процессов. За рассматриваемый пятилетний период произошло снижение уровня рождаемости и повышение смертности в период коронавирусной инфекции;

- на региональном уровне выявлена значительная дифференциация коэффициентов рождаемости и естественного прироста. Национальные Республики Тыва и Алтай остаются многолетними лидерами по высоким показателям рождаемости;

- регионы с развитым первичным сектором экономики по добычи нефти и газа являются центрами миграционного притяжения населения. Другие регионы Сибири испытывают стойкий многолетний миграционный отток.

*Работа выполнена за счет средств государственного задания (АААА-А21-121012190019-9)*

#### **Список литературы**

1. Рыбаковский Л.Л. Сравнительная оценка демографического неблагополучия регионов России // Социс. – 2008. – № 10. – С. 81–87.
2. Федеральная служба государственной статистики. URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения 17.03.2024).

УДК 910.1; 911.3; 316.3; 338.1

### **ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА НА БАЙКАЛЕ**

**О.В. Евстропьева**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, golomanka1972@gmail.com*

### **INSTITUTIONAL CONDITIONS FOR THE DEVELOPMENT OF TOURISM ON LAKE BAIKAL**

**O.V. Evstropieva**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, golomanka1972@gmail.com*

Правительством Российской Федерации представлен масштабный проект развития федеральных круглогодичных курортов «Пять морей и озеро Байкал». В его рамках предусматривается комплексное освоение прибрежных территорий, в том числе озера Байкал. Перспективы и ограничения реализации важных

для России планов по культивированию внутренних дестинаций в сложившихся условиях фрагментации международного пространства во многом определяются институциональными условиями. При этом, Байкальское побережье характеризуется сложными природоохранными ограничениями и повышенной ролью туризма в социально-экономическом развитии муниципальных образований, расположенных в центральной экологической зоне Байкальской природной территории (ЦЭЗ БПТ) [1].

Географическая интерпретация туризма и рекреации как института требует введения таких понятий, как: *институциональная среда* – совокупность действующих на туристской территории институтов, составная часть ее рекреационной среды и сфера взаимодействия институтов, связанных с организацией различных видов туристско-рекреационной деятельности; *институциональные условия* – территориально локализованные формальные (юридические) возможности и ограничения туристско-рекреационной деятельности, сочетания которых отличаются от места к месту, действуют совместно с другими географическими факторами (социальными, экономическими, природными) и определяют специализацию и функции туристских территорий; *туристская территориальная институциональная система* (ТТИС) – территориально приуроченная совокупность связанных институтов, взаимодействующих между собой по поводу организации и регулирования туристско-рекреационной деятельности; *туристские территории* – области распространения туристско-рекреационной деятельности, которые характеризуются оригинальной совокупностью институциональных условий [4, 6, 9].

Озеро Байкал – ресурсное ядро региональной ТРС с ежегодным потоком около 2,5 млн туристов [7]. Инфраструктурный комплекс включает более тысячи коллективных средств размещения (КСР) (в том числе 481 (34,7 тыс. мест) в Иркутской области, 508 (22,3 тыс. мест) в Республике Бурятия и 251 (на 13,8 тыс. мест) в Забайкальском крае) [8]. Современное «точечное» освоение побережья озера связано с развитием туристских кластеров и особых экономических зон туристско-рекреационного типа (ОЭЗ ТРТ) – современной версии новых ТРС с заданными свойствами. При этом, если первые формируются преимущественно вокруг сложившихся локальных ресурсных центров и не подчинены строгому целевому планированию, то вторые – заново встраиваются в систему хозяйства и землепользования, для них разработаны специальная законодательная база, а также механизмы ведения турбизнеса в условиях особых природоохранных ограничений.

Сложившаяся на побережье озера ТИС включает сложную систему мер по сохранению уникальной экосистемы. Она характеризуется выраженной межинституциональной связью туризма и охраны природы. Ее ядром является Закон «Об охране озера Байкал», которым определены следующие возможности и ограничения развития туристско-рекреационной деятельности: строгое соблюдение нормативов антропогенной нагрузки (в том числе рекреационной) на природную среду; возможность создания туристской инфраструктуры только в пределах ООПТ, ОЭЗ ТРТ, а также специально выделенных территорий, включенных в документы территориального планирования и лесные регламенты. В Иркутской области и Республике Бурятия действуют разработанные на общей научной основе Правила организации туризма и отдыха в ЦЭЗ БПТ. Опыт их разработки во взаимодействии науки, власти и бизнеса двух регионов оценивается неоднозначно, но пока остается уникальным для регионов России. При этом совершенствование законов, определяющих возможности и ограничения для развития туризма на байкальском побережье, продолжается (рис. 1), что позволяет характеризовать существующую институциональную среду как неустойчивую.

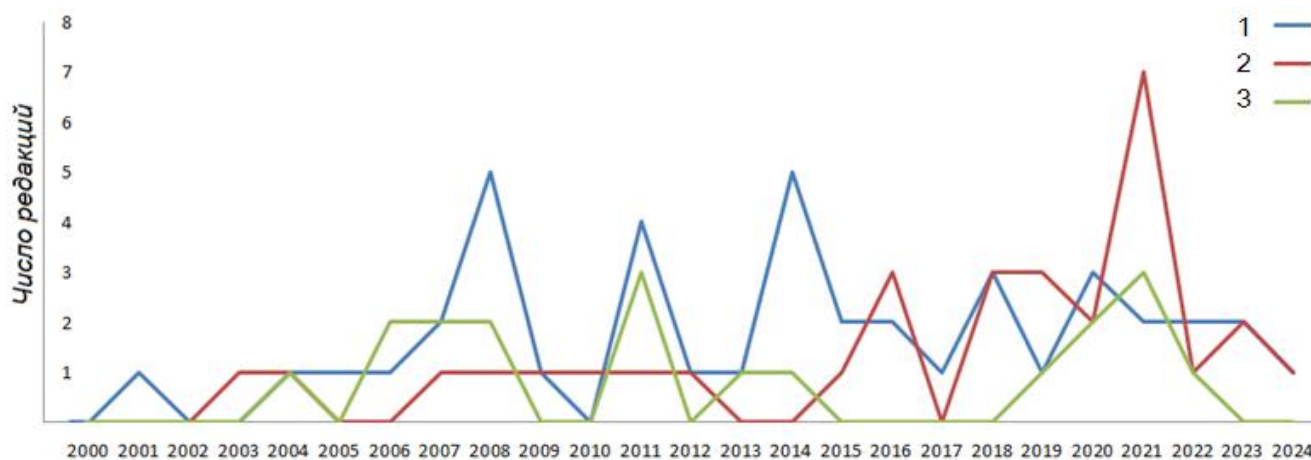


Рис. 1. Изменение институциональной среды туризма. Федеральные Законы: 1 – Об особо охраняемых природных территориях от 14.03.1995 г. N 33-ФЗ; 2 – Об основах туристской деятельности в Российской Федерации от 24.11.1996 г. N 132-ФЗ; 3 – Об охране озера Байкал от 01.05.1999 г. № 94-ФЗ.

Организационный компонент ТТИС представляют субъекты туристского рынка (игроки), которые взаимодействуют в общей институциональной среде, объединены совместным использованием имеющихся на территории ресурсов и инфраструктуры. Наиболее часто возникающие при этом проблемы, в большинстве случаев, связаны с регулированием рекреационных нагрузок, поиском участков с наименьшими природоохранными ограничениями, распространением туристской застройки без учета условий землепользования, разработкой и применением экологических нормативов. На байкальском побережье участникам туристского рынка приходится совместно решать задачи в области охраны природы, благоустройства и пр. При этом каждый из них руководствуется своими интересами. Территориальный отклик на изменения институциональной среды реализуется в виде ответных стратегий, которые в дальнейшем могут быть закреплены законодательно, внесены в программные и стратегические документы, учитываться в инвестиционных проектах. Так, в условиях природоохранных ограничений ЦЭЗ БПТ, участники туристского рынка консолидируются для принятия общих решений и выработки стратегий, направленных на уменьшение ограничений и расширение возможностей для развития с помощью законодательных инициатив.

Наличие сформировавшейся уникальной для России ТТИС можно рассматривать как важный фактор рекреационного районообразования. Однако, формирование Байкальского рекреационного района имеет дополнительные особенности и препятствия. Три субъекта РФ (Иркутская область, Республика Бурятия, Забайкальский край), которые располагаются в бассейне оз. Байкал и составляют частями своих территорий БПТ, традиционно относившиеся географами к Байкальскому региону, в настоящее время не только включены в состав двух разных федеральных округов, но и разных экономических регионов. Координации же между западным и восточным побережьями призвана способствовать Межправительственная рабочая группа с участием представителей региональных органов власти, научных и общественных организаций, турбизнеса.

Полученные результаты положены в основу Правил организации туризма и отдыха в ЦЭЗ БПТ, послужили обоснованием для выделения территорий приоритетного туристско-рекреационного развития и являются примером адаптивного подхода к управлению туристскими территориями [2, 3, 5].

*Работа выполнена за счет средств государственного задания (АААА–А21–121012190019–9)*

### **Список литературы**

1. Евстропьева О.В. Байкальский регион в международной и национальной системе туризма / отв. ред. Л.М. Корытный. – Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2022. – 331 с.
2. Евстропьева О.В., Бардаш А.В., Будаева Д.Г. Методологические подходы к туристско-рекреационной дифференциации территорий с особыми условиями использования // Современные проблемы сервиса и туризма, 2019. – № 1. – С. 7-22.
3. Евстропьева О.В. Рекреационно-географические исследования для планирования развития туризма на уникальных природных территориях // Современные проблемы сервиса и туризма, 2018. – № 3. – С. 7-21.
4. Клейнер Г. Б. Эволюция институциональных систем. – М.: Наука, 2004. – 240 с.
5. Корытный Л.М., Евстропьева О.В. О разработке правил организации туризма и отдыха в центральной экологической зоне Байкальской природной территории // Современные проблемы сервиса и туризма, 2018. – № 3. – С. 31-42.
6. Норт Д. Институты, институциональные изменения и функционирование экономики. – М.: Фонд экономической книги “Начала”, 1997. – 180 с.
7. Оценка туристского потока (с 2022 г.) – Росстат. – URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/turizm>
8. Число коллективных средств размещения // ЕМИСС. Государственная статистика. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31579>; Число мест в коллективных средствах размещения. – ЕМИСС. Государственная статистика. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/31583>
9. Williamson O. The New Institutional Economics: Taking Stock Looking Ahead / O. Williamson // Journal of Economic Literature. – 2000. – Vol. 38, № 3. – P. 595–613.

УДК 911.3

## **СОЦИАЛЬНОЕ САМОЧУВСТВИЕ НАСЕЛЕНИЯ МАЛОГО ГОРОДА / (НА ПРИМЕРЕ СВИРСКА)**

**Ипполитова Н.А.<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, nina-ip@list.ru*

<sup>2</sup>*Иркутский государственный университет, Иркутск*

## **SOCIAL WELL-BEING OF THE POPULATION OF A SMALL TOWN (ON THE EXAMPLE OF SVIRSK)**

**Ippolitova N.A.**

<sup>1</sup>*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, nina-ip@list.ru*

<sup>2</sup>*Irkutsk State University, Irkutsk*



## **Введение**

Малые города были и остаются доминирующей формой расселения в нашей стране. В России по состоянию на 2022 г. насчитывалось 1117 городов, из которых около 800 малых, т. е. это 3/4 всех российских городов. В Иркутской области к категории малых городов относится 16 поселений из 22 или 73 % [2].

Малые города обладают различными уникальными ресурсами, прежде всего рекреационными, историко-культурными, являются центрами народных ремесел, паломнических объектов, наличием привлекательных природных ландшафтов, все это способствует локализации образа жизни местного населения, определяет повышенное влияние природно-исторического потенциала малого города на его (население) жизнедеятельность, что ведет к серьезным диспропорциям в социальном развитии [3]. Кроме этого, малые города выполняют целый комплекс народно-хозяйственных функций используя для развития все имеющиеся у них возможности. Совокупность различных факторов способствует формированию особого социокультурного пространства малого города

Социально-экономическая уценка условий населенного пункта, чаще всего производится с использованием различных статистических показателей, однако наиболее важно получить оценку социокультурного пространства, что можно сделать через проведение анкетирования. Именно социологический опрос является одним из методов изучения самочувствия населения и оценки его жизнедеятельности. Т.е. социальное самочувствие населения – это индикатор реакции на социально-экономические условия жизни и изменения, которые затрагивают все сферы деятельности человека.

## **Объекты и методы**

Для исследования был выбран город Свирск. Это город с развитой инженерной инфраструктурой, транспортной сетью, коммунальным хозяйством и жилым фондом, с разветвленной сетью социальных объектов, обеспечивающих жизнедеятельность города. Кроме того, Свирск один из немногих малых городов, который сохранил основную часть промышленных объектов. Город находится в стороне (в 20 км к востоку) от Транссибирской железнодорожной магистрали и федеральной автодороги «Байкал» (Новосибирск-Иркутск). С Транссибом он связан железнодорожной веткой, проложенной от станции Черемхово до станции Макарьево (19 км), по которой в настоящее время осуществляются только грузовые перевозки. С федеральной автодорогой Р255 «Сибирь» город связан несколькими дорогами, проходящими через д. Касьяновка и Черемхово (около 20 км), а также через с. Бархатова и пос. Михайловка (22 км). Свирск имеет пассажирское сообщение (автобусами и маршрутными такси) с районным и областным центрами. Расстояние от Свирска до Иркутска по автодороге — 158 км, по железной дороге — 150 км. Имеется и речное сообщение между правым и левым берегами Ангары.

Анкетирование (анонимное) проводилось в 2022 г, в нем приняли участие 75 жителей города. Анкета состояла из 27 вопросов, касающихся характеристик состояния социально-экономического положения. Респонденты в возрастной категории от 17 до 60 лет, большая доля – молодежь (21-30лет), среди которых преобладали женщины. Большая часть принявших участие в анкетировании проживает в городе более 20 лет. Это свидетельствует о том, что население города постоянное, такое явление можно объяснить некой изолированностью города от важных транспортных путей, ведь город Свирск находится в удалении от Транссибирской магистрали и от автомагистрали М-53. Большая часть опрошенного населения (77%) работающие.

## **Результаты**

Уровень дохода уступает среднеобластным показателям, самая распространенная зарплата от 20 тыс. до 30 тыс. руб., средняя заработная плата по региону почти в два раза выше (61 тыс. руб.). Экономика малого города представлена в основном малым бизнесом, т.е. предприятиями, где работают менее 50 человек и где зарплата меньше по сравнению с размером оплаты за аналогичный труд на крупном предприятии. По сферам занятости почти половина опрошенных это деятели сферы просвещения и культуры - 42%, представители сферы промышленности — 16%, торговли, услуг и государственного управления — 42%. Более половины - 56 % респондентов не состоят в браке. Большая часть респондентов довольны своим местом работы (51%), но при появлении лучших вариантов – смели бы ее (39%).

Стоит отметить, что в вопросе «Вы удовлетворены своим материальным положением?» большинство участников показали неудовлетворённость своим финансовым состоянием. Ответ «Скорее нет, чем да» 41% зафиксирован среди респондентов; «Скорее да, чем нет» 30%; абсолютно неудовлетворенных было - 11%. Примечательно, как они оценили изменение своего уровня жизни за последние 5 лет. В ходе анализа выявлено, что 45% жителей города стали жить лучше, у 36% опрошенных не произошло явных изменений, а 8% стали жить хуже. При оценке экономического положения города 53% респондентов ответили, что оценивают его как «среднее», 15% - «Хорошее», 17% - «Плохое». По этим данным можно сказать, что чуть менее половины опрошенных жителей живут в режиме экономии финансовых ресурсов.

Очень важной для малых городов является развитие социальной сферы и городской среды. Недостаточное развитие социальной сферы, уровня благоустройства городов, однообразие, а порой унылость архитектурного облика, неразвитость городской культуры — все, это характерно не только для подавляющего большинства малых городов, но и для многих крупных центров [1].

Среди группы вопросов о развитии социальной сферы респонденты отметили тот же круг проблем, что и был выделен нами в предыдущих исследованиях (рис. 1) [2], это низкий уровень развития здравоохранения (результат его реформирования) и состояние дорожного покрытия. По качеству состояния домов, в которых проживают респонденты, ответы были больше половины положительными (рис. 2), так же более половины респондентов полностью довольны количеством объектов культуры.

При ответе на вопрос «Согласны ли вы с тем, что местные власти много делают для благополучия жителей вашего города?» более половины опрошенных положительно оценивают работу местной власти и соответственно 71 % респондентов полностью или частично согласны, что город удобен для жизни. Затруднение у опрошенных вызывает вопрос о том, что необходимо городу для комфортного проживания, мнения значительно разошлось (23% - работа общественного транспорта; по 18% - капитальный ремонт домов и благоустройство дворов; 17% - чистота города и дворов; 24% - затруднились дать ответ).

Как весьма тревожный факт следует отметить, что лишь у 23% респондентов среди опрошенных есть средства только на продукты питания, 54% могут позволить себе одежду и питание и только 19% могут приобрести товары длительного пользования.

В анкете использовались вопросы о путешествиях, ответы показали, что больше половины анкетированных не путешествуют (62%) или делают это один или два раза в год (19% и 8%). По регионам путешествия, опрашиваемые посещают в основном регионы страны (37%), а также выбирают соседние (Республика Бурятия, Красноярский край) и наиболее «раскрученные» регионы (Краснодарский край, Республика Крым) (32%). В подавляющем большинстве респонденты проводят свое свободное время в семейном кругу, у друзей или родственников (69%). В определенной степени на структуру использования свободного времени оказывает влияние материальное положение семей.



Рис 1. Распределение респондентов по ответу на вопрос: «Обозначьте, пожалуйста, на какие проблемы, по Вашему мнению, администрации города необходимо обратить внимание в первую очередь?», % к числу опрошенных

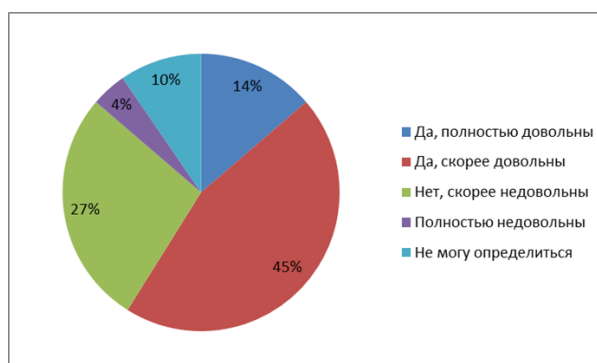


Рис 2. Довольны ли вы состоянием дома, в котором вы живете (внешний вид, коммуникации, состояние подъездов, лифтового хозяйства и т.п.)?

## Выводы

Подводя итог можно выявить отношение жителей Свирска к социально-экономическому положению своего города. Большинство респондентов положительно оценивают экономическую ситуацию в городе и свою жизненную ситуацию. Наиболее острыми для населения являются такие проблемы: уровень развития здравоохранения; относительно низкий уровень доходов; ограниченный рынок труда в выборе ра-

боты или отсутствие рабочего места. Несмотря на выделенные проблемы в городе более 80% среди опрошенного населения положительно оценивают изменения в жизни города за последние пять лет. Наиболее заметные изменения к лучшему респонденты отмечают в благоустройстве города, что связывают с работой администрации, которой удалось добиться значительных успехов за счет синхронизации нескольких бюджетных направлений. Это федеральные и региональные программы - «Инициативные проекты», «Народные инициативы», «Комфортная городская среда». По программе «Комфортная городская среда» в Свирске обустроили больше 90 % дворов. В 2020 г. проект комплексного развития прибрежной территории Ангары «Свирская Ривьера» был признан победителем Всероссийского конкурса лучших проектов создания комфортной городской среды в малых городах и исторических поселениях и получил дополнительное финансирование в размере 40 млн руб. В 2024 году город получит дополнительное финансирование (45 млн руб.) как победители конкурса лучших проектов создания комфортной городской среды в малых городах и поселениях. Все это оказывает положительное влияние на развитие малого города, что подтверждает проведенная оценка социального самочувствия населения.

*Работа выполнена за счет средств государственного задания (АААА–А21–121012190019–9)*

### **Список литературы**

1. Артамошин А.Н., Тихий В.И. Проблемы малых городов // Естественные и гуманитарные науки в современном мире: материалы Международной научно-практической конференции, Орёл, 01–03 июня 2022 года. – Орёл: Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева, 2022. – С. 237-240
2. Ипполитова Н.А. Пространственная динамика численности населения малых городов сибирских регионов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2023. – № 1(217). – С. 70-78.
3. Кодина И.Н. Малый город: определение границ и типологии // Личность. Культура. Общество. 2009. Том XI. Вып. 4. № 51–52. – С. 429–433.

УДК 314.7(571.53)

## **СТРУКТУРНЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОСЁЛКОВ ГОРОДСКОГО ТИПА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Карань Е.С., Зеленьюк Ю.М.**

*Иркутский государственный университет, Иркутск, Россия,  
shine\_800@mail.ru, zelenyuk.jm@yandex.ru*

## **STRUCTURAL AND FUNCTIONAL CHANGES IN URBAN-TYPE SETTLEMENTS OF THE IRKUTSK REGION**

**Karan E.S., Zelenyuk Yu.M.**

*Irkutsk State University, Irkutsk, Russia, shine\_800@mail.ru, zelenyuk.jm@yandex.ru*

Геодемографическое развитие территорий России в постсоветский период характеризуется разнонаправленностью, пространственной неоднородностью и изменчивостью [1]. На локальном уровне (в рамках одного региона) разновекторную траекторию развития приобретают разные типы населенных пунктов: городские и сельские, крупные и малые, с центральным и периферийным географическим положением и т. д.

Иркутская область, для которой в советский период был характерен преимущественно экстенсивный путь урбанизации, связанный с индустриализацией региона, столкнулась на рубеже XX–XXI вв. с целым комплексом социально-экономических проблем, вызванных изменением характера урбанизации. Данное исследование затрагивает наиболее значимые для районной системы расселения элементы – посёлки городского типа (пгт), так как именно они выступают основными пространственно-организующими центрами территорий и существенно влияют на развитие низовых звеньев расселения.

В целом демографическая и структурная динамика поселков городского типа последние три десятилетия в Иркутской области была отрицательной. Существенную роль в сокращении численности пгт сыграло преобразование поселков городского типа в сельские населенные пункты. Если в конце советского периода их количество достигало 66, то по переписи 2002 г. – 55, а в настоящее время – 44. Этот процесс имел два максимума, соответствующих реформам начала 1990-х годов и муниципальной реформе 2004 г. [2]. Таким образом, преимущества статуса сельских поселений послужили стимулом для перевода 21 пгт в сельские поселения. Общая численность населения, проживающего в пгт, под влиянием административных преобразований, демографической убыли и миграционного оттока за последние 20 лет сократилась на 44 тыс. чел. В связи с этим структурные изменения затронули все основные группы пгт по людности. Сократилось число пгт из категории 5–10 и 3–5 тыс. чел., их переход в менее людные категории особенно заметен для северной полосы расселения Иркутской области (рис.1).

Кажущаяся на первый взгляд тенденция сохранения количества самых малых пгт (менее 3 тыс. чел.), с одной стороны, объясняется переходом пгт из вышестоящих категорий, с другой стороны, расплывчатостью критерия данного типа. Реальная же геодемографическая картина показывает сокращение численности населения, особенно в северных районах. Так, например, в Бодайбинском районе Иркутской области численность населения в малых пгт с 2002 по 2022 гг. сократилась на 44 %.

Анализ функциональных изменений посёлков городского типа позволяет говорить о том, что сохранение индустриального типа поселений характерно преимущественно для пгт, специализирующихся на отраслях горнодобывающей промышленности (добыча золота, соли, строительного сырья и т.д.) или для базовых отраслей обрабатывающей промышленности, находящихся в тесной связке с сырьевым фактором (лесная и деревообрабатывающая промышленность, пищевая) (см. рис. 1). Однако в связи с монопрофильностью таких поселений все они являются выражено депопулирующими. Другая часть градообразующих предприятий пгт оказалась закрытой, повлияв на деиндустриализацию таких поселений, как Мишелевка Усольского района (Хайтинский фарфоровый завод), Михайловка Черемховского района (Завод огнеупорного кирпича) или на существенное снижение диверсификации отраслевой структуры хозяйства поселения (Залари, Качуг и т. д.). Наиболее стабильными в системе расселения являются крупные пгт, полифункциональные по типу с сохранённым демографическим потенциалом.

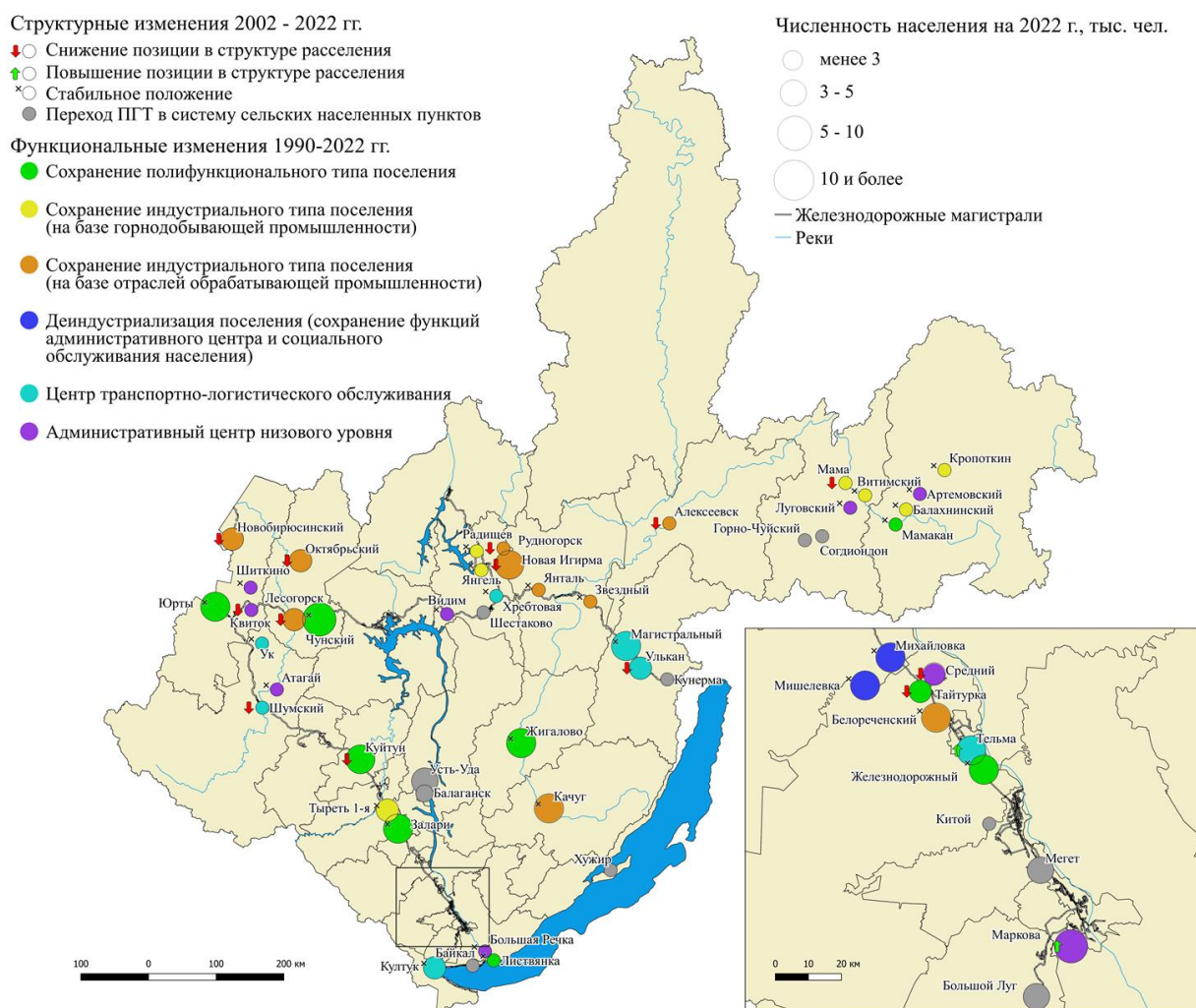


Рис. 1. Структурные и функциональные изменения поселков городского типа Иркутской области.

Ярко выраженные депопуляционные тенденции в структуре пгт ставят вопрос о дальнейшей трансформации структуры людности этих поселений. Расчёты методом экстраполяции с использованием экспоненциальной функции на среднесрочную перспективу (2040 г.) показывают практически повсеместное сокращение численности населения пгт, особенно в северных районах области, и переход части пгт из категории 5-10 тыс. в ранг 3-5 тыс. чел. Относительно стабильная или положительная динамика в посёлках городского типа будет характерна для зоны Иркутской агломерации (Маркова, Листвянка, Большая Речка) и некоторых аграрно-индустриальных районов зоны Транссибирской магистрали (Тыреть, Залари и т.д.)

за счет миграций из ближайших сельских населённых пунктов. Значительное увеличение численности населения пгт Маркова в непосредственной близости от Иркутска (за последние 10 лет почти в 3 раза) и большой прогнозный прирост может потребовать административного регулирования [3]. Прогноз функциональных изменений в системе пгт Иркутской области сделать достаточно сложно, так как анализ программ развития поселений показывает, что приоритетными остаются задачи развития малого бизнеса или модернизации существующих производств, что не может существенно изменить демографическое и социально-экономическое развитие данных территорий. К тому же ряд поселений не имеют программ перспективного развития. Поэтому можно допустить, что в среднесрочной перспективе взаимосвязь социально-экономических и демографических факторов останется прежней.

Таким образом, результаты проведенного исследования показывают:

1) Количественные изменения в структуре городского расселения затронули только поселки городского типа, численность которых сократилась на треть по сравнению с советским периодом. В иерархической структуре расселения в категорию сельских перешли преимущественно центры подрайонной системы.

2) Функциональные изменения посёлков городского типа в большинстве своем не повлекли за собой кардинальных изменений функциональных типов поселений, но привели к сокращению отраслей специализации в населённых пунктах или их роли в экономике района.

3) Большинство посёлков городского типа являются либо монофункциональными, либо не имеют ярко выраженной производственной специализации и выполняют преимущественно административные функции, что делает их в сложившихся социально-экономических условиях особо уязвимыми.

### Список литературы

1. Кириллов П.Л. Региональное геодемографическое прогнозирование (методика и опыт практических разработок): автореф. дис... канд. геогр. наук. – М., 2013. – 22 с.

2. Оценка современных факторов развития городов и урбанизационных изменений в Сибири / Л. А. Безруков [и др.]; отв. ред.: Л.М. Корытный, Н.В. Воробьев; Рос. акад. наук, Сиб. отд-ние, Ин-т географии им. В. Б. Сочавы. Новосибирск: Академ. изд-во «Гео», 2011. – 211 с.

3. Карань Е. С., Зеленюк Ю. М. Демографическое прогнозирование городских систем расселения Иркутской области // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. «Социально-экономическая география: теория, методология и практика преподавания «Шестые Максаковские чтения». – М., 2021. – С. 205–208.

УДК 332.3; 551.588.7

## ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

**Б.А. Красноярова, С.Н. Шарабарина, А.Е. Назаренко, Т.Г. Плуталова**

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, bella@iwep.ru*

## OPPORTUNITIES TO REDUCE THE CARBON FOOTPRINT IN AGRICULTURE

**B.A. Krasnoyarova, S.N. Sharabarina, A.E. Nazarenko, T.G. Plutalova**

*Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, bella@iwep.ru*

### Введение

Угроза изменения климата, признанная одной из глобальных проблем современности [5], требует разработки и реализации адекватных мер по обеспечению климатической безопасности, поиску управленческих решений и смягчению возможных последствий. Среди научных подходов к измерению выбросов парниковых газов и управлению ими активно используется концепция углеродного следа (carbon footprint), который понимается как совокупность всех выбросов парниковых газов, произведенных прямо и косвенно отдельным человеком, организацией, предприятием или определенной продукцией [9].

Изучению углеродного следа в сельском хозяйстве посвящено относительно небольшое количество исследований по сравнению с аналогичными исследованиями углеродного следа в промышленности, транспорте и других секторах экономики. В российской научной литературе можно отметить работы О.Э. Суховеевой [6, 8], Д.В. Карелина [1], А.С. Строкова [7], Н.Ю. Нестеренко [3], А.Е. Кудрявцева [2] и др.

Цель настоящего исследования состоит в оценке углеродного следа сельскохозяйственных предприятий и поиске возможностей его снижения при разных технологических решениях и структурах землепользования.

### Материалы и методы

В качестве модельных объектов исследования выбраны сельскохозяйственные предприятия Алтайского края, расположенные в разных природных зонах: ИП «Дайрабаев М.М.», АО «ПЗ "Бурлинский"» (Бурлинский район, сухостепная зона), КФХ «Тузовский Я.М.» (Заринский район, лесостепная зона), ООО «Агро-Сибирь» (Смоленский район, предгорная степная зона).

Оценка углеродного следа сельского хозяйства в CO<sub>2</sub>-эквиваленте проведена с помощью углеродных калькуляторов Cool Farm Tool, AgRe-Calc, Farm Carbon и Ex-Act V9.4, и с использованием Методических рекомендаций Минприроды РФ [4] (далее – Методика Минприроды). Углеродные калькуляторы – это принятые в международной практике программы расчета выбросов парниковых газов, разработанные преимущественно для фермеров, занимающихся растениеводством или животноводством. В основе расчета выбросов парниковых газов как посредством углеродных калькуляторов, так и Методики Минприроды лежат Руководящие принципы по национальным инвентаризациям парниковых газов МГЭИК с дополнениями и обновлениями, а также базы данных различных исследований выбросов парниковых газов национального уровня.

Каждый из калькуляторов рассчитывает четыре основных составляющих углеродного следа растениеводства: обращение с растительными остатками, внесение удобрений, защита посевов, сжигание топлива. Методика Минприроды включает также в углеродный след растениеводства прямые выбросы азота при внесении в почву азотных удобрений, косвенные выбросы азота (улетучивание азота в процессе внесения удобрений) и выбросы азота в процессе разложения поступающих в почву поверхностных и корневых остатков сельскохозяйственных культур.

Углеродный след растениеводства в модельных районах оценен как в абсолютных значениях (тонн CO<sub>2</sub>-экв.), так и в удельных единицах на единицу площади и тонну продукции (кг CO<sub>2</sub>-экв/га и кг CO<sub>2</sub>-экв/т продукции) в связи с разной структурой и величиной посевных площадей в хозяйствах и различной урожайностью. Влияние урожайности на углеродный след проявляется в том, что при повышении урожайности увеличивается зеленая масса сельскохозяйственных культур и, следовательно, масса растительных остатков.

Углеродный след животноводства оценивался с использованием того же инструментария, который был применен для растениеводства. Структура углеродного следа при выращивании крупного рогатого скота в условиях стойлового содержания включает в себя выбросы CH<sub>4</sub> от внутренней ферментации, а также выбросы CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O, образующиеся при разложении животноводческих отходов.

Проведенные авторами оценки углеродного следа основаны на данных, полученных в ходе экспедиционных исследований в июле 2023 г. С применением данных дистанционного зондирования земли были созданы карты сельскохозяйственных угодий. По результатам анкетирования специалистов предприятий составлена база данных показателей для оценки углеродного следа.

Таблица

Сводные результаты оценок удельного углеродного следа растениеводства (в числителе – кг CO<sub>2</sub> экв/га, в знаменателе – кг CO<sub>2</sub> экв/т продукции)

| Культуры                          | ИП «Дайрабаев М.М.»            | АО «ПЗ "Бурлинский"»           | КФХ «Тузовский Я.М.»            | ООО «Агро-Сибирь»             |
|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|
| Пшеница яровая                    | 399,93-546,82<br>148,61-210,32 | 153,34-216,39<br>511,59-721,97 | 665,71-846,84<br>246,56-313,64  | 229,71-399,73<br>55,49-96,55  |
| Ячмень                            | –                              | 154,57-226,32<br>309,15-452,64 | 549,09-610,25<br>183,03-203,42  | 253,09-431,35<br>56,76-96,73  |
| Гречиха                           | –                              | –                              | 414,52-542,73<br>592,17-775,33  | 118,5-283,23<br>67,33-160,92  |
| Подсолнечник                      | 218,21-355,01<br>198,37-322,73 | 140,74-278,52<br>469,12-928,39 | –                               | 232,41-522,0<br>76,20-171,14  |
| Рапс                              | –                              | –                              | 677,46-1010,48<br>356,56-531,83 | 159,29-574,75<br>64,76-233,66 |
| Сенаж                             | 513,96-554,02<br>64,24-69,25   | 339,21-349,12<br>226,14-232,75 | –                               | 154,31-351,97<br>53,21-121,38 |
| Суданская трава (суданское сорго) | 238,75-509,74<br>71,25-145,64  | –                              | –                               | –                             |
| Лён                               | 399,07-488,64<br>332,56-407,20 | –                              | –                               | –                             |
| Кукуруза (силос)                  | –                              | 101,91-210,11<br>25,48-52,53   | –                               | –                             |
| Горох                             | –                              | –                              | 376,06-586,29<br>188,03-293,15  | –                             |
| Пшеница озимая                    | –                              | –                              | –                               | 228,68-398,70<br>55,78-97,24  |
| Соя                               | –                              | –                              | –                               | 189,85-349,27<br>99,41-344,70 |
| Люцерна                           | –                              | –                              | –                               | 361,71-856,40<br>32,12-76,05  |

Примечание. В таблице указаны минимальные и максимальные значения углеродного следа, полученные по результатам расчета на калькуляторах Cool Farm Tool, AgRe-Calc, Ex-Act, Farm Carbon Calculator, а также по Методике Минприроды. Знак «–» означает отсутствие в сельхозпредприятии данной культуры.

**Результаты и их обсуждение.** Результаты оценок углеродного следа растениеводства модельных предприятий представлены в таблице.

Анализ полученных результатов показал, что ведение деятельности в различных природных условиях в границах Алтайского края не оказывает определяющего влияния на величину углеродного следа сельского хозяйства. Так, два предприятия, расположенные в близких условиях Бурлинского района, имеют совершенно разные показатели. В АО «ПЗ "Бурлинский"» при малом внесении удобрений и средств защиты посевов (из-за финансовых сложностей предприятия) и соответственно низкой урожайности отмечается низкий углеродный след на 1 га площади в сравнении с ИП «Дайрабаев М.М.» с высокой интенсификацией производства. В то же время удельный углеродный след на 1 тонну продукции значительно выше в АО «ПЗ "Бурлинский"» (пшеница яровая, подсолнечник, сенаж). Таким образом, с точки зрения нагрузки углеродного следа на 1 га посевной площади культуры могут быть карбоноёмкими, но с позиций производства – иметь минимальный углеродный след, что делает возможным снижение углеродного следа сельскохозяйственной продукции за счет интенсификации производства.

Результаты оценки показали, что углеродный след определяется набором культур, объемом и составом применяемых удобрений, а также особенностями технологического процесса (применяемой техники, способов обработки почвы, обращения с растительными остатками, защиты посевов). Например, в целом, меньший углеродный след (на 1 га) образуется при выращивании пшеницы, ячменя, подсолнечника. При внесении значительных доз азотных удобрений для получения высокой урожайности общий углеродный след увеличивается, а при производстве кормовых культур в структуре углеродного следа преобладают выбросы N<sub>2</sub>O от разложения растительных остатков. Таким образом, объем выбросов может регулироваться путем изменения структуры посевных площадей и/или усовершенствования технологии производства.

Структура углеродного следа при разведении крупного рогатого скота в условиях преобладающего стойлового содержания включает выбросы CH<sub>4</sub> от внутренней ферментации, а также выбросы CH<sub>4</sub> и N<sub>2</sub>O, образующиеся при разложении навоза. В углеродном эквиваленте объем выбросов составил (т CO<sub>2</sub> экв/голову в год): ООО «Агро-Сибирь (1,67–2,68), ИП «Дайрабаев М.М.» (1,74–3,39), АО «ПЗ "Бурлинский"» (2,18–3,51). Во всех модельных предприятиях углеродный след животноводства в первую очередь зависит от структуры рациона скота и имеет потенциал к снижению.

#### **Выводы**

Проведенное исследование показало, что основными факторами, влияющими на величину углеродного следа растениеводства, выступают спектр выращиваемых культур; способы обращения с растительными остатками; состав, количество и методы внесения удобрений и средств защиты растений; особенности технологического процесса, в частности количество операций и парк применяемой техники, определяющие расходы топлива.

Основными факторами, определяющими величину углеродного следа животноводства, являются особенности содержания скота и рациона питания. На всех рассматриваемых предприятиях при преимущественно стойловом содержании скота углеродный след животноводства в первую очередь зависит от структуры рациона скота и имеет тенденцию к снижению путем изменения рациона.

Объем выбросов парниковых газов можно регулировать (снижать) также путем совершенствования структуры землепользования и/или технологических процессов сельскохозяйственного производства.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках проекта «Трансформация системы землепользования как инструмент регулирования углеродного баланса аграрного региона» (23–27–00253).*

#### **Список литературы**

1. Карелин Д.В., Суховеева О.Э., Золотухин А.Н., Лунин В.Н., Куст Г.С. Современные исследования и мониторинг углеродного баланса на Курской биосферной станции Института географии РАН в рамках концепции нейтрального баланса деградации земель // Вопросы географии. – 2021. – № 152. – С. 253–280.
2. Кудрявцев А.Е. Ваганов Е.С., Шпис Т.Э., Канунников С.В., Локтионов В.А., Чубыкин А.А. Секвестрация углерода яровой пшеницей, льном масличным, яровым рапсом в разноплановых системах земледелия умеренно засушливой степи Алтая: Монография. – Барнаул: Азбука, 2023. – 59 с.
3. Нестеренко Н.Ю. Показатели оценки углеродного следа агропродовольственной системы // Экономика сельского хозяйства России. – 2023. – № 1. – С. 11–23.
4. Распоряжение Минприроды РФ от 16.04.2015 № 15-р «Об утверждении методических рекомендаций по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_256422/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_256422/) (дата обращения 18.06.2024).
5. РКИК ООН // Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата. 1992 [Электронный ресурс]. – [http://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/climate\\_framework\\_conv.shtml](http://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/climate_framework_conv.shtml) (дата обращения 18.06.2024).
6. Суховеева О.Э. Углеродные калькуляторы как инструмент для оценки эмиссии парниковых газов от животноводства // Докл. РАН. Науки о земле. – 2021. – Т. 497, № 1. – С. 96–102.

7. Строков А.С. Эмиссия парниковых газов при производстве растениеводческой продукции // Вестник РАН. – 2021. – Т. 91, № 3. – С. 265–272.

8. Sukhoveeva O., Karelin D., Lebedeva T., Pochikalov A., Ryzhkov O., Suvorov G., Zolotukhin A. Greenhouse gases fluxes and carbon cycle in agroecosystems under humid continental climate conditions // Agriculture, Ecosystems & Environment. – 2023. – Vol. 352. – P. 108502.

9. Wright L., Kemp S., Williams I. «Carbon footprinting»: towards a universally accepted definition // Carbon Management. – 2011. – Vol. 2 (1). – P. 61–72.

УДК 338. 984

## ЭКОНОМИКА И ПРИКЛАДНОЙ АСПЕКТ УЧЕНИЯ О ГЕОСИСТЕМАХ

**В.Н. Лаженцев**

*Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера ФИЦ Коми НЦ УрО РАН,  
г. Сыктывкар, vnl1940@gmail.com*

## ECONOMICS AND APPLIED ASPECT OF THE STUDY ABOUT GEOSYSTEMS

**V.N. Lazhentsev**

*Institute of Socio-Economic and Energy Problems of the North Federal Research Center Komi Scientific  
Center Ural Branch RAS, Syktyvkar, vnl1940@gmail.com*

*Учение о геосистемах относится к одной из основополагающих дисциплин прикладной науки будущего о принципах и методах изменения земной поверхности в нужном для человека направлении. По мере становления она все более будет играть роль движущей силы дальнейших экономических и социальных сдвигов во всем мире.  
Академик В.Б. Сочава [8, с. 7].*

### **Введение**

Эпиграф отражает общую идеологию географических исследований Института географии СО РАН, сформированную в 60–70 гг. прошлого века. Ее влияние на авторские позиции в географии и региональной экономике было опосредовано идеями В.В. Воробьева, К.П. Космачева, В.А. Кротова, Ю.П. Михайлова, А.А. Недешева, В.П. Шоцкого и других экономико-географов того времени. Профильное содержание их трудов (демография и заселение Сибири, пионерное освоение тайги и географическая экспертиза, размещение производительных сил и формирование особого восточно-сибирского типа хозяйства, учет природных условий и ресурсов в развитии отраслей и межотраслевых комплексов) обрамлялось именно конструктивным подходом к оценке взаимосвязей между природой и обществом как специфическим предметом плановой экономики. Конструктивизм в качестве исследовательской технологии распространялся и на формирование экономического механизма рационального природопользования в соответствии с учением о геосистемах, что до сих пор остается актуальным и еще более проблемным звеном, но уже экономики рыночной.

**Значение учения о геосистемах для экономической науки.** В трактовке академика В.Б. Сочавы геосистемы представляют собой «земные пространства всех размерностей, где отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и как определенная целостность взаимодействуют с космической сферой и с человеческим обществом» [8, с.292]. Опираясь на данное определение геосистем и широко представленную тематику их изучения, выделим ряд положений, играющих в экономической науке роль исходной позиции:

- метод систематизации природных объектов, явлений и процессов на основании пространственных различий в их «материально-энергетической активности»<sup>1</sup> является универсальным для всех географических наук, включая социально-экономическую географию;

- взаимосвязка природных и общественных географических систем примерно одинаковой территориальной размерности вполне правомерна и соответствует принципам сбалансированного социально-экономического развития. Она предполагает сопоставление природного (условия и ресурсы) потенциала геосистем с перспективами развития территориально-хозяйственных комплексов, но исключает тотальную трактовку геосистемности, тем более без фиксации различий между законами развития природы и общества;

- развитие гео- и биотехнологий и особенно геоинформатики усиливает значение в структуре народного хозяйства страны природно-технических комплексов с параметрами, заданными как «*порядком связей элементов геосистем*», так и общественными формами организации производства.

<sup>1</sup> Здесь и ниже курсивом выделены ключевые слова из указанной книги В.Б. Сочавы.



**Перевод геосистемных теорий в плоскость практики.** Методологию и методы такого перевода В.Б. Сочава определил, как главное содержание прикладной науки. Ее экономическая сторона весьма четко зафиксирована в объяснении смысла *«сотворчества человека с природой через систему мероприятий по развитию потенциальных сил природы»*. Для конкретизации содержания сотворчества В.Б. Сочава использовал наряду с физико-географическими теориями экономико-географические концепции энергопроизводственных циклов [4] и обмена веществ между обществом и природой в рамках ресурсных циклов [5]. В последующем в таком же ключе формировалась гипотеза геоэкономического воспроизводственного процесса [6], а также идея о территориализации общества [3].

Прикладной характер учения о геосистемах наглядно проявляется в самой географической деятельности учреждений, занятых ландшафтным проектированием, землеустройством, территориальным планированием, созданием мелиоративных и других природно-антропогенных систем. Однако в перечисленном экономика представлена главным образом как фактура производства (наличие материально-технических объектов и технологических процессов). Автор же пытается оттенить значение экономики в качестве механизма реализации геосистемных положений.

**Природные объекты в системе экономических отношений.** В условиях рыночной экономики все более практический характер приобретает положение о том, что стоимость национального и даже мирового товарооборота в конечном счете определяется совокупностью потребностей людей, включая и потребность в приемлемой для жизни окружающей среде. Стоимость даже единичного товара не собирается из частей (отдельных видов затрат), как кажется на первый взгляд, исходя из бухгалтерской калькуляции; она изначально образуется на рынке как целое, которое затем раскладывается на части, в том числе на охрану природы и воспроизводство ее ресурсного потенциала.

Введение геосистемного фактора в параметры общественного воспроизводства позволяет повысить достоверность значения указанной части затрат и отразить реальную картину экономики, когда истощение природного капитала и загрязнение окружающей среды существенно снижает совокупный доход общества, независимо от того, учитывается или не учитывается такое снижение в системе национальных счетов или другим образом. Рано или поздно процесс капитализации природных ресурсов войдет в общее русло нормативной экономики, поскольку сама практика рационального хозяйствования оценивает территорию и природные ресурсы как специфический экономический актив. Корректировка общих затрат становится необходимой именно в силу возрастающего значения охраны окружающей среды и воспроизводства ресурсного потенциала конкретных территорий.

Вектор такой корректировки определяется целенаправленной оптимизацией общественно необходимых затрат, включая денежный эквивалент природных ресурсов и природных рисков. Поэтому в классической экономической формуле «С+V+M» первая составляющая (С – материально-технические затраты) должна расти более быстрыми темпами, чем вторая (V – оплата труда) и третья (M – прибыль). Если правильно оценить движение в сторону «цифровой экономики»<sup>2</sup>, то окажется, что значительная часть затрат в рамках роста «С» должна приходиться на геоинформационные технологии как базовые в управлении недрами, лесами, водными и другими природными ресурсами, а также в мониторинге за состоянием окружающей среды.

Оптимизация общественно необходимых затрат предполагает также включение в воспроизводственный процесс всех полезных функций геосистем осваиваемых территорий. Приведем конкретный пример по экономике лесопользования [2]. В настоящее время стоимостные расчеты относительно леса проводятся главным образом ради определения суммы платежей: за использование лесными участками; по поводу получения права аренды или концессии участков лесного фонда; при определении эффективности систем ведения лесного хозяйства; при оценке экологического ущерба и эффективности природоохранных проектов и в некоторых других случаях. Рекреационная и истинная экологическая ценность лесов, ценность не древесных видов биоты в указанный список расчетов, как правило, не попадают.<sup>3</sup> Научная же позиция предполагает: если ареал определенной геосистемы имеет набор полезных свойств и качеств, учтенных в единицах физического измерения, то их совокупность должна иметь и стоимостную оценку, которая может служить базой для последующих, более конкретных, расчетов. Практический смысл такой позиции объясняется необходимостью накопления финансовых ресурсов, достаточных для воспроизводства природно-ресурсного потенциала геосистем и создания благоприятной для жизни людей окружающей среды.

<sup>2</sup> В понимании автора понятие «цифровая экономика» характеризует все виды экономической и социальной деятельности, которые имеют развитые информационно-телекоммуникационные технологии.

<sup>3</sup> Низкая плата за лесопользование в России специалистами зафиксирована так: «... в европейских странах доходность леса составляет от 100 до 300 евро/га, в России же в расчете на 1 га земель лесного фонда этот показатель не превышает – 33 руб./га (при обменном курсе руб./ евро – это эквивалентно 0,47 евро/га) [1, с. 52].

**Финансовый аспект геосистемной организации природопользования.** Многие проблемы геосистемной организации природопользования сейчас приходится адресовать маломощным в финансовом отношении субъектам хозяйствования, а это зачастую предопределяет тупиковый характер их рассмотрения. Для населения особенно ощутима финансовая слабость территориальных обществ самоуправления и муниципальных образований. Большая их часть не имеет средств на инженерно-геологические, геофизические и медико-биологические обследования проблемных земельных участков селитебной и промышленной местности. Поэтому объекты, жилые и производственные комплексы зачастую строятся без должного учёта метаболизма фаций, урочищ и других физико-географических единиц. Со временем они как бы заново оживают, активизируя тектонику, гидродинамику, эрозию и другие процессы, угрожающего характера. Государственные службы контроля реагируют на соответствующие чрезвычайные ситуации, когда они уже случились. Постоянный же мониторинг и предотвращение угроз – дело муниципалитетов, но для этого нужны средства. Региональные правительства также ограничены в финансовых ресурсах, а потому документы территориального планирования, районных планировок, земельного и лесного планирования обновляются редко и надолго выпадают из поля зрения государственного управления.

*Территориальное планирование.* Автор полагает, что планирование может считаться территориальным, если оно: учитывает территорию как операционную единицу; рассматривает хозяйство в качестве природно-социально-экономической системы; представляет территориальное хозяйство как способ рационального и скоординированного использования ресурсов общего пользования; придаёт территориально – хозяйственным системам свойства целеустремлённости и разумного поведения [6].

Геосистемность территориального планирования выражена в указанной публикации через сопряжение физико-географических и экономико географических единиц: 1) место – семья – дом - домохозяйство – домовладение; 2) местность – община – поселение – предприятие – сход; 3) физико - географический округ – территориальная общность людей – куст поселений – хозяйственный узел – муниципальное образование; 4) физико–географическая провинция – население – район расселения населения – территориально-хозяйственный комплекс – региональное правительство; 5) физико-географическая область – население – зона расселения населения – крупный экономический район – структуры управления делегированных полномочий. Каждый из пяти уровней природных и общественных геосистем имеет собственную проблематику природопользования и организации хозяйственной деятельности.

Общая же проблема заключается в том, что в настоящее время нет органа управления, который бы в полной мере использовал результаты географии и развивал потенциал геоинформатики, картографии, районного и ландшафтного проектирования, комплексной экспертизы и ряда других элементов управления территориальным развитием. На первых порах на местах (в регионах и муниципалитетах) целесообразно создать комиссии по вопросам территориального планирования; затем (если возникнут соответствующие предпосылки) в структуре регионального управления – комитеты по территориальному развитию, градостроительству и архитектуре; в окружных и районных муниципалитетах – аналогичные отделы. Так или иначе необходимо определить конкретный адресат востребования учения о геосистемах.

### Список литературы

1. Блам Ю. Ш., Машкина Л. В. Проблемы и перспективы развития лесного хозяйства и лесозготовительной промышленности // ЭКО. 2019. № 11. С. 45–62. DOI10.30680/ЕСО031–7652–2019–11–45–62.
2. Дмитриева Т.Е., Носков В.А., Тихонова Т.В., Харионовская И.В. Природный капитал территории активного лесопользования Республики Коми. – Ижевск: ООО «Принт», 2023. – 200 с.
3. Ишмуратов Б.М. Территориализация общества и геокультура // География и природные ресурсы. – 2009. – № 2. – С.101 – 109.
4. Колосовский Н.Н. Основы экономического районирования. – М.: Госполитиздат, 1958. – 200 с.
5. Комар И.В. Рациональное использование природных ресурсов и ресурсные циклы. – М.: Наука, 1975. – 212 с.
6. Лажнецов В.Н. Содержание, системная организация и планирование территориального развития. – Екатеринбург– Сыктывкар, 2014. – 236 с.
7. Никольский А.Ф. Геоэкономический воспроизводственный процесс: основы теории и принципы управления. – Иркутск: Изд-во Института географии СО РАН, 2004. –165 с.
8. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 319 с.

**ОСВОЕНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ВОСТОКЕ РОССИИ:  
ДИНАМИКА И СДВИГИ В 1990–2022 ГГ.****Т.В. Литвиненко***Институт географии РАН, г. Москва, Россия, e-mail: litvinenko@igras.ru***NATURAL RESOURCES DEVELOPMENT IN THE EAST OF RUSSIA:  
DYNAMICS AND SHIFTS IN 1990–2022****T. V. Litvinenko***Institute of Geography RAS, Moscow, Russia, e-mail: litvinenko@igras.ru***Введение**

В работах экономгеографов и экономистов неоднократно озвучивались тезисы о жизненной важности Сибири и Дальнего Востока с геополитических, экономических и иных позиций для существования российской государственности и для позиционирования страны в Большой Евразии; о природно-ресурсном потенциале востока России как одной из фундаментальных констант освоения и развития этой территории [2, 4, 5, 10].

Но развивались ли отрасли ресурсопользования в восточной части страны в постсоветский период опережающими темпами в силу российского «разворота на восток»? Произошел ли внутри страны сдвиг на восток в освоении ресурсов или, наоборот, тренды отраслей ресурсопользования развернулись там в обратном направлении? Несмотря на работы по развитию добывающих отраслей, лесной промышленности и рекреационной сферы в восточных регионах страны в постсоветский период [1–3, 6–9, 11], нет ясного ответа на поставленные вопросы.

Данная работа направлена на установление особенностей постсоветской динамики освоения природных ресурсов на востоке РФ через сравнение с общероссийскими трендами. Восточная (восток) России рассматривается как макрорегион объединяющий Восточносибирский и Дальневосточный экономические районы. Анализируется динамика освоения ресурсов: минеральных (нефти, газа, угля, золота), лесных (необработанной древесины), рекреационных за 1990–2022 гг. Изменение доли восточного макрорегиона в масштабах страны по использованию исследуемых ресурсов показывает, произошел или нет за постсоветский период сдвиг на восток в освоении этих ресурсов.

**Методы и материалы**

Материалами исследования послужили данные Министерства природных ресурсов РФ (запасы минеральных ресурсов, объемы добычи), Росстата (запасы и производство древесины), Ростуризма. Для анализа использовались натуральные показатели: вместимость коллективных средств размещения и численность обслуженных там граждан (сфера туризма), объемы добычи /производства (иные виды использования ресурсов).

Применялись сравнительно-географический и статистический методы исследований. В работе сопоставлялась направленность и интенсивность динамики отраслей ресурсопользования макрорегиона и РФ. Проведен сравнительный анализ доли (в %) востока РФ в российской добыче минеральных ресурсов и в производстве древесины за 1990 и 2022 годы. Сравнение показателей, характеризующих сферу туризма, проводилось между 2009 г. и 2022 г. Территориальные сдвиги в освоении ресурса определялись по росту или снижению в процентных пунктах доли востока в масштабах страны за 1990–2022 гг.

**Результаты и их обсуждение**

Восточная Россия обладает природно-ресурсным потенциалом для развития исследуемых видов ресурсопользования. На востоке сосредоточено около 80 % общероссийских запасов золота, 45 % – угля, менее 6% – нефти и газа (рассчитано по данным Минприроды за 2011 г.). На восточную Россию приходилось около 57% национальных запасов древесины на корню (по данным Росстата за 2010 г.). Территория обладает значительным рекреационным потенциалом, но его использование лимитируется рядом факторов [7].

В 1990–2022 гг. наблюдалась положительная динамика развития исследуемых добывающих отраслей. Темпы роста **добычи нефти** в стране и макрорегионе существенно различались. На востоке страны добыча нефти выросла в десятки раз, а в РФ – всего на несколько процентов. Доля восточной части страны в российской добыче нефти увеличилась с менее 1% в 1990 г. до 12% в 2022 г. (рис. 1). Высокие темпы роста наблюдались во всех нефтедобывающих регионах (Красноярский край, Якутия, Сахалинская и Иркутская области) из-за разработки новых крупных месторождений, возможностей экспорта через ввод в эксплуатацию нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан».

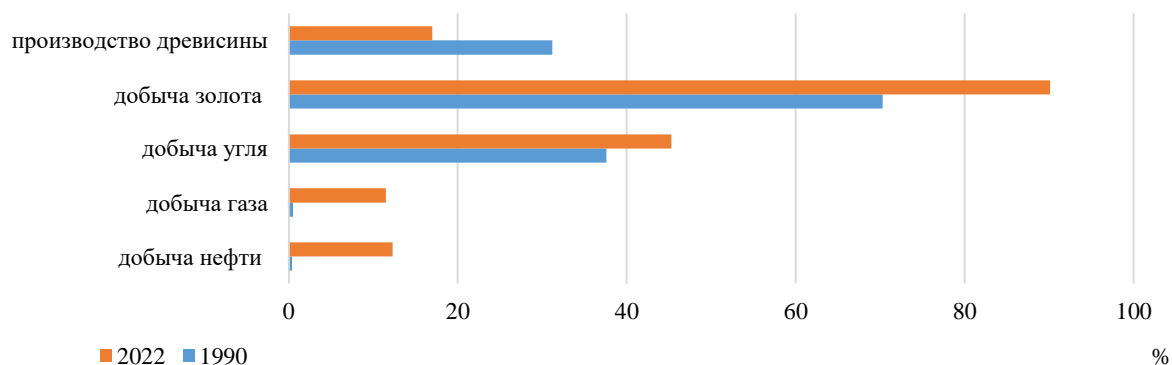


Рис. 1. Доля восточного макрорегиона в российских объемах добычи минеральных ресурсов и производства необработанной древесины в 1990 г. и 2022 г. (%)

Рост **добычи газа** в РФ составил всего несколько процентов за 1990–2022 гг. В восточной части страны добыча увеличилась в разы. Доля макрорегиона в российской добыче газа увеличилась на 11 процентных пункта: с 0,5 % в 1990 г. до 11,5 % в 2022 г. (рис. 1). В значительной степени это результат активного освоения крупных месторождений в основных газодобывающих регионах – Республике Саха и Сахалинской области с шельфом. Динамичному росту добычи способствовало расширение экспортных возможностей после запуска газопровода «Сила Сибири».

В 1990–2022 гг. **добыча угля** выросла в 1,2 раза в макрорегионе и на менее чем 1% в РФ. Доля восточной России в национальной добыче увеличилась за исследуемый период на 8 процентных пункта и составила около 45 % в 2022 г. (рис. 1). Наиболее высокими были темпы роста добычи там, где наблюдались более благоприятные транспортные условия освоения и близость к внешним рынкам сбыта; осваивались месторождения, имеющие большую промышленную ценность. Рост добычи и сдвиг на восток произошел за счет освоения крупных месторождений угля в основных угледобывающих регионах как Хакасия и Якутия (третье и второе место по добыче среди восточных регионов в 2022 г.).

За исследуемый период **добыча золота** на востоке России выросла в 2,4 раза, а в стране – немногим меньше. Доля макрорегиона в российской добыче увеличилась на 19 процентных пункта и составила около 90 % в 2022 г. (рис. 1). Рост наблюдался во всех регионах, включая лидеров золотодобычи: Красноярский край, Якутию и Магаданскую область. Особо высокими были темпы роста добычи там, где российскими и иностранными компаниями осваивались крупные рудные месторождения золота.

В 1990–2022 гг. **производство необработанной древесины** сократилось на 73 % в макрорегионе и на 48 % в стране. Доля восточного макрорегиона в российском производстве уменьшилась на 14 процентных пункта за исследуемый период. В 1990–2019 гг. доля макрорегиона незначительно увеличилась из-за меньшего чем в стране спада в этой отрасли. Но ситуация кардинально изменилась в 2019–2022 гг., когда производство сократилось сильнее на востоке РФ чем в стране в целом. Лесозаготовительная промышленность восточных регионах была во многом экспортоориентированной отраслью. Поэтому пандемия, неблагоприятные внешнеэкономические факторы, внутренние заградительные меры на вывоз необработанной древесины негативно повлияли на производство в восточных регионах, включая основные лесозаготовительные (Красноярский край и Иркутская область). Наряду с этим, внутреннее потребление продукции ЛПК также сократилось в последние годы. Негативные тенденции в отрасли в 2019–2022 гг. повлияли на снижение доли макрорегиона в национальном производстве древесины в итоге за постсоветский период.

Отсутствие статистических данных за 1990-е гг. не позволило сравнить **динамику туризма** на востоке страны с российскими трендами за 1990–2022 гг. Сопоставительный анализ показателей за 2009–2022 гг. показал, что рост числа мест в коллективных средствах размещения и рост численности обслуженных там российских граждан были на востоке России меньшими чем в стране в целом. А численность обслуженных иностранных граждан сократилась больше в макрорегионе чем в РФ. В итоге за 2009–2022 гг. доля восточной части страны уменьшилась в общероссийских показателях числа мест в коллективных средствах размещения и численности обслуженных там граждан. Суммируя результаты за 2009–2022 гг. и ранее опубликованные за 1995–2000 гг. и 2003–2009 гг. [7], можно утверждать, что в постсоветский период, несмотря на положительную динамику рекреационной отрасли в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке, сдвига на восток в развитии туризма не произошло. Более низкие темпы развития туризма в восточной России чем в стране – результат менее благоприятных природно-климатических условий и менее развитой инфраструктуры, удаленности восточных регионов от центральной части России и иных неблагоприятных факторов.

## Выводы

В постсоветский период в отраслях ресурсопользования наблюдалась разная динамика и разные сдвиги. Сдвиг на восток произошел в добыче исследуемых минеральных ресурсов. Наиболее сильно увеличилась доля макрорегиона в российской добыче нефти, газа и золота. Доля восточной России в добыче этих ресурсов в масштабах страны в 2022 г. превысила ее долю в их запасах (вдвое по нефти и газу). Активный рост добычи ценных ресурсов и сдвиг на восток в их освоении – результат освоения крупными российскими и международными компаниями новых месторождений, открытых в советский период, спроса на ресурсы на мировом рынке и со стороны Китая и других стран Восточной Азии, поддержки бизнеса со стороны государства через создание необходимой инфраструктуры.

Доля восточной России в российской добыче угля увеличилась не так сильно. Незначительными были различия между долей макрорегиона в российских запасах угля и долей в национальной добыче этого ископаемого сырья. Сравнительно небольшой рост добычи за 1990–2019 гг. на востоке страны – результат разнонаправленной динамики на региональном уровне. Среди основных угледобывающих регионов наблюдался как рост (пример Якутии, где осваивались новые месторождения коксующихся углей), так и спад добычи (пример Красноярского края и Иркутской области).

Сдвига на восток в освоении менее доходных природных ресурсов в 1990–2019 гг. не произошло. Спад в производстве древесины в восточном макрорегионе был большим чем в стране в целом, а рост мест в коллективных средствах размещения и обслуженных там лиц – меньшим чем в РФ. Доля восточной части страны снизилась в российском производстве древесины и в российских объемах туризма.

Разная динамика отраслей ресурсопользования в первую очередь определялась экономическим фактором (доходность от разработки ресурса и спрос на внешних и внутренних рынках). Наряду с этим, влиял ресурсный фактор, условия освоения, государственная поддержка и др. За рамками анализа остались особенности динамики ресурсопользования на разных этапах постсоветского периода. Представленные в работе сюжеты говорят о том, что ситуация могла сильно меняться во времени и зависела от внутренней и внешней социально-экономической обстановки освоения ресурсов.

## Список литературы

1. Антонова Н.Е. Лесной комплекс Дальнего Востока: есть ли задел под будущее развитие? // ЭКО. – 2019. – №5(539). – С. 27-47.
2. Антонова Н.Е., Ломакина Н.В. Природно-ресурсные отрасли Дальнего Востока: новые факторы развития // Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. – 2018. – Т. 11, № 1. – С. 43–56. DOI: 10.15838/esc.2018.1.55.3
3. Антонова Н.Е., Ломакина Н.В., Файман А.Д. Природно-ресурсный сектор Дальнего Востока России: «проклятие» или локомотив развития? / отв. ред. Н.В. Гальцева; Институт экономических исследований Дальневосточного отделения Российской Академии наук. – Хабаровск: ИЭИ ДВО РАН, 2022. – 336 с.
4. Безруков Л.А., Дружинин А.Г., Кузнецова О. В., Шупер В.А. Пространственное развитие России в контексте формирования Большой Евразии: факторы, векторы, приоритеты // Балтийский регион. – 2024. – Т. 16, № 2. – С. 18–40. DOI: 10.5922/2079-8555-2024-2-2
5. Безруков Л.А. Постсоветский синтез "проклятий" Сибири // Вопросы географии. Сб. 154: Преодоление "континентального проклятия": будущее Сибири. –М., 2022. – С. 60–100.
6. Евстропьева О.В. Байкальский регион в международной и национальной системе туризма. – Новосибирск: Сибирское отделение РАН, 2022. – 331 с.
7. Литвиненко Т.В. Динамика и территориальные сдвиги в развитии туризма на востоке России // Территориальная организация природы и общества Сибирского макрорегиона в условиях глобальной нестабильности: Материалы научных чтений, посвященных 100-летию Ю.П. Михайлова. – Иркутск, 2022. – С. 84-89.
8. Литвиненко Т.В. Постсоветская трансформация использования природных ресурсов в восточной части России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2010. – № 4. – С. 28–39.
9. Максанова Л.Б.- Ж., Хребтова Т.А., Бадмацыренов М.Б. Туризм в Дальневосточном федеральном округе: современное состояние и перспективы развития // Вестник Бурятского государственного университета. Экономика и менеджмент. – 2023. – № 3. – С. 65–75. DOI 10.18101/2304-4446-2023-3-65-75.
10. Савченко А.Е., Зуенко И.Ю. Движущие силы российского поворота на Восток // Сравнительная политика. – 2020. – № 1. –С.1 11–125.
11. Санжеев, Э.Д., Намдаков М.Б. Рекреационное лесопользование в регионах Северной Азии (на примере Республики Бурятия) // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. – 2023. – № 2(218). – С. 103–114. DOI 10.18522/1026-2237-2023-2-103-114.

**РАЗВИТИЕ ЭКОТУРИЗМА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)**

**Макаров Дьулус Степанович**

**Научный руководитель: к.г.н. Кузин В.Ю.**

*Северо-Восточный федеральный университет, г. Якутск, ggrand1711@gmail.com*

**THE DEVELOPMENT OF ECOTOURISM AS A FACTOR IN INCREASING THE TOURIST ATTRACTIVENESS OF THE REPUBLIC OF SAKHA (YAKUTIA)**

**Makarov Dulus Stepanovich**

**Scientific supervisor: PhD Kuzin V.Y.**

*North-eastern Federal University, Yakutsk, ggrand1711@gmail.com*

Экотуризм является одной из наиболее актуальных тенденций и форм развития туризма, объединяющей путешествия, природу и охрану окружающей среды. Развитие экотуризма имеет важное значение для Республики Саха (Якутия), так как данный регион обладает уникальной экосистемой, разнообразным флоро-фаунистическим богатством и уникальными природными ландшафтами.

Одной из привлекательных черт экотуризма является его совмещение с охраной окружающей среды. В отличие от массового туризма, экотуризм стремится минимизировать негативное влияние человеческой деятельности на природу и способствовать сохранению биоразнообразия и природных ресурсов, что особенно актуально для северных регионов с их хрупкой природой. В Республике Саха (Якутия) развитие экотуризма поможет как сохранению местных уникальных экосистем и природные достопримечательности, так и привлечению туристов.

Одним из факторов, определяющих привлекательность экотуризма в Республике Саха (Якутия), является ее природное богатство и разнообразие. В этом регионе можно найти множество уникальных экосистем, таких как ледниковые озера, тундровые ландшафты, горные массивы. Возможность путешествий и изучения таких природных объектов с применением экологически безопасных методов будет привлекательна для любого любителя приключений и природы.

Другим фактором, способствующим развитию экотуризма в регионе, является поддержка государственных и региональных властей. Они могут содействовать созданию и поддержанию инфраструктуры для экотуризма, такой как обустройство туристических маршрутов, информационные центры и гостиницы с экологической сертификацией. Кроме того, они могут разрабатывать и продвигать различные программы и проекты, направленные на осознанное использование природных ресурсов во время туристических поездок.

Наконец, активное участие местного сообщества и его признание экотуризма как стратегически значимой отрасли помогут развивать экотуризм в Республике Саха (Якутия). Заинтересованные жители могут принимать участие в различных проектах по озеленению, охране природы и проведению экологических исследований. Благодаря этому местные жители станут сторонниками экотуризма и его продвижения, а также важными участниками в обеспечении устойчивого развития туристического сектора.

Главный фактор развития экотуризма – наличие экологически чистых территорий (в современных реалиях – это особо охраняемые природные территории различных категорий) и разнообразие природных ландшафтов (особенно контрастных – лес-вода, горы-воды и т.д.). В этом отношении Якутия выделяется своей гидрологической системой, которая включает около 800 тысяч озер (из которых 32 озера имеют площадь более 50 км<sup>2</sup> и 10 превышают площадь в 100 км<sup>2</sup>) и около полумиллиона рек и речек, общая протяженность которых превышает 2 миллиона километров [4].

Крупные реки Якутии в верхнем течении имеют характер горных рек, затем переходят в горно-равнинный рельеф и, наконец, становятся равнинными реками, выходя на широкие болотистые низменности. Это создает контрастное сочетание и высокую аттрактивность ландшафтов и природных условий в регионе.

Необходимо отметить, что Якутия выделяется своей системой ООПТ. В её состав входят:

- особо охраняемые природные территории федерального значения (7): государственные природные заповедники («Усть-Ленский», «Олекминский», «Медвежьи острова»), национальные парки («Ленские Столбы», «Кыталык»), государственный природный заказник («Новосибирские острова»), Ботанический сад Института биологических проблем криолитозоны СО РАН,

- особо охраняемые природные территории республиканского значения (125): природные парки – 6 («Синяя», «Усть-Вилуйский», «Момский», «Колыма», («Ленские Столбы» (Синский участок), "Живые алмазы Якутии"), государственные природные заказники - 12, ресурсные резерваты - 63, уникальные озера - 26, охраняемые ландшафты – 1, памятники природы – 22;

- особо охраняемые природные территории местного значения (105) [2]. Их общая площадь составляет – 116 млн га (37% от площади всей республики) [2]. Среди них есть уникальные – входящие в Список Всемирного наследия ЮНЕСКО Ленские столбы; входящий в предварительный Список национальный парк Кыталык; озеро “Нидьили”(Нидили, Ниджили), одно из крупнейших озёр Якутии, известно своим региональным брэндом – «кобьяйский карась».

Для жителей РС(Я) охрана природы имеет практическое значение. Они традиционно используют природные ресурсы для своего пропитания, энергетических нужд, сельского хозяйства, рыболовства и охоты. Поэтому сохранение природных экосистем и биологического разнообразия важно для поддержания устойчивого благосостояния жителей республики.

Охрана природы также особенно важна для сохранения традиционного образа жизни местных этнических групп: долганов, эвенов, эвенков, юкагиров. Многие из них традиционно полагаются на природу для своего существования и сохранения своей культуры. Охрана природы помогает сохранить и передать будущим поколениям уникальные знания, традиции и образ жизни этих народов.

Органы государственной власти и организации по охране природы активно работают в РС(Я), чтобы принимать меры по защите природных ресурсов, создавать заповедники, разрабатывать стратегии устойчивого развития и проводить экологическое просвещение среди населения.

В Республике Саха (Якутия) существует ряд региональных законов и нормативных актов, которые регулируют охрану природы и использование природных ресурсов. Наиболее важные: Экологический Кодекс Республики Саха (Якутия) от 23 марта 2023 года [1]; О концепции развития системы особо охраняемых природных территорий Республики Саха (Якутия) ("Ытык кэрэ сирдэр") до 2020 года [2]; а также нормативно-правовые акты, касающиеся отдельных ООПТ.

В РС(Я) также действуют многочисленные постановления и регламенты, которые регулируют конкретные аспекты охраны природы, включая водные ресурсы, охоту и рыболовство, биологическое разнообразие и т. д.

Все эти законы и нормативные акты предназначены для обеспечения устойчивого использования и охраны природных ресурсов в Республике Саха (Якутия) и сохранения природного наследия региона для будущих поколений.

Кроме этого, в регионе создана собственная система ООПТ – “Ытык сирдэр” (Священные земли). Её особенность заключается в том, что здесь сохранилась уникальная экосистема и природные объекты, а также культурное наследие народа якутов, связанное с сакральными местами и верованиями, т.е. сочетается сохранение этнокультурной традиционной и окружающей сред.

В рамках "Ытык-Сирдэр" проводятся мероприятия по охране и реставрации природных экосистем, а также сохранению культурного наследия якутов. Здесь разрабатываются и внедряются специальные меры по сохранению уникальной флоры и фауны, а также реставрации традиционной якутской архитектуры и храмовых комплексов.

Важно отметить, что ООПТ "Ытык-Сирдэр" имеет большую социокультурную значимость для народа якутов. Это место, где соблюдаются древние ритуалы и обряды, и которое привлекает как местных жителей, так и туристов, интересующихся культурой и историей Якутии.

Отличительной особенностью ООПТ "Ытык-Сирдэр" является комбинированный подход к охране и использованию территории. Здесь совмещается сохранение природного наследия с развитием туризма и популяризацией якутской культуры. Это позволяет не только защитить уникальные природные объекты, но и создать условия для развития экотуризма, который способствует привлечению туристов и развитию местной экономики.

ООПТ "Ытык-Сирдэр" в Якутии отличается своими особенностями, связанными с уникальной экосистемой, культурным наследием и комбинированным подходом к охране и использованию территории. Оно играет важную роль в развитии экотуризма в Якутии и представляет собой ценный ресурс для сохранения природы и культуры региона.

Для повышения конкурентоспособности экотуризма в Якутии на туристическом рынке можно применить несколько подходов, связанных с развитием экотуризма:

развитие инфраструктуры: Основной фактор, влияющий на конкурентоспособность экотуризма - это наличие качественной инфраструктуры, которая позволяет туристам удобно перемещаться и проживать на территории. Поддержка развития гостиничного дела, транспортной инфраструктуры, ресторанов и других услуг поможет привлечь больше туристов и улучшить их впечатление от поездки;

родвижение на международном уровне: Эффективная маркетинговая кампания, направленная на привлечение иностранных туристов, играет важную роль в повышении конкурентоспособности. Важно использовать различные каналы продвижения, такие как социальные сети, туристические платформы и международные выставки. Также стоит участвовать в сотрудничестве с туроператорами и агентствами, чтобы расширить доступность информации о экотуристических возможностях Якутии;

сотрудничество с международными партнерами: развитие партнерских отношений с экотуристическими

организациями и компаниями за рубежом может способствовать повышению привлекательности Якутии для международных туристов. Обмен опытом, совместные проекты и совместное продвижение могут помочь расширить границы экотуризма в регионе и поднять его престиж на мировой арене; альнейшее развитие региональной системы ООПТ – “Ытык сирдэр” вместе с поддержкой местных инициатив – т.е. развитие природоохранного дела должно быть не только «институционализировано» на уровне региональной власти, но и поддержано местными жителями, для которых охрана природы должна быть необходимой, а не обременительной.

Такие подходы будут способствовать не только повышению конкурентоспособности Якутии на туристическом рынке в национальном и мировом масштабах, но и дальнейшему развитию самой экотуристической отрасли, приносящей пользу как региону, так и его жителям.

### **Заключение**

Таким образом, развитие экотуризма в Республике Саха (Якутия) имеет важное значение, как с точки зрения сохранения природных ресурсов, так и в контексте повышения туристической привлекательности региона. Уникальные ландшафты и экосистемы, поддержка государственных и региональных властей, а также участие местного сообщества – все это сделает экотуризм в ближайшей перспективе одним из ведущих видов в туристической индустрии в Республике Саха (Якутия). Развитие экотуризма в Якутии имеет большой потенциал, и его раскрытие поможет увеличить туристическую привлекательность региона. Необходимо совместные усилия государства, бизнеса и общественности для создания благоприятных условий развития экотуризма и максимального использования возможностей, которые предлагает прекрасная природа Якутии.

### **Список литературы**

1. Экологический Кодекс Республики Саха (Якутия). [Электронный ресурс] Государственное Собрание (Ил Тумэн) Республики Саха (Якутия) 28 февраля 2023 года. URL: <https://docs.cntd.ru/document/406578400?marker> (Дата обращения 22.02.2024)

2. РЕЕСТР особо охраняемых природных территорий Республики Саха (Якутия) от 30 ноября 2023 г. [Электронный ресурс] [https://minpriroda.sakha.gov.ru/uploads/ckfinder/userfiles/2024/02/07/files/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%B7%20%D0%BE%D1%82%20%D1%83%D1%82%D0%B2\\_%D0%A0%D0%B5%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%20%D0%9E%D0%9E%D0%9F%D0%A2%20%D0%A0%D0%A1\(%D0%AF\)%20%D0%BE%D1%82%2030\\_11\\_2023%D0%B3\\_%20%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%8F\\_65c2df30216ff.pdf](https://minpriroda.sakha.gov.ru/uploads/ckfinder/userfiles/2024/02/07/files/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BA%D0%B0%D0%B7%20%D0%BE%D1%82%20%D1%83%D1%82%D0%B2_%D0%A0%D0%B5%D0%B5%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%20%D0%9E%D0%9E%D0%9F%D0%A2%20%D0%A0%D0%A1(%D0%AF)%20%D0%BE%D1%82%2030_11_2023%D0%B3_%20%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%BD%D0%B0%D1%8F%20%D0%B2%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%B8%D1%8F_65c2df30216ff.pdf) (Дата обращения 22.02.2024)

3. О концепции развития системы особо охраняемых природных территорий Республики Саха (Якутия) ("Ытык кэрэ сирдэр") До 2020 Года. Правительство Республики Саха (Якутия). Постановление от 16 февраля 2011 года [Электронный ресурс] URL: <https://docs.cntd.ru/document/445033711> (Дата обращения 22.02.2024)

4. Водные ресурсы, наличие рек, озер Республики Саха (Якутия). [Электронный ресурс] URL: <https://nbcrcs.org/regions/respublika-sakha-yakutiya/vodnye-resursy-nalichie-rek-ozer> (Дата обращения 22.02.2024)

5. Безрутенко Ю.В. Маркетинг в социально-культурном сервисе и туризме. – М.: Дашко и Ко, 2014. – 231 с.

УДК 571.53

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ РАССЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ РАЙОНОВ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Д.В. Маргеева**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, ООО Образовательный центр «Точка», г. Иркутск,  
daryamarg@gmail.com*

## **STUDY OF SETTLEMENT SYSTEMS AND THEIR TRANSFORMATION OF SOME AREAS OF THE IRKUTSK REGION**

**D.V. Margeeva**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, LLC Educational Center "Tochka", Irkutsk,  
daryamarg@gmail.com*

В исследовании сжимающихся сельских систем расселения наиболее выраженными факторами депопуляции территории и, как следствия, сокращения количества и людности населенных пунктов являются экономические (в том числе, отсутствие мест приложения труда) и социальные (в том числе, необеспеченность населения объектами обслуживания).

Для анализа системы обслуживания были выбраны Качугский, Киренский и Куйтунский районы, при рассмотрении вековой трансформации систем расселения которых был сделан вывод о наблюдающихся процессах сжатия, протекающих, однако, неравномерно [5, 6, 7]. Для данного анализа использовались



открытые источники данных, в том числе материалы на официальных сайтах органов местного самоуправления [1, 8, 9, 10, 11, 14].

Как отмечает Ткаченко А.А., важнейшим свойством населенных пунктов является центральность, которая определяется набором расположенных в нем социально значимых объектов; и чем сложнее набор этих объектов, тем более высокое место занимает населенный пункт в иерархии центров расселения [13]. Для характеристики системы обслуживания была составлена иерархия населенных пунктов как центров в системе расселения.

Объекты обслуживания населения можно условно разделить на объекты повседневного, периодического и эпизодического пользования [12]. Данное деление учитывается в градостроительной документации при нормировании территориальной доступности тех или иных объектов обслуживания. Услуги в таких объектах предоставляются как на основе рыночных условий (оплачиваются потребителями), так и нерыночных (оплачиваются из бюджета) [3]. Для анализа системы обслуживания внутри районных систем расселения были выбраны объекты обслуживания преимущественно повседневного и периодического пользования, функционирующие за счет бюджетов разных уровней и предпринимательской деятельности по следующим категориям и видам:

- 1) образование по стадиям: дошкольное, начальное общее, основное и среднее общее, среднее профессиональное, дополнительное;
- 2) здравоохранение: фельдшерско-акушерский пункт (врачебная амбулатория), поликлиническое обслуживание, стационарное обслуживание, аптечные пункты;
- 3) культурно-досуговые и спортивные учреждения: клубы, библиотеки, физкультурно-оздоровительные комплексы (спортивные залы общего пользования), музеи (выставки и др.);
- 4) административные, бытовые и другие услуги: администрация, отделение банка, почтовое отделение, магазин продовольственных товаров, магазин непродовольственных товаров, общественное питание, бытовое обслуживание, многофункциональный центр («Мои документы»).

Общее количество рассматриваемых видов услуг – 21. При наличии одного из видов услуг населенному пункту присваивался один балл рейтинга. Таким образом, максимально возможное количество баллов рейтинга составляет 21 балл. Далее все населенные пункты условно разделили на 4 класса.

Таблица 1

Предлагаемая иерархия населенных пунктов в системе обслуживания

| Класс | Количество баллов | Характеристика  |
|-------|-------------------|---|
| I     | 15 и более        | Районные центры обслуживания  |
| II    |                   | Межпоселенческие центры обслуживания                                    |
| III   |                   | Центры обслуживания внутри поселения, самостоятельные населенные пункты |
| IV    |                   | Полностью или практически полностью зависимые населенные пункты         |

Для Качугского района система обслуживания выглядит следующим образом.

Таблица 2

Система обслуживания Качугского района

| Класс | Населенный пункт (количество баллов)   |
|-------|--|
| I     | р.п. Качуг (18)  |
| II    | с. Анга (11), с. Белоусово (10), с. Верховенск (10), с. Манзурка (11), с. Бирюлька (11)  |
| III   | с. Большая Тарель (6), с. Вершина-Тутуры (5), с. Залог (8), с. Харбатово (10), д. Малые Голы (7), с. Бутаково (6), д. Тимирязева (5) |
| IV    | остальные населенные пункты  |

Для всех рассматриваемых районов, в том числе Качугского, районный центр обслуживания совпадает с административным центром. Межпоселенческие центры обслуживания - с. Анга, с. Верховенск, с. Белоусово, с. Манзурка и с. Бирюлька. Село Верховенск исторически являлось центром данной территории, со временем потеряло свое значение в связи с переносом функций управления в р.п. Качуг. Села Верховенск и Манзурка расположены по Качугскому тракту на значительном отдалении друг от друга, с. Белоусово расположено по оси бывшего Куленгского тракта, с. Анга и с. Бирюлька к востоку и юго-востоку от р.п. Качуг, что способствует повышению территориальной доступности объектов обслуживания. Стоит отметить, что данные населенные пункты значительно разнятся по численности населения: от 117 чел. в с. Белоусово до 703 чел. в с. Анга [15].

Центры III класса являются административными центрами поселений, кроме д. Малые Голы и д. Тимирязева Качугского сельского поселения, в котором административный центр расположен за пределами поселения в р.п. Качуг. Однако не все центры поселений относятся к данному классу: с. Заречное, с. Карлук относятся к IV. Населенные пункты Зареченского и Карлукского поселений с учетом территориальной

близости могут пользоваться объектами с. Манзурка. Полностью или практически полностью зависимыми в обслуживании являются 64 населенных пункта (83% от общего числа).

Для Куйтунского района система обслуживания выглядит следующим образом.

Таблица 3

| Система обслуживания Куйтунского района |   |
|---|---|
| Класс                                   | Населенный пункт (количество баллов)  |
| I                                       | р.п. Куйтун (20)  |
| II                                      | с. Барлук (11), с. Каразей (11), с. Карымск (11), с. Кундуй (12), п. Харик (12), п. Лермонтовский (10), с. Харик (10)   |
| III                                     | с. Алкин (5), с. Андрюшино (9), с. Бурук (5), с. Амур (5), п. Игнино (9), с. Мингауй (5), п. Новая Тельба (6), п. Уховский (7), с. Усть-Када (6), п. Уховский (7), с. Уян (9), с. Чеботариха (9), с. Каранцай (6) |
| IV                                      | остальные населенные пункты   |

Система обслуживания в Куйтунском районе является наиболее развитой из рассматриваемых. Выделяется 7 межпоселенческих центров обслуживания, которые расположены в разных частях района и являются как крупными селами с населением более 1000 чел., так и средними по численности, например, п.Лермонтовский с населением 557 чел.

Центры III класса представлены центрами поселений, также к ним относятся с. Бурук, с. Амур, с. Каранцай. Однако не все центры поселений относятся к данному классу: с. Большой Кашелак, п. Панагино, с. Тулюшка относятся к IV. При этом ближайшие центры обслуживания для Алкинского и Большекашелакского поселения - с. Бурук и п. Игнино - находятся в транспортной доступности от 12 км. Поселок Панагино территориально оторван от объектов обслуживания, так как ближайший центр обслуживания — с. Усть-Када — удален более чем на 20 км. Село Тулюшка примыкает к п.ж.д.ст. Тулюшка и образуют единый центр обслуживания.

Внутри поселений отдельные населенные пункты удалены от центров поселений, например, поселки Зобинский и Наратай удалены на 20-30 км от центра поселения - п. Новая Тельба. Общее количество населенных пунктов, относящихся к IV классу – 46 (69%).

Для Киренского района система обслуживания выглядит следующим образом.

Таблица 4

| Система обслуживания Киренского района |   |
|--|---|
| Класс                                  | Населенный пункт (количество баллов)  |
| I                                      | г. Киренск (20)   |
| II                                     | р.п. Алексеевск (12), с. Макарово (10),   |
| III                                    | с. Петропавловское (7), с. Алымовка (9), с. Кривая Лука (9), п. Юбилейный (7), с. Коршуново (7), п. Воронежский (5) |
| IV                                     | остальные населенные пункты   |

В районе основными центрами обслуживания (I и II класса) являются городские населенные пункты, расположенные в относительной близости друг от друга, а также с. Макарово. Центры III класса являются преимущественно административными центрами поселений, кроме п. Воронежский.

Поселок Небель удален от основной сети расселения и не обеспечен объектами обслуживания, однако он граничит с п. Небель Казачинско-Ленского района, в котором перечень объектов обслуживания шире. Населенные пункты на межселенной территории удалены от ближайших центров обслуживания: с. Красноярово от с. Макарово — более чем на 30 км, п. Визирный от с. Коршуново — более чем на 100 км. Общее количество населенных пунктов, относящихся к IV классу – 33 (79%).

Куйтунский район – район с наибольшим абсолютным и относительным количеством центров I-III классов, характеризуется и наибольшей средней людностью сельских населенных пунктов – 270 чел. (общее количество 66) [7]. Качугский район характеризуется наибольшим количеством населенных пунктов, не обеспеченных социальными объектами, и средней людностью сельских населенных пунктов – 117 чел. (76 населенных пунктов) [6]. В Киренском районе наименьшее количество населенных пунктов – 42, из них 2 являются городскими. Средняя людность сельских населенных пунктов – 79 чел., четверть населенных пунктов не имеет постоянного населения, и объекты обслуживания в них отсутствуют [5].

Таким образом, системы расселения – централизованные образования, то есть большинство межселенных поездок направлены из меньших в большие, из зависимых населенных пунктов в центры обслуживания [13]. Поэтому рассмотрение системы обслуживания связано с анализом связности территории и, прежде всего, с анализом доступности общественного транспорта.

В целом транспортная сеть в районах неоднородна, часть дорог представлена зимниками и недоступна для автомобильного пассажирского транспорта. В Качугском районе Вершино-Тутурское, Зареченское,

Карлукское, Манзурское, Харбатовское поселения и отдельные населенные пункты в поселениях расположены вне маршрутов пригородного общественного транспорта. В Киренском районе к таким поселениям относятся Коршуновское, населенные пункты на межселенной территории и в некоторых поселениях. В Куйтунском районе населенные пункты Большекашелакского, Карымского, Ленинского, Мингауйского, Новотельбинского и часть населенных пунктов других поселений расположены вне маршрутов пригородного общественного транспорта.

Образ жизни населения сельских территорий все больше становится городским, а реальная разница в уровне жизни и развитии социальной и общественно-деловой инфраструктуры между территориями способствует миграционному оттоку населения [3, 4]. Однако это взаимообусловленный процесс: социальные объекты исчезают при сокращении населения, так как теряют экономическую и бюджетную эффективность, что провоцирует сокращение численности населения. Также помимо наличия объектов обслуживания в близлежащих центрах обслуживания, важное значение имеет их доступность [2].

*Работа выполнена по государственному заданию (AAAA–A21–121012190019–9)*

### **Список литературы**

1. Адреса центров и режим работы. [Электронный ресурс] // URL: <https://mfc38.ru/tsentry-i-ofisy> (дата обращения: 10.07.2024).
2. Житин Д.В., Морачевская К.А. Опыт оценки внутренней транспортной связности территории Красноярского края // География и природные ресурсы. – 2021. № 3. – С. 148–159.
3. Зеленюк Ю.М., Михайлова Е.С. Территориальная организация социальной инфраструктуры сельских поселений (на примере Заларинского района Иркутской области) // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2020. Т. 31. С. 16–25.
4. Логачева Н.М. Развитие социальной инфраструктуры регионов РФ: теоретические, методологические, прикладные аспекты: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. Челябинск, 2013. 44 с.
5. Маргеева Д.В. Сжатие местной системы расселения Киренского района Иркутской области // Социально-экономическая география: теория, методология и практика преподавания: Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Десятые Макасовские чтения», г. Москва, 16–17 мая 2024 г. / под общ. ред. Д. В. Заяца. – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2024. – С. 233–241.
6. Маргеева Д.В. Трансформация системы сельского расселения на примере Качугского района Иркутской области // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2023. Том 9(19). Вып. 3. – С. 190–200.
7. Маргеева Д.В. Трансформация системы сельского расселения на примере Куйтунского района Иркутской области // Человеческий потенциал ресурсного региона – проблемы развития: сборник научных трудов II Всероссийской научно-практической конференции. Иркутск, 20 октября 2023 г. / Отв. редакторы: Н.М. Сысоева, Е.Л. Андреева. – Иркутск, ИНЦ СО РАН, 2023. – С. 71–78.
8. Отделения и пункты выдачи [Электронный ресурс] // URL: <https://pochta.ru/offices> (дата обращения: 10.07.2024).
9. Официальный сайт администрации Качугского района. [Электронный ресурс] // URL: <https://kachug.irkmo.ru/> (дата обращения: 15.07.2024).
10. Официальный сайт администрации Киренского района. [Электронный ресурс] // URL: <https://kirenskrai.on.mo38.ru/> (дата обращения: 15.07.2024).
11. Официальный сайт администрации Куйтунского района. [Электронный ресурс] // URL: <https://xn--80apcbbbbxfjtilmc.xn--p1ai/> (дата обращения: 15.07.2024).
12. СП 476.1325800.2020 «Территории городских и сельских поселений. Правила планировки, застройки и благоустройства жилых микрорайонов» <https://minstroyrf.gov.ru/docs/73525/>
13. Ткаченко А.А. Ключевые понятия теории расселения: попытка переосмысления // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2018. № 2. – С. 10–15.
14. Учреждения здравоохранения Иркутской области [Электронный ресурс] // URL: <https://minzdrav-irkutsk.ru/about/uchrezhdeniya-zdravookhraneniya/> (дата обращения: 10.07.2024).
15. Численность населения на 1 января 2023 года. Стат. Бюлл. — Иркутскстат, 2023.

УДК 338.27

## **ПЕРСПЕКТИВЫ УЧАСТИЯ СИБИРСКИХ ГОРОДОВ В РЕАЛИЗАЦИИ ВОСТОЧНОГО ВЕКТОРА РАЗВИТИЯ РОССИИ**

**Е.Р. Метелева**

*ФГБОУ ВО «Байкальский государственный университет», Иркутск, [elenameteleva@ya.ru](mailto:elenameteleva@ya.ru)*

## **PROSPECTS FOR THE PARTICIPATION OF SIBERIAN CITIES IN THE IMPLEMENTATION OF THE EASTERN VECTOR OF RUSSIA'S DEVELOPMENT**

**E.R. Meteleva**

*Baikal State University, Irkutsk, [elenameteleva@ya.ru](mailto:elenameteleva@ya.ru)*

Логика развертывания глобальных экономических и политических процессов обуславливает необходимость и целесообразность выстраивания нового вектора государственной политики России в направлении территорий так называемого «глобального большинства», к которым относятся макрорегионы Азиатского и Африканского континентов. Разворот России на восток не был ситуативным, определяемым политической конъюнктурой шагом [1]. Стратегические решения о геоэкономическом «развороте на восток» принимались российским руководством с учетом возрастающего влияния на мировую экономику экономического потенциала, в первую очередь, крупнейших азиатских стран — Китая и Индии. Триггером для активизации контактов послужили экономические «санкции», введенные в отношении России с 2014 г. и особенно с 2022 г.

Темпы демографического (табл. 1) и экономического (табл. 2) роста данных континентов дают основания рассматривать эти территории как наиболее динамично развивающиеся полюсы формирующегося многополярного мира, что делает перспективным стратегический курс на сотрудничество с ними российских политических акторов и экономических агентов.

Таблица 1

Численность населения макрорегионов мира, тыс. чел.

| Макрорегион мира | Население в возрасте 17 лет |         |                   | Население в возрасте 30 лет |         |                   |
|------------------|-----------------------------|---------|-------------------|-----------------------------|---------|-------------------|
|                  | 2000 г.                     | 2023 г. | 2100 г. (прогноз) | 2000 г.                     | 2023 г. | 2100 г. (прогноз) |
| Азия             | 71 946                      | 73 215  | 70 894            | 64 356                      | 72 714  | 71 785            |
| Африка           | 18 174                      | 31 142  | 33 028            | 11 285                      | 21 266  | 31 983            |
| Европа           | 10 167                      | 7 850   | 7 870             | 10 664                      | 9 127   | 8 062             |

Источник: составлено по Interactive access to global demographic indicators / UN Population Division Data Portal // Population Division of the Department of Economic and Social Affairs of the United Nations Secretariat. – New-York, 2024. – URL: <https://population.un.org/dataportal/home?df=98fd1bf0-20c0-4bed-aa6e-bb99a09d2e6b> (дата обращения: 03.07.2024).

Таблица 2

Основные показатели развития макрорегионов мировой экономики в 2022 г.

(по паритетам покупательной способности 2022 г.)

| Макрорегион мира                                      | ВВП, млрд долл. | Темпы прироста ВВП, % | Доля в ВВП мира, % | ВВП на душу населения, долл. |
|---|-----------------|-----------------------|--------------------|------------------------------|
| Развитые страны, в т.ч.                               | 71418,1         | 2,7                   | 43,59              | 61737                        |
| Западная Европа                                       | 24978,4         | 3,5                   | 15,25              | 58230                        |
| Развивающиеся и страны с формирующимся рынком, в т.ч. | 92419,1         | 4,1                   | 56,41              | 13602                        |
| Азия  | 55180,2         | 4,5                   | 33,68              | 13628                        |
| Северная Африка, Ближний и Средний Восток             | 12730,3         | 6,2                   | 7,77               | 20696                        |

Источник: Мачавариани Г.И. Основные показатели развития мировой экономики. «Мир в 2022 г.» / Г.И. Мачавариани. – Текст: электронный // Институт мировой экономики и международных отношений РАН: [сайт]. – Москва, 2023. – URL: <https://www.imemo.ru/publications/electronic-resources/oprme/archive/2023/mir-v-2022-g> (дата обращения: 20.07.2024).

К числу важных экономических агентов, участвующих в развороте России на восток, по нашему мнению, следует отнести сибирские города, располагающиеся на маршрутах движения потоков (транспортных, логистических, человеческих, в т. ч. туристических).

Потенциальные стратегические траектории встраивания сибирских городов в новое направление внешнеэкономической и внешнеполитической политики российского государства можно определить следующим образом (рис. 1).

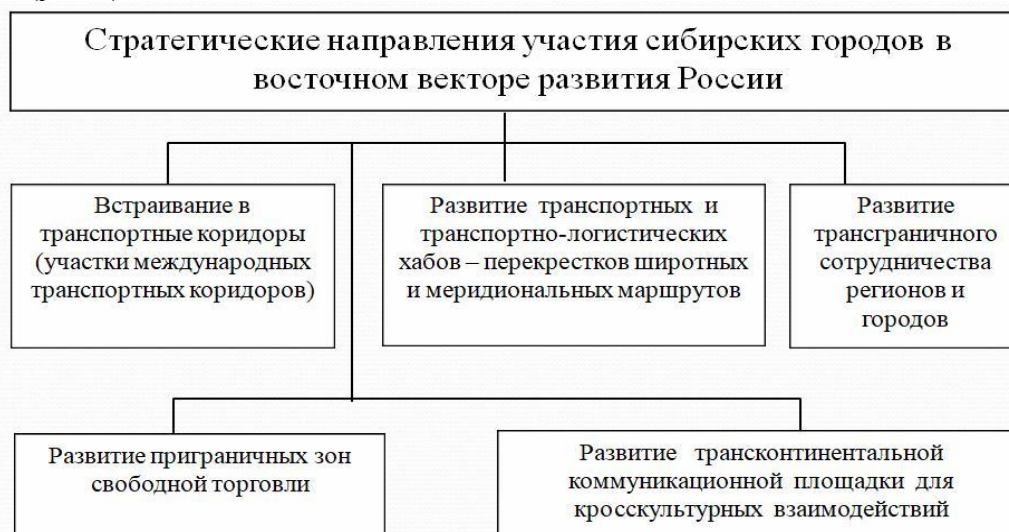


Рис. 1. Стратегические направления встраивания сибирских городов в «восточный вектор» развития России.

Соглашаясь с мнением отечественных и зарубежных экспертов [2, 3, 4], мы полагаем, что участие в активизации экономических связей с контрагентами из стран Азии и Ближнего и Среднего Востока может дать сибирским городам шанс увеличить численность населения, объем экономики и поднять уровень жизни населения.

Однако принимая во внимание широкое использование современных информационно-коммуникационных технологий при осуществлении, например, финансовых операций, достижение желаемых бенефиций в кратко- и даже среднесрочной перспективе не представляется реалистичным. Есть опасения, что замыкание логистических потоков на крупнейшие административные центры, транспортные хабы и рынки со значительным объемом платежеспособного спроса, такие как Москва и Санкт-Петербург, по-прежнему будет обеспечивать концентрацию финансовых, человеческих и материальных ресурсов развития преимущественно в столичных регионах страны.

В качестве теоретической базы обоснования возможных стратегий развития сибирских городов с учетом открывающихся перспектив мы выбрали концепцию городов–«ворот» [5]. В рамках данной концепции мы высказали гипотезы о возможной роли каждого из крупных и крупнейших сибирских городов (рис.2).

Предварительные суждения о географической ориентированности крупных и крупнейших сибирских городов можно строить на основании анализа входящих миграционных потоков. Мы взяли за основу данные Росстата о входящей миграции из зарубежных стран в регионы, исходя из предположения о том, что основные потоки мигрантов оседают в региональных столицах. В табл. 3 приведены данные об иммиграции из различных стран, кроме стран СНГ. Данные официальной статистики демонстрируют весьма скромную численность въезжающих (мы исключили те регионы, в которые въехало менее 1 тыс. чел.).

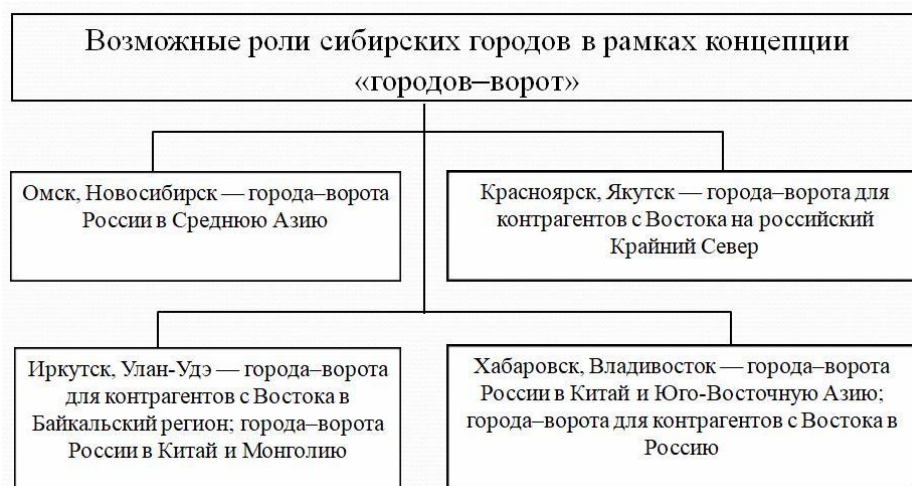


Рис. 2. Гипотетические роли сибирских городов в рамках «восточного вектора» развития России.

Таблица 3

Миграция населения субъектов Российской Федерации с зарубежными странами, кроме стран СНГ, в 2022 г., чел.

| Субъект федерации                 | Число прибывших из зарубежных стран, всего | в т.ч. по странам: |       |       |      |
|-----------------------------------|--|--------------------|-------|-------|------|
|                                   |  | Вьетнам            | Индия | Китай | КНДР |
| Красноярский край                 | 1 249                                      | 19                 | 10    | 545   | –    |
| Иркутская область                 | 1 566                                      | 84                 | 178   | 728   | 77   |
| Томская область                   | 1 013                                      | 74                 | 60    | 344   | 1    |
| Приморский край                   | 1 306                                      | 174                | 222   | 568   | 2    |
| Хабаровский край                  | 2 941                                      | 233                | 6     | 2 428 | 25   |
| Для справки: Российская Федерация | 68 361                                     | 5 655              | 8 275 | 7 964 | 150  |

Источник: составлено по Численность и миграция населения Российской Федерации в 2022 г. (статистический бюллетень) / Росстат // Федеральная служба государственной статистики. – Москва, 2023. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Bul\\_migr\\_2022.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Bul_migr_2022.xlsx) (дата обращения: 03.07.2024).

Как видно из табл. 3, наиболее привлекательными для зарубежных, прежде всего, китайских мигрантов являются Хабаровск и Иркутск. Сравнивая с общероссийскими показателями, можно видеть, что более 50% официально учтенных мигрантов из КНР въехали именно в сибирские города, что подтверждает их позицию городов–«ворот».

В табл. 4 приведены данные о въехавших в сибирские регионы из стран СНГ (мы исключили те регионы, в которые въехало менее 6 тыс. чел.).

Таблица 4

Миграция населения субъектов Российской Федерации со странами СНГ в 2022 г., чел.

| Субъект федерации        | Число прибывших из стран СНГ, всего | в т.ч. по странам: |         |           |          |             |            |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------|---------|-----------|----------|-------------|------------|
|                          |                                     | Азербайджан        | Армения | Казахстан | Киргизия | Таджикистан | Узбекистан |
| Красноярский край        | 20 775                              | 1 546              | 1 420   | 1 082     | 4 193    | 10 384      | 800        |
| Кемеровская область      | 9 510                               | 306                | 773     | 1 714     | 525      | 5 120       | 595        |
| Новосибирская область    | 19 243                              | 390                | 411     | 6 136     | 2 316    | 8 238       | 1 136      |
| Томская область          | 8 978                               | 199                | 303     | 5 100     | 986      | 697         | 1 488      |
| Республика Саха (Якутия) | 15 956                              | 205                | 2 458   | 555       | 8 566    | 2 258       | 459        |
| Приморский край          | 6 581                               | 153                | 532     | 80        | 2 054    | 873         | 2 612      |
| Хабаровский край         | 10 154                              | 346                | 1 073   | 288       | 2 355    | 4 147       | 1 461      |

Источник: составлено по Численность и миграция населения Российской Федерации в 2022 г. (статистический бюллетень) / Росстат // Федеральная служба государственной статистики. – Москва, 2023. – URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Bul\\_migr\\_2022.xlsx](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Bul_migr_2022.xlsx) (дата обращения: 03.07.2024).

Как следует из табл. 4, Новосибирск и Красноярск являются наиболее привлекательными для граждан из стран Центральной Азии. Немного от них отстают Якутск. На Дальнем Востоке Хабаровск выступает центром притяжения, оставляя позади Владивосток. Другие города оказываются пока не в состоянии конкурировать за потоки иммиграции.

Основной вывод, который напрашивается из анализа всего лишь одной составляющей экономической активности – потоков человеческих ресурсов, состоит в том, что даже крупные и крупнейшие сибирские города без административных усилий со стороны федерации не в состоянии привлечь существенные объемы человеческих ресурсов, чтобы повысить людность и масштабность городских экономик. Малая численность, обуславливающая незначительную емкость рынка, не позволяет городу стать полюсом притяжения экономических ресурсов. И пока федеральная власть не предоставит радикальных мер поддержки каждому городу вместо индивидуального позиционирования сибирским городам можно рекомендовать кооперироваться в рамках Сибирского макрорегиона.

#### Список литературы

1. БРИКС: на пути к новой мировой архитектуре: X Международный научно-экспертный форум «Примаковские чтения» 2024 / ИМЭМО РАН // Институт мировой экономики и международных отношений РАН. – Москва, 2024. – URL: <https://www.imemo.ru/files/File/ru/PrimakovReadings/2024/Session2.pdf> (дата обращения: 14.06.2024).
2. Бодрунов С.Д. Реиндустриализация в условиях новой технологической революции: дорога в будущее / С.Д. Бодрунов // Управленец. – 2019. – Т.10. – № 5. – С. 2–8. – DOI: 10.29141/2218-5003-2019-10-5-1.
3. Львов Д.С., Глазьев С.Ю. Теоретические и прикладные аспекты управления НТП // Экономика и математические методы. – 1986. – № 5. – С. 793–804.
4. Porter M.E. Clusters and Competition: New Agendas for Companies, Governments, and Institutions / M.E. Porter // Boston: HBS Press, 1998. – Pp. 197–288.
5. Drennan M. P. Gateway Cities: The Metropolitan Sources of US Producer Service Exports / M. P. Drennan // Urban Studies. – 1992. – No.29 (2). – Pp. 217–235. – DOI:10.1080/00420989220080281.

УДК 910.26 (571.6+511)

### ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РОССИЙСКО-КИТАЙСКИХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

**Н.В. Мишина**

*ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, mishinata@yandex.ru*

### FEATURES OF USING STATISTICAL DATA IN STUDYING RUSSIAN-CHINESE TRANSBOUNDARY TERRITORIES

**N.V. Mishina**

*Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok*

## **Введение**

В исследованиях трансграничных территорий как комплексных географических структур, сочетающих в себе определенные природные ресурсы, объекты инфраструктуры, расселения населения, а также его хозяйственную деятельность в границах крупной геосистемы [2], используются различные литературные, статистические, картографические материалы. На основе статистических данных рассчитываются трансграничные градиенты, проводится сравнительный анализ социально-экономического состояния частей трансграничной территории [2-5, 7]. Однако, применение статистических данных двух разных стран сопряжено с рядом трудностей. В случае исследования российско-китайских трансграничных территорий это, в первую очередь, обусловлено различиями самих национальных статистических систем, использующих значительно отличающиеся наборы показателей, методы сбора данных и их обработки.

## **Материалы и методы**

В настоящей работе анализируются некоторые аспекты представления официальных статистических данных, относящихся к приграничным территориям Северо-Восточного Китая и юга Дальнего Востока России. В основном речь идет о современных статистических ежегодниках провинции Хэйлуцзян и Цзилинь КНР 2001-2023 гг. издания [9], а также о различных официальных публикациях территориальных органов Росстата и Базе данных показателей муниципальных образований РФ Росстата [1].

## **Результаты и их обсуждение**

В конце XX в. доступные для отечественных ученых статистические сведения социально-экономического характера о приграничных территориях Северо-Восточного Китая были очень ограниченными. Даже в совместных с китайскими учеными публикациях, вышедших в свет в результате выполнения работ по международным проектам в бассейнах р. Уссури и оз. Ханка [6, 10], они содержатся в совсем небольшом объеме. Приобретение и использование в работе статистических ежегодников провинции Хэйлуцзян д.г.н. С.С. Ганзеем в 2000-х гг. стало основой для значительного прогресса в изучении российско-китайских трансграничных территорий и геосистем в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН [2-4]. В 2010-х гг., благодаря развитию Интернета, приобретение китайских статистических сборников стало более простой задачей, а в последние годы статистические ежегодники и вовсе находятся в свободном доступе на официальных сайтах статистических бюро провинций КНР [8-9].

С одной стороны, наличие статистических ежегодников по провинциям Северо-Восточного Китая за более чем 20-летний период позволяет выстроить по многим показателям достаточно длинные ряды данных и проследить тенденции динамики в разных социально-экономических сферах. С другой стороны, китайская национальная статистическая система достаточно специфична, и перечень показателей, по которым можно вести сравнения и сопоставления с российской территорией, не особенно широк. Кроме того, с 2019 г. наблюдается сокращение перечня отображаемых в ежегодниках данных. Например, в сборниках Хэйлуцзяна последних лет отсутствуют данные о площади орошаемых земель, перестали публиковаться данные по поголовью скота и объемам производства животноводческой продукции в натуральном выражении в разрезе округов и уездов, общая площадь посевных заменена с 2018 г. на площадь посевов основных сельскохозяйственных культур, значительно уменьшился перечень демографических показателей, и т.п. Вероятно, это связано с принятием в 2019 г. в КНР нового закона о раскрытии государственной информации.

При использовании данных из китайских статистических ежегодников необходимо обращать внимание на корректировки данных, которые проводятся по результатам переписей в стране. Так в 2020 г. в КНР была проведена 7-я национальная перепись населения, по итогам которой были скорректированы данные по численности населения провинции за весь период с предыдущей переписи 2010 г. (табл. 1). Характерно, что суммарная численность постоянных жителей в округах не совпадает в большинстве случаев с данными о населении провинции, публиковавшимися как до, так и после переписи 2020 г. (таблица). Более того, постоянное население в округах было подсчитано в разные годы разными методами – в период до 2019 г. и в 2021 г. – на основе годовых отчетов полиции, в 2020 г. – на основе переписи, в 2022 г. – на основе выборочного опроса населения провинции [9]. Можно предположить, что это является одной из причин скачков общего числа постоянных жителей в 2019-2022 гг. при подсчете суммарного населения всех округов провинции.

Информация о подобных корректировках данных в результате смены метода расчетов или по итогам переписей и обследований, встречается и в других разделах ежегодника. Например, доля отраслей 1-й группы (сельское и лесное хозяйство, рыболовство и аквакультура) в ВРП в 2017 г., согласно статистическому ежегоднику, изданному в 2018 г., составляла 18,7 %, а в ежегодниках, изданных позднее, она равна уже 24,1 % [9]. Это объясняется тем, что классификация отраслей по группам была пересмотрена национальным бюро статистики в 2018 году, но эта обновленная классификация распространилась не только на расчеты структуры ВРП в последующие годы, но и для предыдущих лет показатели были пересчитаны.

Аналогично в разделе по сельскому хозяйству указывается, что данные ряда показателей за 2007–2017 годы были скорректированы в соответствии с результатами третьей национальной сельскохозяйственной

переписи (конец 2016 г.) [9]. В результате обычным делом является несовпадение значений некоторых показателей по провинции и сумм значений более дробных показателей, которые их составляют. Например, валовая стоимость продукции 1-й группы отраслей по провинции больше, чем сумма значений валовой стоимости продукции формирующих эту группу сельского и лесного хозяйства, рыболовства и аквакультуры.

Таблица

Численность населения провинции Хэйлунцзян по статистическим ежегодникам разных лет издания, млн человек [9]

| Год  | Ежегодник 2020 г. | Ежегодник 2023 г. | Сумма населения в округах провинции по ежегодникам 2011-2023 гг. |
|------|-------------------|-------------------|--|
| 2010 | 38,33             | 38,33             | 38,43  |
| 2011 | 38,34             | 37,82             | 38,35  |
| 2012 | 38,34             | 37,24             | 38,11  |
| 2013 | 38,35             | 36,66             | 37,95  |
| 2014 | 38,33             | 36,08             | 37,47  |
| 2015 | 38,12             | 35,29             | 36,90  |
| 2016 | 37,99             | 34,63             | 36,59  |
| 2017 | 37,89             | 33,99             | 36,01  |
| 2018 | 37,73             | 33,27             | 35,74  |
| 2019 | 37,51             | 32,55             | 35,55  |
| 2020 | -                 | 31,71             | 31,71  |
| 2021 | -                 | 31,25             | 34,91  |
| 2022 | -                 | 30,99             | 30,99  |

Для данных по сельскому хозяйству отдельно следует отметить ситуацию с Бюро сельскохозяйственной мелиорации провинции Хэйлунцзян (Heilongjiang Agricultural Reclamation Bureau – ARB). Эта организация была создана в 1976 г. для освоения сельскохозяйственных земель в труднодоступных районах и объединяла множество государственных сельскохозяйственных предприятий (ферм) преимущественно на севере и востоке провинции. К 2018 г., когда Бюро было реорганизовано в коммерческий холдинг, в его состав входило 113 государственных ферм, расположенных в 74 уездах, и занимавших более 5,2 млн га площади [11]. Проблема состоит в том, что вплоть до 2018 г. все сельскохозяйственные данные, относящиеся к фермам Бюро, публиковались отдельно от данных тех округов и уездов, в которых располагались фермы. Т.е. в каждом разделе, где показаны данные в разрезе округов провинции, была еще одна строка – ARB, и в нее были включены сведения, территориально относящиеся к разным округам. С 2019 г., после реформирования Бюро, эти данные стали публиковать в составе тех округов и уездов, на территории которых располагаются бывшие фермы, и ряд сельскохозяйственных показателей в отдельных округах показал резкий скачок значений по сравнению с предыдущими годами. Так в 2018 г. посевная площадь основных сельскохозяйственных культур ARB составляла почти 3 млн га из 14,5 млн га посевных провинции в целом. Когда в 2019 г. эти 3 млн га распределились внутри округов, некоторые из них показали рост посевных на 300-500 тыс га, хотя на самом деле эти земли уже давно были освоены и использовались, просто не отображались в статистике. Поскольку точно неизвестно какова была площадь ферм в том или ином округе, можно лишь предположить на сколько же изменились показатели за счет собственно динамики по сравнению с предыдущим годом, а на сколько – за счет прибавления данных, ранее «выносимых за скобки». Фактически же, много лет по ряду округов сельскохозяйственные данные были значительно занижены, хотя в целом по провинции суммарные цифры публиковались корректные. Все это значительно усложняет применение сельскохозяйственных данных для анализа развития аграрной отрасли в провинции и оценки ее влияния на природную среду, требует специального учета такой ситуации с данными.

Таким образом, несмотря на достаточно большой объем доступных в настоящее время статистических данных по приграничным территориям провинции Хэйлунцзян, их применение для сравнительно-географического анализа в рамках трансграничных исследований во многих случаях сопряжено с принятием ряда ограничений и оговорок.

Статистические сборники провинции Цзилинь [8] по сравнению со статистическими ежегодниками Хэйлунцзяна имеют совершенно иную структуру представления данных, отличающийся набор показателей. В них также наблюдается сокращение перечня публикуемых данных, но при этом за последние годы по-прежнему показаны данные по производству продукции животноводства и поголовью скота в разрезе округов и уездов, показана общая посевная площадь. Важное для нас отличие заключается в том, что данные в разрезе округов и уездов вынесены здесь в отдельный раздел, который по объему значительно меньше, чем объем региональных данных, представленных в ежегодниках Хэйлунцзяна.



Значительная разница в структуре и перечне статистических данных, публикуемых в ежегодниках, характерна и для статистики российских регионов. К сожалению, набор данных, представленных в сборниках региональных отделений Росстата по Приморскому, Хабаровскому краям, ЕАО и Амурской области, очень существенно отличается. Также как и в Китае, в последние годы имеется заметная тенденция к сокращению перечня доступных данных – и в печатных публикациях, и на сайтах региональных отделений Росстата, особенно в отношении муниципальных сведений. Их представление в Базе данных показателей муниципальных образований [1] также вызывает много нареканий – из-за отсутствия единой структуры данных по разным регионам, их неполноты представления по годам, периодической смены методов расчетов, что делает часть данных несопоставимыми. Сама База работает нестабильно и периодически к ней нет доступа.

### **Выводы**

За последние десятилетия значительно вырос объем доступных статистических данных, характеризующих различные стороны социально-экономического развития приграничных территорий России и Китая, позволяющих проводить их исследования в трансграничном аспекте. Вместе с тем, особенности представления статистических данных в каждой из стран накладывают свои ограничения на возможность использования этих данных, их сопоставления и сравнительного анализа.

Важнейшим инструментом использования доступных статистических материалов для исследования трансграничных территорий являются базы данных, отражающие состояние экономики, населения, природно-ресурсной сферы на разных пространственных уровнях (провинций, округов, уездов). Их составление является важнейшей задачей исследования трансграничных территорий. Одинаково важным является как создание геоинформационных баз данных, в которых показатели имеют пространственную привязку и используются для анализа территориальных изменений, так и баз данных табличного формата, позволяющих в т.ч. анализировать и видеть «качество» самих данных, отслеживать влияние на них изменений в методиках расчетов, источниках данных, административных границах, и т.п.

В конце XX-начале XXI вв. для сравнительных оценок ситуации на приграничных территориях сопредельных стран активно использовались показатели, имеющие денежное выражение. Значения показателей в рублях и юанях для сопоставления переводились в «нейтральную» валюту – доллары США. Однако, в экономической и геополитической ситуации последних лет данный подход малоприменим. В отдельных случаях его можно использовать. Однако более целесообразно при проведении сравнительного анализа ситуации на приграничных территориях сопредельных стран и расчете трансграничных градиентов использовать показатели, имеющие натуральное выражение. Они могут использоваться как в абсолютном исчислении, так и в относительном (в расчете на единицу площади или количество населения), в зависимости от вида данных и целей сравнения.

### **Список литературы**

1. База данных показателей муниципальных образований РФ. URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/bd\\_munst/munst.htm](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm) (дата обращения: 25.07.2024)
2. Бакланов П.Я., Ганзей С.С. Трансграничные территории: проблемы устойчивого природопользования. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 215 с.
3. Ганзей С.С. Избранное. – Владивосток: Дальнаука, 2014. – 276 с.
4. Ганзей С.С. Трансграничные градиенты юга Дальнего Востока России и провинции Хэйлуцзян КНР // Региональная экология. – 2005. – № 3-4. – С. 74-80.
5. Зотова М.В., Колосов В.А., Гриценко А.А., Себенцов А.Б., Карпенко М.С. Территориальные градиенты социально-экономического развития российского пограничья // Известия РАН. Сер. географ. – 2018. – № 5. – С. 7-21. – DOI 10.1134/S2587556618050163.
6. Программа устойчивого землепользования и рационального распределения земель в бассейне реки Уссури и сопредельных территориях (Северо-Восточный Китай и российский Дальний Восток). – Burlington. USAID. – 1996. – 98 с.
7. Соколов А.А., Руднева О.С. Социально-экономическое районирование российско-казахстанского трансграничного региона // Регион: Экономика и Социология. – 2023. – № 3(119). – С. 282-306. – DOI 10.15372/REG20230312.
8. Jilin Statistical Yearbooks // Statistic Bureau of Jilin. URL: <http://tjj.jl.gov.cn/tjsj/tjnj/> (дата обращения: 25.07.2024)
9. Heilongjiang Statistical Yearbooks // Heilongjiang Bureau of Statistics. URL: [https://tjj.hlj.gov.cn/tjj/c106782/common\\_zfxxgk.shtml](https://tjj.hlj.gov.cn/tjj/c106782/common_zfxxgk.shtml) (дата обращения: 25.07.2024)
10. Kachur A.N., Jin X., Baklanov P.Ya., Ganzei S.S. et al. Diagnostic analysis of the Lake Khanka Basin (Peoples Republic of China and Russian Federation). – UNEP/CRAES/PGI FEBRAS, 2001. – 136 p.
11. Li Shuting, Hong Leng, Qing Yuan. A symbiotic development strategy for farm areas and townships in Heilongjiang, China // Int. Review for Spatial Planning and Sustainable Development. – 2019. – Vol. 7. – Issue 1. – P. 66-82. – [https://doi.org/10.14246/irpsd.7.1\\_66](https://doi.org/10.14246/irpsd.7.1_66)

## ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

А.М. Нестеренко

*ФГБУН ИрИХ СО РАН, г. Иркутск, albina777@mail.ru*

## ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF DEMOGRAPHIC PROCESSES OF THE POPULATION OF THE NORTHERN TERRITORIES OF THE IRKUTSK REGION

A.M. Nesterenko

*IrICh SB RAS, Irkutsk, albina777@mail.ru*

### Введение

Северные территории Иркутской области характеризуется суровыми природно-климатическими условиями и недостаточно развитой социальной инфраструктурой, что предопределяет специфику расселения населения [5,7,8]. Они характеризуются большой площадью территории и малой плотностью населения. При этом север Иркутской области богат минерально-сырьевыми ресурсами и имеют важное значение не только для области, но и для страны в целом [2,3,9]. Наличие постоянного населения на этих территориях является необходимым условием их экономического развития [6]. Цель исследования - дать комплексную оценку динамики демографических процессов населения северных территорий Иркутской области за 2012-2022 гг.

### Материал и методы

В основу отбора территорий положено Постановление Правительства РФ от 16.11.2021 № 1946 «Об утверждении перечня районов крайнего Севера и местностей, приравненных к районам крайнего Севера». Сведения об абсолютной численности совокупного населения, численности населения по полу и отдельным возрастным группам получены из Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области.

### Результаты

В Иркутской области к северным территориям относятся девять районов. Это Катангский, который имеет статус района крайнего Севера и приравненные к нему Бодайбинский, Братский, Казачинско-Ленский, Киренский, Мамско-Чуйский, Нижнеилимский, Усть-Илимский и Усть-Кутский районы, а также четыре города областного подчинения: г. Братск, г. Бодайбо, г. Усть-Илимск, г. Усть-Кут. Общая площадь территорий Иркутского Севера составляет около 0,5 млн км<sup>2</sup>, или более 63 % общей площади Иркутской области. На столь обширной территории сосредоточено менее четверти областного населения (21,3%).

Сокращение населения Иркутской области отслеживается не первое десятилетие, уменьшение численности жителей северных территорий происходит внушительными темпами. Так, за исследуемый период, совокупная численность населения этих территорий сократилась на 15% (рис. 1).

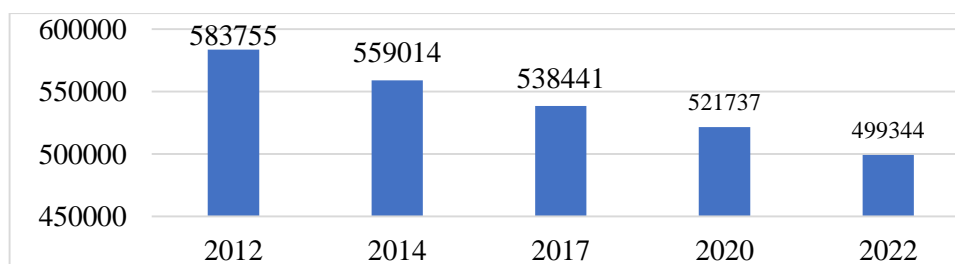


Рис. 1. Среднегодовая численность населения северных территорий Иркутской области, чел. (источник: [4]).

Лидерами по уменьшению численности жителей стали Бодайбинский и Мамско-Чуйский районы, населению которых сократилось почти вдвое. Основной спад численности в них отмечается в 2017 г. Наиболее стабильные значения демонстрируют г. Братск, Братский район и г. Усть-Илимск, за 11 лет сокращение населения составило около 10% (табл. 1).

Как видно, северные районы показывают стабильную тенденцию сокращения населения. В период 2012-2022 гг. прироста населения не наблюдалось. Это связано не только с миграционной убылью населения, когда уезжают в основном молодые, приспособленные к северным условиям люди. Данный факт становится причиной естественной убыли населения, т. к. влечет за собой снижение воспроизводственного процесса населения.

Для понимания процессов воспроизводства населения, прогнозирования численности, средней ожидаемой продолжительности жизни населения необходимо исследование половозрастной структуры населения. Сравнительный анализ динамики половозрастных показателей северных и приравненных к ним территориях Иркутской области за 2012, 2022 гг. показал следующее. На фоне общего сокращения

численности населения отмечено увеличение численности населения в старших возрастных группах и уменьшение численности населения в младших и средних возрастных группах (рис. 2).

Таблица 1

Динамика численности населения по северным районам Иркутской области, чел.

| МО (район, город)   | 2012   | 2014   | 2017   | 2020   | 2022   | % 2022 к 2012 |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------------|
| Катангский          | 3730   | 3506   | 3355   | 3258   | 3050   | 81,77         |
| г. Бодайбо и район  | 22753  | 21106  | 18914  | 17285  | 13701  | 60,22         |
| г. Братск           | 245135 | 237569 | 230444 | 225653 | 222155 | 90,63         |
| Братский            | 56323  | 54135  | 51822  | 49451  | 48242  | 85,65         |
| Казачинско-Ленский  | 18551  | 17450  | 16925  | 16516  | 15229  | 82,09         |
| Киренский           | 20034  | 18705  | 17720  | 17074  | 15995  | 79,84         |
| Мамско-Чуйский      | 5358   | 4630   | 3933   | 3650   | 3266   | 60,96         |
| Нижеилимский        | 54210  | 51006  | 48633  | 46237  | 42869  | 79,08         |
| г. Усть-Илимск      | 85766  | 83329  | 82215  | 80750  | 78821  | 91,90         |
| Усть-Илимский       | 18535  | 16515  | 15121  | 14266  | 13175  | 71,08         |
| г. Усть-Кут и район | 53360  | 51063  | 49359  | 47597  | 42841  | 80,29         |

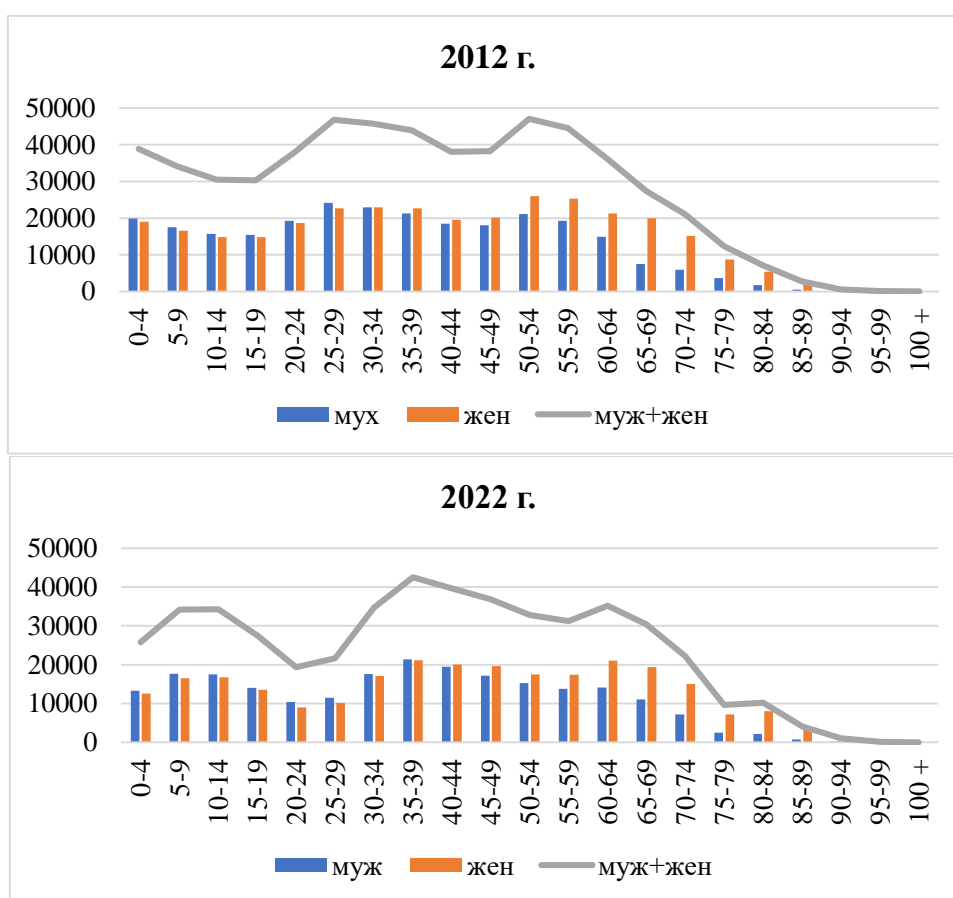


Рис.2. Половозрастная структура северных территорий Иркутской области в 2012 г., 2022 г., чел.

Так, по данным рисунка 2 следует, что в 2022 г. в таких возрастных группах, как 0-4 лет, 15-19 лет, 20-24 лет, 24-29 лет, 30-34 лет численность населения как мужского, так и женского сократилась. Наибольшее, почти в 2 раза, сокращение отмечается в возрастном диапазоне 20-29 лет. Так же в этом диапазоне выявлено превалирование мужчин, что является дисбалансом женского и мужского населения в репродуктивных группах. Сокращение населения наблюдается и в трудоспособных возрастных группах 45-49 лет, 50-54 лет, 55-59 лет. Вместе с тем, численность населения в группах 65-69 лет, 70-74 лет, старше 75 лет увеличилась, что свидетельствует о старении населения. Интенсивность процесса старения в районах во времени протекает по-разному. Отмечается диспропорция половозрастной структуры за счёт феминизации старения, что приводит к деформации половозрастной пирамиды. В большинстве районов глубина старения увеличивается, количество лиц, доживающих до возраста 75-89 лет, становится больше.

Для анализа возрастной структуры населения в разрезе муниципальных образований северных территорий Иркутской области было вычислено процентное соотношение населения: доля населения в возрасте младше трудоспособного (0-14 лет), затем доля населения трудоспособного возраста (15-59 лет) и третья

- старше трудоспособного возраста (после 60 лет). Полученные результаты соотнеслись с принятыми в демографии типами возрастных структур населения: - *прогрессивного типа*, которому соответствует высокий показатель естественного прироста, когда доля лиц младше трудоспособного населения превышает долю лиц старше трудоспособного возраста (условная формула возрастной структуры соответствует соотношению 30:60:10 или 30:50:20); - *стационарного типа*, с почти уравновешенной долей детских и старческих возрастных групп (в населении с такой структурой естественный прирост очень невелик или находится на неизменном уровне, условная формула - 20:60:20 или 25:50:25); - *регрессивного типа*, со сравнительно большой долей пожилых и старых людей, которой соответствует суженное воспроизводство населения (условная формула — 10:60:30 или 20:50:30) [1] (табл.2).

Таблица 2

| Типы возрастных структур населения северных территорий Иркутской области |                  |  |                             |
|--|------------------|--|-----------------------------|
| МО (район, город)  | Условная формула |  | Тип                         |
|  |                  |  |                             |
| Катангский   |                  |  | прогрессивный/регрессивный  |
| г. Бодайбо и район   |                  |  | прогрессивный/прогрессивный |
| г. Братск  |                  |  | регрессивный/регрессивный   |
| Братский   |                  |  | стационарный/регрессивный   |
| Казачинско-Ленский   |                  |  | прогрессивный/прогрессивный |
| Киренский  |                  |  | прогрессивный/регрессивный  |
| Мамско-Чуйский   |                  |  | прогрессивный/регрессивный  |
| Нижеилимский   |                  |  | стационарный/регрессивный   |
| г. Усть-Илимск   |                  |  | прогрессивный/регрессивный  |
| Усть-Илимский  |                  |  | прогрессивный/прогрессивный |
| г. Усть-Кут и район  |                  |  | прогрессивный/ стационарный |

Исследование показало, что практически во всех районах Иркутского севера за анализируемый период произошел переход от прогрессивного к регрессивному типу демографической структуры населения. Исключением стали г. Бодайбо и Бодайбинский район, Казачинско-Ленский район и Усть-Илимский район, в которых установлено преобладание доли населения младшего возраста над долей пожилого населения. К стационарному типу с равными долями возрастов младше и старше трудоспособного относится Усть-Кутский район. Лидерами регрессивного типа являются самый северный Катангский район, а также Мамско-Чуйский район, г. Братск и г. Усть-Илимск. На данных территориях выявлено существенное превалирование старшего населения над молодым.

Так же установлено, что среди населения северных районов произошло сокращение доли трудоспособного населения. Так, по данным таблицы 2 следует, что снижение удельного веса трудоспособного населения в динамике в среднем составило с 63,8% в 2012 г. до 54,9% в 2022 г. Преимущественно данное снижение регистрировалось за счет увеличения удельного веса людей пенсионного возраста с 16,8% в 2012 г. до 22,9 в 2022 г.

С процессом демографического старения тесно связана тенденция роста демографической нагрузки на трудоспособное население. Подробно рассмотреть проблему, связанную с увеличением численности населения в старших возрастных группах, позволил анализ динамики коэффициента демографической нагрузки (табл.3).

Таблица 3

| Динамика демографической нагрузки в северных районах Иркутской области |  |                 |       |
|--|--|-----------------|-------|
| Год  | На 1000 человек трудоспособного населения приходится |                 |       |
|  | 0-14 лет   | 60 лет и старше | всего |
|  |  |                 |       |
|  |  |                 |       |

По данным таблицы 3 следует, что увеличение численности населения старших возрастных групп характеризуется в динамике увеличением коэффициентов демографической нагрузки. Так, рост коэффициентов в динамике 2012–2022 гг. составил: для коэффициента общей нагрузки - 27,8 %; для коэффициента потенциальной нагрузки - 18,6 %; для коэффициента пенсионной нагрузки - 36,6 %.

**Выводы.** Оценка динамики демографических процессов населения северных районов Иркутской области выявила ряд статистических закономерностей: 1. В северных территориях Иркутской области происходит сокращение общей численности населения. 2. Регистрируется дисбаланс соотношения женского и мужского населения в репродуктивных возрастных группах. 3. Выявлено, что среди населения северных районов снизился удельный вес трудоспособного населения, это снижение обусловлено преимущественно за счет увеличения удельного веса людей пенсионного возраста. 4. Сравнительный анализ динамики воз-

растно-половых пирамид за 2012–2022 гг. показал типичный для периода демографического перехода процесс старения населения. 5. Увеличение численности населения старших возрастных групп характеризуется динамикой увеличения коэффициентов демографической нагрузки на трудоспособный возраст. 6. Установлено, что в настоящее время северным территориям Иркутской области характерен регрессивный тип демографической структуры.

*Работа выполнена в рамках темы государственного задания № 121021800157-8*

### **Список литературы**

1. Вандескрик К. Демографический анализ. - М.: Академический проект, 2005. - 241 с.
2. Гуляева, Л.В. Приоритеты стратегического развития северных территорий Иркутской области // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2008. – № 3. – С. 48-52. – EDN: ISVYQR.
3. Заборцева Т.И., Руднева В.А. Трансформация хозяйства и населения территорий Иркутского Севера в XXI веке // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. – 2016. – Т. 15. – С. 28-43. – EDN: VODZID
4. Официальная статистика: Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Иркутской области - URL: <https://38.rosstat.gov.ru/folder/167937> (дата обращения: 20.03.2024).
5. Павлов С.П. Северные территории Иркутской области: анализ проблем // Baikal Research Journal. 2011. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/severnye-territorii-irkutskoy-oblasti-analiz-problem> (дата обращения: 01.04.2024).
6. Самарина В.П. Основные методологические подходы к оценке неравномерности регионального социально-экономического развития и выявлению проблемных регионов России // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2009. № 12. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-metodologicheskie-podhody-k-otsenke-neravnomernosti-regionalnogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitiya-i-vyyavleniyu> (дата обращения: 10.04.2024).
7. Скуфьина Т.П., Баранов С.В. Природные ресурсы как факторы повышения уровня социально-экономического развития территории: современное состояние проблемы и арктический вектор исследований // Фундаментальные исследования. 2018. № 6. С. 211–216.
8. Торопушина Е.Е. Социальная инфраструктура как фактор саморазвития территории российской Арктики // Север и рынок: формирование экономического порядка. 2018. № 5. С. 14–23.
9. Цыкунов Г.А., Черных В.В. Северные территории Иркутской области: социально-экономическое развитие // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2017. – № 4(30). – С. 78-82. – EDN: YLWXUW

УДК: 338.49 (571.1/5)

## **ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В РЕГИОНАХ СИБИРИ<sup>4</sup>**

**Т.Г. Ратьковская**

*ИЭОПП СО РАН, г. Новосибирск, [rtg@ieie.nsc.ru](mailto:rtg@ieie.nsc.ru)*

## **SPATIAL FEATURES FOR SOCIAL INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT IN SIBERIAN REGIONS**

**T.G. Rat'kovskaya**

*Institute of Economics and Industrial Engineering, SB RAS, Novosibirsk, [rtg@ieie.nsc](mailto:rtg@ieie.nsc)*

Социальная инфраструктура выступает в контексте качества жизни населения как важнейшая компонента условий жизни в регионе. Мы рассматриваем те отрасли социальной сферы, участие и ответственность государства за развитие которых определены в конституции страны: образование, здравоохранение, культура, физическая культура и спорт, социальное обеспечение. Организация функционирования и развития этих отраслей входит составным элементом в систему задач государственного и муниципального управления.

Говоря о социальной инфраструктуре как научной категории, используемой в таких науках как региональная экономика, социальная и экономическая география, социология, градостроительство и другие, необходимо отметить ряд ее важных особенностей:

- специфически локальный характер, «привязка» в территории, к определенному месту проживания индивидуумов в силу действия как объективно-пространственных факторов (наличие объектов, их мощность и специализация, транспортно-временная доступность), так и субъективных ограничений (финансовых, институциональных);

- выделенные для анализа отрасли социальной инфраструктуры РФ организованы в соответствии с сеткой административно-территориального деления страны; существует законодательное разграничение

<sup>4</sup> Исследование выполнено по плану НИР ИЭОПП СО РАН, проект 5.6.3.2. (0260–2021–0006) «Региональное и муниципальное стратегическое планирование и управление в контексте модернизации государственной региональной политики и развития цифровой экономики» № 121040100283–2.

прав, обязанностей, ресурсного обеспечения развития их объектов между уровнями государственной власти и муниципального управления;

- основная ответственность за развитие социальной инфраструктуры в границах субъекта РФ лежит на региональных органах власти, при этом задачи формирования единого социального пространства страны, достижения долгосрочных стратегических целей развития, требуют скоординированных действий всех уровней власти и, как правило, финансовой поддержки нижестоящих уровней федеральным правительством;

- сильное влияние на ее развитие оказывают пространственные факторы, региональная система расселения [2, 3, 4]; взаиморасположение отдельных населенных пунктов, районных центров и региональных столиц влияет на потребность в развитии социальной и транспортной инфраструктуры субъекта РФ, объем необходимых бюджетных затрат на создание и эксплуатацию объектов.

Многие проблемы восточных и северных территорий страны связаны с небольшим размером муниципальных образований, большими и сложно преодолимыми расстояниями между населенными пунктами. Среди современных исследований систем расселения в Сибири и связанных с этим особенностей условий жизни населения следует отметить монографию «Ресурсное измерение социальных условий жизни населения Восточной Сибири» [1], посвященную изучению ресурсно-социальных взаимосвязей на территории региона. Авторы проводят типологию систем расселения, анализируют количественные взаимосвязи климато-ресурсных и ряда социально-экономических факторов жизнедеятельности населения. Указанное исследование охватило лишь семь субъектов РФ, географически расположенных на территории Восточной Сибири. Это не дает возможности для более широких сравнительных региональных сопоставлений, для рассмотрения всех сибирских субъектов Федерации на фоне других территорий страны.

Цель данного исследования – проследить воздействие фактора пространства, выраженного в особенностях систем расселения и территориальной организации местного самоуправления в отдельных субъектах РФ, на структурные характеристики сети объектов отраслей социальной сферы (социальной инфраструктуры) соответствующих регионов. Если в исследовании по Восточной Сибири рассматривались «населенные пункты», то в данном случае речь идет о муниципальных образованиях.

Одна из статей Федерального закона 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации» посвящена определению границ муниципальных образований. В числе принципов, используемых для этого, – принцип пешеходной и транспортной доступности. В ст. 11, пункт 1.11 сказано следующее. «Границы сельского поселения, в состав которого входят два и более населенных пункта, как правило, устанавливаются с учетом пешеходной доступности до его административного центра и обратно в течение рабочего дня для жителей всех населенных пунктов, входящих в его состав; а границы муниципального округа, городского округа, муниципального района – с учетом транспортной доступности до их административных центров и обратно в течение рабочего дня для жителей всех населенных пунктов (поселений), входящих в их состав».

Информация о муниципально-территориальном делении субъектов РФ публикуется в ежегодном бюллетене Росстата «Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям» [5]. На основе данных Росстата по состоянию на 1 января 2023 года нами были рассчитаны показатели удельного веса населения каждого из федеральных округов РФ, проживающего в муниципальных районах и муниципальных округах той или иной величины в общей численности населения округа. Обработанная информация и результаты сделанных на ее основе расчетов представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Доли населения, проживающего в муниципальных районах и округах, в общей численности населения федеральных округов РФ, процентов, на 01.01.2023

| Федеральные округа РФ | в том числе с числом жителей, тыс. человек |            |            |            |            |            |            |            |            |            |
|-----------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
|                       | Всего                                      | до 10      | 10-15      | 15-20      | 20-30      | 30-50      | 50-100     | 100-150    | 150-200    | более 200  |
| <b>РФ</b>             | <b>33,4</b>                                | <b>1,5</b> | <b>2,9</b> | <b>3,0</b> | <b>5,3</b> | <b>6,9</b> | <b>8,0</b> | <b>3,3</b> | <b>1,2</b> | <b>1,2</b> |
| Центральный           | 20,9                                       | 1,6        | 2,3        | 2,0        | 3,4        | 5,2        | 5,4        | 0,5        | 0,5        |            |
| Северо-Западный       | 33,7                                       | 1,9        | 3,2        | 3,5        | 3,7        | 6,0        | 5,7        | 2,5        | 1,4        | 5,9        |
| Южный                 | 44,8                                       | 0,4        | 1,2        | 1,4        | 3,9        | 9,5        | 15,4       | 12,1       | 1,0        |            |
| Северо-Кавказский     | 50,9                                       | 0,1        | 0,6        | 1,2        | 4,8        | 9,0        | 19,7       | 8,7        | 6,7        |            |
| Приволжский           | 41,2                                       | 1,5        | 4,1        | 4,4        | 7,3        | 7,3        | 8,9        | 3,6        | 0,6        | 3,5        |
| Уральский             | 19,7                                       | 0,7        | 1,7        | 2,4        | 5,1        | 4,4        | 3,2        | 2,2        |            |            |
| Сибирский             | 34,7                                       | 2,3        | 5,5        | 4,9        | 6,3        | 9,3        | 3,9        | 0,6        | 2,0        |            |
| Дальневосточный       | 39,9                                       | 4,3        | 3,7        | 4,6        | 12,4       | 6,8        | 8,0        |            |            |            |

Как показывают данные таблицы 1, доли населения Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, проживающего в муниципальных районах и округах небольшого размера (2–7 столбцы таб-

лицы 1), превышают среднероссийские показатели. Эта информация, представленная нарастающим итогом, делает различия еще ярче (таблица 2). Если в целом по РФ в муниципальных районах и округах с численностью населения до 20 тыс. человек проживало 7,4% населения, то в Сибирском федеральном округе – 12,7%, в Дальневосточном – 12,6%. Для муниципальных районов и округов с численностью населения до 30 тыс. человек показатель по РФ составил 12,7%, а для Сибирского федерального округа – в полтора раза больше, 18,9%. В Дальневосточном округе в административных единицах такого масштаба на 01.01.2023 года проживало 25% населения, что в два раза выше общероссийского показателя. Большие различия сохраняются и при рассмотрении показателей следующего уровня агрегации (до 50 тыс. человек, столбец 7).

Таблица 2

Доли населения, проживающего в муниципальных районах и округах, в общей численности населения федеральных округов РФ, нарастающим итогом, процентов, на 01.01.2023

| Федеральные округа РФ | Всего    | в том числе с числом жителей, тыс. человек |          |          |          |          |          |          |           |           |
|-----------------------|----------|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
|                       |          | до 10                                      | до 15    | до 20    | до 30    | до 50    | до 100   | до 150   | до 200    | более 200 |
| <i>1</i>              | <i>2</i> | <i>3</i>                                   | <i>4</i> | <i>5</i> | <i>6</i> | <i>7</i> | <i>8</i> | <i>9</i> | <i>10</i> | <i>11</i> |
| РФ                    | 33,4     | 1,5  | 4,4      | 7,4      | 12,7     | 19,6     | 27,6     | 31,0     | 32,2      | 33,4      |
| Центральный           | 20,9     | 1,6  | 3,9      | 5,9      | 9,3      | 14,5     | 19,9     | 20,4     | 20,9      |           |
| Северо-Западный       | 33,7     | 1,9  | 5,0      | 8,6      | 12,3     | 18,2     | 23,9     | 26,4     | 27,8      | 33,7      |
| Южный                 | 44,8     | 0,4  | 1,6      | 2,9      | 6,8      | 16,3     | 31,7     | 43,8     | 44,8      |           |
| Северо-Кавказский     | 50,9     | 0,1  | 0,7      | 1,9      | 6,7      | 15,7     | 35,5     | 44,2     | 50,9      |           |
| Приволжский           | 41,2     | 1,5  | 5,6      | 10,0     | 17,3     | 24,6     | 33,5     | 37,1     | 37,7      | 41,2      |
| Уральский             | 19,7     | 0,7  | 2,4      | 4,8      | 9,9      | 14,3     | 17,5     | 19,7     |           |           |
| Сибирский             | 34,7     | 2,3  | 7,8      | 12,7     | 18,9     | 28,2     | 32,1     | 32,7     | 34,7      |           |
| Дальневосточный       | 39,8     | 4,2  | 8,0      | 12,6     | 25,0     | 31,8     | 39,8     |          |           |           |

Пространственные особенности систем расселения и территориальной организации местного самоуправления оказывают непосредственное влияние на структурные характеристики региональной сети объектов социальной инфраструктуры. В условиях больших пространств и расстояний, при децентрализованной системе расселения, населению требуется больше школ, детских садов, медицинских учреждений, дорог. При этом единичные мощности таких объектов ниже, чем в районах с высокой плотностью населения. В качестве примера рассмотрим характеристики некоторых объектов отрасли «образование» в регионах–субъектах РФ, а именно – государственные общеобразовательные организации.

Для анализа были выбраны регионы, близкие как по численности населения, так и по численности обучающихся по программам общего образования (на начало 2022/2023 учебного года), но существенно отличающиеся по пространственным характеристикам – площади территории и плотности населения (табл. 3).

Таблица 3

Некоторые показатели отрасли образование в субъектах РФ, 2022/2023 учебный год

| Субъекты РФ             | Население, тыс. чел., на 01.01.2023 | Площадь, тыс. км <sup>2</sup> | обучение по программам общего образования |                                 |  |
|-------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---|---------------------------------|--|
|                         |                                     |                               | Численность обучающихся, тыс. чел.        | Численность учителей, тыс. чел. | Число образовательных организаций, ед. |
| <i>Группа 1</i>         |                                     |                               |   |                                 |  |
| Республика Саха         | 997,6                               | 3083,5                        | 153,2                                     | 14,1                            | 622                                    |
| Забайкальский край      | 992,4                               | 431,9                         | 147,2                                     | 9,8                             | 556                                    |
| Республика Бурятия      | 974,6                               | 351,3                         | 152,5                                     | 8,9                             | 468                                    |
| <i>Группа 2</i>         |                                     |                               |   |                                 |  |
| Архангельская область   | 964,3                               | 413,1                         | 128,0                                     | 8,5                             | 331                                    |
| Астраханская область    | 950,6                               | 49,0                          | 125,7                                     | 6,8                             | 257                                    |
| Калининградская область | 1032,3                              | 15,1                          | 126,5                                     | 6,3                             | 179                                    |

Источник. Составлено автором на основе данных Росстата и Министерства образования РФ.

Как показывают данные таблицы 3, при почти одинаковой численности обучающихся в Республике Саха, Забайкальском крае и Республике Бурятия (153,2, 147,2 и 152,5 тыс. чел) количество учителей и число образовательных организаций существенно различаются (14,1, 9,8 и 8,9 тыс. чел.; 622, 556 и 468 организаций). В Архангельской, Астраханской и Калининградской областях при близкой численности обучающихся (128,0, 125,7 и 126,5 тыс. чел.) число образовательных организаций отличаются почти в два раза (331, 257 и 179, соответственно). Эти различия в большой степени обусловлены региональными особенностями систем расселения. Об этом, в частности, свидетельствуют данные табл. 4.

Доля населения, проживающего в муниципальных районах и округах, в общей численности населения субъекта РФ, процентов, нарастающим итогом, на 01.01.2023

| Регионы                 | Всего | в том числе с числом жителей, тыс. человек |       |       |       |       |        |        |        |
|-------------------------|-------|--|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
|                         |       | до 10                                      | до 15 | до 20 | до 30 | до 50 | до 100 | до 150 | до 200 |
| РФ                      | 33,4  | 1,5  | 4,4   | 7,4   | 12,7  | 19,6  | 27,6   | 31,0   | 32,2   |
| <i>Группа 1</i>         |       |  |       |       |       |       |        |        |        |
| Республика Саха         | 60,9  | 6,9  | 11,4  | 14,7  | 32,9  | 46,8  | 60,9   |        |        |
| Забайкальский край      | 62,5  | 6,8  | 10,7  | 22,6  | 35,2  | 49,7  | 62,5   |        |        |
| Республика Бурятия      | 52,7  | 2,3  | 6,2   | 11,6  | 27,9  | 35,4  | 52,7   |        |        |
| <i>Группа 2</i>         |       |  |       |       |       |       |        |        |        |
| Архангельская область   | 35,3  | 3,2  | 9,4   | 16,9  | 27,2  | 35,3  |        |        |        |
| Астраханская область    | 48,2  |  |       | 2,0   | 7,6   | 35,3  | 48,1   |        |        |
| Калининградская область | 34,6  |  | 3,4   | 9,9   | 12,7  | 24,1  | 24,1   | 34,6   |        |

Доли населения, проживающего в небольших муниципальных районах и округах (до 30 тыс. жителей), в рассматриваемых субъектах Федерации с большой площадью территории значительно выше общероссийского показателя (12,7%). В Забайкальском крае – 35,2%, Республике Саха – 32,9%, Республике Бурятия – 27,9%, Архангельской области – 27,2%. При этом в Астраханской области в муниципальных единицах такого масштаба проживало лишь 7,6% населения области, в Калининградской – 12,7%.

Затраты на создание, текущее обеспечение и развитие социальной инфраструктуры составляют значительную долю расходов консолидированных бюджетов субъектов РФ.

При дисперсной системе расселения, с небольшими масштабами объектов социальной инфраструктуры, требуемой по условиям транспортной и временной доступности, бюджетные расходы на эти цели в расчете на одного жителя выше, чем на территориях с высокой плотностью населения и благоприятными природно-климатическими условиями. Соответственно, в расходах бюджета сокращается инвестиционная составляющая, меньше возможностей для поддержки экономики. Однако учет и отражение таких пространственных зависимостей в системе межбюджетных отношений пока еще является серьезной проблемой.

Действующая методика бюджетного выравнивания учитывает часть таких особенностей, но не в полной мере [3]. Необходимо продолжить разработку механизмов федеральной поддержки социально-экономического развития регионов с проблемными экономико-географическими и поселенческими особенностями. Это потребует корректировки существующих и разработки новых количественных коэффициентов, отражающих объективные особенности пространственных условий развития.

### Список литературы

1. Башалханова Л.Б., Веселова В.Н., Корытный Л.М Ресурсное измерение социальных условий жизнедеятельности населения Восточной Сибири. – Новосибирск: Гео, 2012. – 221 с.
2. Короленко А.В. Пространственные трансформации территорий России: тенденции и региональные различия расселения // Проблемы развития территории. – 2023. – Т. 27. – № 1. – С. 47–75. DOI: 10.15838/ptd.2023.1.123.4
3. Ратьковская Т.Г. Пространственные характеристики регионов в процессах межбюджетного выравнивания // ЭКО. – 2020. – № 1. – С. 166–182. DOI: 10.30680/ECO0131-7652-2020-1-166-182
4. Фаузер В.В. Республика Коми на рубеже веков: демография, миграция, расселение. – Ижевск: ООО «Принт», 2023. – 308 с.
5. «Численность населения Российской Федерации по муниципальным образованиям на 1 января 2023 года (Статистический бюллетень)». URL: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13282>

УДК 911.3:33

## АСПЕКТЫ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В СИБИРИ

**П.В. Рогов**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, [geografrogov@yandex.ru](mailto:geografrogov@yandex.ru)*

## ASPECTS OF HOUSING CONSTRUCTION IN SIBERIA

**P.V. Rogov**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, [geografrogov@yandex.ru](mailto:geografrogov@yandex.ru)*

Строительство жилья в Сибири является не только средством для улучшения жилищных условий, но и механизмом удержания населения. Наблюдаемые процессы, связанные с дрейфом на запад населения сибирских и дальневосточных субъектов обусловлены в основном экономической потребностью, в том



числе возможностью большего выбора рабочих мест, более благоприятных условий жизнедеятельности в целом. Например, для Дальнего Востока: «социально-экономическая ситуация (обусловленная главным образом резким сокращением производств) и ухудшение качества жизни в регионе – решающие факторы миграционных ориентаций населения» [1], такие же процессы характерны и для Сибири: «В постсоветский период вслед за изменением в стране политической и экономической ситуации произошли резкие сдвиги, население Сибири стало убывать и лишь в последние годы (2010–2018) снова начало расти» [2]. Таким образом, регионы с тенденцией к росту, требуют соответственно большего объема жилья. Проанализируем объемы прироста жилья в сибирских регионах за период 2000-2022 гг. (на рисунке 1 представлены объемы ввода жилья). Примерно с начала 2010-х годов сформировалась тройка лидирующих по строительству жилья регионов: Новосибирская область, Красноярский край и Тюменская область (без округов). Это сочетание прослеживается и для других экономических показателей.

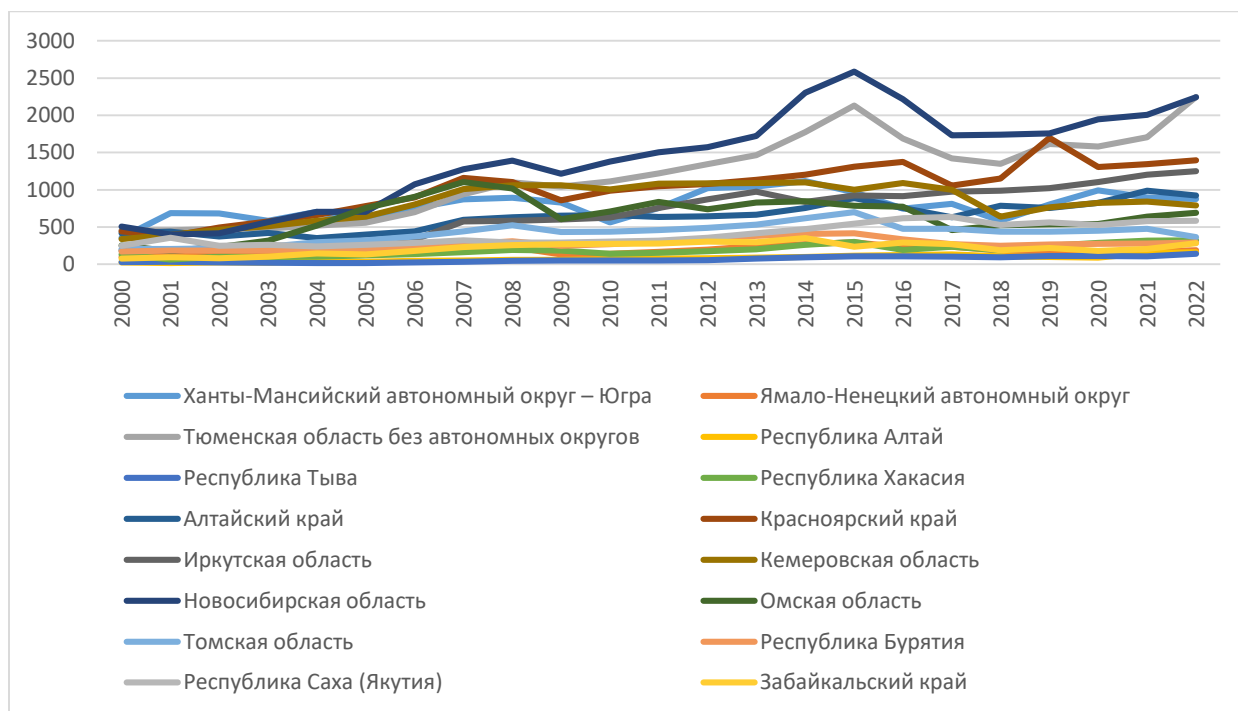


Рис. 1. Объемы ввода жилья в сибирских регионах в период 2000–2022 гг. тыс. м<sup>2</sup> [3]

Поскольку строительство многоквартирных домов (МКД) способно на меньшей площади обеспечить жильём большее количество населения, для крупных компаний в условиях города такой тип застройки является предпочтительным, однако для городской территории индивидуальная застройка не исключается, её размещение определяется градостроительными планами. Экономически активное население региона «тянется» к его центру, поэтому рассмотрим объемы ввода жилья в сибирских региональных центрах (таблица).

Таблица

Показатели ввода жилья в городах Сибири в 2022 г.\*

| Город            | Население (тыс.чел) на 01.01.2023 г. | Общий ввод (тыс. м <sup>2</sup> ). | Удельный ввод (м <sup>2</sup> /чел) |
|------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| г. Тюмень        | 855,6                                | 1189,9                             | 1,4                                 |
| г. Новосибирск   | 1635,3                               | 1231                               | 0,8                                 |
| г. Красноярск    | 1197,6                               | 761                                | 0,6                                 |
| г. Иркутск       | 611,2                                | 315                                | 0,5                                 |
| г. Кемерово      | 549,3                                | 280                                | 0,5                                 |
| г. Омск          | 1110,8                               | 425                                | 0,4                                 |
| г. Томск         | 523                                  | 106,7                              | 0,2                                 |
| г. Улан-Удэ      | 436,1                                | 136                                | 0,3                                 |
| г. Чита          | 334,4                                | 113,2                              | 0,3                                 |
| г. Якутск        | 378,5                                | 326,0                              | 0,9                                 |
| г. Кызыл         | 128,1                                | 89,2                               | 0,7                                 |
| г. Абакан        | 185,3                                | 201,6                              | 1,1                                 |
| г. Барнаул       | 623,0                                | 560,0                              | 0,9                                 |
| г. Горно-Алтайск | 64,9                                 | 42,2                               | 0,7                                 |

\*Примечание: при составлении таблицы использовались официальные сайты указанных городов и данные Росстата.

Таким образом, по удельным показателям ввода жилья на душу населения выявлены города лидеры – г. Тюмень, г. Абакан, г. Барнаул, г. Новосибирск, г. Красноярск. К «городам – середнякам» относятся г. Кызыл, г. Горно-Алтайск, г. Красноярск, г. Иркутск, г. Кемерово. Третья категория – города-аутсайдеры. К ним относятся г. Омск, г. Улан-Удэ, г. Чита и г. Томск.

Рассмотрим структуру строительства в тройке регионов-лидеров по вводу жилья. В Тюменской области введено 2245 тыс. м<sup>2</sup>, а в г. Тюмень ввели 1189,9 тыс. м<sup>2</sup> общей площади жилых домов, что составило 53% от всего построенного в регионе жилья [4]. Распределение регионального объема жилья выглядит следующим образом: 58,2 % жилья составили МКД и 42,8% ИЖС. В г. Новосибирске в 2022 г. введено в эксплуатацию 1231 тыс. м<sup>2</sup> жилья [5]. Этот показатель составляет 54% от регионального объема. В Новосибирской области в этом же году объем ввода жилья составил 2244 тыс. м<sup>2</sup>, из которых доля МКД составила 62,8%, а ИЖС 37,2%. Зачастую, в лидерах на протяжении нескольких лет удерживаются несколько крупных региональных строительных компаний. Например, в 2018 г. в Новосибирске первое место по сдаче объемов жилья занимала компания «ВИРА-Строй», второе место – СП ООО «Сибкадемстрой» (дочернее предприятие компании «Брусника»), третье место – ООО ХК «ГК «СТРИЖИ». В г. Красноярске показатель ввода жилья в 2022 г. составил 769,1 тыс. м<sup>2</sup>, т.е. 55% всего жилья края, а в целом на территории региона за 2022 г. сдано в эксплуатацию 1397 тыс. м<sup>2</sup> жилья [6]. Разделение по типу застройки для региона за 2022 г. следующее: МКД - 61,2 % введенного жилья и ИЖС - 38,8%.

Для оценки «регионов-лидеров», с точки зрения экономического развития, рассмотрим вклад каждого из них в общесибирский объем ВРП по годам (рис. 2). Преобладающий вклад в сибирскую экономику вносят экспортно ориентированные регионы ХМАО, ЯНАО и Кемеровская область, а также индустриально развитые Красноярский край, Иркутская и Новосибирская области. Соответственно, чем экономически активнее регион, тем он привлекательней с точки зрения трудоустройства, то есть регионы с развитым жилищным строительством почти всегда совпадают с лидирующими регионами по ВРП.

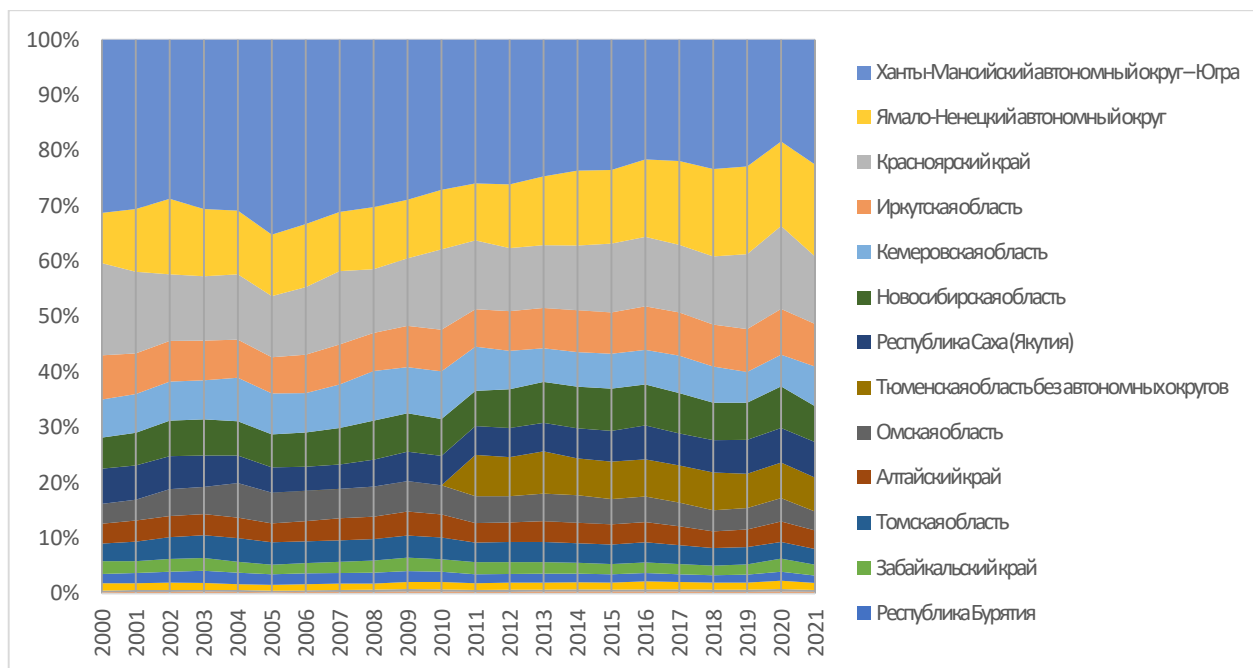


Рис. 2. Доля регионов в общесибирском объеме ВРП за 2000–2021 гг. [3]

Существуют и проблемы, связанные с жилищным строительством. Основное – рост стоимости квадратного метра и снижение площади квартиры. Они имеют свои корни от перехода принятой в 2000-2018 гг. системы «скидок на этапе котлована», при которой на ранней стадии застройщик продавал квартиры с дисконтом для получения объема денежных средств необходимых для возведения проекта, к эскроу-счетам, при которых застройщик защищал свой проект перед банком, для получения одобрения на создание такого счета. При этом сложилась ситуация, при которой в погоне за одобрением проектов и соответственно ипотеки граждан, застройщик стал снижать площадь квартир, отталкиваясь не от потребностей, а от той суммы, которую наиболее вероятно одобряют своим клиентам. Снизилась инвестиционная привлекательность новостроек, поскольку для продажи такой квартиры на вторичном рынке, при растущем предложении продавец вынужден снижать её стоимость по сравнению с аналогичной новостройкой.

Министерство финансов также проводит мероприятия по стабилизации роста цен на недвижимость, путем ограничения доступа к льготным финансам, например, с 1 июля 2024 г. прекратила действовать ипотека с господдержкой, а ИТ ипотека с 31 июля 2024 г. не будет распространяться на г. Москву и г. Санкт-Петербург [7].

В качестве заключения, хочется отметить, что несмотря на наблюдаемые показатели ввода ИЖС и МКД в Сибирских регионах, ситуация в жилищном строительстве в целом по стране в настоящее время является нестандартной. По мнению некоторых экономистов, рынок недвижимости «перегрет» что вероятнее всего проявится в тех или иных показателях, но неравномерно в разрезе регионов.

*Работа выполнена по проекту ИГ СО РАН, № государственной регистрации АААА-А21-121012190019-9*

### **Список литературы**

1. Современная Россия: географическое описание нашего Отечества. Дальний Восток. / Отв. редакторы В.М. Котляков, П.Я. Бакланов. – Москва: Паулсен, 2020. 241 с.
2. Современная Россия: географическое описание нашего Отечества. Сибирь. – Москва: Паулсен, 2020. 206 с.
3. Приложение к сборнику «Регионы России. Социально-экономические показатели» [Электронный ресурс] – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/47652> (дата обращения 20.02.2024)
4. Объемы ввода жилья... [Электронный ресурс] – URL: <https://t.rbc.ru/tyumen/13/08/2023/64d857da9a79474db9894382?ysclid=llyst0yflq68637975> (дата обращения 30.08.2023)
5. Официальный сайт города Новосибирска [Электронный ресурс]. – URL: <https://novo-sibirsk.ru/news/353523/> (дата обращения 30.08.2023)
6. Красноярский край. Министерство строительства [Электронный ресурс] – URL: <http://minstroy.krskstate.ru/press/news/0/news/107362> (дата обращения 30.08.2023)
7. Правительство России [Электронный ресурс] – URL: <http://government.ru/news/52278/> (дата обращения 31.07.2024)

УДК 911.3(571.53)

## **ПРОМЫШЛЕННОЕ РАЗВИТИЕ СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ В ПОСТСОВЕТСКИЙ ПЕРИОД**

**В.А. Руднева**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр  
«Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского СО РАН», Иркутск, varud8892@yandex.ru*

## **INDUSTRIAL DEVELOPMENT OF THE NORTHERN DISTRICTS OF THE IRKUTSK REGION IN THE POST-SOVIET PERIOD**

**V.A. Rudneva**

*IrIch SB RAS, Irkutsk, varud8892@yandex.ru*

Северные территории играют значимую роль в трансформации экономики и обеспечении геополитических интересов Российской Федерации. В Стратегиях пространственного развития России до 2025 г. и социально-экономического развития СФО до 2035 г. такие районы выступают как финансово-экономическая опора государства при переходе на инновационный путь развития. Север занимает 11,4 млн км<sup>2</sup> или 64% общей площади страны. Площадь Иркутской области составляет 774,8 тыс. км<sup>2</sup>, где на северные территории приходится более 63 % (490,9 тыс. км<sup>2</sup>). В области к Крайнему Северу относится только Катангский район. К местностям приравненным к районам Крайнего Севера, в рамках административных районов – Бодайбинский, Братский, Казачинско-Ленский, Киренский, Мамско-Чуйский, Нижнеилимский, Усть-Илимский и Усть-Кутский [4].

Данные территории обладают уникальным природно-ресурсным потенциалом и поэтому имеют важное значение не только для региона, но и для страны в целом. В рамках Стратегии социально-экономического развития Иркутской области до 2036 года предусмотрены проекты по пространственному совершенствованию крупных северных индустриальных центров (Братск, Усть-Илимск, Железногорск-Илимский, Усть-Кут и Бодайбо) и формированию опорных территорий развития (Усть-Кутско-Ленская, Усть-Илимско-Катангская, Братская и Бодайбинская).

В период «Северной стройки» произошло становление основных отраслей промышленности, таких как лесная, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная, топливная, горнодобывающая, энергетика, цветная и чёрная металлургия. В реформенные годы наметился спад объемов производства в добыче полезных ископаемых и перерабатывающем секторе экономики, при этом целлюлозно-бумажное и алюминиевое производство смогло нарастить количество выпускаемой продукции, в силу благоприятно складывающейся конъюнктуры на мировом рынке.

В настоящее время, по объему отгруженных товаров собственного производства, выполненных работ и услуг собственными силами субрегион аккумулировал по горнодобывающей промышленности почти 4/5 от общеобластного значения, по обрабатывающей – более 2/5. Прирост за 15 лет составил свыше 753 и 237 млрд рублей соответственно и это, не смотря на валютно-финансовый кризис в 2008 и 2014 гг., последующие санкционные воздействия на экономику России, а также влияние пандемии COVID-19 в

2020 г. [9]. Промышленное производство исследуемой территории, имея дефицит в рабочей силе и крупные финансовые затраты на развитие экономики в таких непростых природно-климатических условиях, сохраняет моноотраслевой характер. Более того формируются новые отрасли, такие как газохимия и фармацевтика. Рассмотрим более подробно индустриальный сектор северных районов Иркутской области.

Горнодобывающая промышленность возникла еще в досоветский период с добычей золота, железной руды, слюды, глины и др. Золотодобывающая промышленность развита в Бодайбинском районе (крупные месторождения – Сухой Лог, Чертово Корыто, Первенец, Высочайшее, Надеждинское и др.). В районе добывается 95% золота Иркутской области или 10% от общероссийской. В настоящее время добывают россыпное и рудное золото. ПАО «Полнос» (ПАО «Лензолото») крупнейшая золотодобывающая холдинговая компания региона и РФ. На ближайшие годы планируется поддерживать ежегодные объемы золотодобычи на уровне 4 т. Также золотодобыча ведется на территории Мамско-Чуйского района предприятием ООО «Мамская горнорудная компания» [10].

На протяжении почти 60 лет добычу и обогащение железной руды ведет Коршуновский ГОК (Нижнеилимский район). В 2022 г. произведено 1,5 млн. т. железорудного концентрата. Это в 3 раза меньше к выпуску данного сырья в 2013 г. и имеет тенденцию к снижению этого показателя на перспективу из-за обводненности нижних горизонтов при добыче руды на самом крупном Коршуновском карьере. Производимый на предприятии концентрат считается одним из лучших в стране по низкому шлакообразованию, легкому плавлению и отсутствию вредных примесей. В связи с этим продукция высоко востребована как на российском (Кемеровская, Новосибирская, Челябинская области и др.), так и на международном рынке (Китай) [7].

Также металлургический комплекс представлен предприятиями алюминиевой промышленности и производством ферросплавов. С 2003 г. ООО «Братский завод ферросплавов» производит ферросилиций с высоким содержанием кремния (до 75 %). Основным сырьем служит кварцит, который поставляется с Уватского месторождения. За 12 лет произошло увеличение выпуска продукции в 2 раза и составило в 2023 г. 2 млн. т. Экспорт приходится на страны АТР (около 50 %), а остальная часть идет на внутренний (областной) рынок [3].

Братский алюминиевый завод (БрАЗ) является крупнейшим мировым производителем первичного алюминия. В реформенный период предприятие работало рентабельно, благодаря экспортной привлекательности его продукции. Он работает с превышением проектной мощности и обеспечивает рабочими местами более 4 тыс. человек. В 2022 г. на БрАЗе было произведено почти 1,5 млн. т товарного алюминия и получено около 500 тыс. т продукции с добавленной стоимостью. На долю завода приходится примерно 40% выпускаемого алюминия на территории России и свыше 2% мирового объема. Более 50% этого товара экспортируется зарубеж [2].

С советского периода одной из основных отраслей индустрии Севера Иркутской области остается лесопромышленный комплекс. При переходе к рыночной экономике произошла потеря мощностей в лесозаготовке и деревообрабатывающей промышленности. Территория обладает высоким уровнем лесистости. Здесь произведено 3 млн. куб. м лесоматериалов, что составляет до 90% по области [9]. Наиболее крупными предприятиями являются Братский и Усть-илимский ЛПК (входят в Группу «Илим») и ООО «Тайрику-Игирма Групп».

На Братском ЛПК выпускают товарную целлюлозу, продукцию лесохимии, круглые лесоматериалы с ежегодным объемом производства в 1,3 млн. т, образуя 35% российского объема целлюлозы. На предприятиях работают свыше 6 тыс. человек. Основной рынок сбыта продукции – КНР (до 80%) [11]. Усть-Илимский ЛПК производит аналогичную продукцию с годовым выпуском в 900 тыс. т и имеет в своем штате более 4 тыс. сотрудников. Производимая целлюлоза поставляется в Китай и страны Юго-Восточной Азии (90%) [12]. С декабря 2021 г. ООО «Тайрику-Игирма Групп» принадлежит крупной корпорации Segezha Group. Предприятие самостоятельно обеспечивает полный производственный цикл. Ежегодная расчетная лесосека составляет 3,8 млн. куб. м. мощность лесопильного завода до 1400 тыс. куб. м/год., по выпуску пиломатериалов – 650 тыс. куб. м, топливных пеллет – 100 тыс. т/год. География поставок конечной продукции – это страны АТР, СНГ и внутренний российский рынок [6].

Нефтегазохимический комплекс начал активно развиваться со строительством нефтепровода «Восточная Сибирь – Тихий океан» и газопровода «Сила Сибири». Так, объемы добычи нефти в 2009 г. по отношению к 2006 г. возросли более чем в 8 раз [4]. В настоящее время промышленная разработка нефтегазоконденсатных месторождений в исследуемом субрегионе ведется в Катанском, Усть-Кутском, Киренском и Братском районах. Основной объем добычи приходится на ОАО «Верхнеченскнефтегаз» (входит в «Роснефть»), которое разрабатывает Верхнеченское нефтегазоконденсатное месторождение. За 18 лет эксплуатации было извлечено свыше 80 млн т нефти и около 15,5 млрд. кубометров газа [1]. Предприятиями, входящими в группу компаний ООО «Иркутская нефтяная компания» (ИНК), добыто почти 9 тыс. т нефти и газоконденсата в 2022 г. С 2011 г. ИНК реализует инвестиционный проект по созданию газохимиче-

ского кластера на севере Иркутской области с центром в г. Усть-Кут. Созданы и частично введены в эксплуатацию промышленные объекты по подготовке, транспортировке и переработке газа, гелевый завод и завод полимеров. Численность сотрудников кластера составит 2 тыс. человек, а общий объем финансовых вложений – более 0,5 трлн. рублей [5].

Еще одной новой и перспективной отраслью не только рассматриваемой территории, но и страны в целом является фармацевтическая промышленность. С 2016 г. ООО «БратскХимСинтез» (принадлежит «ГК «Фармасинтез») производит активные фармацевтические субстанции (АФС) для изготовления лекарств от туберкулеза, ВИЧ, гепатита и онкологии. В настоящее время, численность сотрудников около 250 человек и этот показатель возрастет, в связи с выходом на проектную мощность завода в ближайшие годы (120 т АФС в год). Создание такого значимого предприятия реализуется в рамках программы по импортозамещению [8].

Северные территории Иркутской области обладают богатой природно-ресурсной базой российского и мирового значения. Они формируют значительный объем промышленного производства области, но при этом продолжают оставаться дотационными по причине наличия крупных предприятий, представляющих нерезидентский сектор экономики исследуемого субрегиона. Производственные показатели горнодобывающей промышленности обеспечиваются в основном деятельностью по добыче топливно-энергетических полезных ископаемых. Основной вклад в производительность труда и рентабельность обрабатывающей промышленности вносят металлургия, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная отрасли. Формирование опорных территорий развития с кластеризацией производства в рассматриваемом субрегионе приведет к нивелированию развития экономики Иркутской области в разрезе север – юг.

*Работа выполнена в рамках темы государственного задания ИрИХ СО РАН № 121021800157-8.*

### **Список литературы**

1. АО ВЧНГ [Электронный ресурс]. URL.: [https://vcng.rosneft.ru/about/Glance/OperationalStructure/Dobicha\\_i\\_razrabotka/Vostochnaja\\_Sibir/vcng/](https://vcng.rosneft.ru/about/Glance/OperationalStructure/Dobicha_i_razrabotka/Vostochnaja_Sibir/vcng/) (дата обращения 9.07.2024).
2. Братский алюминиевый завод [Электронный ресурс]. URL.: <http://rusal.ru> (дата обращения 28.06.2024).
3. Братский завод ферросплавов [Электронный ресурс]. URL.: <https://mechel.ru/sector/steel/bratskiy-zavod-ferrosplavov/> (дата обращения 28.06.2024).
4. Заборцева Т.И., Руднева В.А. Трансформация хозяйства и населения территорий Иркутского Севера в XXI веке // Изв. Иркут. гос. ун-та. Сер. Науки о Земле. – 2016. – Т. 15. – С. 28–43.
5. Иркутская нефтяная компания [Электронный ресурс]. URL.: <https://irkutskoil.ru/> (дата обращения 9.07.2024).
6. Компания «Тайрику-Игирма Групп» [Электронный ресурс]. URL.: <https://segezha-group.com/about/factory/tauriku-igirma-grupp/> (дата обращения 9.07.2024).
7. Коршуновский ГОК. [Электронный ресурс]. URL.: <http://www.mechel.ru> (дата обращения 28.06.2024).
8. ООО «БратскХимСинтез» [Электронный ресурс]. URL.: <https://pharmasyntez.com/about/structure/> (дата обращения 28.06.2024).
9. Промышленное производство Иркутской области. [Электронный ресурс]. URL.: <https://38.rosstat.gov.ru/> (дата обращения 24.06.2024).
10. Стратегия социально-экономического развития Иркутской области на период до 2036 года [Электронный ресурс]. Стратегия Утв. Законом Иркутской области от 10 января 2022 года №15-03 URL.: [https://www.economy.gov.ru/material/file/f6a0ffcd4a24f5820251593766271a7/irk\\_obl.pdf](https://www.economy.gov.ru/material/file/f6a0ffcd4a24f5820251593766271a7/irk_obl.pdf) (дата обращения 9.07.2024).
11. Филиал Группы «Илим» в Братске [Электронный ресурс]. URL.: <https://www.ilimgroup.ru/o-gruppe-ilm/filialy/bratsk/> (дата обращения 9.07.2024).
12. Филиал Группы «Илим» в Усть-Илимске [Электронный ресурс]. URL.: <https://www.ilimgroup.ru/o-gruppe-ilm/filialy/ust-Ilimsk/> (дата обращения 9.07.2024).

УДК 911.3:338.48(571.122)

## **ОБРАЗ ГОРОДА КАК РЕСУРС СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ (НА ПРИМЕРЕ НИЖНЕВАРТОВСКА)**

**С.Н. Соколов<sup>1</sup>, Э.А. Ржепка<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Нижневартовский государственный университет, г. Нижневартовск, [snsokolov1@yandex.ru](mailto:snsokolov1@yandex.ru)*

<sup>2</sup> *Байкальский государственный университет, Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, [rjepka@yandex.ru](mailto:rjepka@yandex.ru)*

## **THE IMAGE OF THE CITY AS A RESOURCE FOR SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT (ON THE EXAMPLE OF NIZHNEVARTOVSK)**

**S.N. Sokolov<sup>1</sup>, E.A. Rzepka<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Nizhnevartovsk State University, Nizhnevartovsk, [snsokolov1@yandex.ru](mailto:snsokolov1@yandex.ru)*

<sup>2</sup> *Baikal State University, V.B. Sochav Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, [rjepka@yandex.ru](mailto:rjepka@yandex.ru)*

## **Введение**

Российская Федерация занимает первое место в мире по площади территории, поэтому фактор пространства, региональные отличия «от места к месту» имеют большое значение при формировании географического мышления, географической культуры и картины мира людей, их гражданского самосознания и идентичности. Во второй половине XX века стало возможным говорить о гуманитарной географии, представлявшей собой не просто ответвление, часть географии, но и систему принципов, моделей и методов, менявших само географическое мировоззрение. На пути развития человечества стало всё более актуальным формирование образов определенных территорий (через использование географических образов). На пороге нового тысячелетия заявила свои права на существование и образная (имагинальная) география, имеющая экономические, идеологические и социальные цели и задачи [5].

Имагинальная география направлена на формирование наглядно-образного мышления, работает в направлении междисциплинарности, развития творчества, критического, системного мышления, так как построение географических образов требует от человека анализа, синтеза, обобщения, выделение существенных свойств, признаков, категорий, перевод «текста», «смысловой ткани» вполне конкретного географического пространства в другую модальность [7].

В основу развития данной науки могут лечь разработки, которые уже на протяжении ряда лет применяются в сфере так называемого «public relations» научно-практического направления, занимающегося анализом коммуникативных потоков любой структуры. Опыт PR-технологий, создающих благоприятный образ объекта по отношению к потребителю, очень важно учитывать при разработке и подаче географических образов. Опора на систему взаимосвязанных подходов к географическому анализу образа города позволяет определить его как комплекс представлений конкретной социальной общности о природном, экономическом и культурно-историческом наполнении городского пространства, о положении и значении города в территориальных образованиях различных иерархических уровней [12].

Исследование образа любого географического объекта можно проводить при помощи совершенно разных методов. Это позволяет получить более или менее реальную картину образа, составленную на основе слияния личных образов, полнота и четкость которых во многом находится под влиянием субъективных параметров. Групповой образ, полученный таким способом, является скорректированным на индивидуальное восприятие, отражая, следовательно, некий условный прототип географического образа, который получился бы при проведении целенаправленной PR-акции, перед которой поставлена задача построения заданного образа в массовом сознании.

Подобная ситуация, в принципе, не является вымыслом. Например, известны факты, когда инвестиционный климат в некоторой географической области страны меняется под воздействием успешно проведенной рекламной компании, целью которой является «раскрутка» географического образа места, а методы подбираются такие, чтобы заданный географический образ получил требуемые очертания в массовом сознании. В конечном счете, инвестиционные рейтинги, присваиваемые отдельным регионам, в сжатом виде несут в себе информацию все о том же образе места (точнее о той его части, которая связана с инвестициями) [2].

Географическое «имиджмейкерство» связано, в первую очередь, с попытками отыскания истинного образа территории, а уже на их основе - построения необходимого имиджа посредством корректировки исходного образа [6].

Реконструкция (репрезентация) географического образа - это выявление тех представлений, символов, ассоциаций, ключевых знаков, которые маркируют определенное пространство и уже сформировались в общественном сознании. Задача исследователя в данном случае - систематизировать этот «общественный» образ, вербализовать его, выявить доминанты и подать, как говорится, в готовом виде [13].

Представление географических знаний в различных областях человеческой деятельности с помощью географических образов может стать одним из наиболее перспективных направлений социально-географических исследований. Примером этой деятельности может служить создание благоприятного образа города для туристической деятельности. То есть имагинальная география создает образы необходимые для «потребителей» территории [4].

## **Материалы и методы**

Главной концепцией будущего в XXI веке является устойчивое развитие общества и природной среды, направленное на сбалансированное сочетание социальных, экономических и экологических приоритетов. В обществе приходит понимание необходимости комфортной и безопасной среды для жизни людей, улучшение качества городской среды, что связано с развитием рекреационных зон. Рекреация – восстановление и укрепление здоровья, трудоспособности посредством отдыха на природе или туристских экскурсий и путешествий по культурно – историческим местам, а также в курортных, лечебных и спортивно – оздоровительных центрах [3].

На дне озера Самотлор первопроходцами-нефтяниками в 1965 году было открыто богатейшее месторождение нефти и газа, и во всем мире Самотлор стали называть открытием века. Так Нижневартовск стал центром освоения нефтяных ресурсов Западной Сибири. Нижневартовск и Самотлор стали неразделимы. В 1972 году было принято решение о преобразовании рабочего поселка в город Нижневартовск. В тот момент началась плановая застройка и первые градостроительные работы [10]. Нижневартовск в то время создавался как рабочий поселок, поэтому ландшафтному дизайну в то время не уделялось должного внимания [8].

В настоящее время важнейшей задачей устойчивого развития населенных мест является анализ территориальных рекреационных зон и объектов рекреации в условиях динамично развивающейся городской застройки. Современный город представляет собой преимущественно антропогенную среду, важнейшим компонентом которой также остается естественная природная среда, обустроенная и для рекреационной деятельности населения.

Социально-экономический потенциал города часто является первоосновой, генератором развития во всех областях общественной жизни, постепенно формируя позитивный имидж города. Городская культура включает памятники, культурные бренды города, которые способствуют продвижению образа города в стране и мире для увеличения рекреационной attractiveness городов.

Когда слышим о Ханты-Мансийском автономном округе - Югре, то возникает ассоциация с его главным природным богатством - нефтью. То же самое можно сказать о Нижневартовске, расположенном на территории этого округа. Город Нижневартовск сегодня позиционируется в стране, да и в мире, как один из основных центров добычи нефти Сибири. Город Нижневартовск не является туристской достопримечательностью, поэтому для увеличения рекреационной attractiveness требуется создать ему определенный географический образ.

В 1993 году был утвержден герб города, представляющий собой щит, поделенный на три части. На золотой вершине щита изображены три капли нефти — главное богатство региона. На белом поле (белый считается признаком чистоты и гармонии) левой части изображена зеленая ель, символизирующая вечность жизни и то, что город расположен в богатой ресурсами тайге. На голубом фоне правой части изображены две рыбы, рыболовство считалось едва ли не основным промыслом у коренных жителей [9].

Жизнь любого современного человека непрерывно связана с различными местами, которые имеют свои уникальные географические названия - топонимы. Многие события нашей жизни мы воспринимаем через них. В каждом названии хранится тайна прошлого и настоящего, будь то город или улица [1]. Географические названия — это визитная карточка, с которой начинается знакомство с городом. Названия любых внутригородских объектов – улиц, переулков, площадей и т.д. являются урбанонимами (лат. urbanus – «городской»). Лицо города — это его улицы, их названия считаются годонимами (от греческого ὄδος – «улица»).

### **Результаты и их обсуждение**

Улицы Нижневартовска долго были безымянными и только в 1965 году им стали присваивать названия. В Нижневартовске есть ряд улиц, названия которых связаны с историей города, с его социально-экономическими особенностями. Например, в городе имеются улицы Нефтяников, Геологов, Энергетиков, Буручиков, Авиаторов, Лесников, Рыбников, Строителей, которые связаны с историей промышленного развития и освоения богатств города и региона. Сюда же можно добавить улицы Индустриальную, Заводскую, Тампонажную, Рабочую, Самотлорную, Героев Самотлора, Пионерскую (в честь пионеров освоения нефтяных богатств), а также сквер Героев Самотлора, площади Нефтяников и Строителей.

Годонимами становятся и фамилии людей, связанных с нефтяной отраслью. Например, в городе есть улицы Пикмана (управляющего трестом «Мегионгазстрой»), Кузоваткина (начальника НГДУ «Нижневартовскнефть»), Куропаткина (генерального директора ЗАО «Нижневартовскстройдеталь»), Повха (бурового мастера, бригада которого пробурила первую эксплуатационную скважину Р-200), Салманова (одного из первооткрывателей сибирской нефти). **Новый аэропорт, построенный в 1982 году, носит имя** начальника Главтюменнефтегаза В.И. Муравленко, утверждавший, что «Самотлор — это великолепное будущее Тюменской области». Знаковым событием в летние белые ночи является фестиваль искусств, труда и спорта «Самотлорские ночи», который проводится в городе более недели.

Северные города Западной Сибири имеют свой историко-географический аспект территориального развития, связанный с природными условиями, где происходит освоение территорий для населенных пунктов и экономическими условиями обеспечения нефтедобывающей промышленности.

Достаточно актуален вопрос о грамотной организации размещения и функционирования рекреационных зон этих городов с учетом природно-климатических особенностей, современных градостроительных условий и жизнедеятельности населения города. Ограничение на развитие рекреационных зон накладывают природно-климатические условия города Нижневартовска, затопление паводковыми водами садово-огороднических объединений, расположенных в пойме реки Оби [14].

В качестве основных рекреационных зон на территории города Нижневартовска располагаются парк культуры и отдыха имени 40-летия Победы, набережная реки Оби, природный комплекс озера Комсомольского, Комсомольский и Рябиновый бульвары, а также пригородные леса с расположенными в их пределах базами отдыха и садово-огородническими товариществами. Новейшей зоной отдыха Нижневартовска является площадь Нефтяников. Анализ рекреационных зон на территории города Нижневартовска показал, что развитие таких зон происходит неравномерно.

### **Выводы**

Туризм способен выравнивать межрегиональные экономические различия, сочетать рыночные аспекты экономических связей и социальную ориентацию целей развития общества. Поэтому создание и продвижение бренда региона с целью развития в нем туризма является особенно актуальным. С помощью целенаправленных информационно-рекламных действий возможно искусственное управление привлекательностью территорий – имиджем. Образы городов все активнее используются для привлечения интереса туристов. Это влечет за собой улучшение положения города в экономическом плане [11]. Тем самым, географические образы фактически могут расцениваться как один из ресурсов социально-экономического развития территорий.

Таким образом, у города Нижневартовска сформирован позитивный имидж нефтедобывающего центра, что является его конкурентным преимуществом, которое может послужить импульсом для привлечения инвестиций для его социально-экономического развития.

### **Список литературы**

1. Бударова В.А., Кузнецова А.Д. Анализ градостроительной информации территории в городе Нижневартовск, ХМАО-Югра // Научный альманах. – 2023. – № 8-2 (106). – С. 10-13.
2. Гачев Г.Д. Национальные образы мира. Америка в сравнении с Россией и Славянством. - М.: Раритет, 1997. - 680 с.
3. Горелова Ю.Р., Маматулина А.М. Архитектурная компонента образа города в городском пейзаже (на материалах Омска) // Праксема. Проблемы визуальной семиотики. – 2020. – № 4 (26). – С. 41-74.
4. Замятин Д.Н. Географические образы: что это такое? // География в школе. - 2003. - № 6. - С. 21-28.
5. Замятин Д.Н. Культура и пространство: Моделирование географических образов. – М.: Знак, 2006. - 488 с.
6. Замятина Н.Ю. Вариации региональных образов: когнитивно-географические контексты // Полис. Политические исследования. - 2004. - № 5. - С. 85-97.
7. Захарова А.В. Имагинальная география и брендинг территорий: интерпритация понятий // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2013. – Т. 6. - № 2. – С. 69-73.
8. Коростелева Л.В. Самотлор в лингвокультурном пространстве Югры // Современная регионалистика: традиционные подходы и новые направления: Сб. ст. III Междунар. науч. конф. – Сургут, 2024. – С. 111-116.
9. Кузьмина А.С. Мой Нижневартовск: Экскурсионный историко-краеведческий путеводитель. - Екатеринбург: Средне-Уральское кн. изд-во, 2000. - 120 с.
10. Соколов С.Н. История формирования города Нижневартовска // Северный регион: наука, образование, культура. - 2017. - № 2 (36). - С. 75-80.
11. Соколов С.Н., Ржепка Э.А. Туристский маркетинг и территориальные рекреационные системы сибирских регионов // Азимут научных исследований: экономика и управление. - 2023. - Т. 12. - № 4 (45). - С. 63-66.
12. Чихичин В.В. Политико-географические образы субъектов РФ: факторы формирования (на примере Ставропольского края) // Полис. Политические исследования. - 2005. - № 2. - С. 64-71.
13. Чихичин В.В. Комплексный географический образ города: определение понятия и стратегия реконструкции // Гуманитарная география: Научный и просветительский альманах. - 2005. - Вып. 2. - С. 206-226.
14. Kuznetsova V.P., Kuznetsova E.A., Kushanova A.U., Sokolov S.N. Sustainable development of recreational areas in Nizhnevartovsk // Environmental transformation and sustainable development in the Asian region: Материалы Международной научной конференции. - Иркутск, 2020. - С. 50.

УДК 630\*79

## **СИТУАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ**

**Н. В. Соколова, А. А. Злобин**

*Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН,  
г. Красноярск, sokolovanv@ksc.krasn.ru, anzlobin999999@mail.ru*

## **SITUATION ANALYSIS OF FOREST INDUSTRY COMPLEX OF THE KRASNOYARSK TERRITORY**

**N. V. Sokolova, A. A. Zlobin**

*V. N. Sukachev Institute of Forest, Russian Academy of Science, Siberian Branch, Krasnoyarsk,  
sokolovanv@ksc.krasn.ru, anzlobin999999@mail.ru*



Макроэкономические условия 2022 года, обусловленные ухудшением мировой конъюнктуры рынка деревообработки и закрытием для российских производителей лесоматериалов рынков недружественных стран, привели к возникновению рисков, связанных с ценообразованием затрат и спросом на продукцию деревообработки. Резкое сокращение экспортных поставок, рост железнодорожных тарифов и цен естественных монополий, затоваривание и снижение спроса отрицательно влияют на объемы лесозаготовок и производства готовой продукции. В Красноярском крае площадь лесных участков, предоставленных в аренду для заготовки древесины, на 01.01.2023 насчитывала 14,9 млн га с установленной ежегодной расчетной лесосекой в размере 31,1 млн м<sup>3</sup>. Фактический объем использования в 2022 г. составил 15,2 млн м<sup>3</sup> (49 %). Сохраняется снижение выпуска пиломатериалов и пеллет. В 2022 г. объем производства пиломатериалов сократился на 20 % до 4,2 млн м<sup>3</sup>, по итогам первого полугодия 2023 г. падение составило 11,5 % по сравнению с данным периодом 2022 г. Значительно сократился объем пеллетного производства, по итогам первого полугодия 2023 г. падение достигло 46,2 %, произведено 82,9 тыс. тонн. Отмечается устойчивое снижение экспортных поставок пиломатериалов и пеллет в первом полугодии 2023 г. на 30 % и 45 % соответственно [3]. Вследствие ухудшения финансово-экономического положения предприятий ЛПК Красноярского края усиливаются риски просроченной кредиторской задолженности, снижения объемов и качества лесохозяйственных работ в рамках договорных обязательств на арендуемых лесных участках по лесовосстановлению, охране и защите лесов. На предприятиях регионального лесного комплекса занято 20,3 тыс. местного населения (1,5 % трудовых ресурсов края) и без принятия мер, направленных на стабилизацию ситуации и обеспечении выхода на новые географические и товарные рынки, велик риск сокращения работников предприятий [1].

Для оценки текущих макроэкономических изменений и возможных мер по управлению рисками предприятий ЛПК Красноярского края применим один из методов ситуационного анализа. Исследование основывается на методике PEST анализа, в рамках которого нами определены четыре группы ключевых факторов, влияющих на деятельность предприятий. Выполнена оценка влияния каждого фактора на лесной комплекс края в целом и проведен анализ деятельности крупных региональных предприятий для установления степени значимости факторов с целью разработки оперативной стратегии. Экспертные оценки приведены из открытых источников – интервью с представителями предприятий, публичные отчеты, аналитические обзоры. Результаты PEST анализа, демонстрирующие важность того или иного фактора для деятельности каждого отдельного предприятия, представлены на рисунке 1.

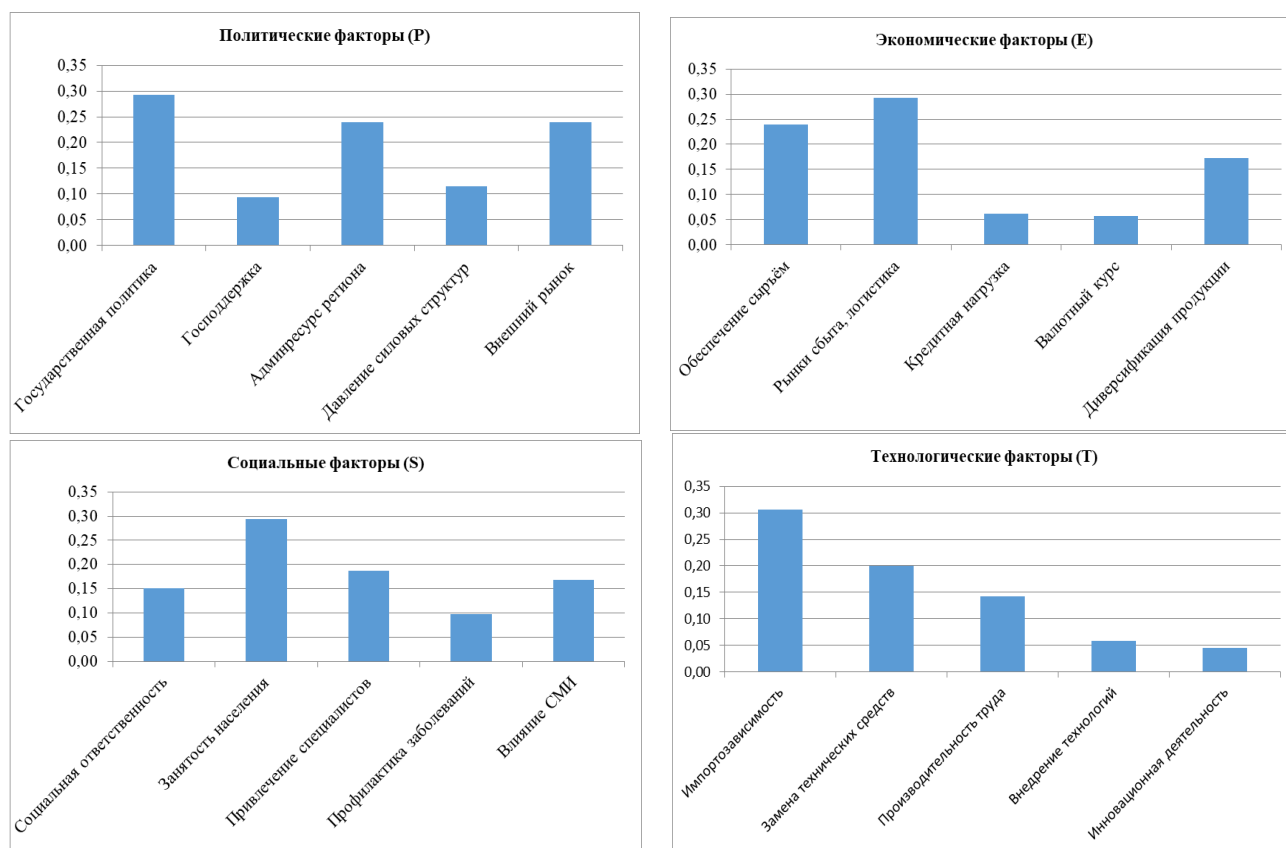


Рис 1. Факторы макросреды для предприятий лесопромышленного комплекса.

Исследование показало, что для предприятий регионального ЛПК актуальны в равной степени четыре фактора политического, экономического, социального и технологического блоков (таблица).

Ключевые факторы для лесопромышленного комплекса Красноярского края

| Группа ключевых факторов | Ключевые факторы   | Оценка |
|--------------------------|--|--------|
| Р                        | Значимость роли государства в ЛПК                        | 0,29   |
| Е                        | Доступность рынков сбыта и логистическое обеспечение ЛПК | 0,29   |
| S                        | Роль предприятий ЛПК в обеспечении занятости населения   | 0,29   |
| T                        | Степень импортозависимости оборудования и технологий     | 0,31   |

Лидирующим по степени значимости фактором для деятельности предприятий ЛПК в текущих условиях и в стратегическом плане является зависимость от импортного оборудования и технологий. К началу 2022 года лесной бизнес преимущественно полагался на импорт машин и оборудования из европейских стран и Японии, прямой импорт из которых стал невозможен. Сегодня этот рынок осваивают компании из Китая, Белоруссии и отечественные производители, однако альтернативное оборудование и технологические линии требуют отладки для полного соответствия критериям производства, срокам эксплуатации и условиям обслуживания. Наибольшая импортозависимость от поставок оборудования с характеристиками, необходимыми для выхода к экономически оправданным масштабам производства, отмечается в лесоперерабатывающей отрасли.

Недостаточно альтернатив лесозаготовительной техники. Коэффициент технической готовности технологического парка снизился до менее 50 %. Крупные компании могут организовать собственные ремонтные подразделения, однако средний и малый бизнес испытывает серьезные проблемы с износом машин.

Государственная программа импортозамещения в лесопромышленном комплексе пока не принесла значимых результатов, поскольку для организации производства отечественного оборудования требуется длительное время, в том числе на выполнение НИОКР, отладку производства и подготовку необходимых специалистов. Параллельный импорт комплектующих и оборудования стал жизненно необходим для дальнейшего функционирования отрасли, поэтому стратегической задачей является переход на отечественное оборудование.

Помимо проблемы обновления и ремонта имеющихся основных средств, региональные предприятия испытывают серьезные проблемы со спросом на готовую продукцию, взаимодействием с органами государственной власти в сфере лесных отношений и обеспеченностью трудовыми кадрами. Локализация производств вблизи сырьевых баз и транспортно-логистических центров значительно способствует развитию муниципальных районов. Роль предприятий лесной отрасли в обеспечении занятости местного населения муниципальных образований и значимость социальных инициатив сложно переоценить. Социальная ответственность реализуется через обеспечение древесным топливом муниципальных котельных, а также через инициативное участие в социальных проектах в целях улучшения качества жизни населения. Приоритетными задачами в социальной сфере предприятия отметили сохранение численности работников предприятий и привлечение квалифицированных специалистов.

Большие затруднения в отрасли вызывает этап реализации продукции. Многократное повышение стоимости железнодорожной логистики, в том числе вследствие нехватки контейнеров и дефицита порожнего подвижного состава, возникшего благодаря приоритету грузопотока из Центрального и Северо-Западного федеральных округов, существенно ограничивает пропускную способность логистических путей, увеличивает затраты на вывоз лесоматериалов и снижает спрос на продукцию, делая ее нерентабельной для традиционного потребителя.

Наиболее значимой поддержкой, позволяющей в условиях макроэкономической нестабильности продолжать экспортные поставки, является государственная субсидия на компенсацию логистических затрат. Транспортное субсидирование позволяет предприятиям поддерживать деловую активность и продолжать рентабельную деятельность.

Лесопромышленному комплексу нехарактерно быстрое изменение в общем понимании. В связи с этим трансформационный кризис с переходом к новым экономическим условиям отрасль переживает тяжело. Переориентация на другие рынки сбыта региональными предприятиями отмечается как единственно возможный выход. Субъекты ЛПК на текущий момент интенсивно выходят на новые экспортные рынки Ближнего Востока, Африки, Юго-Восточной Азии, Турции. Параллельно укрепляется партнёрство на традиционном для региональных переработчиков рынке КНР.

Проблема отсутствия внешних рынков сбыта может быть решена реализацией мероприятий по развитию внутреннего рынка потребления лесопродукции:

- принятие мер государственной поддержки для развития деревянного домостроения, в том числе через льготные ипотечные программы домостроения, пересмотр нормативной базы по пожарной безопасности и сейсмоустойчивости деревянных конструкций;
- использование древесного биотоплива в энергетическом секторе;

- устранение логистических проблем, развитие северного морского пути, расширение пропускной способности БАМа и открытие дополнительных таможенных пунктов пропуска на восточной границе.

В регионе присутствует несколько крупнейших вертикально интегрированных лесопромышленных холдингов, а также компании, реализующие приоритетные инвестиционные проекты в области освоения лесов. ЛПК Красноярского края может характеризоваться как олигополистическая конкуренция с предприятиями, деятельность которых направлена на углубление производства нескольких ключевых видов продукции [2]. С учётом этого, адаптация региональных отраслевых предприятий к новым экономическим условиям должна осуществляться единообразно для всех игроков рынка относительно одинаковым рискам и возможностям.

Выполненный ситуационный анализ позволил выявить ключевые ограничения в развитии лесопромышленного комплекса Красноярского края, определить факторы снижения рентабельности предприятий отрасли и оценить эффективность государственной лесной политики. Текущий кризис не вынуждает предприятия осуществлять болезненную оптимизацию и снижать свои усилия в социальной сфере. Существенное негативное влияние на финансово-экономическое состояние предприятий оказывает фактор высокого уровня импортозависимости производства. С учётом санкционных издержек и сложившихся логистических проблем, развитие внутреннего потребления продукции деревопереработки, а также отечественного производства машин и оборудования должны стать стратегическими отраслевыми направлениями на среднесрочный период.

### Список литературы

1. Красноярский краевой статистический ежегодник. 2023: Стат.сб. / Красноярскстат. – Красноярск, 2023 – 463 с.
2. Медведев С.О., Саханов В.В., Фитчин А.А. Эффективность предприятий лесной промышленности Красноярского края // Креативная экономика. – 2023. – Том 17. – № 1. – С. 183-204.
3. Официальный портал Красноярского края: открытые данные министерства природных ресурсов и лесного комплекса Красноярского края. Красноярск, 2016-2023. URL: <http://mlx.krskstate.ru/page11321> (дата обращения: 17.07.2024)

УДК 338.46

## ЗНАЧЕНИЕ ФИНАНСОВОГО СЕКТОРА СИБИРИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ

Л.А. Суменкова

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СОРАН, Иркутск, Россия, [sumenkova\\_la@mail.ru](mailto:sumenkova_la@mail.ru)*

## THE IMPORTANCE OF THE FINANCIAL SECTOR OF SIBERIA IN CONDITIONS OF GLOBAL INSTABILITY

L.A. Sumenkova

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia, [sumenkova\\_la@mail.ru](mailto:sumenkova_la@mail.ru)*

В условиях глобальной нестабильности отмечается возрастающая роль услуг финансового сектора, как вида экономической деятельности, направленного на стабилизацию экономики. На региональном уровне сфера финансовых услуг рассмотрена в движении финансового капитала среди других видов экономической деятельности Сибири. За основу был взят статистический метод расчета и перераспределения финансовых потоков за период 2018–2022 гг. Инвестиционный потенциал финансового сектора Сибири был рассмотрен на примере показателя затрат по капитальным вложениям среди основных отраслей хозяйства. Динамика значений отражена в таблице 1.

Таблица 1

Динамика расходов на финансирование затрат по капитальным вложениям за счет прибыли на территориях Сибири (млрд руб.)

| Вид экономической деятельности           | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| Добыча полезных ископаемых               | 70,1    | 51,5    | 42,6    | 27,2    | 22,8    |
| Обрабатывающие производства              | 13,8    | 8,2     | 8,3     | 7,8     | 7,4     |
| Сельское и лесное хозяйство              | 4,6     | 4       | 5,2     | 7,1     | 7,3     |
| Транспорт                                | 2,4     | 2,3     | 2,2     | 0,8     | 1       |
| ТЭК                                      | 0,6     | 2       | 2,6     | 2,4     | 1,9     |
| Строительство                            | 1       | 0,9     | 0,5     | 0,5     | 0,3     |
| Административная деятельность            | 0,9     | 0,8     | 0,8     | 0,9     | 1,1     |
| Торговля                                 | 0,4     | 0,3     | 0,3     | 0,3     | 0,8     |
| Здравоохранение и социальное обеспечение | 0,1     | 0,2     | 0,2     | 0,1     | 0,1     |
| Услуги финансовой деятельности           | 0,05    | 0,05    | 0,06    | 0,06    | 0,07    |

Прим. Рассчитано автором по [1, 2]

По данным сводной таблицы видно, что услуги финансовой деятельности требуют минимальных вложений среди основных видов экономической деятельности. В тройку лидеров входят: добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, а также сельское и лесное хозяйство. Следует отметить, что расходы в добывающей промышленности и обрабатывающих производств имеют нисходящий тренд: за исследуемый пятилетний период сумма финансирования сократилась в 3 и 2 раза соответственно. Та же ситуация наблюдается в динамике расходов транспорта и строительства. Однако расходы в сельском и лесном хозяйствах, ТЭК и торговле наоборот имеют восходящий тренд, где показатель динамики увеличился в 2 раза. Относительно устойчивый вектор развития по расходам сохранился в административной деятельности, здравоохранении и услугах финансовой деятельности. Если же сравнивать экстремумы за исследуемый период, то следует отметить следующее: отношение вложений в финансовый сектор на 2018 г. имеет значение 0,07%, а уже в 2022 г. – 0,3%, т.е. за 5 лет показатель расходов увеличился более чем в 4 раза. Таким образом, услуги финансового сектора имеют более привлекательный инвестиционный потенциал, так как в условиях нестабильной экономической ситуации выступают финансовым инструментом по выполнению множества функций в перераспределении финансовых потоков.

Услугами финансовой сферы пользуются не только физические лица, но и юридические. Важно рассмотреть динамику востребованности финансового сектора среди видов экономической деятельности сибирских территорий (табл. 2).

Таблица 2

Динамика оплаты услуг финансового сектора по видам экономической деятельности территорий Сибири (млрд руб.)

| Вид экономической деятельности | 2018 г. | 2019 г. | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. |
|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Добыча полезных ископаемых     | 1,9     | 3,3     | 1,2     | 1,4     | 11,2    |
| Торговля                       | 4,4     | 5,7     | 6,4     | 10,7    | 11,1    |
| Обрабатывающие производства    | 3,3     | 2,9     | 2,3     | 2,9     | 3,7     |
| Транспорт                      | 1,1     | 0,7     | 0,9     | 1,1     | 2       |
| Сельское и лесное хозяйство    | 0,5     | 0,5     | 0,6     | 0,6     | 0,8     |
| ТЭК                            | 0,4     | 0,3     | 0,3     | 0,3     | 0,4     |
| Строительство                  | 0,8     | 0,9     | 0,6     | 1       | 0,8     |
| Наука и образование            | 0,4     | 0,6     | 0,4     | 0,3     | 0,8     |
| Административная деятельность  | 0,004   | 0,007   | 0,004   | 0,008   | 0,01    |
| Культура, спорт и досуг        | 0,002   | 0,001   | 0,002   | 0,002   | 0,004   |

Прим. Рассчитано автором по [1, 2]

По результатам расчетов выявилось два лидера по оплате услуг финансового сектора: добыча полезных ископаемых и торговля. Также отмечается, что за период 2018-2022 гг. произошел резкий скачок в потребности финансовых услуг в вышеуказанных отраслях экономики. Так, например, значение расходов на финансовые услуги в отраслях по добыче полезных ископаемых увеличилось в 6 раз, а в торговле в 2,5 раза. Также значительное увеличение (в 2 раза) наблюдается во многих других отраслях экономики: транспортной сфере, науке и образовании, административной деятельности и культуре. Развитие подобной ситуации можно смело связать с увеличением роли цифровизации экономики, которая подразумевает внедрение инноваций в финансовый сектор. За счет этого происходит наращивание эффективности финансовой деятельности в целях оптимизации работы денежных потоков во всех отраслях хозяйственной деятельности.

Таким образом, роль услуг финансового сектора Сибири имеет возрастающее значение, так как является инструментом для выполнения финансовых задач в условиях глобальной нестабильности. Данный сектор непосредственно влияет на восполнение и перераспределение денежных ресурсов во всех видах экономической деятельности.

*Исследование выполнено за счет средств государственного задания № АААА-А21-121012190019-9*

### Список литературы

1. Единая межведомственная информационно-статистическая система [Электронный ресурс]. – URL: <http://fedstat.ru/> (дата обращения 15.04.2024).
2. Федеральная служба государственной статистики. Информационно-аналитические материалы. Официальная статистика [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 15.04.2024).

# КАЧЕСТВО ЖИЗНИ В СИСТЕМЕ ФАКТОРОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

А.Б. Суховеева

ТИГ ДВО РАН, Владивосток, [anna-sukhoveeva@yandex.ru](mailto:anna-sukhoveeva@yandex.ru)

## QUALITY OF LIFE IN THE FACTORS OF SUSRANABLE DEVELOPMENT

A.B. Sukhoveeva

TIG FEB RAS, Vladivostok, [anna-sukhoveeva@yandex.ru](mailto:anna-sukhoveeva@yandex.ru)

Современный этап развития мирового сообщества характеризуется постоянной дискуссией о необходимости применения концепции качества жизни в мире, оценке состояния и поведения человека в настоящее время и перспективах социального развития.

Качество жизни населения – сложное, многоаспектное понятие, охватывающее все разнообразные сферы жизни людей. Академик П.Я. Бакланов утверждал, что территория региона с ее природными, экологическими и социально-экономическими особенностями, демографическим поведением, уровнем жизни и состоянием здоровья проживающего населения являются базовыми компонентами, взаимодействие между которыми определяет «качество жизни» [1].

Однако в зависимости от того, какой из этих компонентов выдвигался на первый план, исследования разных авторов относились к географической, экономической, экологической или демографической направленности. Мы придерживаемся к трактовке С.В. Рященко содержания категории «качество жизни». Качество жизни — социально-географическая категория, характеризующая условия жизни и соответствующее им состояние населения с точки зрения его способности обеспечивать воспроизводство жизненных процессов и сбалансированное развитие территориального сообщества [2].

Понятие качества жизни является многофакторным, т.е. включает в себя набор компонентов, набор показателей, пригодных для любых сравнений.

Методологическая оценка качества жизни основана на синтезе системного анализа количественных и качественных показателей с учетом связей локальных социальных систем с социальными системами разных территориальных иерархических уровней (макроуровень, мезоуровень, микроуровень местный уровень). На макро- и мезо-уровне для российских регионов выбор показателей ограничен лишь статистической информацией при отсутствии субъективных оценок качества жизни [3].

Системный подход, рассматривающий объективные и субъективные показатели как равнозначные, является теоретической основой современных исследований качества жизни. Актуален и интересен подход к качеству жизни с позиций устойчивого развития. Взаимосвязь прослеживается при эксплуатации природных ресурсов, обеспечении безопасной среды жизнедеятельности, направлении инвестиций в системе социально-экономических отношений, степени удовлетворения потребностей и интересов людей (рис. 1).

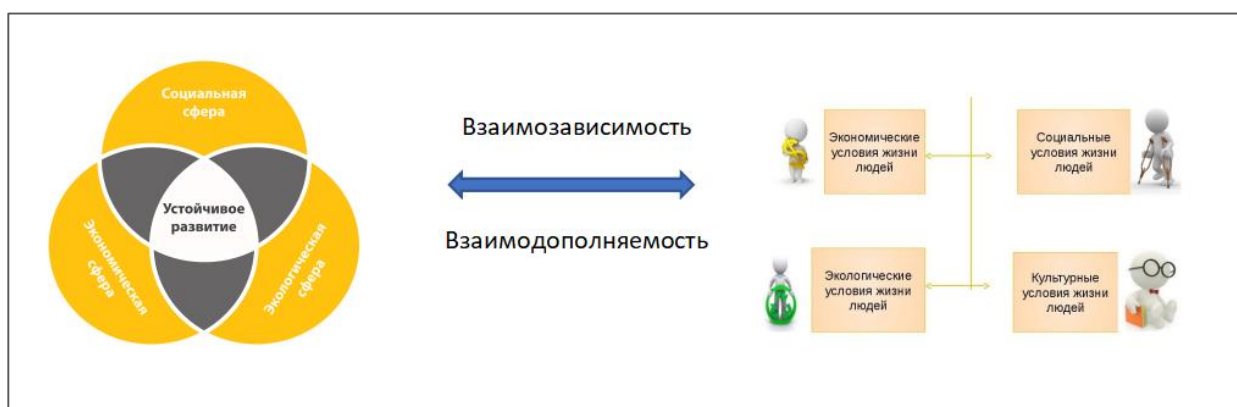


Рис. 1. Показатели устойчивого развития и качества жизни населения.

С учетом основных принципов устойчивого развития и качества жизни проведен социологический опрос населения, проживающего в приграничных регионах юга Дальнего Востока (в Приморском, Хабаровском краях, Амурской и Еврейской автономной областях). Цель – выявить мнение российского населения трансграничных регионов о российско-китайском сотрудничестве в сфере природопользования. Генеральной совокупностью выступало население старше 18 лет в регионах (n=573). Погрешность выборки составила 3,76%, доверительная вероятность 97%. Результаты представлены предварительные, так как опрос в настоящее время продолжается (проводится до 31 октября 2024 г.) [4]. Соотношение респондентов мужчин и женщин составило 32% и 68% соответственно.

На вопрос: «Как Вы оцениваете потенциал российско-китайского сотрудничества»? 86% респондентов оценили как положительно, против 14% ответивших скорее отрицательно, чем положительно (рис. 2).

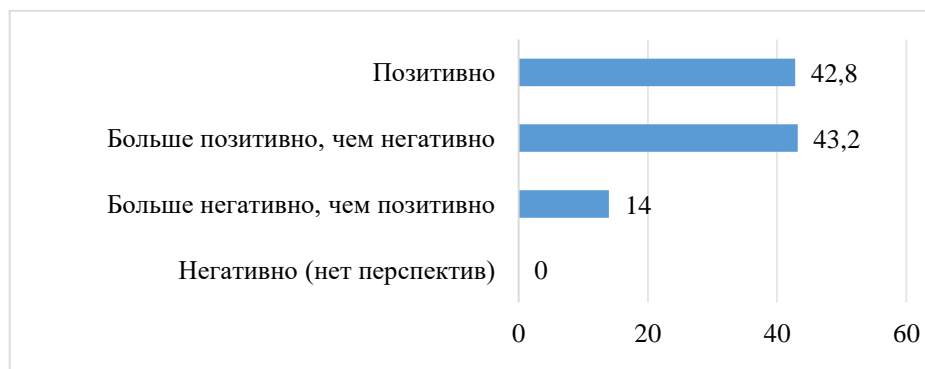


Рис. 2. Оценка потенциала российско-китайского сотрудничества населением южных приграничных регионов Дальнего Востока, %.

На вопрос: «Какие преимущества российско-китайского сотрудничества на приграничных территориях Вы можете назвать»? Наибольшее количество ответов было отдано за: 1) создание трансграничных зон экономического сотрудничества в сфере промышленности - 71% всех ответов. 2). создание и реализация программ в сфере природоохранных действий - 65,5%.

На вопрос: «Какие природоохранные действия необходимы для трансграничной территории в регионе Вашего проживания?». Максимальное количество респондентов ответили, что необходимо в южных приграничных регионах создание трансграничных особо охраняемых территорий - 71%. В качестве другого называли: Более четкое соблюдение правил природоохранного законодательства в бытовых вопросах (свалки, мусор).

На вопрос: «Насколько рационально используются приграничные лесные и водные объекты в Вашем регионе»? 86% респондентов ответили скорее нерационально, чем рационально. Максимальное количество 45% дали респонденты из Приморского края (26% - респонденты из Хабаровского края, 17% - респонденты из Еврейской автономной области, 12% - респонденты из Амурской области).

Что, по вашему мнению, наносит наибольший вред приграничным лесам и водоемам? (любое количество ответов, %). Более 70% ответов было дано на лесные пожары и промышленную заготовку леса (рис. 3).

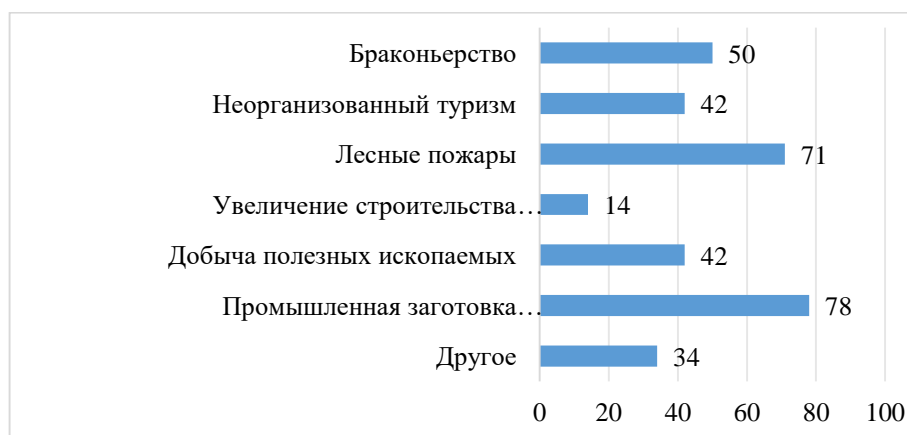


Рис. 3. Ответы респондентов на вопрос: «Что, по Вашему мнению, наносит наибольший вред приграничным лесам и водоемам?»

Таким образом, связь качества жизни с окружающей природной средой обеспечивается путем сохранения устойчивости природных геосистем, улучшения их состояния на основе ресурсосбережения, сокращение объемов выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду, совершенствования технологического уровня производства, сохранения биоразнообразия, расширение сети особо охраняемых территорий, что в комплексе способно выступить прочной основой улучшения здоровья и качества жизни населения.

*Работа выполнена в рамках Соглашения о предоставлении гранта между Минобрнауки РФ и ТИГ ДВО РАН № 075-15-2023-584, а также в рамках госзадания НИР ТИГ ДВО РАН.*

### Список литературы

1. Бакланов П.Я. Пространственное развитие региона: основные принципы и подходы к анализу и оценкам. Социально-экономическая география. Вестник Ассоциации Российских географов-обществоведов. № 6, 2017. С. 4-12.
2. Рященко С.В. Региональная антропология Сибири / Отв. ред. В.В. Воробьев; Сиб. отд-ние РАН. Ин-т географии. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2000. 191 с.

3. Grigorieva E.A., Sukhoveeva A.B. Quality of life, reproductive health and social security: medical and social environment at the Russian Far East. *Geography, Environment, Sustainability*. 2020;13(1):92-98. DOI: 10.24057/2071-9388-2019-48

4. Социологический опрос. URL: <https://oprosdv.site/index.php/ru> (Дата обращения 10.09.2024 г.).

УДК 332.1

**СОВРЕМЕННАЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ МЕСТ  
ТРАДИЦИОННОГО ПРОЖИВАНИЯ КОРЕННЫХ МАЛОЧИСЛЕННЫХ НАРОДОВ  
ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ**

**А.Б. Суховеева<sup>1</sup>, Н.В. Мишина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ТИГ ДВО РАН, Владивосток, [anna-sukhoveeva@yandex.ru](mailto:anna-sukhoveeva@yandex.ru)

<sup>2</sup> ТИГ ДВО РАН, Владивосток, [mishinata@yandex.ru](mailto:mishinata@yandex.ru)

**CONTEMPORARY SOCIO-ECONOMIC SITUATION OF TRADITIONAL RESIDENCES  
OF INDIGENOUS MINORITY PEOPLES OF THE SOUTH OF THE RUSSIAN FAR EAST**

**A.B. Sukhoveeva<sup>1</sup>, N.V. Mishina<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> TIG FEB RAS, Vladivostok, [anna-sukhoveeva@yandex.ru](mailto:anna-sukhoveeva@yandex.ru)

<sup>2</sup> TIG FEB RAS, Vladivostok, [mishinata@yandex.ru](mailto:mishinata@yandex.ru)

Проблема заселения и сохранения населения является одной из важнейших для восточных регионов России. В силу огромного разнообразия природных, социально-экономических факторов, взаимодействующих на обширной территории Дальнего Востока России (ДВР), и низкой численности населения регионы округа существенно различаются по своим возможностям обеспечения благоприятных условий проживания.

Население на территории округа размещено неравномерно. Основная его часть сосредоточена в южных регионах, в том числе в Хабаровском и Приморском краях. В данных регионах, по результатам Общероссийской переписи 2020 г., проживает 26 этносов, с общей численностью 23271 чел. (в Приморском крае 1876 чел., в Хабаровском крае 21395 чел.), что составляет 9,8% от численности всех КМНС, проживающих в России.

Коренные народы Приморского края действительно являются очень малочисленными. Количество жителей края, относящих себя к трем народам – нанайцам, тазам и удэгейцам составили в 2020 г. всего 302; 221 и 715 человек соответственно. При этом общее число удэгейцев – самого многочисленного аборигенного народа Приморского края – по всей РФ в 2020 г. составило лишь 1325 человек. Значительная их часть проживает на территории соседнего Хабаровского края (548 человек) и лишь 62 человека – в других субъектах страны.

В Хабаровском крае нанайцы являются наиболее многочисленным аборигенным народом, к которому себя в 2020 г. относили 10736 жителей края. За исключением нанайцев, проживающих в Хабаровском и Приморском краях, к данному народу себя причисляют 485 человек, проживающих в других субъектах РФ [2].

Целью является изучение особенностей социально-экономической среды мест традиционного проживания и природопользования, коренных аборигенных народов юга Дальнего Востока – удэгейцев и нанайцев, проживающих в Нанайском район и районе Им. Лазо Хабаровского края, и Пожарском районе Приморского края.

Хабаровский и Приморские края юга ДВР крайне неоднородны как по природным условиям жизнедеятельности, так и по уровню социально-экономического развития регионов. Неравномерность хозяйственного освоения территорий регионов связана с низкой транспортной доступностью и значительной удаленностью отдельных муниципальных образований от развитых социально-экономических центров внутри регионов [1].

Нанайцы (устаревшее самоназвание - гольды) с самоназванием - нанай, нани - «люди этой земли». В настоящее время нанайские деревни расположены по обоим берегам среднего Амура (примерно от г. Хабаровска до г. Комсомольск-на-Амуре) и на его притоках, а также на российском (восточном) берегу Усури (Пожарский район Приморского края). Значительная численность нанайцев – 4978 чел., проживает в Нанайском районе Хабаровского края, из них в с. Троицкое – 620 чел., с. Джари – 556 чел., в селах Найхин и Даерга – 1303 чел., в селах Верхняя Манома и Малмыж – 482 чел., в селах Синда и Искра – 586 чел. [1].

Усурийские нанайцы, общей численностью 343 чел. на территории Приморского края, проживали в стойбищах, располагавшихся на реках Иман, Бикин, Арсеньевка, Усури, Журавлевка, Малиновка. Согласно Всероссийской переписи населения 2010 года численность нанайцев в Хабаровском крае составляет 11009 чел., в Приморском крае – 383 чел. Динамика численности нанайцев представлена в таблице.

Динамика численности нанайцев и удэгейцев в Приморском и Хабаровском краях по данным Всероссийских переписей населения (1989, 2002, 2010, 2020 гг.) [2-3].

| Регион ДВР       | 1989 г. |          | 2002 г. |          | 2010 г. |          | 2020 г. |          |
|------------------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|
|                  | Нанайцы | Удэгейцы | Нанайцы | Удэгейцы | Нанайцы | Удэгейцы | Нанайцы | Удэгейцы |
| Хабаровский край | 10582   | 697      | 10993   | 613      | 11009   | 620      | 10813   | 548      |
| Приморский край  | 425     | 766      | 417     | 918      | 383     | 793      | 296     | 713      |

Удэгейцы на начало XX века занимали сплошную территорию по обоим склонам Сихотэ-Алиня, территориально находящимися в административных границах данных регионов. Их распространение на востоке доходило до побережья Японского моря. На западе селились вдоль бассейна р. Хор, относящейся к территории района им. Лазо Хабаровского края. В настоящее время село Гвасюги - национальное удэгейское село Хабаровского края [7]. На территории Приморского края удэгейцы и нанайцы компактно проживают с трех районах Приморья, имеющие свои этнические названия бикингка в Пожарском, имангка в Красноармейском и самаргингка в Тернейском районах [4].

В *Пожарском районе* компактно проживают бикинские удэгейцы и бикинские нанайцы в поселках Красный Яр, Олон, Верхний перевал, Охотничьем, а также в г. Лучегорске. По мнению А. Старцева, бикинские нанайцы практически ничем не отличаются от удэгейцев за исключением разных фамилий. Можно с уверенностью говорить, что удэгейцы и нанайцы Красного Яра составляют единую социально-экономическую общность, обусловленную одинаковым воззрением на природу и естественно-бытовыми потребностями. Основу хозяйственной деятельности представителей данных этносов составляют охота, речное рыболовство, собирательство, а также народные промыслы, земледелие и животноводство [6].

В настоящее время промышленность Пожарского района представлена такими отраслями, как электроэнергетика, угледобыча, цветная металлургия, лесная, металлообработка, пищевая. Предприятия района производят и реализуют 6,4% промышленной продукции Приморского края, вырабатывают около 20% электроэнергии и добывают около 50% бурого угля от общекраевых объемов. Валовой выпуск продукции, работ и услуг территории по базовым отраслям экономики составляет более 25 млрд руб.

Необходимо отметить, что два поселения Пожарского района – это пгт. Лучегорск и с. Светлогорье – являются монотерриториями, основная проблема экономического развития которых обусловлена жесткой зависимостью от работы и финансовой стабильности градообразующих предприятий - Приморской ГРЭС, Лучегорского бурого угольного разреза и ООО Лермонтовского ГОК. Якорными промышленными инвестиционными проектами района в ближайшей перспективе обозначены следующие: проект по комплексной переработке золошлаковых отходов, проект по созданию полносистемного рыбоводного кластера на теплых водах Приморской ГРЭС, по созданию лесоперерабатывающего предприятия в с. Светлогорье.

Сельскохозяйственная отрасль сегодня находится в не очень хорошем состоянии по многим показателям. В районе из 80 зарегистрированных хозяйствующих субъектов устойчиво функционирует не более 30%. За 2018–2022 гг. валовой выпуск крестьянско-фермерскими хозяйствами района сельскохозяйственной продукции снизился на 25,0%. Особое внимание в развитии сельского хозяйства уделено пчеловодству. Одной из положительных сторон в развитии района является участие в Программе по улучшению жилищных условий и созданию в селах соответствующей инфраструктуры для комфортного проживания с целью закрепления специалистов и молодежи на селе.

На территории исконного проживания удэгейцев в Пожарском районе 3 ноября 2015 г. создан Национальный парк «Бикин», общей площадью – 1160469 га. Это первая особо охраняемая природная территория в России, задачей которой является не только защита среды обитания и традиционного образа жизни удэгейцев и нанайцев, но и их привлечение к управлению территорией. На протяжении многих лет удэгейцы на своих родовых охотничьих участках ведут традиционный образ жизни и традиционную хозяйственную деятельность природосберегающими методами (охота, рыбалка, собирательство). Территория парка 2 июля 2018 года включена в Список Всемирного природного наследия ЮНЕСКО. С созданием национального парка «Бикин» при поддержке АНО «Центр Амурский тигр» получило развитие село Красный Яр. Численность КМНС удэгейцев и нанайцев, в основном проживающих в Краснояровском сельском поселении Пожарского района Приморского края, составляет 556 чел. (менее 3% от общей численности). В целом, численность КМНС на территории поселения с 2013 г. ежегодно снижается (за 2012–2022 гг. на 9,5%). В с. Красный яр построены новые здания больницы, дома быта, детского сада, библиотека, а также служебное жилье для сотрудников национального парка «Бикин». В 2019 г. Красный Яр и соседние сёла Олон, Ясеньевый и Соболиный были подключены к централизованному электроснабжению и высокоскоростному Интернету.

*Район им. Лазо* - муниципальный район в Хабаровском крае. Административный центр – пгт. Переяславка, расположен на федеральной автотрассе «Усури» и на Транссибирской магистрали. Первые переселенцы (пришлое славянское население) с западных территорий России появились в районе в 1858 году.



В районе имени Лазо 52 населённых пункта, в том числе 3 городских (рабочих посёлка) и 49 сельских; в 2018 г. был образован новый населённый пункт, село Дальневосточное.

Основу промышленности района им Лазо составляют предприятия лесопромышленного комплекса, пищевой промышленности. Крупнейшими производителями пиломатериалов, на долю которых приходится более 70 % производимого объема в районе, являются: ООО «Рос-ДВ», ООО «Римбунан Хиджау Интернешнл» и др. Из 24 предприятий-арендаторов лесного фонда 18 имеют собственные мощности по переработке древесины. В условиях высокой конкуренции на рынке продовольственных товаров предприятия пищевой промышленности активизируют работу по расширению ассортимента выпускаемой продукции, улучшению ее качества и дизайна, а также сбыта в регионах юга ДФО.

Сельское хозяйство является одной из ведущих отраслей экономики района. Производством сельскохозяйственной продукции занимаются два краевых государственных унитарных предприятия (Жиинское и Полетненское), открытое акционерное общество «Хорское» и ООО «ЛазоМолАгро». Основной товарной продукцией во всех сельхозпредприятиях района является молоко и молокопродукты. Сельскохозяйственные предприятия испытывают недостаток кадров, основная причина – отсутствие жилья на селе.

В социальную сферу района в 2018 г. было направлено 143,97 млн. рублей, из них: на приобретение медицинского оборудования – 12,6 млн. рублей; на капитальный и текущий ремонт объектов здравоохранения, ЖКХ – 22,39 млн. рублей; на приобретение трех квартир для специалистов – 6,2 млн. рублей. В районе функционируют 27 дошкольных образовательных учреждений, общее число учащихся более 6000 детей.

*Нанайский район Хабаровского края* является местом компактного проживания и хозяйственной деятельности – нанайцев. Все население района – сельское. Численность постоянного населения за 2010–2022 гг. снизилась в 1,25 раза (на 903 чел.), в основном по причине миграции населения. В с. Троицкое – административном центре Нанайского района – в 2020 г. всего населения проживало 4786 чел., из них около 500 чел. нанайцы (в 2010 г. – 439 чел. по данным Всероссийской переписи населения).

Ведущей отраслью хозяйства Нанайского района является лесозаготовительная (90% объёма промышленной продукции), в ней сосредоточены основные материальные и людские ресурсы. В последние годы объём заготовок древесины на территории района составлял более 400 тыс. кубометров в год, а производства пиломатериалов – более 20 тыс. кубометров.

Также традиционными отраслями для района является добыча и переработка рыбы. Перспективными отраслями - заготовка и переработка недревесных ресурсов леса, сельское хозяйство, добыча полезных ископаемых, производство кирпича, развитие народных промыслов и туризма [8-9]. В сельских поселениях района, ориентированных на переработку и добычу рыбы и леса, АПК практически не функционирует.

К основным бюджетобразующим предприятиям района относятся: ООО «Синдинское лесозаготовительное предприятие», ООО «Амур», ООО «Лидога-Трейддинг», ООО «Восход», производственный кооператив «Спектр».

Таким образом, Пожарский район Приморского края и Нанайский район Хабаровского края имеют относительно высокие социально-экономические значения показателей для более лучшего качества жизни коренного населения, по сравнению с районом им. Лазо Хабаровского края. В с. Троицком Нанайского района сконцентрирована большая численность учреждений социальной инфраструктуры, поддерживается и развивается этническое самосознание и традиционное природопользование нанайцев с акцентом на речное рыболовство.

Пожарский район, находясь в центре наиболее освоенной части ДВР, занимает центральное положение, которое «усилено» системой важнейших градообразующих предприятий, транспортно-логистических и других коммуникаций. Серединное и одновременно приграничное положение района дает преимущества в экспортно-импортной деятельности, в промышленном и хозяйственном сотрудничестве, что также способствует большему развитию района и качеству жизни населения. В с. Красный Яр в составе Национального парка «Бикин» на уровне ЮНЕСКО поддерживается сохранение удэгейской культуры с традиционным образом жизни и традиционной хозяйственной деятельностью природосберегающими методами (охота, рыбалка, собирательство).

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках проекта №24-27-00172 и госзадания НИР ТИГ ДВО РАН.*

### **Список литературы**

1. Григорьева Е.А., Суховеева А.Б., Ревуцкая И.Л. Качество жизни женщин репродуктивного возраста в Приморье на Дальнем Востоке России: эколого-климатические и социально-экономические условия: монография. – 2-е изд., стер. – Владивосток: ПСП95, 2022. – 179 с. DOI: 10.31433/978-5-904121-37-2
2. Итоги переписи населения по Приморскому краю. Национальный состав населения Приморского края <https://25.rosstat.gov.ru/folder/46082> Дата обращения 26.04.2024.
3. Итоги ВПН-2020. URL: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1\\_Chislennost\\_i\\_razmeshchenie\\_naseleniya](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom1_Chislennost_i_razmeshchenie_naseleniya) (Дата обращения 18.09.2024).

4. Кряжков В.А. Места традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока России: правовой аспект // Государство и право. 2023. № 8. С. 84-95. DOI: 10.31857/S102694520027265-2
5. Народы Приморского края. Иллюстрированный историко-этнографический справочник. Специальный выпуск. Приморье: народы, религии, общество // отв. ред. Г.Г. Ермак, Т.И. Табунщикова – Владивосток: Изд-во «48-часов», 2016 – 172 с.
6. Старцев А.Ф. Социально-экономическое и культурное состояние коренных малочисленных народов Приморского края. Мат-лы IX междунар. научно-практической конференции «Россия и Китай: история и перспективы сотрудничества». Выпуск 9, Ч. 1. 2019. С. 246-253.
7. Хабаровский край: Стат. ежегодник. / Хабаровкстат – г. Хабаровск, 2023 – 185с.
8. Grigorieva E.A., Sukhoveeva A.B. Quality of life, reproductive health and social security: medical and social environment at the Russian Far East // Geography, Environment, Sustainability. 2020;13(1):92-98. DOI: 10.24057/2071-9388-2019-48
9. Grigorieva E.A., Sukhoveeva A.B. Environmental and medical and social factors in the quality of life, reproductive health of the population: Priamurye as a case study // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2019. 381. 012031. DOI: 10.1088/1755-1315/381/1/012031

УДК 911.3, 332.1

## **ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ В РЕСУРСНЫХ РЕГИОНАХ СИБИРИ**

**Н.М. Сысоева**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы, г. Иркутск, synat@yandex.ru*

## **HUMAN CAPITAL IN THE RESOURCE REGIONS OF SIBERIA**

**N.M. Sysoeva**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, synat@yandex.ru*

Пространственный подход к исследованию факторов развития и реализации человеческого капитала опирается на объективное разнообразие условий и факторов заселения территории, характера человеческой деятельности и форм участия в территориальном разделении труда. Эти факторы рассматриваются на примере Иркутской области, на территории которой был реализован крупнейший из создаваемых в советский период территориально-производственных комплексов – Братско-Усть-Илимский. Человеческий капитал означает совокупность созидательных способностей, личных качеств и мотиваций индивидов, накапливаемых за счет инвестиций и используемых с целью получения ими дохода и способствующих росту национального богатства [7]. Е.Д. Цыреновой с соавторами [6] было выделено три группы институциональных факторов, влияющих на процессы накопления и использования человеческого потенциала. Факторы первого порядка (семья, образование и т.п.) непосредственно воздействуют на его формирование, и чем лучше они организованы, тем выше человеческий потенциал территориального сообщества или общества в целом. Факторы второго порядка определяют долю целевых сознательных вложений с целью повышения будущих доходов и определяют величину человеческого капитала в структуре человеческого потенциала. Институциональные факторы третьего порядка позволяют реализовать накопленный человеческий капитал для повышения доходов индивидуума и окружающего сообщества, т.е. они связаны с экономической моделью и сложившимися отношениями внутри сообщества.

Сибирь на протяжении нескольких столетий была полигоном последовательного расширения и заселения территорий русскими переселенцами, представленными в основном торговыми, промысловыми и служивыми людьми [2], к которым впоследствии добавлялись ссыльные, а также вольные переселенцы, уходившие от крепостничества за новыми землями. В XX веке в послевоенный период произошел самый мощный целенаправленный сдвиг промышленного потенциала страны на восток, опиравшийся на научную базу сложившейся к тому времени советской школы территориального планирования, который обусловил рост человеческого потенциала области в период до начала 1990-х годов, что обусловило большую часть географических исследований населения в Институте географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР [1, 4, 5 и др.].

Первая группа описанных выше факторов формировалась централизованными нормативами (школами, больницами и т.д.), а не особенностями той или иной территории. Что касается факторов второй группы, то освоение ресурсов Восточной Сибири и наращивание ее промышленного потенциала государство сопровождало активным расширением профессиональной подготовки, создавая систему среднего профессионального образования для обучения рабочих кадров, и расширяя учреждения высшего образования. Помимо этого, в 1949 г. в Иркутской области был создан Восточно-Сибирский филиал Сибирского отделения АН СССР, задачей которого стало научное сопровождение развития отраслей природопользо-

вания в области геологии, геохимии, органической химии, географии, биологии и др., включая экономическое обоснование развития промышленного производства в регионе [3]. Здесь же развивались и научно-производственные институты прикладной направленности.

Система целевого распределения выпускников на производство, а также в прикладную и академическую науку, которую можно отнести к третьей группе факторов, являлась главным способом реализации накопленного потенциала, позволявшим строить личные карьеры в интересах регионального комплекса.

Все первое десятилетие рыночных реформ в стране и в регионе формировалась новая институциональная система формирования человеческого капитала, и опиралась она в основном на свободное предпринимательство. Работающий человек уже мог выбирать источники существования, и формирование собственного бизнеса во многих случаях представлялось возможностью реализации новых устремлений, сформировавшихся на представлениях индивидуумов о рыночной экономике. Сама система образования и повышения квалификации также стала жить по рыночным принципам, отвечая на запросы потребителей, и в регионах стали возникать негосударственные образовательные учреждения подобного профиля, включая университеты, работавшие на коммерческой основе. В государственных учреждениях, в свою очередь, появлялись новые специальности общественно-гуманитарного характера для удовлетворения подобного спроса.

Этот период расширения образовательной миссии и других факторов второй группы стал заканчиваться в 2000-е годы, когда общие ожидания от подъема национальной экономики на основе свободного предпринимательства не оправдались. Экономика продолжала экстенсивный рост за счет наращивания экспорта сырья и малых переделов, при этом в ее институциональной структуре закрепилось преобладание крупных производственных форм с концентрацией собственности. Малый и средний бизнес также не стал полигоном развития технологических и иных новаций, хотя государство пыталось это стимулировать через различные программы, платформы и особые экономические зоны. В соответствии с подобными тенденциями местные рынки труда все меньше требовали квалифицированных специалистов, и все больше ориентировались на рабочие специальности, т.е. рабочую силу в ее прежнем понимании. И именно для регионов нового освоения основной проблемой стало развитие институтов третьей группы, т.е. сохранения и накопления человеческого капитала, поскольку основные управленческие решения по отраслям специализации и ведущим предприятиям, требовавшие высокого уровня квалификации, все больше сосредотачивались в структурах вне региона, и это явилось одной из важнейших причин оттока человеческого капитала на протяжении всего постреформенного периода.

Иркутская область увеличила долю занятых в добывающей промышленности более чем в полтора раза, обогнав по этому показателю средний уровень в СФО, в то время как в перерабатывающих отраслях, требовавших множество сложных квалификаций, занятость уменьшилась более значительно, чем по стране и округу. Сократилось и общее число занятых в экономике региона, также, как и в федеральном округе, в то время как по стране общая численность рабочей силы возросла.

Лидерами по миграционному оттоку являются северные территории области – Бодайбинский и Мамско-Чуйский районы, в которых добывающая промышленность находится в кризисе, далее идут города и районы, связанные с лесной промышленностью. Увеличивают население юг области, где рост Иркутской агломерации реализуется за счет территории Иркутского района, а также в меньшей степени районы, прилегающие к Байкалу. Именно агломерационные процессы в наибольшей степени определяют внутререгиональные потоки человеческого капитала, который всегда стремится к центрам системы расселения.

При высоком уровне концентрации в ресурсных регионах производства, принадлежащего внешним для региона корпорациям, большое значение для реализации индивидуального капитала, обусловленного предшествующими инвестициями в образование, имеет слой регионального хозяйства, опирающийся на местное сообщество, его собственность и предпринимательскую активность, так называемый укорененный сектор экономики. Структуру укорененного сектора и долю видов деятельности, связанных с инновационным развитием и интеллектуальным трудом, т.е. использующих местный контингент специалистов высокого уровня, можно оценить на основе обследований Росстатом малого и среднего бизнеса (МСБ), составляющего основную часть этого сектора.

К видам деятельности, наиболее привлекательным для населения с высшим и средним образованием и реализующим притязания людей с высокой мотивацией, можно отнести деятельность в области информации и связи, а также профессиональную, научную и техническую деятельность. Среди них выделяются подразделы, связанные с разработкой программного обеспечения, деятельностью в области информационных технологий, инженерно-технического проектирования и технических испытаний, научными исследованиями и разработками.

Только в области профессиональной деятельности за счет архитектуры и инженерно-технического проектирования Иркутская область по доле занятых на предприятиях МСБ (юридические лица) незначительно опережает общероссийский и сибирский уровень, во всех остальных случаях эта доля меньше. Т.е. накопленный человеческий потенциал в достаточной мере не поглощается этим сектором экономики.

На примере Иркутской области можно говорить о том, что сформировавшиеся в стране институциональные факторы третьей группы, которые способствуют реализации человеческого капитала, фактически постепенно приводят к его сокращению в ресурсных регионах. Этот капитал еще накапливается благодаря сложившейся в предшествующий период системе инвестирования в образование и квалификацию, однако возможности увеличения доходов благодаря таким инвестициям сужаются. Высокий уровень концентрации собственности, рост отраслевой монополизации и ориентация на экспорт полупродуктов препятствует дифференциации структуры экономики таких регионов. Реально противостоять экономической власти крупных корпораций может только малый и средний бизнес. Кроме того, принципиальное значение для сохранения человеческого капитала в интересах инновационного развития экономики в ресурсных регионах имеет расширение интеллектуальных видов деятельности. Но инновационный бизнес всегда опирается на конкуренцию между потребителями его услуг, заставляющую их внедрять новшества, а российская экономика при концентрации активов и росте монополизма на рынках продукции, особенно природных ресурсов, последние два десятилетия становилась все менее конкурентной. Среди путей приспособления к существующей модели экономики в настоящее время можно назвать стимулирование дифференциации деловых и потребительских услуг за счет местных компаний и содействие малому бизнесу в самостоятельном выходе на трансграничные взаимосвязи.

*Исследование выполнено за счет средств государственного задания № АААА-А21-121012190019-9*

### **Список литературы**

1. Воробьев В.В. Население Восточной Сибири: современная динамика и вопросы прогнозирования. / Отв. ред. акад. В.Б. Сочава. – Новосибирск: «Наука», 1977. – 160 с.
2. Воробьев В.В. Формирование населения Восточной Сибири (географические особенности и проблемы). / Отв. ред. акад. В.Б. Сочава. – Новосибирск: «Наука», 1975. – 259 с.
3. Гуков В.П. Вопросы планирования и управления территориально-производственным комплексом // Методологические проблемы формирования ТПК. – Новосибирск: ИЭиОПП СО АН СССР, 1980. – С. 28-47.
4. Космачев К.П., Лосякова К.М. География плотности населения // География и природные ресурсы. – 1982. – № 2. – С. 104-112.
5. Медведкова Э.А., Мисевич К.Н. Комплексное изучение территориальных единиц расселения // География и природные ресурсы. – 1984. – № 1. – С.114-122.
6. Цыренова Е.Д., Сахаровский С.Н., Целовальникова Л.Ю. Человеческий капитал в системе родственных понятий // Вестник ВСГУТУ. – 2014. – № 6. – С. 140-146.
7. Цыренова Е.Д., Цыренов А.Р. Государственное регулирование процесса формирования человеческого капитала в посткризисной экономике // Вестник ВСГУТУ. – 2011. – № 2. – С. 31.

УДК 914,919,304.3:519.179

### **СЕТЕВАЯ НАУКА В ИССЛЕДОВАНИЯХ КУЛЬТУРНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ (МОДЕЛЬ 4SCSN)**

**А.И. Труфанов<sup>1</sup>, М.В. Куклина<sup>1</sup>, В.В. Филиппова<sup>2</sup>, Н.Е. Красноштанова<sup>3</sup>,  
Энх-Амгалан Сандаг<sup>4</sup>, Сарантсэцэг Базарваани<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>*Иркутский национальный исследовательский технический университет, Россия, г. Иркутск, troufan@gmail.com, kuklinamariavl@gmail.com;*

<sup>2</sup>*Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера СО РАН, Россия, г. Якутск, Filippovav@mail.ru;*

<sup>3</sup>*Институт географии СО РАН им. В. Б. Сочавы, Россия, г. Иркутск, knesun@mail.ru;*

<sup>4</sup>*Институт географии и геоэкологии Монгольской академии наук, Монголия, г. Улан-Батор, amgalan.6967@gmail.com;*

<sup>5</sup>*Центр катастроф Комплексного научно-исследовательского института, Университет внутренних дел, Монголия, г. Улан-Батор, sarantsetseg0514@gmail.com*

### **NETWORK SCIENCE IN RESEARCH OF CULTURAL SUSTAINABILITY (MODEL 4SCSN)**

**A.I. Trufanov<sup>1</sup>, M.V. Kuklina<sup>1</sup>, V.V. Filippova<sup>2</sup>, N.E. Krasnoshtanova<sup>3</sup>,  
Enkh-Amgalan Sandag<sup>4</sup>, Sarantsetseg Bazarvaani<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>*Irkutsk National Research Technical University, Irkutsk, Russia, troufan@gmail.com, kuklina-kmv@yandex.ru;*

<sup>2</sup>*The Institute for Humanities Research and Indigenous Studies of the North SB RAS, Yakutsk, Russia. Filippovav@mail.ru;*

<sup>3</sup>*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Russia. knesun@mail.ru;*

<sup>4</sup>*Institute of Geography & Geo ecology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaan-Baatar, Mongolia. amgalan.6967@gmail.com;*

<sup>5</sup>*Disaster center of Integrated Research Institute, University of Internal Affairs, Ulaan-Baatar, Mongolia, sarantsetseg0514@gmail.com*

Культура отражает собой продолжительное кумулятивное (накопленное) социальное поведение и культурные единицы, представляющие собой нормы, правила, верования, идеи, привычки, традиции – они передаются в культурном слое многослойной социально-экономической сети, где акторами служат индивиды. Рассматривая феномен культуры в сетевой онтологии, оказывается, что именно кумулятивность и долгосрочность позволяет в многослойной сети [2] отделить культурный слой от обычного информационного слоя, в котором происходит обмен текущей (just-in-time) информацией.

Детализируя процессы в модели комбинированных стволых сетях с пространственной привязкой SCSN [1], заметим, что в накопление вносят свой вклад, во-первых, все типы взаимосвязей в индивидуальных взаимосвязях, в которых участвуют стволы - индивиды. Во-вторых, культурный слой сети поддерживается сведениями, поступающими из инфраструктурных сетей в их взаимодействии с сетями подпространства индивидуальных взаимосвязей. В-третьих, элементы социального поведения формируются, уточняются и корректируются во взаимодействии акторов социального и природного подпространств.

Культурный запас требует постоянной поддержки в SCSN сети, как в живом организме постоянно происходят изменения, трансформируется топология ее составляющих и самой сети в целом. Структурная перестройка с изменением участвующих элементов – узлов и связей (исключением имеющихся и включением новых) и степень этой перестройки могут быть описаны с использованием известных сетевых метрик. Дополнительно, для описания такого сложного и мало исследованного явления как культурная устойчивость, имеет смысл в разработке новых сетевых показателей.

Концепция SCSN, решая задачи устойчивого развития коренных малочисленных народов Севера (КМНС), может быть переосмыслена и детализирована с учетом современных подходов в науке о сетях и концепции AOR («all our relations») [4] и представлена разделением взаимосвязанных сущностей по четырем подпространствам (подмножествам, компонентам) (рис.1). Три из подпространств несут в себе субъектность, в отличие от четвертого- природного.

1. Индивидуальное (персонифицированное) подпространство (А) включает как индивидуальных субъектов (между которыми связи стратифицируются в таких слоях как: родственный, соседский, культурный, религиозный, профессиональный, политический и множественных тематических других), так и объектов, контролируемых данными субъектами. Связи между объектами также могут отражаться в разных тематических слоях (например, связь телефонных устройств, поддерживаемая разными провайдерами). К объектам подпространства А принадлежат технические устройства, сырье и домашние животные в личном использовании или индивидуальной профессиональной деятельности и др.

2. Корпоративное подпространство (С) (институционально-инфраструктурное) заключающее с себе субъекты (юридические лица и организации, в том числе неправительственные организации, формальные и неформальные объединения...) и объекты инфраструктуры (службы корпоративного управления и сопутствующих отраслей деятельности - энергетики, транспорта, медицины, образования, торговли, туризма, промышленности, культуры, религии и т.п.). Очевидно, что для объектов различных инфраструктур наблюдается взаимозависимость, одновременно данные объекты являются необходимой платформой, используемой субъектами подпространства (А) и поддерживающей функционирование его объектов.

3. Институционально-инфраструктурное национальное подпространство (G) заключающее с себе субъекты ( службы государственного управления) и объекты национального масштаба (сопутствующих отраслей деятельности – обороны и безопасности, внешней политики, экономики, борьбы с бедствиями и ЧС, энергетики, транспорта, медицины, образования, и т.д.); взаимозависимые объекты являются необходимой и обязательной платформой, для субъектов подпространств А и С и управляющих функционированием объектов этих подпространств.

4. Природное (ресурсное) подпространство (R) в рамках которого рассматриваются географически привязанные объекты геологии и гидрогеологии, ландшафтов, полезных ископаемых, флоры и фауны). Безусловно, объекты природы являются взаимосвязанными и взаимозависимыми, но, что важно, они представляют собой основу для существования субъектов подпространств А, С и G, поддерживающей функционирование объектов этих подпространств.

Отдельные сбои в сети объектов одной природы одного из подпространств при определенных условиях могут привести к серьезному дисбалансу этой сети, либо всего подпространства. В иных случаях результаты сбоя, не затрагивая напрямую исходное, могут распространиться на иное подпространство, вызвав ущерб последнему. Географическое положение, климат, глобальные процессы активности Земли и Солнца, стихийные явления, несут в себе общие для элементов всех подпространств угрозы-факторы, которые необходимо учитывать в проблеме устойчивого развития территорий проживания КМНС.

При этом связи внутри каждого из подпространств А, С, G, R (не отображены на рис.1, описываются в рамках модели комбинированной стволых сети CSN [5]).

В предлагаемой новой онтологии – с описанием пространственно-привязанной комбинированной стволых сети 4SCSN, проведена дифференциация субъектов по трем группам, с выделением четырех подпространств, взаимодействующих акторов сетевой модели. Поддерживаемый принцип «все связано со

всем» модель 4SCSN отличается от практически значимых известных рыночных моделей (B2P, B2B, P2P, P2B, B2G и т.п. тем, что акторами сложного взаимодействия являются не только субъекты, но и объекты. С другой стороны, контрастируя с AOR и «All My Relations [3] концепциями, факторы различной природы взаимодействуют не напрямую, а через сложные опосредованные связи. На рис. 2 представлено сравнение топологий четырех вышеперечисленных структурных моделей.

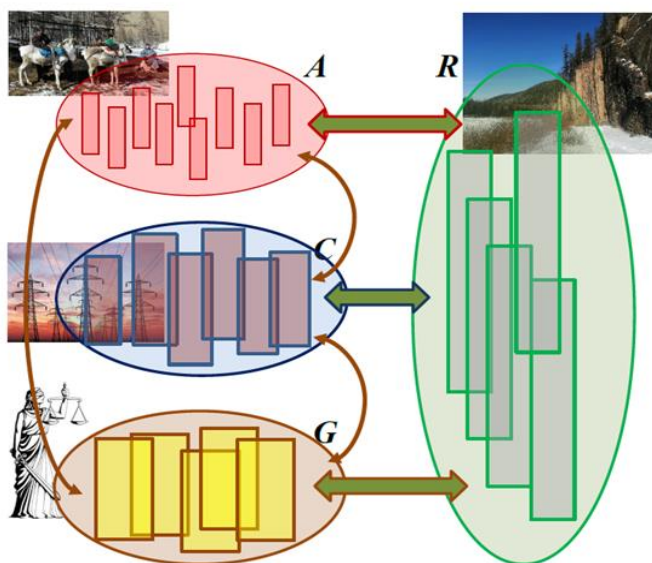


Рис.1. Модель 4SCSN

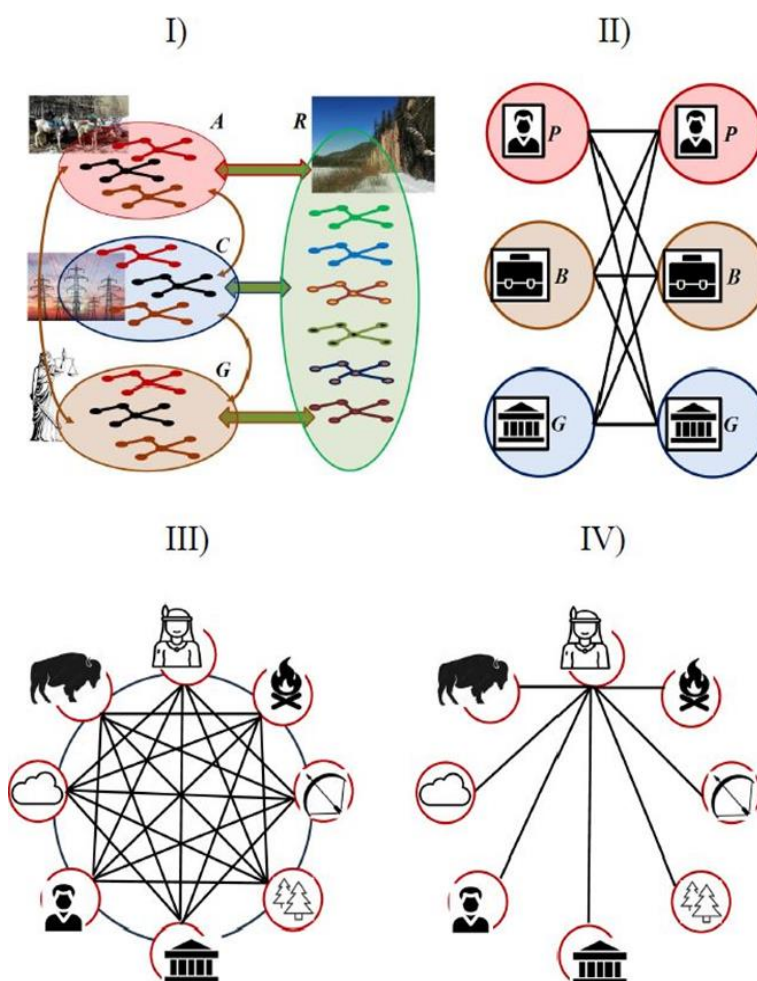


Рис. 2. Отличие топологий в моделях взаимодействия:

I) – Комбинированная стволовая сеть в четырех подпространствах, 4SCSN (мультиплексные графы, отображающие связи в слоях взаимодействия разной природы); II) рыночная сеть (двудольный граф); III) сеть AOR концепции (полный граф); IV) сеть концепции «All my relations» (граф- «звезда»).

Модель 4SCSN ценна именно тем, что ориентирована на выделение и отслеживание культурных связей. При этом для каждого из подпространств A, C, G, R может рассматриваться феномен культуры.

В целом, модель 4SCSN предоставляет возможность отследить культурный слой связей в каждом из подпространств. Кроме того, полагаем, что культурная устойчивость с сетевой точки зрения определяется плавным развитием топологии культурной сети. Эта плавность может быть оценена нерезким изменением метрик сходства сетей при корректировке структуры 4SCSN в связи с развитием транспортной инфраструктуры территории, разработкой природных ресурсов горнодобывающими предприятиями, организацией новых форм туризма. Другими словами, динамика топологии через метрики сходства дает возможность судить, насколько стабилен (устойчив) культурный слой сетевой структуры исследуемого подпространства или же претерпевает значительные изменения. Безусловно, требуется изучение величины порога, свидетельствующего об устойчивости.

### **Список литературы**

1. Berestneva O. et al. Development Challenges of Remote Rural Terrians: Network Ontology. In: System Analysis in Engineering and Control. SAEC 2021. Lecture Notes in Networks and Systems. Eds. Vasiliev Y.S. et al. – Cham: Springer, 2022. Vol 442. 367-381.
2. De Domenico et al. The physics of spreading processes in multilayer networks // Nature Phys. – 2016. – №12. – С. 901–906.
3. King T. All My Relations: an Anthology of Contemporary Canadian Native Fiction. – Norman: University of Oklahoma Press, 1992. – 220 p.
4. Talaga T. All Our Relations. – Toronto: House of Anansi Press Inc., 2018. – 320 p.
5. Tikhomirov A., Trufanov A., Grigoryev S., Berestneva O., Burkatovskaya Yu. Global brain and beyond: a concerted model of interacting networks // J. Phys.: Conf. Ser. – 2020. – 1680: 012049, P.1-6.

УДК 911.3

## **МАЯТНИКОВЫЕ МИГРАЦИИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ВЗАИМОСВЯЗИ ГОРОДСКОЙ И СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ**

**Н.Г. Туркина**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, turkina-1977@inbox.ru*

## **PENDULUM MIGRATIONS AS AN INDICATOR OF THE RELATIONSHIP OF URBAN AND RURAL AREAS**

**N.G. Turkina**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, turkina-1977@inbox.ru*

В современных исследованиях по изучению сельской местности, сельского населения, его традиций, образа жизни, территориальных трансформаций большое внимание уделяется вопросам взаимосвязей между городом и селом.

В современный период происходят существенные сдвиги в территориальных отношениях между городом и селом. К важнейшим факторам, детерминирующим изменения в связях между городами и сельскими территориями, относятся совершенствование информационно-коммуникационных технологий, постоянно растущая мобильность людей, товаров и капитала, а также трансформация отношений землепользования [5].

В связи с данными факторами демографические взаимосвязи, а в частности маятниковые миграции между городом и сельской местностью приобретают особое значение. Взаимодействие и взаимовлияние городской и сельской реальности становится масштабнее, сложнее и глубже.

Трудовые ресурсы, их количество и качество, распределение и использование являются одним из главных факторов социально-экономического развития регионов. Демографические и миграционные процессы, происходящие в конкретном регионе, оказывают значительное влияние на численность трудовых ресурсов и ситуацию на рынке труда.

Сельское население пригородных территорий является потенциальным трудовым ресурсом для города, несмотря на то что основная его часть занята в аграрном секторе. Более высокие заработные платы, качество труда, транспортная доступность дают преимущество в выборе места работы сельского населения в пределах городской территории.

В настоящее время мобильность населения играет значимую роль для развития общества. Миграции между селами и городами - это двусторонний обмен населением. Возвратные миграции населения формируют особые виды взаимодействия в сельско-городском сообществе, а понятие «дача» приобретает новое значение.

Через оценку соотношения численности занятых в экономике города Иркутска по данным центра занятости и Федеральной налоговой службы удалось выяснить, что около 65 тыс. чел. ежедневно приезжает в областной центр на работу и около 23 тыс. человек – на учебу. Это 13% от всего населения областного центра. Каждый день в город Иркутск въезжает около 24 тыс. транспортных средств: 22,4 тыс. автомобилей и 1,1 тыс. автобусов. На автобусах едет более 28 тыс. чел., 10,8 тыс. - пользуется железнодорожным транспортом, подавляющая часть населения передвигается на машинах [3].

На сегодняшний день остается проблемой получить достоверные статистические данные по количеству маятниковых мигрантов, т. к. органы государственной статистики не ведут учет такого показателя. Впервые оценить ситуацию в данном вопросе дают результаты Всероссийской переписи населения 2020 г., они содержат в себе материалы по трудовым перемещениям индивидов с различной периодичностью выходов на работу, что в целом позволяет судить о некоторых масштабах возвратной внутренней трудовой миграции [6].

Согласно данным Всероссийской переписи населения 2020 г. в Иркутской области доля маятниковой трудовой миграции составляет 6,6%, 82,6 тыс. городских и сельских жителей совершают перемещения с целью работы в другие населенные пункты, из них 66% - сельские трудовые мигранты (54,6 тыс. чел.) (табл. 1). Анализируя, периодичность выезда на работу можно отметить, что преобладают трудовые поездки несколько раз в неделю (почти 65%) по сравнению с другими видами, что может говорить о более свободном графике занятых и дальности совершаемых переездов.

Таблица 1

Маятниковая трудовая миграция населения Иркутской области по периодичности выезда на работу в другой населенный пункт (человек) [2]

|   | Все население | Городское население | Сельское население |
|---|---------------|---------------------|--------------------|
| Все занятые в возрасте 15 лет и более             | 82 576        | 27 934              | 54 642             |
| Указавшие периодичность выезда (выхода) на работу | 81 155        | 27 170              | 53 985             |
| в том числе:                                      |               |                     |                    |
| ежедневно   | 7 271         | 4 419               | 2 852              |
| несколько раз в неделю                            | 52 711        | 12 277              | 40 434             |
| несколько раз в месяц                             | 8 080         | 3 110               | 4 970              |
| 1 раз в месяц и реже                              | 11 665        | 6 412               | 5 253              |
| работающие дистанционно                           | 1 428         | 952                 | 476                |
| Не указавшие периодичность выезда на работу       | 1 421         | 764                 | 657                |

Рассматривая трудовую миграцию по территории нахождения работы можно увидеть преобладание внутрирегиональной маятниковой миграции, которая составляет 87,6% всего занятого населения, при этом у сельского населения она достигает 93,6%, что подтверждает большую долю сельских маятниковых мигрантов в регионе (табл. 2). Сельское население вынуждено искать работу за пределами своего населенного пункта в силу ограниченности предложений и меньшей заработной платы, чем в городе, поэтому, все чаще сельское население пригородных районов становится трудовыми мигрантами.

Таблица 2

Маятниковая трудовая миграция населения Иркутской области по территории нахождения работы (человек) [2]

|   | Все население | Городское население | Сельское население |
|---|---------------|---------------------|--------------------|
| Иркутская область                         | 82 576        | 27 934              | 54 642             |
| в том числе работающие на территории:     |               |                     |                    |
| своего субъекта Российской Федерации      | 72 363        | 21 204              | 51 159             |
| другого субъекта Российской Федерации     | 8 211         | 5487                | 2 724              |
| на территории иностранного государства    | 191           | 163                 | 28                 |
| не указавшие территорию нахождения работы | 1 811         | 1080                | 731                |

Маятниковая миграция имеет свои положительные и отрицательные стороны для сельско-городских взаимосвязей. С одной стороны, она является важным источником формирования трудовых ресурсов в городах, в значительной мере обеспечивающая сбалансированное и рациональное их использование. Такой вид миграции существенно снижает уровень безработицы, дает возможность сельскому жителю устроиться на работу, которая в большей части будет соответствовать его существующим потребностям. С другой стороны, имеются негативные последствия маятниковой миграции, которые заключаются в непродуктивных потерях времени, транспортных проблемах, стрессе и ухудшении состояния окружающей среды [1].

Пригородные сельские территории множественными связями соединены с городом, они оказывают серьезное воздействие на городскую инфраструктуру, рынок труда, транспортные коммуникации и т. д. С



ростом урбанизации, мобильности и связности, взаимодействие между городскими, пригородными и сельскими районами усиливается, а различия снижаются.

Современная сельская местность, находящаяся в активной зоне влияния агломерации, это весьма неоднородная масса людей, хозяйственных элементов и систем интересов, взаимопроникновение и столкновение которых, собственно, и создает сегодняшний облик деревни [4].

На периферийных территориях возникает проблема определения социальных границ сельского и городского образа жизни, взаимовлияния горожан на жизнь сельской местности и наоборот, а также выявления различного уровня интенсивности неформальных сельско-городских связей и маятниковых миграций населения [7].

Всего в Иркутской области насчитывается 347 сельских поселений, а также 1455 сельских населенных пунктов. С 2012 г. увеличилось число как самых мелких населенных пунктов, где проживают до 25 человек, так и самых крупных с числом жителей более 3 тыс. человек, причем количество проживающих в последних выросло более чем в 2 раза. Самые крупные сельские населенные пункты – село Хомутово (15276 чел., рост за 10 лет в 2 раза), поселок Молодежный (9309 чел., рост на 39%), село Баклаши (8838 чел., рост в 2,4 раза), деревня Грановщина (8 754 чел.) [8].

В основе развития иркутских пригородов лежит миграция горожан на постоянное жительство в ближайшую сельскую местность и маятниковая миграция обратно (в город на работу и учебу). Все эти процессы характерны для Иркутского района, находящегося под значительным влиянием Иркутской агломерации. Численность населения Иркутского района неуклонно растет: за последнее десятилетие она увеличилась почти в 2 раза (с 89,8 тыс. до 165,5 тыс. чел.), при этом 74% населения района является сельским (116 тыс. чел.), а также она составляет 27% от численности населения самого города Иркутска.

Таким образом, на основе проведенного исследования можно сделать выводы, что процессы взаимовлияния и взаимодействия города и деревни остаются актуальным на протяжении длительного времени как отдельное социальное явление, требующее комплексного анализа.

С начала постсоветского периода в России можно наблюдать заметные изменения во взаимосвязях между сельской и городской средой, в том числе смену функций населенных пунктов, их свойств и связей.

Современная классификация связей между городскими и сельскими территориями намного шире, чем в предыдущие десятилетия, в связи с постоянно растущей мобильностью населения, совершенствованием информационно-коммуникационных технологий, транспортной доступностью, распространением городского образа жизни в деревне и т.д. Демографические взаимосвязи города и сельской местности проявляются через демографические (численность населения, трудовые ресурсы) и миграционные процессы (маятниковая миграция).

В процессе субурбанизации происходит поглощение агломерацией близлежащих сельских территорий и превращение их в часть городской окраины, при этом взаимодействия города и деревни усложняются, а все категории взаимосвязей усиливаются. Городской уклад смешивается с деревенским образом жизни посредством проникновения современных технологий и популяризации потребительства, которое в полной мере раскрывается непосредственно в городе в силу определённых особенностей городской среды. Но и деревня, в свою очередь, влияет на город, особенно на его жителей, устающих от бесконечной суеты городского пространства.

Иркутской агломерации характерны современные процессы субурбанизации – разрастание пригородной зоны за счет близлежащих сельских поселений, высокие темпы маятниковой миграции, которые происходят в настоящее время в Иркутском районе. Крупнейший пригород в Иркутской агломерации – Хомутовско-Уриковская субагломерационная территория, крупнейшая и стремительно расширяющаяся.

Подводя итог, можно отметить неоднозначность процесса урбанизации, ее несводимость лишь к поглощению сельских территорий. Если раньше в большинстве работ речь шла об «умирании» деревни или ее подчиненном положении относительно города, то в последние десятилетия получили распространение идеи взаимовлияния города и деревни, выраженного в концепции урбанизации. Урбанизация как процесс расширения городского пространства происходит за счёт слияния городских окраин и близлежащих населённых пунктов, которыми являются деревни и более малые города. В процессе субурбанизации происходит изменение концентрации населения за счёт расширения городских окраин и заселения сельской местности благодаря транспортной доступности, развитию инфраструктуры и строительства элитного жилья в экологически чистых зонах.

*Работа выполнена по проекту ИГ СО РАН, № госрегистрации АААА-А21-121012190019-9*

### **Список литературы**

1. Дубейко И.В. Проблемы маятниковой миграции // Молодой ученый, 2014. – № 7 (66). С. 334-337.
2. Итоги ВПН – 2020. Том 10. Рабочая сила. Таблица 11. Занятое население частных домохозяйств, работающее за пределами своего населенного пункта, по территории нахождения работы и периодичности выезда на работу. Иркутскстат [Электронный ресурс]. URL: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom10\\_Rabochaya\\_sila](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Tom10_Rabochaya_sila) (дата обращения 25.02.2024).

3. Новости транспорта в Иркутской области / i38.ru Телеинформ / [Сайт]. URL: <https://i38.ru/transport-obichnie> (дата обращения: 15.11.2023).
4. Пивовар Г.А., Алексеев А.И. Сельско-городские взаимосвязи на границе с Московской агломерацией // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2018. № 6. С. 100–103.
5. Сильванович В.И. Современные сельско-городские взаимодействия через призму концепции функционального региона // Тенденции экономического развития в XXI веке: материалы Междунар. науч. конф. Минск, 28 февр. 2019 г. Минск: Право и экономика, 2019. С. 162–166.
6. Соколова А.А. Масштабы маятниковой трудовой миграции в регионах России // Проблемы развития территории. Т. 27. № 4. 2023. С. 52–70. DOI: 10.15838/ptd.2023.4.126.4.
7. Удовенко В.С., Савоскул М.С., Алексеев А.И., Васильева О.Е. Социально-географическая типология сельско-городских сообществ // Вестник Московского университета. Серия 5. География. 2021. № 2. С. 3–12.
8. Численность населения по городским и сельским поселениям. Иркутскстат [Электронный ресурс]. URL: <https://38.rosstat.gov.ru/folder/167937> (дата обращения 16.02.2024).

УДК 913

## **ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ И СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ПОСЕЛЕНИЙ САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Е.А. Ушаков**

*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток [ushakov.tig.dvo@gmail.com](mailto:ushakov.tig.dvo@gmail.com)*

## **FACTORS OF DEVELOPMENT AND SPECIALIZATION OF THE SETTLEMENTS OF SAKHALIN REGION**

**E.A. Ushakov**

*Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, [ushakov.tig.dvo@gmail.com](mailto:ushakov.tig.dvo@gmail.com)*

### **Введение**

Сахалинская область является единственным островным субъектом Российской Федерации и входит в состав Дальневосточного федерального округа. Регион характеризуется низким демографическим потенциалом (чуть больше 450 тыс. чел. населения), развитым промышленным производством и высокими социально-экономическими показателями по отношению к большинству других субъектов РФ. Ведущее место в современной экономике области принадлежит нефтегазодобывающей промышленности, на долю которой приходится свыше 75% промышленного производства области и более половины налоговых доходов бюджета региона. Также важны для региона рыбная отрасль и угледобыча. По итогам 2023 г. ВРП региона составил почти 1,5 трлн. руб.

Само островное положение негативно влияет на связь с материковой частью страны, а с другой стороны – имеются самые благоприятные предпосылки широкого использования морского транспорта. Центральное островное положение области в Восточной Азии; близость ко многим развивающимся странам позволяет развивать международные экономические связи, на которые приходится свыше 90% экспорта Сахалинской области [2].

Проблемам и перспективам развития Сахалинской области посвящено достаточно много публикаций [1; 3; 4; 5 и другие]. В этих работах дается характеристика современного социально-экономического положения области в целом, состоянию основных секторов в экономике. В 2019 г. была разработана программа развития Сахалинской области, где изложены основные направления социально-экономического развития региона, в т. ч. перспективные специализации, привлекательные для инвестиционных проектов (нефтегазовый сектор, угледобыча, лесная и рыбная отрасли, транспортная инфраструктура).

### **Материалы и методы**

В работе использовались методы экономико-географического анализа: статистические методы обработки данных, картографический, обобщения, метод сопоставления, сравнительно-описательный, сравнительно-географический, районирования.

### **Результаты и их обсуждение**

Важно учитывать территориальную дифференциацию в социально-экономической сфере Сахалинской области, которая значима не только на муниципальном, но и на поселенческом уровне. Каждый населенный пункт имеет свою специфичность по специализации, историческому развитию и соответственно уровню социально-экономического развития.

Всего на территории Сахалинской области находится 208 населенных пунктов. Самым крупным населенным пунктом является Южно-Сахалинск, где проживает чуть больше 180 тыс. чел. (почти 40% населения области). Другими более крупными населенными пунктами (где проживает более 10 тыс. чел.) являются Корсаков, Холмск, Оха, Поронайск, Долинск, Ноглики, Невельск. В целом по области 40 населенных пунктов имеют численность населения более 1 тыс. чел. Также крайне велика доля малых населенных пунктов с численностью населения менее 100 чел. – всего 87.

Среди поселений можно выделить экономические центры регионального уровня (32) и муниципального уровня (59). В остальных населенных пунктах (117) экономическая деятельность практически не ведется – это почти все малые населенные пункты.

Экономические центры регионального уровня можно разделить на 6 групп:

1. Главный экономический центр среди поселений области – Южно-Сахалинск. Сосредотачивает свыше 20% экономики области. Характеризуется диверсифицированной структурой экономики с развитой сферой услуг, направленную на внутренние потребности населения. В целом наиболее главными отраслями экономики для города являются строительство, транспорт и торговля – на их долю приходится около 70% экономики города. На территории города находятся офисы ряда крупных рыболовных компаний (не только юридически, но и фактически), которые обеспечивают жизнедеятельность и работу своей рыбопромысловой флотилий. Также в городе действуют головные офисы нефтедобывающих компаний, разрабатывающих шельфовые нефтегазоносные месторождения на севере Сахалина. Они также ведут организационную работу для обеспечения деятельности своего производства. Эти все крупные компании приносят большие доходы для местного бюджета.

2. г. Шахтерск – главный центр угледобычи Сахалинской области. На его долю приходится около 8% экономики региона. Также в городе действует одноименный порт для экспорта угля, грузооборот которого по итогам 2023 г. превысил 13 млн. тонн. Следует отметить, что неподалеку от Шахтерска находится ряд региональных и муниципальных экономических центров, которые в большей степени специализируются на транспортировке угля. Часть занятых из этих ближайших населенных пунктов работают в самом Шахтерске, связи с этим в этих населенных пунктах благодаря этому активное развитие получила сфера услуг, главным образом торговля.

3. Экономические центры регионального уровня, доля каждого из которых составляет чуть больше 1% в экономике области. В эту категорию попали города - Корсаков, Невельск, Поронайск, Холмск, а также ряд населённых пунктов Курильских островов – Курильск, Рейдово, Малокурильское.

4. Курильские населенные пункты (Северо-Курильск, Южно-Курильск, Крабовоздовское), доля каждого из которых в экономике области составляет около 0,5%. Все эти населенные пункты специализируются на вылове и переработке морских биоресурсов.

5. Группа населенных пунктов доля каждого из которых в экономике области составляет 0,2-0,35%.

6. Группа населенных пунктов, доля каждого из которых составляет менее 0,2% в экономике области, но объем оборота которых составляет не менее 1 млрд. руб. (группа экономических центров с оборотом организации от 1,2 до 2,4 млрд. руб. по итогам 2023 г.)

Также необходимо учитывать так называемые «внепоселковые» экономические центры, которые находятся за территорией населенных пунктов и напрямую своей деятельностью не связаны с ближайшими населёнными пунктами. Как правило, это месторождения полезных ископаемых, которые осваиваются и разрабатываются вахтовым методом.

Ярким примером на территории Сахалинской области является шельфовое месторождение нефти и газа на севере региона (на данной территории сосредотачивается около половина экономической деятельности субъекта). Статистически практически вся территория добычи нефти и газа относится к Ногликскому городскому округу (98%), а также Охинскому (2%). А влияние на сами города (Ноглики, Оха) и другие поселки сказывается через сферу транспортных перевозок рабочих-вахтовиков и различных необходимых грузов, а также сферы услуг, связанную с обслуживанием рабочего персонала нефтедобывающих компании на территории ряда населенных пунктов. Другим важным экономическим центром, расположенным вне зоны жилых населенных пунктов, является СПГ Пригородное, которое расположено на территории бывшего одноименного населенного пункта. На него приходится около 8% экономической деятельности региона. Иные внепоселковые экономические центры не имеют особого значения для региона (рис. 1).

Следует отметить, что основная экономическая деятельность сосредоточена на юге Сахалинской области, где наибольшая степень освоенности и концентрация населенных пунктов. Главным экономическим центром является Южно-Сахалинск, на потребности которого работают ближайшие населенные пункты, многие из которых специализируются на таких отраслях как сельское хозяйство и добыча строительных материалов. Активно развито рыболовство в ряде прибрежных населенных пунктов.

Также отдельно выделяются по своей специализации следующие территории области:

Западно-прибрежная часть (Невельский, Холмский, Томаринский, Александровск-Сахалинский городские округа и Углегорский район) – в структуре экономики этой территории преобладает угледобыча. Фактически весь уголь добывается на территории Углегорского района (около 95%). Второй по значимости отраслью является транспорт – главным образом портовое хозяйство (крупные порты Холмск, Шахтерск – на долю которых приходится свыше половины портового грузооборота области). Рыболовная отрасль развита лишь в южной части этой территории (7% вылова морских биоресурсов от всей области).

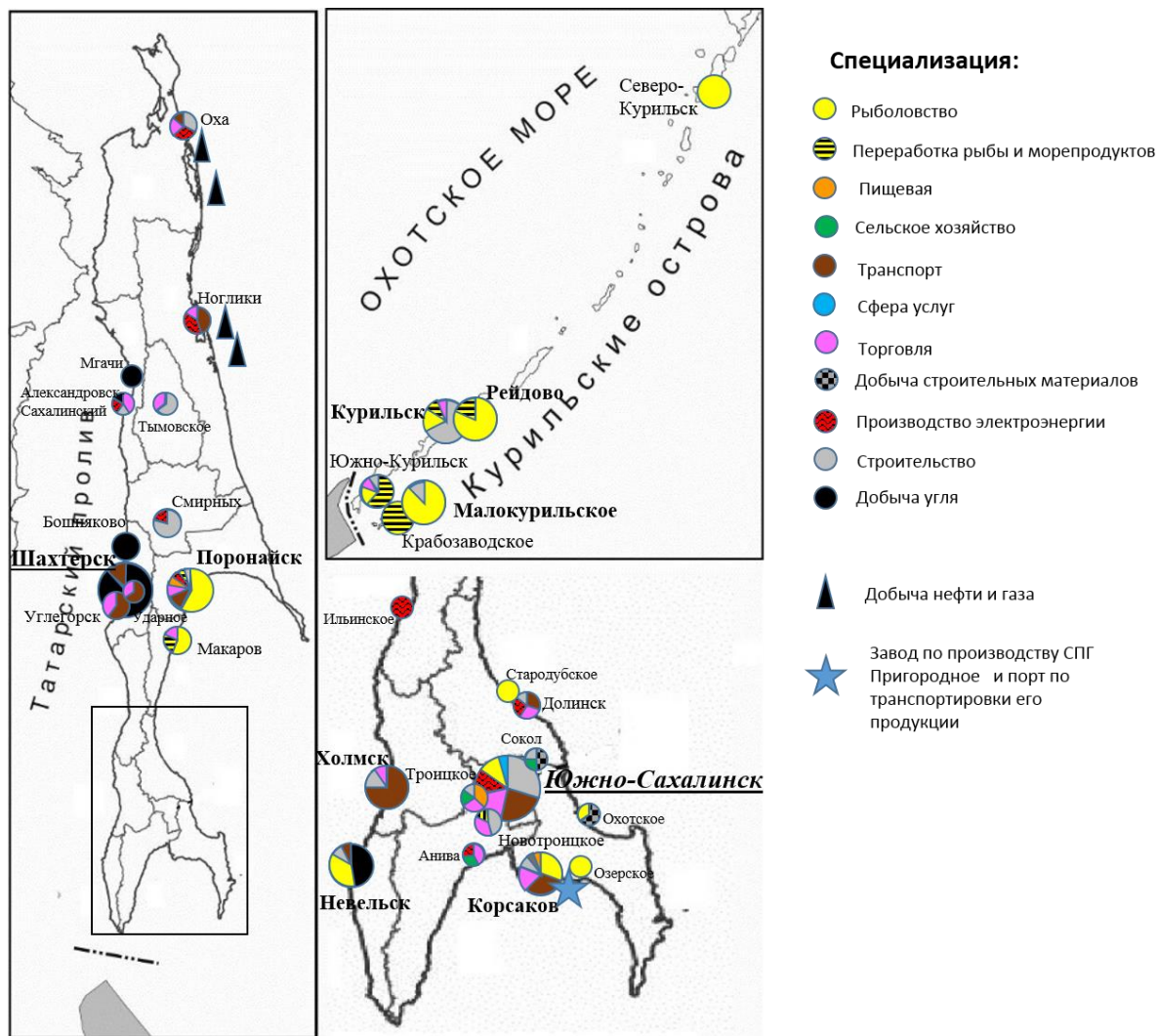


Рис. 1. Экономические центры регионального уровня Сахалинской области.

Восточно-прибрежная часть – в нее входят Поронайский и Макаровский городские округа. Для этих муниципальных районов характерна наиболее высокая доля рыболовства (около 15% всех добываемых морских биоресурсов Сахалинской области). Фактически вся экономическая деятельность этой территории сконцентрирована в административных центрах этих муниципалитетов – Поронайске (80%) и Макарове (18%).

Центральная часть Сахалинской области. В эту группу входят два муниципалитета: континентальный Тымовский и Смирныховский, выходящий на западное и восточное побережье Сахалина. Их отличие заключается в том, что практически все экономические центры этой территории расположены в континентальной части острова в десятках километрах от побережья. В экономической структуре большинства из них преобладает строительство (главным образом – строительство автодорог). В ряде муниципальных экономических центрах преобладают лесозаготовки и деревообработка (почти вся лесная отрасль области находится только в этих двух муниципалитетах).

Северные районы Сахалинской области (Ногликский и Охинский). Характеризуются более слабой освоенностью и небольшим числом экономических центров, в основном муниципального значения. В большей степени муниципалитеты (особенно Ногликский) связаны своей экономической деятельностью с обслуживанием разрабатываемых нефтегазоносных месторождений на шельфе. В силу этого активно развита сфера транспорта, а также усилилась роль энергетики и важна доля сферы услуг (главным образом торговля).

Курильские острова. На их долю приходится почти 5% экономики области. Главная сфера деятельности связана с добычей морских биоресурсов и их переработкой – около 85% экономики Курил. На данную группу муниципалитетов приходится около 55% вылова морских биоресурсов области, а также 75-80% их переработки.

### Заключение

Для подавляющего большинства населенных пунктов Сахалинской области выход к морскому побережью играет ключевую роль в их хозяйственной специализации и уровне развитости. Наиболее развитыми

являются населенные пункты, которые, специализируются на добыче морских биоресурсов и их переработке, а также получили развитие города, где присутствует морской транспорт. Особо выделяется наиболее развитый областной центр Южно-Сахалинск, который благодаря своей административной статусности и размерности имеет диверсифицированную структуру экономики и оказывает влияние на специализацию ближайших населенных пунктов. Отдельно выделяются населенные пункты, специализирующиеся на добыче минеральных ресурсов: напрямую – экономика которых полностью зависит от добычи полезных ископаемых (например, угледобывающие поселки Шахтерск, Бошняково, Мгачи; торфа – Мицулевка) или опосредовано через другие отрасли (обслуживание нефтедобывающих компаний – Ноглики, Оха, Москальво, Вал). Стоит отметить, что специализация небольших населенных пунктов островной Сахалинской области характеризуется большей дифференциацией, чем у небольших населенных пунктов материковых регионов и их прибрежных районов.

*Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-17-00186, <https://rscf.ru/project/22-17-00186/>*

### **Список литературы**

1. Бакланов П. Я., Романов М. Т. Направления долгосрочного развития Дальневосточного региона России // Вестник ДВО РАН. – 2019. – №4. – С. 6-18.
2. Бакланов П. Я., Ушаков Е. А. Общие и внутрирайонные тенденции и приоритетные направления социально-экономического развития Сахалинской области // Региональные исследования. – 2021. – №1. – С. 70-83.
3. Мошков А.В. Структурные сдвиги в промышленном производстве Тихоокеанских регионов России // Ученые записки Государственного Забайкальского университета. – 2015. – №1. – С. 98-106.
4. Об утверждении стратегии социально-экономического развития Сахалинской области до 2035 года. – Постановление Правительства Сахалинской области от 24 декабря 2019 г. №618. – 494 с.
5. Шанькин Д. А. Основные элементы социально-экономического состояния и перспективы устойчивого экономического развития Сахалинской области // Журнал правовых и экономических исследований. – 2017. – №1. – С. 220-225.

УДК 911.3.33(571)

## **КРАТКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА РЕГИОНОВ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА**

**Л.А. Хавина**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук, Иркутск, e-mail: khavina@irigs.irk.ru.*

## **BRIEF ANALYSIS OF SMALL AND MEDIUM ENTERPRISE'S STATE IN THE REGIONS OF THE SIBERIAN FEDERAL REGION**

**L.A. Khavina**

*V.B. Sochava Institute of Geography of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Irkutsk, e-mail: khavina@irigs.irk.ru*

Статья посвящена краткому анализу особенностей и перспектив развития малого и среднего предпринимательства в Сибирском федеральном округе. Этот сектор народного хозяйства является одной из важнейших структурных составляющих современной рыночной экономики, который является основой существования среднего класса, формирующего костяк любого общества. «И все же в российской экономике на протяжении его современной рыночной истории малое и среднее предпринимательство не демонстрирует ощутимой положительной динамики» [2].

Методическую основу изучения состояния малого и среднего предпринимательства составили исследования отечественных ученых, научные статьи, официальные статистические данные.

Уровень развития этого сектора экономики в России пока не соответствует пропорциям «золотого сечения», которое демонстрируют страны, продвинувшие развитие своего малого и среднего бизнеса до уровня, когда его доля в ВВП составляет не менее 50%. «Не отвечает «золотой середине» и отраслевая структура отечественного предпринимательства. Для этого требуется, чтобы основная производственная деятельность, а именно более 60% общего количества малых предприятий входила в производственные сектора. Фактически в России большая часть всех малых предприятий связана с обслуживанием населения – это сфера различных услуг и торговли, около половины всех предприятий» [1]. Кроме того, до сих пор технологическое развитие этого сектора экономики было и остается на достаточно низком уровне. В связи с наложенными санкциями ситуация в этом плане может ухудшиться поскольку поставки из-за рубежа оборудования, станков и прочее становятся невозможными.

Состояние малого и среднего бизнеса (МСБ) по Сибирскому федеральному округу (СФО) соответствует общероссийскому в этом секторе экономики. Здесь также присутствуют как позитивные, так и негативные моменты, тормозящие поступательный процесс развития МСБ, характерные для всех субъектов предпринимательства страны.

Туренко Т.А. так оценивает эту ситуацию перечисляя негативные особенности отечественного бизнеса, а именно: сложившаяся структура и характер российской экономики обуславливает развитие малого предпринимательства по модели, свойственной для стран «развивающихся рынков». Степень зрелости, его институциональная структура, как и вся предпринимательская среда, еще очень далеки от уровня развития аналогичных экономических структур в ведущих западных странах. Они вполне могут быть определены как «подростковые» [5].

В нашем исследовании состояния малого и среднего предпринимательства мы рассматриваем на примере пяти регионов СФО. Общая ситуация по состоянию малого и среднего бизнеса в СФО представлена на рисунке 1.

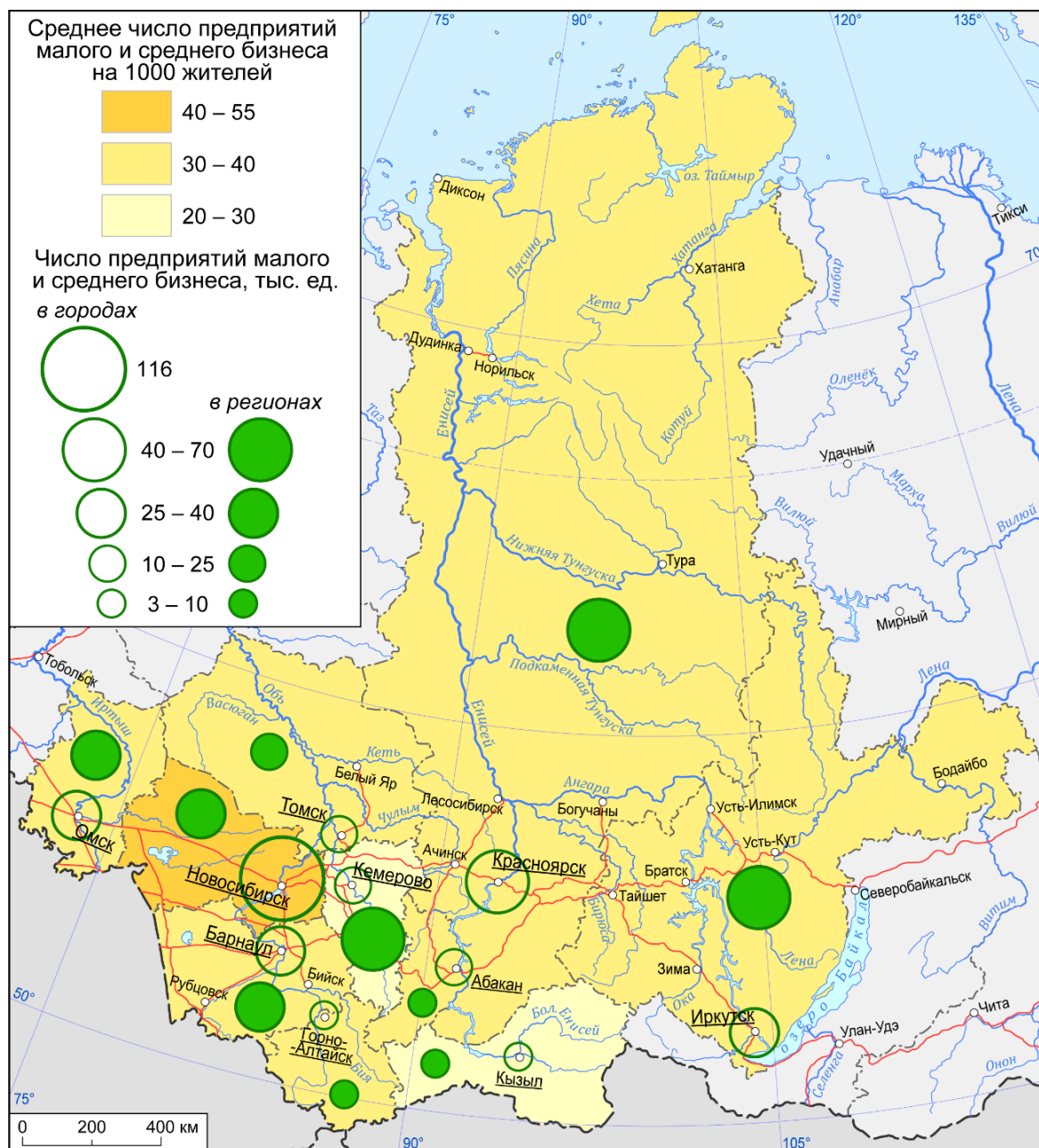


Рис. 1. Состояние малого и среднего предпринимательства в СФО на конец 2023 г.

Авторы: Хавина Л.А., Галёс Д.А.

В плане развития предпринимательской деятельности **Новосибирская область** занимает первое место в Сибири по уровню развития этого сектора, а также по относительному показателю субъектов МСБ в расчете на душу населения области принадлежит одно из лидирующих мест в целом по стране.

Успешному развитию малого бизнеса в Новосибирской области не мало способствовало выгодное экономико-географическое положение. Регион расположен на пересечении транспортных коридоров и фактически представляет собой крупный мультимодальный транспортно-распределительный узел.

В области зарегистрировано более 145 тыс. субъектов МСБ, оборот которых на конец 2023 г. составил около 50% от общего оборота всех организаций области. Доля малого бизнеса в валовом региональном продукте (ВРП) стабильна и последние годы обеспечивает до 37% ВРП области. Новосибирск, в котором сосредоточено около 80% всех субъектов малого и среднего предпринимательства (МСП) области, отличается высоким уровнем диверсификации экономики, отсутствием узкоотраслевой зависимости. В настоящее время особенно актуальным становится вопрос о необходимости осуществления перехода к экономике, построенной не на экспорте сырья и энергоресурсов, а на реализации фактора «знание», передовых научно-технических разработок и инновационных продуктов [4]. Вполне отвечает этим требованиям и создавшийся на территории СФО научно-технический и научно-образовательный потенциал региона.

Небольшие предприятия сибирского города производят сложную и высокоточную продукцию, которая востребована на зарубежных рынках. Экспорт наукоемкой продукции данного сектора, различного оборудования, биоактивных добавок, а также продукции пищевой промышленности и др. осуществлялся до 2022 г. во многие страны мира в том числе - США, Японию, Швейцарию, Канаду и другие (в списке более 29 стран). Однако, в 2022 г. в связи с наложенными санкциями, производителям пришлось искать партнеров в других локациях и других странах. В настоящее время партнерами становятся Юго-Восточная Азия и Ближний Восток, Монголия, Корея, Китай. То есть, несмотря на возникшие трудности, связанные с санкционными ограничениями, обвального ухудшения в секторе МСП Новосибирска не произошло.

В **Красноярском крае** на начало 2024 г. было зафиксировано более 107 тысяч субъектов малого и среднего предпринимательства. По удельному весу инвестиций в основной капитал среди регионов Сибири край в течение многих лет занимает второе место после Новосибирской области.

Следует отметить, что Красноярский край обладает весьма обширной сырьевой и ресурсной базой, что обеспечивает преобладание в структуре региональной экономики крупных промышленных предприятий. Соответственно в структуре валового регионального продукта, доля малого бизнеса невелика, а именно немногим более 12%. Однако весьма показательным то, что основная масса инновационных компаний города Красноярска относится именно к предприятиям малого и среднего бизнеса, а конкретно к средним компаниям с численностью сотрудников от 101 до 250 человек и доходностью до двух млрд рублей в год.

**Омская область.** В малом предпринимательстве Омской области осуществляет свою деятельность более 63 тыс. предприятий МСБ. Непосредственно в городе Омске с населением около 60% от всего населения региона, задействовано в работе около 30 тыс. малых предприятий и не менее 36% от экономически активного населения трудится на малых предприятиях областного города. Отметим также, что бюджет области состоит на 23% от налоговых отчислений этого сектора экономики. Для ускоренного инновационного развития территории существует достаточно серьезный научно-образовательный потенциал, включающий в себя около сорока инновационно-активных организаций и до 70 малых предприятий, которые осуществляют свою деятельность в научно-технической сфере. Подобная деятельность непосредственным образом связана с научно-техническим потенциалом города Омска. Основная часть инновационно-активных субъектов в настоящее время сосредоточена в таких отраслях народного хозяйства как машиностроение и металлообработка, производство электрооборудования и средств связи, топливно-энергетического комплекса и пищевой промышленности.

В **Иркутской области** зарегистрировано 86 тысяч субъектов МСБ. Малый бизнес освоил многочисленные существующие в экономике сферы деятельности. На предприятиях малого и среднего бизнеса трудится около 43% от экономически активного населения области. В регионе идет постепенное развитие малого предпринимательства и отчисления в бюджеты городов от этого сектора экономики, как например в г. Ангарске весьма значительны и доходят до 50%.

По итогам 2022 года область вошла в десятку субъектов-лидеров по объемам экспорта. Количество малых предприятий, производящих товары, услуги для экспорта составляет около 400 хозяйствующих единиц. Учитывая же сложившуюся ситуацию и разворот торгово-экономических связей на Восток, компании Приангарья находятся в максимально выгодном географическом положении, имея территориальную близость к некоторым странам АТР и уже годами устоявшимся отношениям, которые в конечном итоге положительно сказались на дальнейшем развитии субъектов МСБ и практически не повлияли на их деятельность, связанную с санкционными ограничениями, поскольку не потребовалось переориентации на другие рынки сбыта.

**Алтайский край** занимает 4 место в СФО по количеству предприятий сегмента МСП – 74 980 единиц и 19 место среди всех субъектов Российской Федерации.

Организации малого предпринимательства, в основном, представлены в сферах торговли и предоставления услуг населению. Средние предприятия в большей мере, в сферах: строительства, сельского хозяйства, обрабатывающей промышленности. В СФО Алтайский край занимает лидирующее место по объему

продукции сельскохозяйственных субъектов малого предпринимательства [3]. Одна треть трудоспособного населения края занята в сфере малого и среднего предпринимательства. Порядка 36% консолидированного бюджета территории – это доходы от деятельности МСБ.

На основе официальных статистических данных нами осуществлено ранжирование по регионам СФО количества субъектов МСБ на тысячу населения (рис. 2).

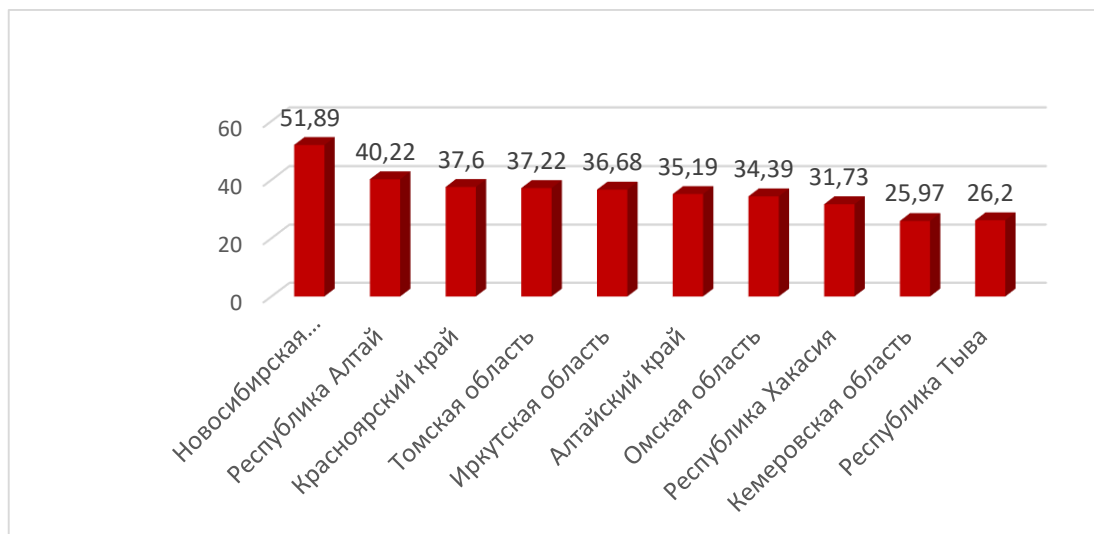


Рис.2. Количество предприятий МСБ на 1000 населения по регионам СФО на начало 2024 г.

Существующие региональные различия в развитии отечественного МСП, в том числе и по количеству наличию предприятий этого сектора экономики на тысячу населения являются следствием разницы географического положения, системы государственной и региональной поддержки, инфраструктурной составляющей, объемами рынка, количеством населения, его платежеспособностью, образованием и многими другими факторами.

#### **Выводы**

Исследованием установлено, что основное количество субъектов МСБ осуществляют свою деятельность в крупных городских поселениях, поскольку именно здесь у предпринимателей есть возможность реализоваться и создать собственные предприятия. Сибирские мегаполисы обеспечены серьезным сырьевым и научным потенциалом, материальными возможностями, рабочими кадрами и рынками сбыта своей продукции. Однако глобальная нестабильность изменений социально-экономического пространства России, связанная с наложенными санкциями, внесла свои негативные коррективы и в эту отрасль народного хозяйства и это связано также и с тем, что произошла потеря поставок из-за рубежа технологического оборудования, а это в дальнейшем безусловно может повлиять на ухудшение ситуации в производственных секторах и возможности создания новых предприятий малого и среднего бизнеса.

С определенной долей уверенности можно сказать, что предприятия малого и среднего бизнеса сибирских регионов и областных центров в современных условиях высокой неопределенности и турбулентности внешней среды достаточно оперативно, но не без потерь, отреагировали на изменения рыночной экономики.

#### **Список литературы**

1. Басарева В.Г. Малый бизнес России: теоретические основы исследования, моделирование, концепция государственного регулирования // Монография. Новосибирск. 2013. С.15. 295 с.
2. Леонидова А.И., Озерова М.Г., Шаропатова А.В. Сравнительный анализ региональных программ поддержки малого и среднего предпринимательства в СФО//Вестник Алтайской академии экономики и права. №11. 2022. С 124-131.
3. Мельникова А.В., Дьяков А.М. Развитие малого и среднего предпринимательства в сельском хозяйстве (на примере Алтайского края) //Вестник науки. 2021. №12(45). Т.1. с. 25-30
4. Тарасенко А. Проблемы малого инновационного бизнеса//Экономист. 2011. №10. С. 57-62
5. Туренко Т.А. Малое предпринимательство и его роль в устойчивом развитии экономики//Материалы международной практической конференции. 2010. Часть 2. Иркутск. Изд. БГУЭП. С.81-92



**ЭВЕНКИ БАРГУЗИНСКОГО ПРИБАЙКАЛЯ:  
ЭТНОКУЛЬТУРНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

**Л.С. Цыдыпова**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Tsidipovaluda@mail.ru*

**EVENKS OF BARGUZINSKY PRIBAIKALYA:  
ETHNOCULTURAL ASPECTS OF THE RESEARCH**

**L.S. Tsydyпова**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, Tsidipovaluda@mail.ru*

Современная изученность Баргузинского Прибайкалья показывает, что этнокультурные исследования территории многообразны. Здесь выявлены историко-географические особенности этнических миграций, ландшафтные характеристики и богатство природных ресурсов, черты хозяйственной деятельности. Концепции культурного ландшафта в цепи «сообщество - культурная традиция - место» позволяют проследить этнокультурные контакты и взаимовлияния местных сообществ. Степень культурной адаптации под воздействием миграций, изменения геополитической ситуации, трансформации и адаптации сообществ определяет спектр географически-упорядоченных этнокультурных ситуаций [1]. Территория исследования расположена в современных границах Баргузинского и Курумканского административных районов Республики Бурятия.

В основу анализа положены данные по улусам и селениям Бодонского Иногородского отдельного общества, Читканской волости Баргузинского уезда. Материалы фамильного фонда, полевых социологических интервью, опросов, анкет, позволяют сделать вывод об устойчивости генеалогических структур эвенкийской этнической группы, их преемственности. Таким образом, полученные данные служат характеристикой существенных аспектов этнокультурной ситуации.

Основной ареал кочевий эвенков располагался в низовьях р. Баргузин Места кочевания локализовались вблизи рек и ручьев Бодон, Тукала, Кунгурга, Онкули, Ина, Аламбурга, Подхребетный. Специфические черты эвенков Баргузинского Прибайкалья состоят в отсутствии связей их родовой принадлежности с ареалами кочевания, а также значительными русско-бурятско-эвенкийскими заимствованиями в образе жизни, традициях природопользования, мировоззрения и восприятия пространства. К началу XX века в истории освоения территории исследования происходит дифференциация ареала на два основных (таблица).

Таблица

Ареалы расселения эвенкийской этнической группы в I пол. XX века

| <i>Первый ареал</i>  | <i>Второй ареал</i>   |
|--|---|
| Территории в низовом течении р. Баргузина (урочища Бодон, Белые воды, Хабаржан, Ино, Кунгурга и др.).  | Территории охватывавшие верховья р. Баргузина (урочища Таз, Джирга, Самахай, Ентыхек)   |
| Компактное проживание, двухразовые кочевья в течении хозяйственного года по оси летник – зимник; близость зимников — мест, где коллективы проводили большую часть года — к русским деревням. | территориальная изоляция от русских деревень и близость к бурятским улусам; меньшая по численности группой эвенков (около 150 чел.).                |
| Развитие животноводства, рост земледелия и пропорциональное снижение доли охотничьего промысла как источника жизнеобеспечения.   | Почти полное отсутствие земледелия, развитие скотоводства по бурятскому типу и сохранение полуоседлого эвенкийского кочевого ритма освоения угодий. |

Скотоводческий тип хозяйства эвенков низовьев Баргузина стимулировался близостью рынков сбыта, и налаженностью торговых коммуникаций, (в чем велик вклад еврейского купечества), поэтому продукты скотоводства - мясо, масло, кожи и ремесленные изделия были выгодны и востребованы. Пространственно-географическое положение эвенков верховья р. Баргузин оказывало влияние на их хозяйственно-культурную специфику. Здесь отсутствуют отхожие промыслы. Дыренские эвенки в данном сообществе составляли 120 чел. Небольшие группы эвенков - оленеводов, осваивавшие верховья р. Витима и Витимкана, и частично — долину р. Баргузин, эпизодически контактировали и вступали в браки с эвенками-кочевниками Баргузинской долины.

К началу XX в. экономическое положение полуоседлых и оседлых эвенков стало настолько крепким, что Бурятский Комитет Севера на первых порах не считал нужным выделять их в категорию национальных меньшинств, нуждающихся в особой помощи государства [2]. Родовые различия у баргузинских эвенков не вели к территориальным разграничениям: А.С. Шубин [2, с. 20] приводит свидетельство С. П. Крашенинникова, что эвенки в этой местности «не по родам, а где кому угодно кочуют».

Фамильная структура эвенков оседлых и кочующих в селениях и местностях Баргузинского Прибайкалья (Марикта, Маркан, Подъикат, Уро, Суво, Читкан, Душелан, Бодон, Ина, Курумкан, Алла/Дырен,

Амман, Тазы, Кынкысер, Самахай, Ентыхек, Булухан, Сьем (Сею), Джирга, Мунчо, Барьянхур, Улюнхан, Умхей, Кучигер), по данным записей [3] выглядит следующим образом:

**Бодон:** Потунаевы, Воронины, Молзоевы, Толстихины, Бариткановы, Черновы(ых), Мироновы, Венепильтуевы, Малзоровы, Кожевины, Ирдыниевы, Фридоштейн, Сэпаторовы, Барановы, Памилевы, Маркуновы, Ялхоевы; урочище Бодон: Калмаковы.

**Хабаржан / улус Каваржанский:** Наргулевы, Дегиткановы, Макаровы, Черноевы, Атакиевы Дегиулевы, Даниловы, Почеткановы, Чептоткановы, Демитриевы, Кокорины, Удаулевы, Малакановы, Малыгины, Бадаулевы, Качеевы, Молоковы, Клюкины, Шубины, Давидовы, Сыденовы, Паргеновы, Малзеевы, Джегуловы, Джегиулевы, Имильтуевы, Ларионовы, Кангеевы.

На острове р. Ина: Дортуевы, Колмаковы.

**Подхребетный:** Плехановы, Болотовы, Барильтуевы Бухаевы, Илкоулевы, Пондоконовы, Мукатаевы, Цивилевы, Иршикин, Лукивулевы, Онидуевы, Гамбаловы, Базаровы, Бадаулевы, Мироновы, Кузнецовы, Ораткановы, Казачихины, Бираулевы, Сасиевы, Пиларовы, Сатышиевы, Севодкановы.

**Амман:** Джегиулевы, Имильтуевы, Кангеевы.

Эти данные дают картину результатов социокультурных трансформаций в посемейном составе, приуроченных к населенному пункту, позволяет выявить не только коренной фамильный пласт населения, а также увидеть вклад переселенческой политики в формирование современной этнодемографической картины региона.

Христианизация играла значительную роль в появлении новых и этнических идентичностей, но ее интенсивность была не велика. Хотя данных о христианизации и ламаизации населения Баргузинской котловины не очень много, тем не менее, можно с уверенностью утверждать, что царское правительство, толерантное к буддизму, но в меньшей мере готовое мириться с языческими культурами, основное усилия сосредоточило на эвенках. Начальным периодом массовой христианизации эвенков стал XVIII в. Так, к седьмой ревизии, к 1816–1818 гг. было окрещено 13% баргузинских эвенков. Ко второй половине XIX в. были окрещены все баргузинские эвенки. При этом современники сообщают о том, что многие крещеные тунгусы не знали своего христианского имени, следует отметить формальность христианизации. Записи фамильно-именного фонда XX века также свидетельствуют и степени устойчивости и заимствовании религиозных православных обрядов и мировоззрения. Для кочевых эвенков типична была ситуация, когда эвенки «принадлежат к смешанной религии, веруя одинаково и своим языческим культурам, и святому Евангелию» [Радде, 1850, с.137.; цит по: 2, с.20]. Роль ламаизма в культуре эвенков в XIX в. была невелика, и сводилась к принятию помощи лам - прорицателей и эмчи-лам (врачевателей), а также к эпизодическому участию в обрядах. Основной ментальный пласт освоения территории баргузинских эвенков связан с памятью о шаманских местах: «последний шаман похоронен на Белых водах, рядом с Бодоном, и звали его Куликан...», «...туда нельзя ездить, там похоронен шаман Бокучан/Докучан», «Когда умирали, вешали гроб на дерево. И туда никто не ходил, никогда».

К концу XX в. среди эвенков был распространен отхожий промысел, причем, согласно документам, они занимались на уборку огородных культур и зерновых, на строительство. Это свидетельствует о быстрой аккультурации низовой группы: подрядиться на выполнение таких работ мог человек, обладающий стойкими навыками земледелия и плотничества. Земледелие усваивалось эвенками посредством соседских и взаимобрачных контактов с русскими. Сдерживающим фактором развития земледелия стало отсутствие свободных земель и запутанность правовых аспектов земельных отношений. Фамильная структура эвенков в этот период по данным записей [4] выглядит следующим образом:

**Улюнхан, Дырен, Курумкан, Суво:** Атакины, Ачкины, Афанасьевы, Бадауловы, Бадмаевы, Барановы, Бахановы, Берельтуевы, Бираулевы, Вачелановы, Воронины, Дельбоновы, Копейкины, Кулугуровы, Кэлбэновы, Ларионовы, Лоргоктоевы, Мироновы, Наргулевы, Степановы, Турчаниновы, Шинкоевы.

Аккультурация эвенков и русских была взаимной. Русские заимствовали орудия лова, лыжи, нарты, одежду, навыки промысла, эвенки — зимники (дома), стулья, утварь, амбары, оружие, железные капканы, посуду. Усиление межкультурных заимствований с русскими и бурятами и утрата языка, смешения с бурятской и русской этническими группами произошли во второй половине XX в. В настоящее время баргузинские эвенки проживают в основном в Курумканском районе, главным образом в поселениях Дырен эвенкийское, Улюнхан эвенкийское, с. Курумкан. Таким образом, территориальные семейно-родовые объединения являлись каркасом этнокультурного ландшафта, формируя гибкие формы расселения и оказывали влияние на все социально-экономические, этнокультурные аспекты развития территории.

### **Благодарности**

*Автор выражает Глубокую благодарность за активное участие, поддержку и оперативную помощь в сборе информации педагогу эвенкийского центра «Давдын» Раднаевой Марине Батуевне (с.п. «Улюнхан эвенкийское») и директору эвенкийского центра «Юктэ» Бахановой Ларисе Андреевне (с.п. «Дырен эвенкийское»), семье Мироновых - Николаю Ермиловичу и Валентине Бадмаевне (с. Курумкан), и старожилу*

с. Курумкан - Оскорбиной Аграфине Андреевне 1929 г.р., а также всем респондентам, участникам анкетирования.

Исследование выполнено за счет средств государственного задания Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН АААА-А21-121012190018-2

### Список литературы

1. Рагулина М.В. Культурный ландшафт и сотворчество человека и природы // География и природные ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 88–95.
2. Шубин А.С. Краткий очерк этнической истории эвенков Забайкалья (XII-XX вв.) / Отв.ред. Е.М. Залкинд. Улан-Удэ: Бур. кн. изд.-во, 1973. – 108 с.
3. Национальный архив Республики Бурятия. — 1912. — Ф. 247, оп. 1, док. 18. — Л. 10.
4. Полевые материалы автора. – 2022.

УДК 911.5/9:005.2/8:51-7

## ФОРМАЛЬНАЯ ОНТОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫВОДНОГО ЗНАНИЯ И ПОЛОЖЕНИЕ ГЕОГРАФИИ В СИСТЕМЕ НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ

А.К. Черкашин

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, akcherk@irnok.net*

## FORMAL ONTOLOGY OF DEDUCTIVE KNOWLEDGE ORGANIZATION AND POSITION OF GEOGRAPHY IN SCIENTIFIC INFORMATION SYSTEM

A.K. Cherkashin

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, akcherk@irnok.net*

Эффективность научной работы во многом зависит от правильного выделения уникального предмета исследований каждой науки, определения моделей и методов решения поставленных в ее понятийных границах задач. Обсуждается проблема выделения объединяющего предмета географической науки, осознания положения географии среди других наук, их различия и взаимосвязи между ними, а также, что особенно важно, размещение географии по иерархии в пределах тематически областей других систем знаний, расположенных выше по познавательному рангу, чем география. В этом отношении необходимо показать, как географическая наука со всем ее разнообразным содержанием включается в круг системной методологии и математических методов моделирования систем.

**Системный подход** – это направление методологии научного познания, в основе которого лежит изучение объектов исследования как систем разного рода. Каждая выделенная объект-система принадлежит одной системе объектов определенного рода (по Ю.А. Урманцеву), т.е. включено в универсальное множество систем данного типа, сквозным образом изучаемой отдельной системной теорией (интертеорией), в которой знания и о природе, и об обществе выражаются в специальных понятиях и терминах [4]. С этой точки зрения всякий объект есть полисистема независимых систем разного типа (полиморфизм систем и системных качеств, расслоенное многообразие связей элементов объекта).

Объект как система есть множество элементов и их характеристик, объединенных множеством связей. Системы разделяются и по типу (роду), и по совершенству связности: открытые окружению непрерывные в пространстве и времени непосредственно наблюдаемые системы (системные поля); дискретные независимые моно- и полисистемы; метасистемы единства данной системы с окружающей средой; холосистемы, объединяющие моносистемы полисистем в целостные образования [5]. Все эти положения являются следствием философского принципа системности, согласно которому все объекты и явления мира объективно представляют собой системы разной степени сложности, что постулирует наличие всеобщей связи и иерархического единства, внутренней целесообразности, упорядоченности и целостности. Упорядоченность формирует структуру порядка так, что структура элементов создает систему, а структура связей системы – ее организацию.

Схематично структурная модель объекта представляется в виде графа, вершины (точки, элементы) которого соответствуют элементам системы, а ребра (линии, стрелки) – связям элементов (организации). Для того, чтобы смоделировать систему особого рода, необходимо правильно задать (сформулировать под задачу) элементы и характер их связей в рамках специальной интертеории, объединяющей знания о природе и обществе.

В.Б. Сочава [3] рассматривал геосистему как открытую систему земного пространства всех размерностей, где «отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и как определённая целостность взаимодействуют с космической сферой и человеческим обществом» [с. 292]. При этом обращается внимание и на непрерывность ландшафтной сферы [с. 193 - 194] и на ее дискретность, в связи с чем геосистемы на местности и в иерархической классификации представлены геомерами и геохорами –

моно- и полигеосистемами (по В.С. Преображенскому). В.Б. Сочава в своих работах широко использует модели структуры и динамики геосистем в виде графов межкомпонентных и межстадийных связей. П.Я. Бакланов [2] развивал представление об интегральных геосистемах. По его мнению, выделенная в границах компактного земного пространства интегральная геосистема – это наиболее полный территориальный объект, в котором отражаются реальные пространственные взаимосвязи и сопряжения различных природных, природно-ресурсных, социальных, инфраструктурных и техногенных компонентов, определяющих их пространственное развитие. Этим подчеркивается сквозной характер геосистемного подхода, позволяющий в единых терминах научно отображать разнокачественные географические явления. А.Н. Антипов [1] обращал внимание на необходимость перехода от системных деклараций к интеграции географических знаний, к географическому синтезу, который становится возможен путем объединения частных, парциальных природных систем.

Системное мышление реализуется в процедурах системного анализа и в содержании общей теории систем (ОТС), исследующей системы разного рода, основываясь на принципе Л. фон Берталанфи изоморфизма законов функционирования различных систем, т.е. их сквозного всеобщего выражения. Прежде всего это законы онтологии – учения о сущем, универсуме существующего, признаках реально существующих объектов, о фундаментальных принципах, наиболее общих понятиях (категориях), структурах и законах бытия. Сюда относится принцип системности (мир существует как система, как разнообразие систем), что позволяет рассматривать онтологию (метафизику бытия) как теорию ОТС в ее диалектико-материалистической интерпретации в единстве с теорией познания и логикой [4].

В исследованиях ОТС используются наработки формальной онтологии, системной и систематической философии, диалектики и диалектической логики. Их научным обобщением является трансцендентальная философия (логика, аналитика, схематика) И. Канта, учитывающая контекст действия законов и объясняющая появление известных принципов. Географические системы – это частные разновидности систем общего вида, свойства которых регламентируются законами ОТС и правилами их применения с учетом выбранной тематики исследования, ландшафтно-типологических особенностей, пространственной размерности и своеобразия географической среды – предметной области (ПО) исследования географии.

В современной науке термин «онтология» системно рассматривается в контексте философии и информатики. В первом случае речь идет об ОТС в расширенной трактовке системных исследований диалектического реализма, во-втором, – о формальной онтологии, онтологии формальных систем (ОФС), обеспечивающей «формализацию спецификации концептуализации» знаний реально существующей ПО [6], которую можно запрограммировать (создать базу знаний) и использовать для получения, обмена и вывода знаний. Различие состоит в следующем: ОТС-онтология – это знание о существующих системах, а ОФС-онтология – существующая система знаний. Концептуализация в принятом смысле представляет собой описание (спецификацию) понятий (концептов) и системы их отношений в выбранной ПО с использованием дополнительной информации (свойства, отношения, ограничения), необходимой для представления соответствующих знаний при решении задач в избранной ПО.

Формально онтология состоит из описаний системы понятий  $X$ , их отношений  $R$  и правил вывода  $F$  (интерпретации):  $O = \langle X, R, F \rangle$ . Это модель конкретной онтологии, результат всеобъемлющей и детальной формализации некоторой ПО знаний с помощью концептуальной схемы, обычно представленной в виде графа – иерархической или гетерархической структуры знаний (систематизации, классификации), содержащей все релевантные классы понятий, описание их связей и правил-ограничений, принятых в этой ПО. Это определение мало чем отличается от определения теории как системы связанных понятий и законов (аксиом), регламентирующих их существование и изменения. Правда, аппарат логики доказательства и вывода нового знания находится вне теории, и она (логика) – общая для всех теоретических построений, что отражено в формуле модели онтологической системы  $Z = \langle S, O, M \rangle$ , где  $S$  – онтология верхнего уровня (метаонтология), что содержит общую схему понятий и отношений, не зависящих от особенностей ПО;  $O$  – множество предметных онтологий и онтологий задач ПО;  $M$  – модель машины вывода онтологической системы  $S$ . Если в области графического представления организации онтологии (создания карты знаний) есть прогресс, то механизм вывода знаний на этой структуре остается актуальной проблемой. ОФС-онтология знаний, по сути, представляет собой интертеорию организации всего разнообразия знаний (см. рис. 1) в виде гетерархического (сетевое) трехсекторного графа разных уровней обобщения знаний: данных, понятий, системных моделей, теорий разных предметных областей (орбитальный уровень В), мета-теорий (уровень А) и метанауки-математики (уровень О).

Математика находится в центре О организующего графа и сквозным образом используется для решения различных исследовательских задач. Формой обобщения данных являются метаданные, понимаемые в географическом смысле как естественные нормы, характеризующие специфику местной среды – режимные особенности территории, обычно просто вычисляемые через средние многолетние значения наблюдаемых показателей.

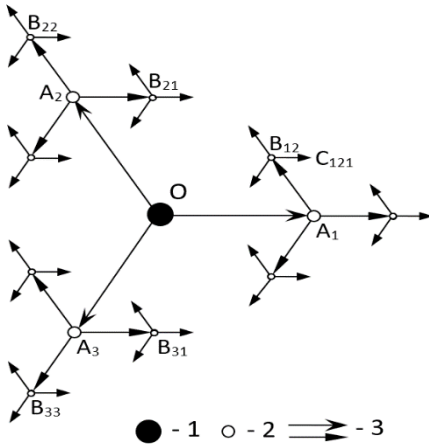


Рис.1. Граф онтологической модели организации знаний: 1 – математическое ядро (O); 2 – производные позиции (A, B, C); 3 – относительные координаты разного уровня.

С этой целью используется форма касательного расслоения пространства  $x$  над многообразием  $F(x)$  в точке  $x_0 = \{x_{0i}\}$ , когда  $F(x) = F(x_0)$ . В расслоенном, полисистемном виде зависимость  $F(x)$  будет представлена множеством слоев (моносистем), удовлетворяющих в каждой окрестности  $F(x_0)$  разложению  $F(x) = f(y) + F(x_0)$  (1), где  $y = x - x_0$  – относительные переменные;  $f(y)$  – универсальная функция, представляющая наблюдаемую зависимость  $F(x)$  в каждом слое-окрестности  $F(x_0)$  безотносительно к характеристикам среды  $x_0$ . Эти функции имеют эквивалентный вид, тождественны как противоположности с точностью до интерпретации содержания понятий. Примером расслоения является выделение геомеров на ландшафтной территории с ее описанием  $F(x)$  в виде геохоры  $G = \{f_j(y)\}$  – расслоенного на непересекающиеся части  $f_j(y)$  пространства  $G$  (полисистемы). В проекции слоев  $f_j(y) \square \square_j(x) \square F(x)$  на поверхность многообразия  $F(x)$  образы слоев  $\square_j(x)$  пересекаются, образуя континуум пространственной связи, тогда как полисистемное множество расслоения  $G = \{f_j(y)\}$  дискретно.

Такая формализация допускает разнообразную содержательную трактовку соотношения (1). Феноменологическое разложение (1) позволяет представить наблюдаемую связь пространственных данных  $F(x)$  в виде чистого закона  $f(y)$ , независимого от параметров среды, и средовой зависимости  $F(x_0)$ , привязывающей этот закон к конкретному местоположению  $x_0$ . При изучении феномена  $F(x)$  слагаемое  $f(y)$  в рамках специальной системной интертеории выполняет функцию объяснения, а слагаемое  $F(x_0)$  – функцию понимания локального смысла  $F(x)$ . Так через формулу (1) реализуется позиционный принцип (по Б.Б. Родоману) проявления законов жизни природы и общества в географической среде. В итоге, география попадает в метатеоретическую область герменевтики, рассматриваемую в составе A1 феноменологического подхода (1) к исследованию феномена  $F(x)$  (наблюдаемой, исходной информации) через поэтапное выделение его значимого смысла  $f(y)$  и смыслового значения  $F(x_0)$ .

Выражение (1) имеет также логическую трактовку в терминах диалектической логики: тезис  $F(x_0)$  и антитезис  $f(y)$  определяют синтез  $F(x)$  этих противоположностей. В более строгой математической интерпретации формула (1) описывает аффинные преобразования в виде перемещения, наложения, сопоставления, поворота, отражающие симметрию и фрактальное подобие элементов системы знаний (см. рис.1). На них основана модель машины вывода онтологической системы знаний по правилу «если  $F(x_0)$ , то  $F(x)$ », где  $F(x_0)$  начальная и  $F(x)$  – конечная позиция в системе знаний при одноуровневом орбитальном  $A_1 \square A_2$  и разноуровневом радиальном  $A_1 \square B_{12} \square C_{121}$  переносе знаний. Например, сопоставление разных теорий выражается в интерпретации  $F(x_0) \square F(x)$  понятий в аксиомах (законах) ОТС-теории  $F(x_0)$  в законах другой теории  $F(x)$ , что позволяет индуцировать на основе принципов ОТС разные системные теории [4]. Отдельные интертеории последовательно накладываются друг на друга, синтезируя триаду дополнительных теорий типа систематической философии, состоящей из диалектической онтологии, логики и теории познания. Всякое наложение при повороте всей схемы или переносе позиций обозначает возможность использования методов иных наук при решении задач данной области знаний, например, применения аппарата математического анализа при решении задач концептуального моделирования и статистической обработки. В связи с этим, география в рамках герменевтического уровня представлена три раза как концептуальная метатеория (метагеография, общая география), а также как эмпирическая (описательная, инструментальная) и математическая (формальная) география. География имеет возможность использовать (выводить) знания различных интертеорий для описания интегрированных геосистем природы, хозяйства и населения. Уровень интертеорий является системологическим объединением в рамках феноменологии

Центральное положение математики подразумевает, что любое знание можно описать, объяснить и понять с использованием математических структур, переменных, функций, уравнений, функционалов, операторов и т.д. В математике существуют три типа формальных структур: топологические, алгебраические и структуры порядка. Концептуальный анализ с построением наглядных графов относится к топологическим структурам, математический анализ – к алгебраическим структурам с групповыми свойствами элементов, статистический анализ – к структурам порядка в форме статистических рядов, рангового упорядочивания, подсчета числа экземпляров, частотных распределений явлений, корреляционных и регрессионных зависимостей, главных компонент и др.

В математическом анализе широко используются наглядные методы дифференциальной геометрии, в частности, процедуры расслоения признаков пространств  $X = \{X_i\}$  над многообразиями системных функций  $F(x)$ , отображающих поверхность абстрактного рельефа связи переменных (значений координат)  $x = \{x_i\} \square X$ . Геометрические связи не только можно схематически проиллюстрировать, но и вывести поясняющие формулы, моделирующие реальность.

познания на основе натурной, дистанционной и статистической информации (данных) с использованием (выводом) процедур концептуального и математического анализа. На базе полисистемы интертеорий по концептуальным графам создаются (выводятся) различные модели в терминах (понятиях) этих теорий.

В итоге, наличная географическая проблематика заставляет решать очень сложные задачи общенаучного плана, в частности, проблему места отдельной науки в системе научных знаний (онтологии знаний). География относится к уровню герменевтического познания земной реальности по частям с учетом особенностей географической среды проявления фундаментальных (чистых) законов существования природы и общества. Территориальные объекты изучаются как полисистемы геосистем разного рода, где каждый тип геосистем описывается в терминах специальной интертеории. Дополнительное использование средств математического анализа дает возможность эффективно решать сложные исследовательские задачи, опираясь на аффинные преобразования информации и аффинную логику вывода нового знания путем переноса (указания связности) знаний разных научных уровней.

### **Список литературы**

1. Антипов А.Н. Новое качество географических знаний // География и природные ресурсы. – 2009. – № 3. – С. 5–12.
2. Бакланов П.Я. Геосистемный подход в географических исследованиях // Тихоокеанская география. – Вып. 1. – 2020. – С.7–12.
3. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 318 с.
4. Черкашин А.К. Полисистемный анализ и синтез. Приложение в географии. – Новосибирск: Наука, 1997. – 502 с.
5. Черкашин А.К. Квантовая география: задачи типизации, классификации и районирования // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. – 2024. – Т. 43. – С. 102–126.
6. Gruber T.R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing // Human-Computer Studies. – Vol. 43. – С.907–928.

УДК 338.486+332.12

## **К МЕТОДОЛОГИИ ВЫЯВЛЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ ГЕОСТРАТЕГИРОВАНИЯ МЕДИЦИНСКОГО ТУРИЗМА**

**А.И. Чистобаев, Н.А. Грудцын**

*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, [poxes@yandex.ru](mailto:poxes@yandex.ru)*

## **TO THE METHODOLOGY FOR IDENTIFYING THE TARGET FUNCTIONS OF MEDICAL TOURISM GEOSTRATEGY**

**A.I. Chistobaev, N.A. Grudtsyn**

*Saint Petersburg State University, Saint Petersburg, [poxes@yandex.ru](mailto:poxes@yandex.ru)*

### **Введение**

Медико-туристическая индустрия является одним из быстрорастущих направлений в мировой экономике, отвечает на запросы населения по лечению различных видов заболеваний, хирургическому вмешательству, стоматологии и другим медицинским процедурам за пределами постоянного места жительства пациента. Медицинский туризм развивается в условиях нарастающей конкуренции на глобальном, страновом, региональном и локальном уровнях. Потенциальные пациенты медицинских клиник ведут поиск высококачественной медицинской помощи по доступным для них ценам непосредственно на лечение, а также приемлемым расходам на транспорт, последующую после оперативного вмешательства реабилитацию, на все виды сервиса. Оплачивая предоставление медицинской помощи и всех других видов услуг, медицинский турист вносит свой вклад в экономику страны и региона, способствует тем самым развитию здоровьесбережения на соответствующих уровнях организации жизни общества, государственного и муниципального управления.

Для реализации стратегий развития медицинского туризма важен анализ опыта формирования медико-туристических кластеров в России [1-2] и других странах мира [3, 6], а также использование современных инструментов анализа и инструментов стратегического планирования [4, 5, 7].

### **Материалы и методы**

Анализ этапов разработки и внедрения геопространственных стратегий основывался на системном подходе и методах стратегического планирования, которые учитывали комплексное взаимодействие различных факторов, включая географические, экономические, и социокультурные аспекты.

Для выявления и анализа особенностей управления на государственном, региональном и местном уровнях был применен метод сравнительного анализа. Этот подход позволил оценить различия в стратегическом планировании и подходах к регулированию медицинского туризма для различных факторов.

## Результаты и выводы

Процесс разработки и применения стратегий, направленных на развитие медицинского туризма и оптимизацию потока медицинских туристов в конкретные регионы или страны включает в себя анализ географических данных, демографических характеристик, инфраструктуры здравоохранения и других факторов, которые могут влиять на привлекательность конкретной локации для медицинских туристов. Основная цель таких разработок заключается в обеспечении конкурентных преимуществ для конкретной страны или региона на рынке медицинской помощи: это – развитие специализированных медицинских центров, привлечение квалифицированных специалистов, создание комфортных условий для проживания и лечения. В результате научно обоснованных стратегий страна или регион могут получить экономические выгоды, укрепить свою позицию на мировой арене здоровьесбережения, обеспечить взаимодействие медицинских и туристических учреждений с местными властями и бизнес-сообществами. Процесс геостратегирования состоит из нескольких этапов (табл. 1). Разработка и внедрение геопространственных стратегий в медицинском туризме может отличаться в зависимости от уровня управления (табл. 2).

Таблица 1

| Этапы геостратегирования в медицинском туризме |  |
|--|--|
| Содержание этапа                               | Описание этапа   |
| Методология целеполагания                      | Включает выбор цели, задач и методов для проведения геостратегирования в конкретном регионе или стране. Обеспечивает понимание целевых функций стратегического планирования в области медицинского туризма. Определяет подходы и инструменты достижения. |
| Исследование базовой ситуации и анализ трендов | Исследование рынка медицинского туризма позволяет выявить тренды предпочтений пациентов и конкурентной среды, спрос на медицинскую помощь в странах и/или регионах, предложения конкурентов, сегментацию рынка по потребностям и предпочтениям           |
| Разработка стратегий                           | Определение целевых функций и задач управленческих, финансовых, маркетинговых, технологических структур. Геопространственное моделирование потенциальных эффектов от внедрения стратегий. Оценка затрат и прогнозирование выгод                          |
| Нормотворчество                                | Разработка нормативных документов по стратегическому планированию  |
| Внедрение стратегий                            | Создание или модернизация медико-туристических кластеров, внедрение новых технологий   |
| Контроль качества и безопасности               | Достижение стандарта качества и безопасности медицинской помощи, сертификация учреждений, обучение персонала   |
| Мониторинг и анализ результатов                | Отслеживание эффективности обслуживания медицинских туристов, удовлетворенности клиентов, доходности и других показателей  |
| Корректировка и обновление стратегии           | Уточнение целевых функций и методов принятия управляющих решений в соответствии с изменяющимися условиями и ожиданиями клиентов  |

Таблица 2

| Особенности геостратегирования медицинского туризма на разных уровнях управления |   |  |  |
|--|---|--|--|
| Этап   | Государственный уровень   | Региональный и местный уровни  | Частный сектор   |
| Методологический аспект  | Функции стратегического планирования. Подходы и инструменты   |  | Конкурентные преимущества компаний. Корпоративные подходы и инструменты  |
| Базовые исследования, анализ трендов   | Проведение исследований рынка медицинского туризма на глобальном и страновом уровнях  | Сбор и анализ данных о региональных тенденциях и предпочтениях пациентов   | Изучение рыночной конъюнктуры и конкурентной среды для частного сектора  |
| Специфика методологии  | Разработка национальной стратегии медицинского туризма  | Разработка региональных стратегий в рамках национальной стратегии  | Разработка бизнес-стратегий для медицинских организаций, туроператоров и других участников рынка   |
| Нормотворчество  | Принятие правовых и нормативных актов, стандартов качества и лицензирования   | Принятие региональных нормативных актов  | Соблюдение национальных и региональных нормативных требований  |
| Внедрение  | Организация лицензирования, сертификации специалистов и аккредитации услуг. Внедрение связано с длительными процедурами, требующими согласования и общественной поддержки | Действия и меры, ориентированные на местные потребности. Региональные власти могут более оперативно адаптировать и внедрять стратегии с учетом специфики региона | Бизнес-процессы. Более гибкие механизмы внедрения, реакции на изменяющиеся условия рынка, адаптация стратегий под потребности и требования клиентов в процессе их внедрения. |
| Контроль качества и безопасности   | Национальные стандарты качества и безопасности, сертификация учреждений   | Применение (адаптация) национальных стандартов на региональном уровне  | Соблюдение стандартов качества и безопасности, сертификация учреждений   |

|                                      |  |   |  |
|--------------------------------------|--|---|--|
| Мониторинг и анализ результатов      | Национальная система мониторинга и оценки эффективности системы медицинского туризма                       | Региональные системы мониторинга и оценки   | Внутренние системы мониторинга и оценки эффективности обслуживания и удовлетворенности клиентов                |
| Корректировка и обновление стратегии | Регулярное обновление национальной стратегии в соответствии с изменяющимися условиями на глобальных рынках | Адаптация региональных стратегий в соответствии с национальными обновлениями и локальными условиями | Постоянное обновление бизнес-стратегий в соответствии с изменяющимися условиями рынка и потребностями клиентов |

На втором уровне исследуются подэтапы геостратегирования. В *управленческой стратегии* разрабатываются стратегии операционного управления, управления персоналом, повышения качества обслуживания, улучшения клиентского опыта, привлечения и обучения персонала, создания мотивационных систем удержания квалифицированных специалистов. *Маркетинговая стратегия* подразделяется на стратегии ценообразования - установление конкурентоспособных цен на медицинские услуги и туристические пакеты для привлечения клиентов, продвижения – разработка маркетинговых кампаний и рекламных акций для повышения узнаваемости региона как медицинского туристического направления, сегментации рынка – идентификация целевых аудиторий и адаптация услуг под потребности и предпочтения. *Стратегии финансового управления* – это привлечение инвестиций, обеспечение финансовой устойчивости, диверсификация финансовых потоков, управление финансовыми рисками, налоговое планирование, управление ликвидностью. В каждом направлении выявляются возможные риски и вызовы, угрозы и препятствия, разрабатываются соответствующие меры по их минимизации и/или предотвращению. Ключевая задача – оценка вероятности возникновения рисков и их нейтрализации.

Создание нормативных документов применительно к конкретной локации и сложившихся обстоятельствах является важным в геостратегировании. Этот процесс нормотворчества можно рассматривать, с одной стороны, как подэтап внедрения, а с другой – как отдельный, самостоятельный, этап. В первом случае нормотворчество направлено на создание и внедрение в существующее законодательство регулирующих документов, а во втором – на разработку и принятие новых нормативных документов по регулированию индустрии медицинского туризма. Оба подхода нацелены на повышение эффективности функционирования медико-туристических кластеров в зависимости от контекста и особенностей конкретной ситуации.

### **Заключение**

Исследование медицинского туризма представляет собой важное направление в деле обеспечения здоровьесбережения, развития экономики сферы услуг. Одним из инструментов управления этим видом деятельности является геостратегирование, позволяющее анализировать состояние и динамику предоставления медицинской помощи и оздоровительных услуг, территориальную организацию медицинского туризма, одной из форм которой являются медико-туристические кластеры.

Таким образом, геостратегирование медицинского туризма включает в себя комплексный подход к анализу, планированию и реализации стратегий, направленных на привлечение международных и межрегиональных пациентов и развитие медицинской отрасли. Выявление и реализация целевых функций позволяют эффективно использовать ресурсы, оптимизировать предоставление медицинских услуг, способствовать социально-экономическому развитию региона

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-28-00279 “Траектории развития рынка российского медицинского туризма в условиях переформатирования мирового порядка”, <https://rscf.ru/project/23-28-00279>*

### **Список литературы**

1. Грудцын, Н. А., & Чистобаев, А. И. Формирование медико-туристических кластеров в территориальной структуре сферы здоровьесбережения: вопросы методологии и методики // Географический вестник=Geographical Bulletin. – 2023. – № 4(67). – С. 172–182.
2. Чистобаев, А. И. Географическое поле медико-туристического кластера региона: забытая теория, лучшие практики // Тихоокеанская география. – 2023. – № 3(15). – С. 47-55. – DOI 10.35735/26870509\_2023\_15\_4.
3. Firza, N., Antonucci, L., Crocetta, C. et al. Spatial Analysis to Investigate the Relationship Between Tourism and Wellbeing in Italy. Soc Indic Res 2023.
4. Ganguli, S. and Ebrahim, A.H. A qualitative analysis of Singapore's medical tourism competitiveness. Tourism Management Perspectives, – 2017 – 21, pp.74-84.
5. Luna, L. I. Application of PCA with georeferenced data in the tourism industry: A case study in the province of Córdoba, Argentina. Tourism Economics, – 2022 – 28(2), 559-579.
6. Page, S. J., Innes, A., & Cutler, C. Developing Dementia-Friendly Tourism Destinations: An Exploratory Analysis. Journal of Travel Research, – 2015 – 54(4), 467-481.
7. Wong, K.M., Velasamy, P. and Arshad, T.N.T., 2014. Medical tourism destination SWOT analysis: A case study of Malaysia, Thailand, Singapore and India. In SHS web of conferences (Vol. 12, p. 01037). EDP Sciences.



**КОНЦЕПЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ (НА ПРИМЕРЕ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА)****Т.Н. Шеховцова, О.В. Валева***Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, tan-truf@yandex.ru, valeeva.o.v@yandex.ru***THE CONCEPT OF PUBLIC HEALTH (ON THE EXAMPLE OF THE BAIKAL REGION)****T.N. Shekhovtsova, O.V. Valeeva***V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, tan-truf@yandex.ru, valeeva.o.v@yandex.ru*

Концепция общественного здоровья рассматривается в рамках медицинских и социологических наук, в медико-географических и антропоэкологических исследованиях, других направлениях, используется в нормативно-правовых актах и документах различного уровня.

Ю.П. Лисицын определяет общественное здоровье, как здоровье населения, обусловленное комплексным воздействием биологических и социальных факторов окружающей среды, оцениваемое социально-экономическими, демографическими показателями, характеристиками физического развития, заболеваемости и инвалидности, при определяющем значении экономического строя, и зависящее от условий общественной жизни [2]

В.П. Казначеев рассматривает здоровье популяции «как процесс социально-исторического развития социально-природной, антропоэкологической жизнеспособности населения в ряду поколений, повышения его социально-трудовой активности в общественно значимых целях, совершенствования психофизиологических возможностей человека» [1]

Б.Б. Прохоров с соавторами в книге «Общественное здоровье и экономика» [3] пишет, что в самом широком толковании уровень здоровья – это совокупность осредненных демографических, медико-статистических, антропометрических признаков отдельных людей, составляющих общность.

С.В. Рященко отмечал, что общественное здоровье эквивалентно понятию качество населения в системе «качество жизни = качество среды + качество населения» [4]

Таким образом, общественное здоровье можно рассматривать как состояние население, обусловленное комплексным воздействием природно-климатических, экологических, социально-экономических и других факторов, и оценивать через анализ медико-демографических статистических показателей.

Особенность методологии исследований общественного здоровья заключается в качественной и количественной оценке медико-демографических показателей. Общественное здоровье можно оценивать, используя десятки показателей, наиболее важными и достоверными являются ожидаемая продолжительность жизни (ОПЖ), стандартизированные коэффициенты смертности (от всех причин и отдельно по причинам), младенческая смертность, общая заболеваемость.

Существуют региональные закономерности формирования общественного здоровья.

Территория исследования - Байкальский регион в административных границах Иркутской области, Республики Бурятия, Забайкальского края. Эти три субъекта Федерации обладают схожими природно-климатическими условиями, экономико-географическим положением и, следовательно, однотипными факторами, влияющими на формирование общественного здоровья, имеют исторические, культурные и экономические связи. Байкальский регион играет особую геополитическую и геоэкономическую роль с позиции восточного вектора развития Российской Федерации. В связи с этим необходимо уделять особое внимание общественному здоровью и развитию данного региона.

В работе рассмотрены статистические данные Росстата за период 2010-2021 гг. [5].

Численность населения Байкальского региона составляет 4383,2 тыс. чел. (на 01.01.2022 г.). С 2010 по 2021 гг. в Байкальском регионе население сократилось на 123 тыс. чел., наблюдается естественная убыль населения, обусловленная негативными тенденциями рождаемости и смертности, увеличилась доля населения старше трудоспособного возраста. В субъектах Байкальского региона снижение коэффициента смертности отмечалось до 2018 г. (с 13,6 в 2010 г. до 11,7 ‰), затем вновь начало возрастать (до 15,7 ‰ в 2021г.). Основными классами причин смерти являются болезни системы кровообращения (42 % от числа умерших по всем причинам), новообразования (15 %) и внешние причины (10,7 %). Динамика коэффициента младенческой смертности в Байкальском регионе имеет положительную тенденцию – с 2010 по 2021 гг. смертность сократилась в 1,4 раза (с 8,1 до 5,7 пром.).

Показатель ожидаемой продолжительности жизни населения (ОПЖ) отражает состояние здоровья, уровень смертности и социальное благополучие населения. Байкальский регион по показателю ОПЖ (67,51 года в 2021 г.) значительно уступает среднероссийскому значению (70,06 лет в 2021 г.). С 2010 г. наблюдалось постепенное повышение ОПЖ, затем произошел резкий спад: показатель сократился с 2019 по 2021 гг. на 3,3 %.

Общая заболеваемость населения в Байкальском регионе за период с 2010 по 2021 гг. не стабильна. На фоне долговременной тенденции роста заболеваемости постепенно изменяется ее структура. В структуре

заболеваемости населения Байкальского региона высокую долю составляли болезни органов дыхания (55,88 %), травмы, отравления и некоторые другие последствия внешних причин (9,71 %), болезни органов пищеварения (4,32 %), болезни мочеполовой системы (4,63 %) и костно-мышечной системы и соединительной ткани (4,6 и 4,56 %).

Существует алгоритм исследований, позволяющий перейти на интегральный уровень при изучении общественного здоровья. Для территории Байкальского региона была проведена интегральная оценка с помощью метода стандартизации коэффициентов. Рассмотрены соотношения значений показателя региона с лучшим значением среди всех регионов в стране. Это сводит к одному основанию показателя, выражающиеся в разных единицах измерения. Коэффициент интегральной оценки включал в себя четыре показателя: ожидаемая продолжительность жизни при рождении; младенческая смертность; общий коэффициент смертности (без показателя смертности от внешних причин); общая заболеваемость.

По результатам интегральной оценки здоровья населения, которая была рассчитана как среднеарифметическое значение четырех показателей, следует отметить, что в Байкальском регионе складывается неблагоприятная ситуация в отношении общественного здоровья. Интегральная оценка ниже среднероссийского значения и составляет 0,540 (2021 г.). Отмечена значительная дифференциация в значениях показателей, характеризующих здоровье населения (от 0,281 до 0,838). Сильным показателем оценки здоровья (выше 0,800) в регионе является ожидаемая продолжительность жизни при рождении, несмотря на отстающие позиции на межрегиональной арене. К неустойчивым показателям здоровья следует отнести смертность населения (ниже 0,400) и младенческую смертность (ниже 0,500).

Динамика интегральной оценки здоровья в Байкальском регионе за 2010-2021 гг. также показала неблагоприятную тенденцию. Коэффициенты по всем показателям, кроме заболеваемости населения, значительно сократились, в том числе и на общероссийском уровне. Следует подчеркнуть, что абсолютные значения некоторых показателей (ОПЖ, младенческой смертности) имеют положительную динамику, но по причине того, что повышение значений идет более медленными темпами относительно других регионов России, стандартизированный коэффициент стал ниже. Противоположная ситуация наблюдается с оценкой заболеваемости – несмотря на резкий рост заболеваемости в 2020 г., региону все же удастся сохранить наиболее благоприятные позиции в стране. В целом, за данный период интегральная оценка здоровья в регионе сократилась на 6 % (с 0,574 до 0,540).

Оценка общественного здоровья в Байкальском регионе отражает основные факторы, влияющие на его состояние. Во-первых, это резко континентальный климат сибирских регионов. Суровые условия проживания негативно влияют не только на здоровье, но и на жизнедеятельность и качество жизни населения. Во-вторых, это территориальная удаленность от основных центров страны, что увеличивает стоимость жизни. В-третьих, это слабая транспортная доступность, в том числе внутри региона, что затрудняет оказание своевременной качественной медицинской помощи населению и получению других услуг. В-четвертых, это пространственная неоднородность расселения населения, развития территорий, качества и уровня жизни. В связи с этим требуется комплексный подход.

В заключение следует отметить, что показатели общественного здоровья Байкальском регионе на протяжении последнего десятилетия исследуемого периода остаются напряженными, основные тенденции схожи с общероссийскими показателями, при этом наблюдаются определенные межсубъектные различия. Для улучшения общественного здоровья необходимо осуществление долговременных регулярных целевых медико-профилактических и системных социально-экономических мероприятий. При этом эти мероприятия должны основываться на достоверных данных, показывающих реальные тенденции развития исследуемых явлений и процессов.

*Работа выполнена по проекту ИГ СО РАН, № госрегистрации АААА-А21-121012190019-9*

### **Список литературы**

1. Казначеев В.П. Феномен человека: космические и земные истоки. – Новосибирск: Новосибирское книжное издательство, 1991. – 128 с.
2. Лисицын Ю.П. Общественное здоровье и здравоохранение. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – С. 71.
3. Общественное здоровье и экономика: [монография] / [Прохоров Б. Б. и др.]; отв. ред. Б.Б. Прохоров; Российская акад. наук, Ин-т народнохоз. прогнозирования. – М.: МАКС Пресс, 2007. – 287 с.
4. Рященко С.В. Региональная антропоэкология Сибири. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2000. – 190 с.
5. Федеральная служба государственной статистики / Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru>

## II. ЛАНДШАФТНЫЕ, ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ГЕОСИСТЕМ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

УДК 502.52:502.057:551.584:581.5(571.53/55)

### КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ УСПЕШНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПИРОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ГЕОСИСТЕМ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ (ЮГО-ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ)

Ж.В. Атутова<sup>1</sup>, Н.Н. Воропай<sup>1,2</sup>, А.С. Ильина<sup>3</sup>, И.В. Балязин<sup>1</sup>,  
А.А. Черкашина<sup>1</sup>, Е.Е. Ляпина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, atutova@mail.ru

<sup>2</sup>Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск

<sup>3</sup>Национальный парк «Тункинский», с. Кырен, Республика Бурятия

### APPLICATION OF AN INTEGRATED APPROACH IN ASSESSING THE RESTORATION OF PYROGENICALLY TRANSFORMED GEOSYSTEMS IN THE TUNKA BASIN (SOUTH-WESTERN BAIKAL REGION)

Zh.V. Atutova<sup>1</sup>, N.N. Voropai<sup>1,2</sup>, A.S. Ilyina<sup>3</sup>, I.V. Balyazin<sup>1</sup>,  
A.A. Cherkashina<sup>1</sup>, E.E. Lyapina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk

<sup>2</sup>Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk

<sup>3</sup>National Park "Tunkinsky", Kyren, Republic of Buryatia

#### Введение

Пирогенное воздействие – один из мощнейших факторов динамики геосистем. Дискретность ландшафтной структуры обусловлена характером восстановительных сукцессий, зависящих от степени пирогенной трансформации фитоценозов, периодичности и пространственной неоднородности возникновения. Наиболее пирогенно-преобразованной частью Тункинской котловины является урочище Бадары. В результате возгораний 1996, 2001, 2003, 2010, 2015 и 2016 гг. в настоящее время территория урочища характеризуется мозаичностью контуров производных лесов, находящихся на различных стадиях лесовосстановления.

С целью выявления особенностей протекания вторичных сукцессий на месте утраченных сосновых лесов на ряде ключевых участков урочища Бадары с 2011 г. проводятся мониторинговые наблюдения за послепожарным возобновлением биоценозов. Анализ ежегодно пополняемых данных о специфике процесса демутиации компонентов ландшафта способствует повышению достоверности прогнозов об успешности как их лесовоспроизводства, так и в целом восстановления и сохранения ландшафтной уникальности и биологического разнообразия.

#### Материалы и методы

Наблюдения проводились в восточной оконечности урочища Бадары. Это территория, затронутая пожаром, прошедшем в мае 2010 г., и уничтожившем лесные насаждения на площади 285 га. В нашем исследовании ключевыми критериями (компонентами) оценки восстановления биоценозов являются растительность, почвы, динамика климатических характеристик, оценка уровня загрязнения ртутью, а также наблюдения за особенностями возобновления зооценозов. Комплексные наблюдения начаты в первый послепожарный год, в октябре 2011 г., после установки атмосферно-почвенного измерительного комплекса (АПИК). В оценке особенностей демутиации использованы данные автоматических измерений температуры почвы за период 13.10.2011–16.08.2020 гг. Измерения проводились с шагом 1 час. В температурных зондах использовались датчики DS18B20, точность которых путем калибровки в диапазоне –55÷50 °С доведена до ± 0,1 °С.

Для определения степени успешности восстановления допожарных уровней микроклиматических характеристик проведено сравнение результатов измерений температуры почвы на гари с аналогичными показателями лесной (фоновой) территории, которая расположена в восточной оконечности урочища Бадары, в 3,3 км от исследуемой гари. Растительность представлена сосновыми средневозрастными лесами (50–60 лет) с подлеском из рододендрона даурского (*Rhododendron dauricum*) и зеленомошно-травяно-кустарничковым напочвенным покровом. Это производные леса, восстанавливаемые после прошедших здесь более полувека назад лесных пожаров.

Исследование почвенной фауны проводилось методом послойной разборки почв. Определялось абсолютное количество крупных членистоногих, дождевых червей, энхитреид и других немикроскопических

беспозвоночных, приходящихся на единицу площади. Для определения численности и биомассы производится отбор 6–8 проб глубиной до 25–40 см с применением рамки размером 25x25 см. В камеральных условиях животных разбирали под бинокулярным микроскопом и идентифицировали по таксономическим группам. Производилось взвешивание образцов. При оценке численности и массы беспозвоночных пересчитывались данные учета на 1 м<sup>2</sup> поверхности.

Содержание Hg в почвенных пробах и в хвое определяли на анализаторе ртути РА-915+, методом атомной абсорбции с помощью приставки ПИРО-915 (метод пиролиза); точность определения – 5 нг/г, концентрации Hg рассчитаны 1 г сухого вещества. Формы нахождения Hg в почвах были выделены методом ступенчатого нагрева. Для расчета геоэкологических параметров ртутной нагрузки использовались коэффициенты концентрации относительно ПДК, среднего по выборке, а также Кларка концентрации, Кларка рассеяния. Для определения концентрации Hg в хвое материал отбирали в летний период методом смешанной пробы с деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) приблизительно одного возраста в нижней части кроны, на высоте 1,5–2,0 м от поверхности земли. Пробы доводили до воздушно-сухого состояния при комнатной температуре и измельчали. Методика обработки результатов включала расчет эколого-геохимических показателей – коэффициента концентрации и временно-допустимых концентраций.

Мониторинговые геоботанические наблюдения были начаты в 2014 г., в ходе которых на пробной площадке размером 20x20 м ежегодно определялись особенности древостоя и подроста (формула насаждений в каждом ярусе, обилие по Друде, средняя высота), а также специфика травяно-кустарничкового покрова (обилие по Друде, средняя высота и проективное покрытие).

### Результаты исследования и их обсуждение

Анализ динамики геоботанических параметров за период 2014–2020 гг. свидетельствует об успешности лесовосстановления. С момента появления первых всходов соснового подроста в 2013 г. его максимальные высоты в 2020 г. достигли 2,5 м. Около 3,0 м имел редкий подрост березы повислой (*Betula pendula*). О благополучном протекании процесса демутиации свидетельствует увеличение обилия лесных видов живого напочвенного покрова вслед за распространенным здесь на начальном этапе луговым разнотравьем. Подтверждено, что послепожарное естественное лесовозобновление происходит без смены пород; 10 % возобновляемого подроста приходится на прикорневую поросль березы повислой, остальные 90 % принадлежат сосне обыкновенной. За семилетний период наблюдалось постоянное увеличение проективного покрытия соснового подроста, сдерживающим фактором роста которого является захламливание территории складированными и неубранными остатками сгоревшего и выпавшего в первые годы древостоя.

В ходе прошедшего сильного пожара отмечено прогорание подстилочных и гумусовых почвенных горизонтов на значительную глубину. Свидетельством этого служат обугленные древесные корни, а также охристые и розовато-красные пятна прокаливания, нередко сливающиеся в горизонты, мощность которых достигает 30 см от поверхности почвы. После возгорания в первый год–два после пожара увеличивается мощность подстилки за счет опада хвои отмерших сосен; в поверхностных горизонтах происходит повышение щелочности в результате поступления элементов с золой. Сохраненная после пожара некоторая часть древостоя способствует довольно быстрому восстановлению исходного типа растительности, а подщелачивание поверхностных горизонтов почв нивелируется уже в течение первых пяти лет под действием регулярно поступающего кислого хвойного опада.

Концентрация ртути (Hg) в поверхностной составляющей почв (0–10 см) исследуемой территории в среднем составляет 45 нг/г. Полученные средние содержания превышают значения для поверхностной составляющей почв Томской области (21 нг/г) в два раза, Алтайского края (11 нг/г) – в четыре раза. Расчеты эколого-геохимических показателей накопления Hg почвами показали отсутствие превышения относительно ПДК (2100 нг/г) и не обогащены относительно Кларка Земной коры (45 нг/г), но превышают данные для почв Земли (10 нг/г). Фактор обогащения также свидетельствует об обогащении почв элементом. В основном Hg связана с органическими комплексами и обменными основаниями.

Информативным биоиндикатором экологического состояния атмосферного воздуха является хвоя. Во время лесных пожаров в атмосферу выделяется свыше 40 % Hg, иммобилизованной лесными массивами. Исследовано содержание Hg в разновозрастной хвое сосны обыкновенной. По мере старения хвои концентрация Hg увеличивается, достигая максимума в возрасте 3–4 лет, и далее значимо не меняется. При анализе проб сосновой хвои, выросшей в разных условиях, отличий в распределении Hg в хвое разного возраста не выявлено.

Анализ температурного режима почв на гари проводился на основе его сравнения с аналогичными характеристиками лесной (фоновой) территории. Десятилетние микроклиматические наблюдения (2011–2020 гг.) показали, что разности температур на экспериментальных площадках (гарь–лес) максимальны в теплое время года. На поверхности почвы в средних месячных значениях они достигают 8,5 °С (май 2015 г.), на глубине от 2 до 320 см – 3–6 °С. Суточные максимумы на поверхности отличаются на 25 °С. В зимнее время при небольшой высоте снега и позднем формировании устойчивого снежного покрова фиксируются отрицательные разности по всему почвенному профилю.

В годы, когда снежный покров устанавливается одновременно с переходом температуры воздуха через 0 °С в сторону отрицательных температур, различия между температурой почвы на площадках – 0–2 °С. По мере лесовозобновления уменьшаются микроклиматические разности температуры почвы между площадками с нарушенной и естественной растительностью. Наиболее заметны эти изменения в рядах температуры поверхности почвы в летние месяцы. Направленный тренд в сторону восстановления температурного режима прослеживается в рядах суточных амплитуд и суточных максимальных температур на поверхности, начиная с 2015–2017 гг. (5–7-ой годы после пожара). Различия средних месячных температур на поверхности начали уменьшаться в 2018 г., на глубинах тренды пока не фиксируются.

Пожары приводят к значительным преобразованиям структурно-численных характеристик зооценозов почв. Механизмы восстановления почвенно-биотических сообществ инициируются практически сразу по окончании воспламенения. На начальном этапе восстановления на гарях возникает «экотонный эффект», действие которого постепенно нивелируется, и дальнейшие изменения в постпирогенных сообществах связаны с увеличением таксономического разнообразия, восстановлением структуры населения и ростом биопродуктивности зооценозов почв. Сравнительный анализ структуры и количественных характеристик производных зооценозов и фонового участка позволил выявить основные изменения структурно-количественных характеристик, происходящих при восстановительных процессах. Структура населения в трансформированных биоценозах включает небольшое количество таксономических групп и видоизменяется в зависимости от внешних факторов. Увеличивается численность фитотрофных видов на начальных стадиях восстановления. Со временем таксономическое богатство почвенных зооценозов возрастает и сопоставимо с сообществами беспозвоночных фоновых лесов. По мере восстановления повышается устойчивость к воздействию внешних факторов.

В целом, принимая во внимание результаты проведенных комплексных исследований, а также учитывая охранный статус территории и проводимые сотрудниками национального парка «Тункинский» лесовосстановительные и противопожарные мероприятия, можно предположить, что трансформированные пирогенным влиянием ландшафтные комплексы являются кратковременнопроизводными ассоциациями подгорных подтаежных сосновых геомов – основных ландшафтообразующих единиц урочища Бадары.

#### **Заключение**

Проведенные комплексные ландшафтные наблюдения позволили исследовать особенности динамики ряда ландшафтных характеристик в период послепожарного восстановления сосновых лесов урочища Бадары. Сосновые всходы на гарях отмечены на третий послепожарный год; для первых послепожарных лет характерно появление корневой поросли березы повислой. Дальнейшее протекание процесса лесовозобновления проходит со значительным доминированием в подросте сосны обыкновенной, характеризующейся высокими показателями прироста по высоте и удовлетворительной степенью проективного покрытия, что в целом можно считать маркером успешности лесовосстановления.

О восстановлении температурного режима почвы свидетельствуют данные об уменьшении разности между микроклиматическими показателями на нарушенном и естественном участках. Открытые почвы на гарях больше прогреваются в летнее время и больше промерзают в зимнее. Снежный покров, выступая в роли теплоизолятора на обеих площадках, уменьшает различия, однако при позднем его установлении контрасты увеличиваются.

Концентрации Hg в исследованных почвах соответствуют данным ранее проведенных исследований и являются фоновыми. Общее содержание Hg увеличивается при повышении суммы обменных оснований почвы, а также органических комплексов. Повышенный естественный геохимический фон ртути в почвах объясняется территориальной принадлежностью к Байкальской рифтовой зоне.

Восстановление почвенного покрова на песчаных массивах Тункинской котловины во многом зависит от типа пожара и степени пирогенного повреждения. В случае беглого низового пожара, при котором сохраняется древесная растительность и не происходит прогорания поверхностных горизонтов, восстановление почв к состоянию близкому к естественному наблюдалось по прошествии 5–10 лет. В случае возникновения устойчивых низовых и верховых пожаров происходит сильное прогорание лесных подстилок и гумусовых горизонтов, гибель и усыхание древесной растительности, что приводит к длительному периоду восстановления как растительных сообществ, так и почв. Нередко на таких площадках происходит задернение почвы с поверхности, в гумусовых горизонтах проявляются черты остепнения.

В целом, интеграция результатов отраслевых географических наблюдений на гарях является ведущим методом оценки и прогноза послепожарного лесовосстановления. Продолжение мониторинговых исследований на гарях урочища Бадары будет способствовать установлению факторально-динамических рядов функционирования геосистем с выявлением взаимосвязей между их компонентами, трансформированными пирогенным влиянием.

*Исследование выполнено за счет средств государственного задания (АААА–А21–121012190017–5, АААА–А21–121012190055–7, АААА–А21–121012190059–5, АААА–А21–121031300154–1).*

**ВКЛАД ВАЛЕРИАНА АФАНАСЬЕВИЧА СНЫТКО  
В ИЗУЧЕНИЕ ЭОЛОВОЙ МИГРАЦИИ ВЕЩЕСТВА НА ЮГЕ СИБИРИ****О.И. Баженова, Е.М. Тюменцева***Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, bazhenova\_o49@mail.ru  
Иркутский государственный университет, Иркутск, tumentzeva.liz@yandex.ru***VALERIAN AFANASIEVICH SNYTKO'S CONTRIBUTION TO THE STUDY  
OF THE AEOLIAN MIGRATION OF MATTER IN THE SOUTH OF SIBERIA****O.I. Bazhenova, E.M. Tyumentseva***V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, bazhenova\_o49@mail.ru  
Irkutsk State University, Irkutsk, tumentzeva.liz@yandex.ru*

В рамках географических исследований под руководством В.А. Снытко выполнялись работы не только по геохимии, но и по геофизике ландшафтов. Среди них важное место отводилось изучению эоловой миграции вещества. Оно выполнялось не только на стационарах, но также по инициативе В.А. Снытко в ходе экспедиционных маршрутов. На основе обобщения результатов многолетних экспериментальных наблюдений за ходом эоловых процессов на стационарах Института географии СО РАН установлены закономерности эолового морфогенеза предгорных степных равнин юга Сибири, представляющих северную ветвь единого эолового кругооборота вещества Центральной Азии [1]. Обобщение фактического материала, полученного в ходе стационарных и маршрутных исследований в пределах пояса островных степей Восточной Сибири, вытянутого с запада на восток почти на 2 тыс. км, показывает, что здесь эоловые литопотоки очень активны и хорошо пространственно упорядочены [1]. Они вовлечены в единый круговорот вещества, закрученный по часовой стрелке и перемещающий эоловый мелкозем с юго-запада на северо-восток, далее на восток и юго-восток вдоль северных субаридных предгорий горного пояса Южной Сибири (рис. 1). В этой крупной региональной эоловой системе, в свою очередь, можно выделить пять звеньев (подсистем), взаимосвязанных друг с другом: Енисейское, Приангарское, Байкальское, Селенгинское и Даурское. В пределах каждого звена также наблюдается упорядоченная смена зон дефляции, транзита и эоловой аккумуляции.

На опорных профилях стационаров, типичных для семиаридных районов юга Сибири, эоловый материал собирали в пылеуловители, которые устанавливали на разном удалении от основных очагов дефляции с учетом розы ветров, характера растительности, литологии, рельефа, особенностей техногенного воздействия. Наблюдения за эоловыми процессами велись круглогодично, принесенный ветром мелкозем извлекался ежемесячно.

**Енисейское звено** объединяет эоловые литопотоки зон дефляции (Кызыльская опустыненная степь Тувинской котловины), дефляции и транзита (степи левобережья Южно-Минусинской котловины), транзита и эоловой аккумуляции (правобережье Южно-Минусинской котловины, Назаровская и Канская лесостепи). Большая часть эолового материала уносится за пределы левобережья Енисея и откладывается на водоразделах и пологих склонах юго-западного макросклона Восточного Саяна. Круглогодичные наблюдения за ходом эоловых процессов проводились с 1979 по 1985 гг. на Антроповском экспериментальном участке (северо-восточная часть Назаровской котловины), а с 1986 по 1993 гг. на Березовском участке в зоне сочленения хр. Ашпан с Шарыповской равниной (юго-западная часть котловины).

Второе, **Приангарское звено**, тянется полосой вдоль юго-западной окраины Иркутского амфитеатра по границе с Восточным Саяном. Впервые область развевания здесь описана В.А. Обручевым еще в начале прошлого века, она представлена Балаганскими степями, в которых издавна жили кочевники – скотоводы буряты [9]. В настоящее время ареал вытянут с северо-запада на юго-восток, осью этого эолового коридора являются долина р. Ангары и юг Иркутско-Черемховской равнины с высокой плотностью нарушенных ландшафтов. С господствующим северо-западным переносом продукты дефляции попадают в акваторию Байкала, часть их оседает на склонах хребтов восточного побережья озера. За последние 25-40 лет фиксируется тренд постепенного повышения количества пыльных бурь.

Отметим, что в последнее время сокращается интервал между экстремальными эоловыми событиями, расширяется ареал проявления процессов и, следовательно, повышается риск их неблагоприятного влияния на окружающую среду. Рассматриваемая территория относится к зоне атмосферного влияния бассейна оз. Байкал. Тенденция усиления эоловых процессов отмечается здесь на фоне повышения аридности климата на протяжении XIX и XX вв., установленной дендроиндикационными исследованиями [7].

Третье, **Байкальское звено** среди других эоловых систем Южной Сибири характеризуется максимальной интенсивностью процессов, обусловленной, прежде всего, чрезвычайно высоким дефляционным потенциалом ветра. На западном побережье Байкала при выходе из гор в устьевых частях долин ветры до-

стигают колоссальной силы. Особенно это характерно для долин рек Сарма, Анга, Бугульдейка, Голоустная. Их устьевые участки представляют собой природные «аэродинамические трубы», в которых скорость ветра значительно усиливается, нередко имеет ураганную силу 30-50 м/с.

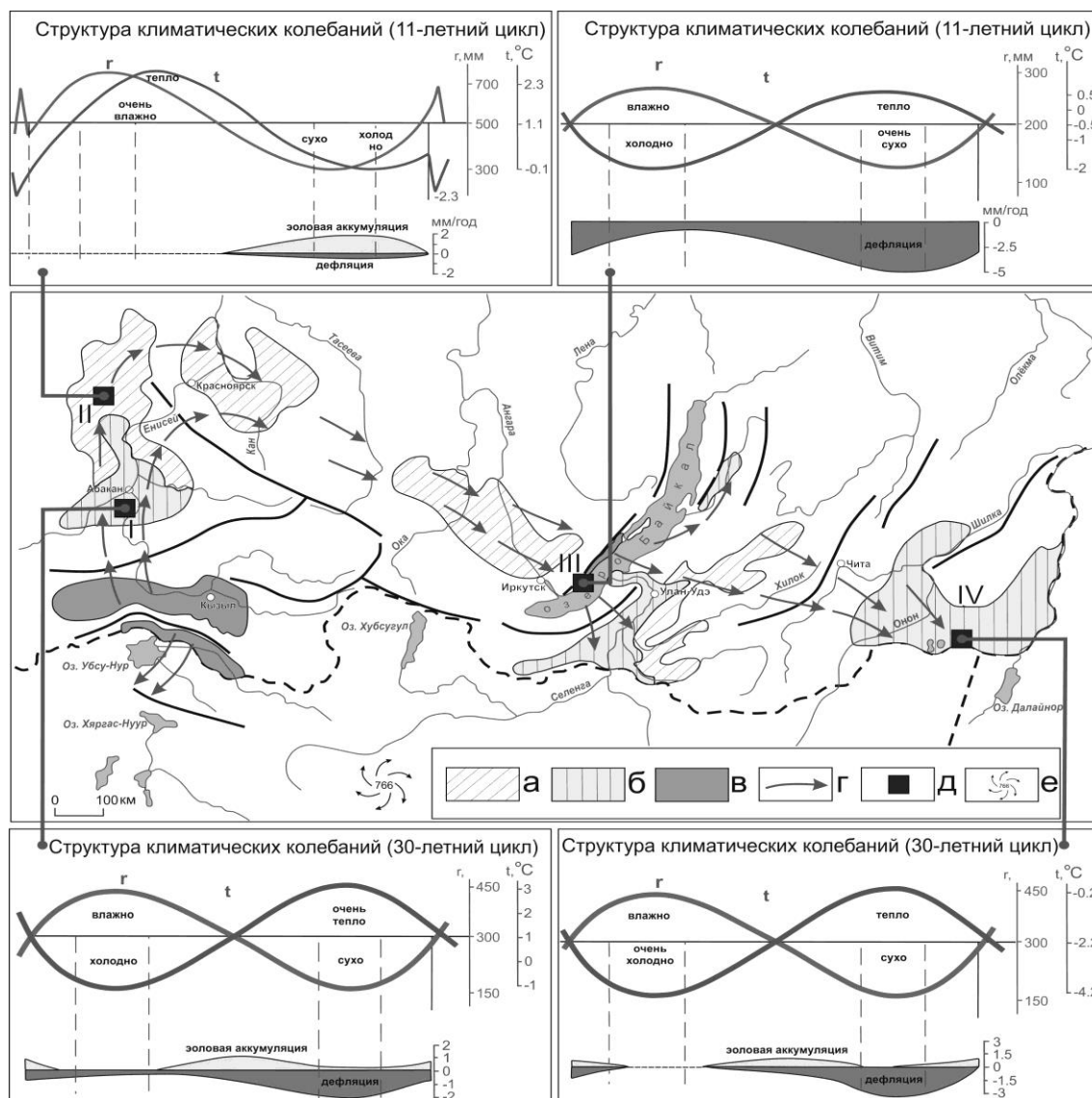


Рис. 1. Модель эолового кругооборота вещества в субаридных предгорьях юга Восточной Сибири по данным экспериментальных наблюдений.

Морфоклиматические районы: а – лесостепь, б – степь, в – опустыненная степь. г - основное направление эоловой миграции вещества, д – положение полигонов детальных исследований эоловых процессов, для которых приведены схемы внутривековой динамики интенсивности дефляции и эоловой аккумуляции вещества на фоне многолетних колебаний среднегодовой температуры воздуха (t) и годовых сумм атмосферных осадков (r); е - центр Азиатского антициклона.

Экспериментальные полигоны: I – Красноозерский (Южно-Минусинская котловина), II- Ашпанский (Назаровская котловина), III – Голоустненский (котловина оз. Байкал), IV- Харанорский (отроги Нерчинского хребта).

Экспериментальные наблюдения за эоловыми процессами проводятся на участке южного макросклона Приморского хребта, обращенного к дельтовой равнине р. Голоустной (рис. 1, полигон III), а также в районе бухты Песчаной [3]. Они сочетались с маршрутными исследованиями. Снытко В.А. с польскими коллегами (рис. 2) выявили основные особенности эоловых фаций Забайкальского национального парка и 4 урочищ вне парка на восточном побережье оз. Байкал [4-6]. Обследованные ими урочища обладали специфической структурой, обусловленной особенностями ветрового режима, прежде всего распределением максимальных скоростей ветра и их направлением. Была отмечена роль подстилающего субстрата - песков байкальских террас. Работы показали, что одним из поставщиков материала является само озеро, а вдоль берега осуществляется миграция песчаного материала, который в последствии переносится вглубь прибрежной зоны и за счет дефляции и эоловой аккумуляции здесь формируются различные эоловые формы рельефа: береговые валы, дюны, покровы, дефляционные останцы и котловины выдувания [4]. Интересные результаты изучения эоловых процессов были получены в Тункинской котловине [8], на острове Ольхон [2].



Рис. 2. Исследователи эоловых фаций на восточном побережье Байкала.  
Слева направо: Т. Щипек, В.А. Снытко, С. Вика, Г.И. Овчинников.

**Селенгинское звено** занимает юго-западное Забайкалье (бассейны р. Селенги и Баргузина). При выходе из Байкальской котловины ветровые потоки «растекаются» на отдельные струи в соответствии с особенностями рельефа [10-11]. Своеобразие территории было подчеркнуто В.А. Обручевым: области развевания и эоловой аккумуляции расположены здесь вперемежку, часто сменяют друг друга [9]. Район отличается широким распространением мощных толщ песчаных отложений и прогрессирующим развитием процессов дефляции.

**Даурское звено** замыкает Южно-Сибирскую систему эолового круговорота вещества Центральной Азии (рис. 1). Даурская степь выступает ареной интенсивной дефляции и представляет собой коридор, через который происходит эоловая миграция вещества с северо-запада на юго-восток – из Забайкалья в соседние районы Монголии и Китая.

Таким образом, установлено, что в пределах пояса островных степей Сибири эоловая деятельность чрезвычайно активна. Все эоловые потоки объединены в крупную региональную морфодинамическую систему, функционирование которой носит пульсирующий, неравномерный в пространстве и во времени характер. Пространственная неоднородность выражается в смене зон дефляции, транзита и эоловой аккумуляции в соответствии с ландшафтно-климатическими и орографическими условиями. Получены фоновые и локальные значения скоростей эоловой миграции вещества. Установлено, что преобладающая интенсивность дефляции в островных степях Сибири составляет 10 – 50 т/га в год, средняя скорость движения эоловых форм на участках развития подвижных песков достигает 2-6 м/год. Прослежено пространственное распределение эоловых фаций, их морфологические особенности, показана специфика флоры на развеваемых песках. Все эоловые фации представляют интерес с эстетической точки зрения и являются объектами для рекреационного использования. Выяснение признаков современной эоловой миграции вещества является важным для целей географического прогнозирования. Следует также подчеркнуть, что детально исследованные ландшафты входят в состав нескольких национальных парков Байкальской природной территории.

### Список литературы

1. Баженова О.И., Любцова Е.М., Снытко В.А. Эоловая миграция вещества в степных и лесостепных ландшафтах Сибири // Доклады Академии наук СССР. – 1997. – Т. 357, № 1. – С. 108-111.
2. Вика С. Снытко В.А., Щипек Т. Ландшафты подвижных песков острова Ольхон на Байкале. – Иркутск: ИГ СО РАН, 1997. – 63 с.
3. Вика С., Мартыанова Г.Н., Снытко В.А., Щипек Т. Бухта Песчаная на Байкале (развеваемые пески и их окружение). – Иркутск: ИГ СО РАН, 1999. – 60 с.
4. Вика С., Овчинников Г.И. Снытко В.А., Щипек Т. Эоловые фации восточного побережья Байкала. – Иркутск: ИГ СО РАН, ИЗК СО РАН, 2002. – 56 с.
5. Вика С., Намзалов Б.-Ц., Овчинников Г.И. Снытко В.А., Щипек Т. Пространственная структура эоловых урочищ восточного побережья озера Байкал. – Иркутск: ИГ СО РАН, ИЗК СО РАН, 2003. – 76 с.
6. Вика С., Иметхенов А.Б., Овчинников Г.И. Снытко В.А., Щипек Т. Эоловые и абразионные процессы побережий у залива Провал на Байкале. – Иркутск; Улан-Удэ, 2006. – 57 с.
7. Воронин В.И., Шлезер Г.Х., Хелле Г., Леви К.Г. Применение информации о динамике стабильных изотопов  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  древесины в дендроиндикационных исследованиях // Реакция растений на глобальные и региональные изменения природной среды. – Иркутск, 2000. – С. 35-42.
8. Мартыанова Г.Н., Снытко В.А., Щипек Т. Признаки современных эоловых процессов в Тункинских котловинах (Юго-Западное Прибайкалье). – Иркутск: ИГ СО РАН, 1998. – 56 с.



9. Обручев В.А. К вопросу происхождения лесса. Пески и лесс (1911) // Избранные работы по географии Азии. – М.: Географгиз, 1951. – Т. 3. – С. 197-242.
10. Щипек Т., Вика С., Снытко В.А., Буянтуев А.Б. Фации развеваемых песков Чикой-Селенгинского междуречья в Западном Забайкалье. – Иркутск: ИГ СО РАН, 2000. – 71 с.
11. Щипек Т., Вика С., Снытко В.А., Овчинников Г.И., Выркин В.Б., Буянтуев А.Б. Эоловые урочища южной части Баргузинской котловины (Забайкалье). – Иркутск, 2002. – 52 с.

УДК 551. 435

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОСИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ДАННЫМ СТАЦИОНАРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И ЛИТОЛОГИЧЕСКИМ ЗАПИСЯМ ГОЛОЦЕНА**

**О.И. Баженова**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, bazhenova\_o49@mail.ru*

## **PROSPECTS FOR GEOSYSTEM RESEARCH ACCORDING TO STATIONARY STUDIES AND LITHOLOGICAL RECORDS HOLOCENE**

**O.I. Bazhenova**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, bazhenova\_o49@mail.ru*

Системное познание опирается на изучение явлений не как отдельных элементов, а как их закономерных объединений. Такой подход наиболее важен в географии, оперирующей территориальными системами разных масштабов. В. Б. Сочава ввёл в географическую литературу термин «геосистема» как особый класс управляющих систем – земное пространство всех размерностей, где отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и как определённая целостность взаимодействуют с космической сферой и человеческим обществом [8]. Геосистемные исследования занимают центральное место при выяснении законов организации географической среды [8]. При этом в использовании системного подхода среди наук о Земле одно из лидирующих мест занимает геоморфология [5,7]. Именно в геоморфологии были получены глубокие системные концепции Дэвиса и Пенка. Особо следует отметить работы Дэвиса, который создал принципиальную схему развития естественной самоорганизующейся системы для такой особой группы явлений, как рельеф планеты Земля [3]. По мнению Д.А. Тимофеева данная схема относится к самому высокому рангу самоорганизующихся систем, из которых складывается фундамент всего системного познания [9]. Названия стадий: «юность», «зрелость» и др. – предстают сейчас не просто «красочностью» языка Дэвиса, но интуитивным нащупыванием им общности главных законов развития неорганических и органических систем [5]. В схеме Дэвиса просвечивает физическая основа геоморфологических систем, показаны механизмы их самоорганизации и их стадийные изменения, объединяющиеся в циклы. При этом географический цикл Дэвиса – это система в ее полном развитии, не рядовая, а основополагающая концепция [9]. Поверхность Земли образует особую, неповторимую систему, точнее подсистему Земли и представляет единственно возможную на планете опору для развитой жизни [5]. С рельефом связаны все явления, которые происходят на поверхности Земли, частично под ней и над ней: геологическое строение, поверхностные и подземные воды, климат, почвы и растительность, жизнь и деятельность человека. Косвенные связи рельефа с другими элементами ландшафта и жизнью человека бесчисленны и сложны. Человек и сам все больше влияет на природные рельефообразующие процессы и создает искусственный рельеф. Это делает научное изучение рельефа очень важным особенно в связи с проблемами охраны и использования природной среды.

Рельфообразование представляет собой непрерывно протекающую, бесконечную смену геометрических характеристик рельефа, отражающих различные комбинации и взаимодействие литодинамических потоков вещества и для раскрытия механизмов функционирования систем необходимо найти в этом, на первый взгляд хаотичном, взаимодействии потоков параметры пространственно-временной упорядоченности [7]. Один из подходов комбинирования пространства и времени в географических исследованиях заключается в последовательном рассмотрении географического пространства в различные временные срезы [6]. Каждому иерархическому уровню систем свойственно свое характерное время функционирования. Поэтому при изучении механизмов формирования рельефа важен выбор такого пространственного масштаба геоморфологической системы, который позволит рассмотреть ее функционирование за определенный цикл рельефообразования. При этом следует оперировать такой наименьшей геоморфологической ячейкой (системой), которая была бы носителем свойств некой группы геоморфологических систем.

В географии основной ячейкой материально-энергетического обмена выступают элементарные геосистемы [8], в геоморфологии в качестве элементарных систем чаще всего используются малые лито- и водосборные бассейны [1, 7]. Все элементы такого бассейна представляют собой единое целое, так как объединены потоками вещества и энергии. На этих небольших по размерам и очень динамичных объектах

можно в течение относительно короткого времени проследить всю совокупность изменений, составляющих механизм функционирования геоморфологических систем. Такие детальные исследования В.Б. Сочава [8] отнес к особому направлению – к молекулярной географии. Термин «молекулярная география» очень точно передает суть исследования на клеточном (молекулярном) уровне. Именно на таких малых объектах возможно расшифровать код поведения систем данной группы, если проследить весь цикл функционирования системы. Это, в свою очередь, позволит раздвинуть пространственный и временной масштаб исследования, на что постоянно обращал внимание В. Б. Сочава [8].

Детальные стационарные наблюдения за ходом геоморфологических процессов длительное время проводились в Онон-Аргунской степи. Она была выбрана В. Б. Сочавой для организации первого в Сибири географического стационара и сохраняет свои ключевые позиции экспериментального полигона высокого международного уровня. Благодаря своему уникальному географическому положению она не только служит эталоном степного центральноазиатского типа географической среды, но и обладает важными свойствами ландшафтных триггеров. Онон-Аргунская степь одновременно принадлежит к нескольким крупным региональным природным системам, таким как бассейн р. Амур, область внутреннего стока Центральной Азии.

Режимные наблюдения на полигоне-трансекте Харанорского стационара [1] сочетались с детальным изучением малых опорных бассейнов (оз. Хара-Нур, падь Крементуй и др.). На этих объектах «молекулярной географии» помимо инструментальных исследований современных внутривековых пульсаций геосистем проведена расшифровка голоценовой морфолитодинамики [2]. При палеогеографических реконструкциях материалы стационарных исследований приобретают особую ценность, так как они выступают связующим звеном между прошлым и будущим.

В функционировании систем отмечаются внутривековые циклы продолжительностью 27–35 лет, которые контролируются ходом атмосферного увлажнения [1]. Циклы хорошо выделяются по колебанию уровней озер, представляющих естественную разностную интегральную кривую изменения увлажнения территории степного Забайкалья и сопредельных районов Монголии и Китая (рис. 1). Выявленные циклы изменения увлажненности территории определяют частоту, последовательность и продолжительность внутривековых смен динамических фаз рельефообразования бессточных озерных бассейнов. Фазы различаются между собой дальним или ближним транспортом вещества, уровнем интенсивности и структурой процессов и характеризуются тем или иным состоянием земной поверхности. Структура динамических фаз дает представление о временном инварианте геоморфологических систем. Проведенное с системных позиций исследование позволило рассмотреть весь механизм рельефообразования бассейна оз. Хара-Нур, который включает три динамических фазы, следующие одна за другой в определенном порядке. При прохождении фаз меняется механизм процессов, а также направления движения и расход вещества в литодинамических потоках. В пределах цикла отмечается продолжительный период (зональная фаза), когда все элементы системы характеризуются автономным развитием. В это время происходит интеграция вещества, его подготовка к последующему выносу [1].

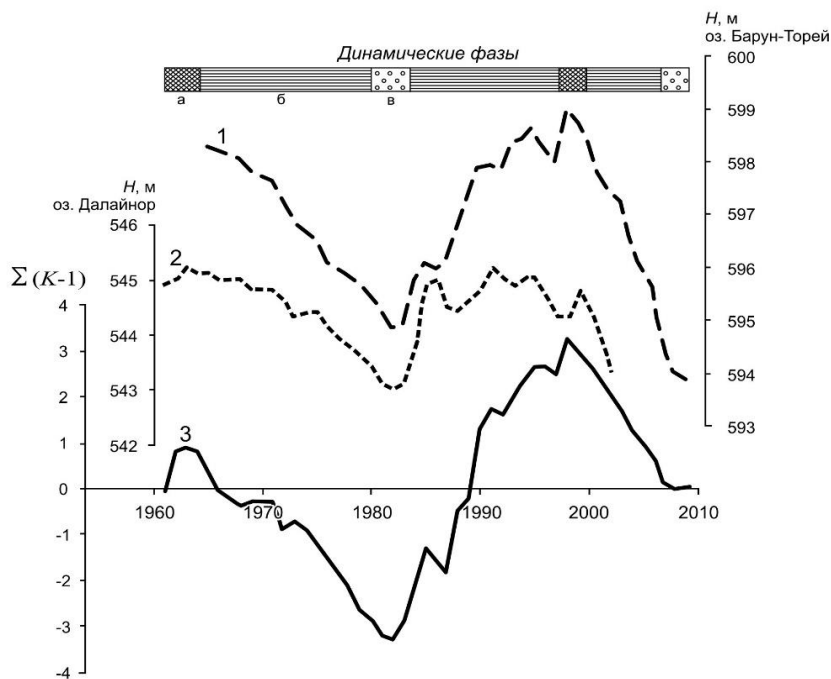


Рис. 1. Смена динамических фаз функционирования геоморфологических систем в степях Даурии на фоне изменений уровней воды оз. Барун-Торей (1), оз. Далайнор (2) и интегральной разностной кривой стока р. Шилки (3) по [4]. Динамические фазы: а – перигляциальная, б – зональная, в – аридная.

В экстремальные фазы происходит залповый вынос вещества. Дефляционное выравнивание верхних ярусов происходит во время экстремальной аридной фазы, а расчленение днищ падей и формирование конусов выноса в озерной котловине свойственны перигляциальной фазе. В целом вещество и энергия передаются от одного элемента системы к другому в форме пульсаций. Механизм сочетает в себе черты аридного и перигляциального рельефообразования в условиях непосредственного соседства криогенной и аридной морфоклиматических зон. Вместе с тем он отличается устойчивостью, так как установлен не только современными многолетними наблюдениями, но обнаруживается в строении опорных разрезов голоценовых отложений.

Внутривековой 27–35-летний цикл развития озерного бассейна используется нами в качестве модели рельефообразования при реконструкции геоморфологических событий голоцена. Выполненный совместный анализ отложений озерных котловин Даурии и Северо-Восточной Монголии подтвердил синхронный ход рельефообразования северной окраины Центральной Азии в голоцене [2]. Выявлен ритмический характер смены процессов в голоцене, которые объединены в циклы различного иерархического уровня (рис. 2). Флювиальные горизонты слагают нижнюю часть отложений голоценового макроцикла в пади Веснянка. Катастрофический флювиальный снос отмечался неоднократно в период 7–8,5 тыс. кал. л. н. и в переходное от атлантического к суббореальному периоду время. Нормальная зональная фаза интеграции вещества в бассейнах фиксируется погребенными гумусовыми горизонтами почв, по которым хорошо диагностируются 1800-летние циклы. Региональное развитие в Даурии получили почвы, возраст которых около 8, 6,4 и 4,6 тыс., а также 1,2–1,4 тыс. кал. л. Для верхней части отложений каждого цикла характерны эоловые горизонты экстремальных аридных фаз.

Постоянные пульсации уровней и площадей озер Даурии в голоцене сопровождалась сменой механизмов, объемов и направлений перемещения вещества, способствовавших интенсивному выравниванию рельефа территории при ведущей роли дефляционной денудации. При этом в структуре циклов рельефообразования позднего голоцена выделяются динамические фазы, свойственные современным внутривековым циклам, выявленным в ходе стационарных исследований. Их ценность особенно высока потому, что стационарные наблюдения помогли на клеточном уровне проникнуть в механизмы функционирования самых малых элементарных геоморфологических систем. Тем самым получен код для расшифровки эволюции рельефа и прогнозных оценок.

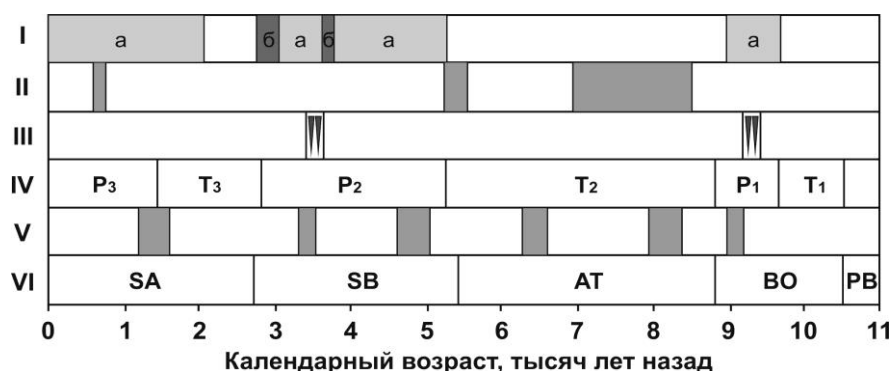


Рис. 2. Процессы рельефообразования в озерных бассейнах Даурии в голоцене по [2].

I – этапы активизации эоловых процессов (а) и зафиксированные в разрезах катастрофические эоловые события (б). II – интенсивный флювиальный снос. III – криогенные процессы. IV – трансгрессивные (Т) и регрессивные (Р) фазы озер. V – формирование погребенных почв. VI – продолжительность периодов голоцена.

### Список литературы

1. Баженова О.И. Внутривековая организация систем экзогенного рельефообразования в степях Центральной Азии // География и природ. ресурсы. – 2007. – № 3. – С. 116–125.
2. Баженова О.И., Черкашина А.А. Голоценовый морфолитогенез в озерных котловинах Юго-Восточного Забайкалья // Геоморфология. – 2018. – № 2. – С. 4–19.
3. Дэвис В.М. Геоморфологические очерки. М.: Иностран. лит., 1962. 455 с.
4. Обязов В.А. Изменение климата и гидрологического режима рек и озер в Даурском экорегионе // Проблемы адаптации к изменению климата в бассейнах рек Даурии: экологические и водохозяйственные аспекты. – Сборник научных трудов биосферного заповедника «Даурский». Вып. V. – Чита, «Экспресс – изд-во». – 2012. – С. 24–45.
5. Пиотровский М.В. К познанию законов Земли. – М.: Мысль, 1984. – 157 с.
6. Пузаченко Ю. Г. Инварианты динамической геосистемы // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2010. – № 5. – С. 6–16.
7. Симонов Ю. Г. Геоморфология. Методология фундаментальных исследований. – СПб.: Питер, 2005. – 426 с.
8. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 318 с.
9. Тимофеев Д. А. Размышления о фундаментальных проблемах геоморфологии. Избр. труды. – М.: Медиа-ПРЕСС. – 2011. – 528 с.

**ЖИЗНЬ, НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО И ЛАБОРАТОРИЯ  
ВАЛЕРИАНА АФАНАСЬЕВИЧА СНЫТКО**

**Белозерцева И.А., Воробьева И.Б., Власова Н.В., Дубынина С.С.**  
*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, belozia@mail.ru*

**LIFE, SCIENTIFIC CREATIVITY AND LABORATORY OF VALERIAN  
AFANASEVICH SNYTKO**

**Belozertseva I.A., Vorobyova I.B., Vlasova N.V., Dubynina S.S.**  
*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk*

**Валериан Афанасьевич Снытко** (1939-2021) – крупный ученый, член-корр. РАН, известный физико-географ и геохимик-ландшафтовед, основатель ландшафтно-геохимической школы ИГ СО РАН. Становление нового направления геохимии ландшафтов в географической науке Сибири связано с его именем. В.А. Снытко родился 18 января 1939 г. в п. Бельнички Могилевской области (Белоруссия). В 1956-1961 гг. обучался на географическом факультете МГУ. После окончания географического факультета в 1961 г. приехал в Иркутск по приглашению директора Института географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР (ИГ СО РАН). С 1961 г. он работает в институте, с 1966 г. по 2001 г. заведующим лабораторией, в 1969-2000 гг. заместителем директора, в 2000 – 2005 гг. – директором. В 1966 г. в МГУ была подготовлена и успешно защищена кандидатская диссертация «Ландшафтно-геохимические особенности южной темнохвойной тайги Нижнего Приангарья», которая выполнялась под руководством проф. М.А. Глазовской. В дальнейшем исследования В.А. Снытко посвящены выяснению закономерностей поведения вещества в степных и таежных геосистемах и изучению его главнейших фаз как активных участников метаболизма в геосистемах [12]. По результатам исследований была подготовлена и защищена диссертация «Проблемы динамики вещества в южных регионах Сибири» на соискание ученой степени доктора географических наук в 1984 г. в МГУ.

История лаборатории началась в 1961 г. с сектора географии почв под руководством дгн Б.В. Надеждина, в 1963-1969 гг. – кгмн С.А. Коляго. В 1966 г. была создана лаборатория геохимии ландшафтов под руководством В.А. Снытко, которая в 1970 г. объединилась с сектором географии почв (Е.И. Бузлукова, В.П. Мартынов, В.А. Кузьмин, Ш.Д. Хисматуллин, А.Г. Сазонов и др.) и стала функционировать под названием «лаборатория географии почв и геохимии ландшафтов», руководил которой Валериан Афанасьевич. Долгие годы в нее, в качестве неструктурного подразделения, входила лаборатория микробиологии (З.И. Никитина, А.М. Антоненко, И.Н. Барыкова, А.В. Мамитко, Е.В. Напрасникова, И.Б. Воробьева, В.Г. Никитина, В.Р. Мамитко и др.) [7]. В.А. Снытко – самый молодой заведующий лабораторией геохимии ландшафтов ИГ СО РАН, которой руководил более 30 лет. В 1969 г. он был назначен на должность заместителя директора (также один из самых молодых) [6].

Первый опыт в проведении комплексных физико-географических работ был получен в Юго-Восточном Забайкалье. На созданном в 1961 г. Харанорском стационаре изучали ландшафтно-геохимическую структуру геосистем Онон-Аргунской степи. Впервые были организованы сопряженные пространственно-временные наблюдения за факторами географической среды и функциональными показателями геосистем по методу комплексной ординации. На стационаре проходили практику студенты ИГУ и других университетов, работали: Ю.М. Семенов, Л.Н. Семенова, Н.Д. Давыдова, С.С. Дубынина, Ю.В. Кустов, С.И. Харахинова, З.А. Титова, Н.П. Дружинина, Г.Н. Мартянова, З.И. Никитина и другие специалисты разного профиля. В 1962-1963 гг. был создан Приангарский таежный стационар вблизи будущей станции Чунояр железнодорожной ветки Решоты – Богучаны для изучения тайги, развития теории и методов исследования геосистем. В.А. Снытко и А.И. Щетников осуществляли режимные наблюдения за влажностью почв, миграцией и дифференциацией вещества южно-таежных фаций [6]. В середине 1960-х годов в Западной Сибири организованы среднетаежный Тугрский и южно-таежный Нижне-Иртышский стационары. На стационаре Е.Г. Нечаевой по результатам детальных исследований глубокоподзолистых почв на остаточном-карбонатных лессовидных суглинках установлено современное происхождение второго гумусового горизонта. В то же время, по наблюдениям в Нижнем Приангарье Ш.Д. Хисматуллин считал этот горизонт остаточным. Позднее В.А. Кузьмин изучал формирование сложного гумусового профиля почв палеокриогенных бугристо-западных ландшафтов Приангарья с помощью аэрокосмических снимков [8]. В 1970 г. в Южно-Минусинской котловине были созданы стационары долговременных исследований геосистем – Новониколаевский степной в Койбальской степи и Ленский лесной в предгорьях Западного Саяна. На основе проведенного здесь детального изучения биотической и минеральной составляющих геосистем защищены диссертации О.А. Зайченко (1990), Б.И. Кочуровым (1974), Е.В. Напрасниковой (1977) и др. В конце 70-х гг. в связи с развертыванием работ по созданию Канско-Ачинского топливно-

энергетического комплекса (КАТЭК) в центральных районах Красноярского края была организована Канско-Ачинская комплексная географическая экспедиция в задачи которой входили стационарные наблюдения за режимами геосистем, их антропогенных модификаций и создаваемых геотехнических систем. Режимные наблюдения проводились на двух физико-географических стационарах: Назаровском подтаежном и Березовском лесостепном. В этих исследованиях существенное место занимают разделы режимных биотических и почвенно-геохимических наблюдений, проводимых Ю.М. Семеновым [13], А.В. Мартыновым, И.Б. Воробьевой, С.С. Дубыниной, Л.В. Данько, О.Ю. Палкиным, Е.В. Напрасниковой и др. На стационарах проводились эксперименты по воздействию на природную среду выбросов теплоэлектростанций, изучались направления возможного восстановления нарушенных земель (Ю.М. Семенов, А.В. Мартынов, А.В. Мамитко, С.С. Дубынина, Н.Д. Давыдова, В.Г. Волкова, Е.В. Напрасникова, О.Ю. Палкин и др.).

Значительный вклад в развитие ландшафтно-геохимических исследований лаборатории и Института внесла Елена Григорьевна Нечаева. Она закончила сельскохозяйственную академию им. К.А. Тимирязева. В 1967 г. под руководством С.В. Зонна в Москве защитила кандидатскую диссертацию. С 1968 г. она работала в ИГ СО АН СССР, в лаборатории проработала 43 года, руководила лабораторией с 2005 по 2011 гг. Регионы исследования: горно-таежные местности Южного Приморья, Средней и Восточной Сибири, равнинно-таежное Обь-Иртышье Западной Сибири. Е.Г. Нечаевой проведено ландшафтно-геохимическое районирование крупных географических регионов, Азиатской России в целом и по трассе БАМ [9]. В связи с развернувшимся в 1970-е годы строительством Байкало-Амурской магистрали (БАМ) активизировались географические исследования на примыкающей к ней территории. В.А. Кузьминым был изучен почвенный покров трассы и прилегающих территорий.

Валериан Афанасьевич пользовался огромным авторитетом. Всю свою жизнь он посвятил науке, педагогической деятельности и подготовке молодых ученых. Он был очень внимательным, строгим, справедливым и тактичным руководителем, порядочным и добрым человеком. Он внес большой вклад в становление не только своих, но и учеников своих коллег. В.А. Снытко подготовил более 40 кандидатов и докторов наук почвоведов-географов, физико-географов и других специалистов. Его ученики (Н.Д. Давыдова, Ю.М. Семенов, Л.Н. Семенова, С.С. Дубынина, А.И. Щетников, О.А. Зайченко, И.Б. Воробьева, Т.И. Кузнецова, Б.И. Кочуров, Н.А. Николаева, Т.Е. Афонина, Т.П. Калихман, Н.В. Власова, Ж.В. Атутова, М.В. Левашева, Д.А. Лопаткин и др.) работают в разных лабораториях, институтах, в различных городах и странах. Своими учениками В.А. Снытко гордился и радовался их успехам.

Ученик Валериана Афанасьевича – Ю.М. Семенов после окончания МГУ с 1971 г. работает в ИГ СО РАН. В 1990 г. он защитил докторскую диссертацию «Проблемы дифференциации вещества и организация геосистем». В 1992-2015 гг. он заведовал лабораторией физической географии, имеет учеников. Под рук. Ю.М. Семенова вышла серия коллективных монографий и статей, в том числе по ландшафтному планированию. Ученик В.А. Снытко, известный геохимик-ландшафтовед – Н.Д. Давыдова с 1967 г. была принята на работу в институт на должность старшего лаборанта, в лаборатории учителя проработала более 50 лет. В 1977 г. защитила кандидатскую диссертацию, а в 2001 г. – докторскую. Научная деятельность Н.Д. Давыдовой и ее ученицы Т.И. Знаменской направлена на изучение современных почвенно-геохимических процессов естественных и техногенно преобразуемых геосистем [4]. Ученица В.А. Снытко С.С. Дубынина (одна из опытейших и до сих пор действующих сотрудников лаборатории) – работает в институте уже 60 лет, а в лабораторию перешла из медицинского сектора. Ею проведены многолетние режимные наблюдения за динамикой продуктивности растительного покрова степных геосистем Юго-Восточного Забайкалья, юга Красноярского края, Хакасии. После произошедших перерывов, связанных с финансовыми проблемами, в ландшафтно-геохимических исследованиях на Харанорском стационаре Н.Д. Давыдова и С.С. Дубынина восстановили часть работ. На Новониколаевском степном и Березовском лесостепном стационарах в результате за более чем 40-летний период установлены тренды вещественной составляющей уникальных сибирских геосистем [3, 5 и др.]. Его ученик – А.В. Мартынов участвовал во многих экспедициях Байкальского региона, а также в создании коллективных монографий. В полустационарных условиях Верхне-Чарской котловины его учеником – А.И. Щетниковым выявлены особенности вещественно-динамического состояния мерзлотно-таежных геосистем. Его ученица И.Б. Воробьева в 1996 г. защитила кандидатскую диссертацию по теме «Пространственно-временная изменчивость органического вещества в геосистемах Назаровской лесостепи». В бассейне Нижней Тунгуски его ученицей – Н.В. Власовой впервые изучены ландшафтно-геохимические особенности среднетаежных геосистем в их естественном состоянии и в техногенных условиях при освоении подземных ресурсов.

Большая часть времени В.А. Снытко уходила на обучение учеников, представление и поддержание высокого научного уровня института. По инициативе В.А. Снытко лаборатория участвовала в международном сотрудничестве в рамках Комплексной программы научно-технического прогресса стран – членов СЭВ по проблеме «Охрана экосистем (биогеоценозов) и ландшафта», теме «Экологические основы управления и планирования ландшафта». Результаты исследований лаборатории по этой теме обсуждались на

координационных совещаниях в Ялте (1987 г.), Паланге (1989 г.), Чехословакии (1990 г.). В 1996 г. заключено Соглашение о сотрудничестве между ИГ СО РАН и Факультетом наук о Земле Силезского университета по исследованию антропогенных воздействий на ландшафты и развитию эоловых процессов на территориях Польши и Прибайкалья. Результатом его сотрудничества с польскими географами из Силезского университета и ряда экспедиций в Польше и Байкальском регионе стала серия монографий [14].

К началу нового столетия лаборатория провела анализ и обобщение полученных материалов по теме «Ландшафтно-геохимические преобразования в природных и нарушенных вариантах геосистем» [4, 10, 11]. Последние 20 лет сотрудниками лаборатории (И.Б. Воробьевой, И.А. Белозерцевой, Н.В. Власовой, М.С. Костюковой) ведется мониторинг снежного покрова, гидрокриогенной системы: снег на льду – лед – подледная вода, поверхностных вод акватории оз. Байкал, устьев рек и основных компонентов ландшафтов побережья озера [1, 2]. Совместные с коллегами Института географии и геоэкологии академии наук Монголии проводятся ландшафтно-геохимические работы по оценке современного состояния геосистем на трансграничной территории России и Монголии (И.А. Белозерцева, Д.Н. Лопатина и др.). С 2011 г. по настоящее время руководит лабораторией И.А. Белозерцева (рук. Кузьмин). В последнее время наметилась положительная тенденция увеличения лаборатории геохимии ландшафтов и географии почв за счет учеников, прихода молодого поколения. В 2015-2018 гг. Т.И. Знаменская (рук. Н.Д. Давыдова), А.А. Черкашина и Д.Н. Лопатина (рук. И.А. Белозерцева) защитили кандидатские диссертации. Ими проводятся исследования по геохимии почв и структуре почвенного покрова Прибайкалья. М.С. Костюкова (рук. И.Б. Воробьева) изучает содержание нефтепродуктов в различных компонентах ландшафтов Прибайкалья. Н.А. Зверевой и Н.А. Скоырским (рук. И.А. Белозерцева), Д.Н. Лопатиной изучаются почвы промышленных и рекреационных территорий. Н.Д. Давыдова, И.А. Белозерцева, Знаменская Т.И. выявили тенденции изменения почв в техногенных условиях алюминиевого производства, а Н.В. Власова – нефтегазоконденсатных месторождений. Территории интенсивного сельскохозяйственного и рекреационного использования исследуются А.А. Черкашиной, Д.Н. Лопатиной и И.А. Белозерцевой. В.А. Голубцовым, А.А. Черкашиной проводятся исследования реконструкции развития ландшафтно-климатических условий в Байкальском регионе на протяжении позднего плейстоцена-голоцена и изучение отклика почв на данные изменения. Усилилось почвенно-картографическое направление лаборатории. И.А. Белозерцевой, А.А. Черкашиной, Д.Н. Лопатиной и А.А. Сороковым созданы почвенные и почвенно-экологические карты Байкальского региона (совместно с коллегами из ИОЭБ СО РАН, ИГ МАН, БИП СО РАН, ИГУ) и ключевых участков ([https://elibrary.ru/download/elibrary\\_24268326\\_12597939.jpg](https://elibrary.ru/download/elibrary_24268326_12597939.jpg) и др.).

### Список литературы

1. Belozertseva I.A., Vorobjeva I.B., Vlasova N.V., Lopatina D.N., Janchuk M.S. Snow Pollution in Lake Baikal Water Area in Nearby Land Areas // *Water Resources*. - 2017. - № 3. - P. 471-484.
2. Vorob'eva I.B., Vlasova N.V., Belozertseva I.A., Vorob'ev A.N. Irkutsk Reservoir: Construction History and Hydrochemical studies of Streams and Bays // *Water Resources*. - 2024. - № 2. - С. 135-145.
3. Воробьева И.Б., Напрасникова Е.В., Дубынина С.С. Назаровская лесостепь как модель изучения динамики вещества // *География и природные ресурсы*. - 2005. - № 3. - С. 68-74.
4. Давыдова Н.Д., Знаменская Т.И. *Техногенное вещество в степных геосистемах*. Новосибирск: Акад. Изд-во «Гео», 2018. - 147 с.
5. Дубынина С.С. Динамика растительного вещества геосистем Назаровской лесостепи // *География и природные ресурсы*. - 2011. - № 4. - С. 85-92.
6. Географическое изучение Азиатской России (к 40-летию Института географии СО РАН) Воробьев В.В., Снытко В.А., Семенов Ю.М. и др. - Иркутск: ИГУ, 1997. - 264 с.
7. Институт географии имени В.Б. Сочавы СО РАН: история в событиях и лицах / Отв. ред. Л.М. Корытный. - Иркутск: ИГ СО РАН, 2007. - 151 с.
8. Кузьмин В.А. Геохимия почв юга Восточной Сибири. Иркутск: ИГ СО РАН, 2005. - 137 с.
9. Нечаева Е.Г. Ландшафтно-геохимический анализ динамики таежных геосистем. - Иркутск, 1985. - 209 с.
10. Нечаева Е.Г., Давыдова Н.Д., Щетников А.И., Кузьмин В.А., Напрасникова Е.В., Семенова Л.Н., Воробьева И.Б., Белозерцева И.А., Дубынина С.С., Антоненко А.М. Тренды ландшафтно-геохимических процессов в геосистемах юга Сибири. - Новосибирск: Наука, 2004. - 184 с.
11. Нечаева Е.Г., Белозерцева И.А., Напрасникова Е.В., Воробьева И.Б., Дубынина С.С., Давыдова Н.Д., Власова Н.В. Мониторинг и прогнозирование вещественно-динамического состояния геосистем сибирских регионов. - Новосибирск: Наука, 2010. - 315 с.
12. Снытко В.А. Геохимические исследования метаболизма в геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. - 148 с.
13. Снытко В.А., Семенов Ю.М., Мартынов А.В. Ландшафтно-геохимический анализ геосистем КАТЭКа. Новосибирск: Наука, 1987. - 109 с.
14. Snytko W.A., Szczypiek T. Włodzimiersko-Suzdalska część Złotego Pierścienia Rosji. Główne kulturowe walory turystyczne. IHNPiT im. S. I. Wawilowa RAN, WNoZ UŚ, Moskwa-Sosnowiec, 2011.

**ДЕПОНИРОВАНИЕ УГЛЕРОДА ПОЧВАМИ МОЛОДЫХ ЗАЛЕЖЕЙ  
(НА ПРИМЕРЕ СЕЛЕНГИНСКОГО РАЙОНА, ЮГО-ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)**

**Белозерцева И.А.<sup>2</sup>, Екимовская О.А.<sup>1</sup>, Сороковой А.А.<sup>2</sup>, Лопатина Д.Н.<sup>2</sup>,  
Сизых А.П.<sup>3</sup>, Шеховцов А.И.<sup>2</sup>**

*Байкальский Институт природопользования СО РАН, г. Улан-Удэ*

*Институт географии СО РАН им. В.Б. Сочавы, г. Иркутск*

*Сибирский институт физиологии и биологии растений СО РАН, г. Иркутск*

**CARBON STORAGE IN YOUNG DEPOSITS SOILS  
(ON THE EXAMPLE OF SELENGINSKY DISTRICT, SOUTH-WESTERN TRANSBAIKALIA)**

**Ekimovskaya O.A.<sup>1</sup>, Belozertseva I.A.<sup>2</sup>, Sorokovoy A.A.<sup>2</sup>, Lopatina D.N.<sup>2</sup>,  
Sizykh A.P.<sup>3</sup>, Shekhovtsov A.I.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Baikal Institute of Nature Management SB RAN*

*<sup>2</sup>V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, 664033, Irkutsk,*

*<sup>3</sup>Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS*

*e*

*m*

На территории России после аграрных преобразований 90-х гг. XX в., значительные площади распахан- ных земель были заброшены. В настоящее время эти залежи представляют собой постаграрные ландшафты, растительность которых сформировалась в соответствии с природной зональностью и региональными особенностями. Исследования потенциальных услуг экосистем постаграрных ландшафтов являются актуаль- ными при различных сценариях климатических и социоэкономических изменениях. Средообразующие функции постаграрных ландшафтов проявляются в дефитировании ими углерода, формировании новых или вторичных экосистем, являющихся источниками восстановления биоразнообразия [1, 3-7].

На примере постаграрных ландшафтов Юго-Западного Забайкалья были рассчитаны запасы органиче- ского углерода в почвах молодых залежей (рис. 1). *a*

Расчёты выполнялись по методике Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 июня 2017 г. N 20-р «О методических указаниях по количественному определению объема поглощения парни- ковых газов» [2]. Выявлено высокое содержание углерода в залежных пахотных угодьях ключевых участ- ков Селенгинского района Республики Бурятия.

Расчет запаса углерода в почве проводят путем умножения абсолютного сухого веса пробы на среднее содержание углерода:

$$C_{\text{почва}} = C_{\text{орг}} \times H \times p$$

где  $C_{\text{почва}}$  - запас углерода в почве, тонн/га;  $C_{\text{орг}}$  - содержание углерода в смешанном почвенном образце, в %;  $H$  - глубина отбора проб почвы;  $p$  - объемная масса почвы, г/см<sup>3</sup>

Запасы органического углерода в пахотном горизонте агрочерноземов и аллювиальной агротемно-гу- мусовой почв постаграрных ландшафтов ключевого участка (Селенгинский район, Юго-Западное Забай- калье) соответствуют показателям южно-таежной зоны Российской Федерации. Исключение составляют лишь 2 ключевых участка (№ 058 и 059) с агротемно-серой и аллювиальной агрогумусовой почвами (низ- кие значения запасов Сорг).

Ключевой участок описания ландшафтов № 2 (рис. 1, таблица, точка 058). Координаты WGS 84 N 50°58,462 E 106°37,872 – нижняя часть шлейфа склона юз экспозиции, залежь ≈ 30 лет (рис. 2)

Разнотравная ассоциация (полынь метельчатая, чина низкая, горошек мышинный, лапчатка пижмо- листная, хамеродос прямостоячий, володушка козелецелистная, мак голостебельный, звездчатка вильча- тая, кермек, лапчатка бесстебельная, скабиоза растопыренная, полынь холодная, подмаренник настоя- щий) – злаковая (житняк гребенчатый, овсяница ленская, ковыль Крылова). Восстановительная стадия формирования (сукцессия) разнотравно-злакового сообщества, характерного для степных участков в гра- ницах зоны лесостепи Юго-Западного Забайкалья. Восстановление идет за счет усиления позиций злаков в фитоценозе. Наблюдается слабый прирост растительности из-за недостаточного количества осадков. Отмечены отдельные деревья сосны обыкновенной от 5 до 25 лет. Территория используется в настоящее время как пастбище. Почва: аллювиальная агрогумусовая (формула почвенного профиля P-AУ-C).

Реакция пахотного горизонта почв близкая к нейтральной, что является благоприятной средой для большинства культурных растений. Однако содержание гумуса, основных элементов питания растения (нитратного азота и калия) в почве низкое. Почвы являются легкими по гранулометрическому составу, при распашке они быстро подвергаются процессам эрозии и дегумификации. Структура почвы комковато-

мелкозернисто-пылеватая. Почвы являются малопродуктивными, использование под пашню малоэффективно. Наблюдается процесс восстановления естественной растительности. Возможно использование данной территории под пастбище.

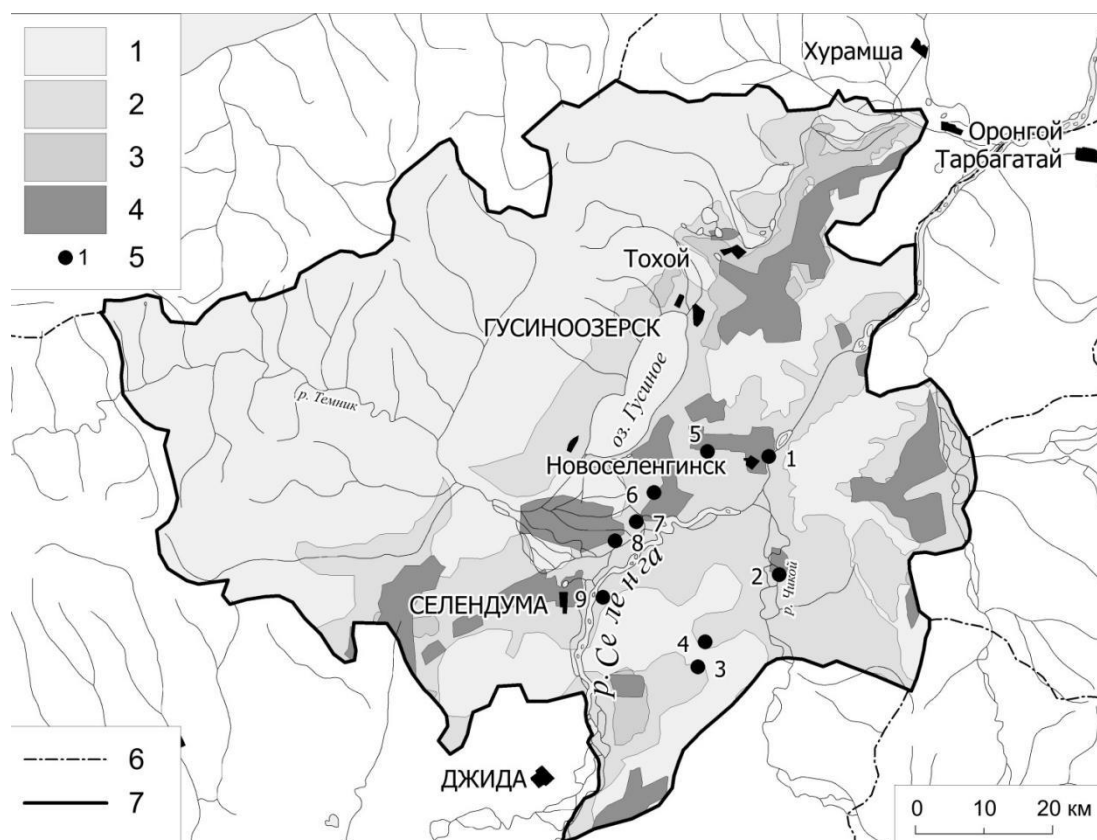


Рис 1. Заброшенные пашни Селенгинского района Республики Бурятия  
1 – земли лесного фонда; 2 – естественные кормовые угодья; 3 – используемые пашни; 4 – залежные земли; 5 – участки исследования

Таблица  
Запасы органического углерода в пахотном горизонте почв ключевых участков сельскохозяйственных земель в Селенгинском районе (фрагмент)

| № пл.      | Местоположение, использование   | Растительность  | Почва                        | Горизонт | Содержание Сорг, % | Плотность, г/см <sup>3</sup> | Запасы Сорг, т/га |
|------------|---|---|------------------------------|----------|--------------------|------------------------------|-------------------|
| 1<br>(P59) | Надпойменная терраса р. Селенги, залежь ≈ 25-30 лет                       | Разнотравно-злаковая ассоциация с подростом сосны       | Агротемно-серая              | PU       | 2,67               | 0,9                          | 48,06             |
| 2<br>(058) | Нижняя часть шлейфа склона юго-западной экспозиции, залежь ≈ 30 лет       | Разнотравно-злаковая ассоциация с подростом сосны       | Аллювиальная агроугу-мусовая | P        | 1,80               | 1,1                          | 39,60             |
| 3<br>(063) | Днище межгорного распадка, вдоль дороги на Петропавловку, залежь ≈ 39 лет | Разнотравно-злаковая ассоциация с редкими кустами ильма | Агрочернозем                 | PU       | 6,38               | 1,2                          | 153,12            |

Реакция пахотного горизонта почв близкая к нейтральной, что является благоприятной средой для большинства культурных растений. Однако содержание гумуса, основных элементов питания растения (нитратного азота и калия) в почве низкое. Почвы являются легкими по гранулометрическому составу, при распашке они быстро подвергаются процессам эрозии и дегумификации. Структура почвы комковато-мелкозернисто-пылеватая. Почвы являются малопродуктивными, использование под пашню малоэффективно. Наблюдается процесс восстановления естественной растительности. Возможно использование данной территории под пастбище.



Ключевой участок описания ландшафтов № 3 (рис. 1, таб.1, точка – 059) Координаты WGS 84 N 50°50,371 E 106°33,220) – шлейф склона вдоль дороги в Кяхту, залежь  $\approx$  до 25 лет. Разнотравная (хаме-родос прямостоячий, лапчатка бесстебельная, скабиоза растопыренная, зопник, полфнь венечная, кермек, вероника седая, лук тончайший, цымбария даурская, осока твердоватая) с доминированием полыни холодной и лапчатки пижмолистной с редким присутствием злаков (овсяница ленская, ковыль Крылова, житняк гребенчатый) ассоциация (рис. 3).

Стадия восстановления (достаточно высокая степень антропогенной деградации) разнотравного сообщества через доминирование полыни холодной и лапчатки пижмолистной с низким проективным покрытием и отсутствием ярусной дифференциации, с весьма низким присутствием злаков в структуре сообщества. Разнотравно-злаковая ассоциация непосредственного окружения залежи с доминированием злаков в ценозе и наличие подроста сосны обыкновенной дает возможность предположить формирование здесь полноценного фитоценоза, характерно для растительности переходной территории между лесостепью и степью Юго-Западного Забайкалья. Почва: агротемногумусовая (формула почвенного профиля PU-AUC). Реакция почв слабощелочная и близкая к щелочной из-за припахивания карбонатных почвообразующих пород. Содержание гумуса и основных элементов питания растений в почве достаточное (среднее и высокое). Состояние почв по агрофизическим параметрам удовлетворительное. Почвы являются пригодными для сельскохозяйственного использования. Необходим подбор сельскохозяйственных культур, нетребовательных к поливу.



Рис 2. Залежь днища межгорных распадков и шлейфов: а - лапчатка пижмолистная и полынь холодная доминируют в разреженных сообществах; б – комковато-мелкозернисто-пылеватая структура пахотного горизонта почв.



Рис 3. Залежь шлейфа склона: а - формирование разнотравно-злакового сообщества на залежи с перспективой формирования лесного типа сообщества при снятии пастбищного режима; б – комковато-мелкозернистая структура пахотного горизонта почв.

### Выводы

Запасы органического углерода в пахотном горизонте агротерноземов и аллювиальной агротемно-гумусовой почв заброшенных земель ключевого участка (Селенгинский район) соответствуют показателям южно-таежной зоны Российской Федерации

Для молодых залежей Юго-Западного Забайкалья, на стадии лугового фитоценоза, без сформировавшегося древостоя характерно высокое депонирование углерода. Это коррелирует с исследованиями молодых залежей (около 40 лет) в других природно-климатических зонах [1].

Почвенный покров молодых залежей, как крупный компонент биогеоценоза хорошо накапливает углерод, поддерживая биологический круговорот веществ.

*Работа выполнена в рамках бюджетных научных исследований учреждений БИП СО РАН, ИГ им. В.Б. Сочавы СО РАН, СИФИБР СО РАН (AAAA-A21-121012190055-7, AAA-A21-121011990023-1, AAAA-0347-2016-0002, 0347-2016-0003, AAAA-A17-107011810037-4).*

### Список литературы

1. Наквасина Е.Н., Шумилова И.Н. Динамика запасов углерода при формировании лесов на постагрогенных землях // Известия вузов. Лесной журнал, Архангельск. - 2021, №1.
2. «О методических указаниях по количественному определению объема поглощения парниковых газов». – Министерство природных ресурсов и экологии РФ от 30 июня 2017 г. 20-р. [Электронный ресурс]. <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71612096/> (дата обращения 14.10.2024)
3. Kamp J. Weighing up Reuse of Soviet Croplands // Nature. – 2014. – Vol. 505. – P. 483. <https://doi.org/10.1038/505483d>
4. Kurganova I.N., Telesnina V.M., Lopes de Gerenyu V.O., Lichko V.I., Karavanova E.I. The Dynamics of Carbon Pools and Biological Activity of Retic Albic Podzols in Southern Taiga during the Postagrogenic Evolution // Eurasian Soil Science. – 2021. - 3 (54). - P. 337-354
5. Lesiv M., See L., Laso Bayas J.C., Sturn T., Schepaschenko D., Karner M., Moorthy I., McCallum I., Fritz S. Characterizing the Spatial and Temporal Availability of Very High Resolution Satellite Imagery for Monitoring Applications // Earth System Science Data Discuss. - 2018, P. 1–24.
6. Meyfroidt P. et al. Middle-rang theories of land system change // Global Environmental Change. - 2018. - Vol. 53. - P. 52–67. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2018.08.006.
7. Queiroz C., Beilin R., Folke C., Lindborg R. Farmland Abandonment: Threat or Opportunity for Biodiversity Conservation? // A Global Review. Frontiers in Ecology and the Environment. – 2014. – Vol. 12(5). – P. 288–296.

УДК 528.9

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ КОЛЫМСКОЙ ВОДНО-БАЛАНСОВОЙ СТАНЦИИ

**А.И. Васильев**

*Институт мерзлотоведения СО РАН, Якутск, [vasilalex@mpi.ysn.ru](mailto:vasilalex@mpi.ysn.ru)*

## LANDSCAPES OF THE KOLYMA WATER-BALANCE STATION

**A.I. Vasiliev**

*Permafrost Institute SB RAS, Yakutsk, [vasilalex@mpi.ysn.ru](mailto:vasilalex@mpi.ysn.ru)*

Район исследований – Колымская водно-балансовая станция (КВБС) (рис. 1), находится на территории Магаданской области в Тенькинском районе, около 280 км к северу от побережья Охотского моря на Верхнеколымском нагорье в районе Итриканской гряды между реками Правый Интрикан и Инякан.



Рис. 1. Общий вид Колымской водно-балансовой станции. Фото Васильева А.И.

В 50-90-е годы XX в. были проведены комплексные исследования на водосборе ручья Контактный, который является типичным для этого региона и включает основное разнообразие растительности, почвогрунтов, и был признан наиболее подходящим для организации многолетних наблюдений за климатом и режимом водного баланса в зоне сплошного распространения ММП (многолетнемерзлых пород). С 1997 года водно-балансовые наблюдения на КВБС были законсервированы. Однако, с 2020 г. группой гидрологов Санкт-Петербургского государственного университета возобновлены мониторинг и комплексные

исследования на станции, куда включены и мерзлотно-ландшафтные исследования. В связи с этим для составления ландшафтной карты КВБС были проведены крупномасштабные ландшафтные съемки.

Летом 2021 г. автором были проведены полевые мерзлотно-ландшафтные исследования по выбранным ключевым участкам. Масштаб карты – 1:10 000 предполагал картографирование водосбора ручья Контактный на уровне типов урочищ. Был проведен комплекс камеральных работ, в ходе которого в предполевой период отдешифрированы космоснимки, составлены предварительная карта дешифровочных признаков и предварительная карта типов местности для работы в полевых условиях.

Согласно Ландшафтной карте СССР масштаба 1:2 500 000, территория КВБС находится в пределах горно-редколесных и стланиково-редколесных горных ландшафтов высотой от 900 до 1500 м сплошного распространения многолетнемерзлых пород (ММП) [1]. Общая площадь водосбора ручья Контактный составляет 21,5 км<sup>2</sup>. По литературным данным, мощность ММП на водораздельных массивах здесь достигает до 400 м, в днищах долин рек колеблется в пределах 80-150 м. Температура ММП в конце прошлого века в слое нулевых годовых колебаний составляла от -1,7 до -3,5 °С, средняя многолетняя температура воздуха – около -11,4 °С, среднее годовое количество осадков – 320 мм.

Вопросы выделения и картографирования мерзлотных ландшафтов освещены во многих публикациях [2, 3, 4]. Опыт предыдущих работ показал, что при картографировании типов урочищ в условиях сплошного распространения многолетнемерзлых пород наилучший результат получается при наложении двух слоев – рельефа и растительных сообществ. Это так называемый оверлей слоев цифровых (растровых или векторных) карт. В итоге при составлении ландшафтных карт в качестве критериев были использованы мезорельеф и группы растительных ассоциаций.

Ландшафтная съемка, производимая нами на каждом выделенном ландшафте (урочище), сопровождалась изучением состава древостоя – сомкнутости крон, определения высоты и диаметра стволов деревьев, а также второго яруса (подлеска), состоящего из кустарничковой растительности. Особое внимание уделялось травяно-кустарничковому ярусу с проективным покрытием и составом флоры, особенно на наличие мохового покрова с определением его мощности. Определены глубины сезонного протаивания с помощью металлического щупа на разных типах местности. Пройден ряд шурфов для определения литологического состава поверхностных отложений. Маршрутными исследованиями выявлены основные криогенные рельефообразующие процессы.

На карте растительных сообществ мы выделили основные типы лесов и другой растительности. Получилось 24 сообщества на уровне групп ассоциаций, существенно влияющих на мерзлотные условия. Контуры их скоррелированы с контурами на космоснимках. В геолого-геоморфологической части карты нами выделено 3 основных типов местности: плоскогорно-привершинный (1000-1300 м), горно-склоновый (900-1500 м) и горно-долинный (днища горных речек) (таблица).

Плоскогорно-привершинный – характеризуются приводораздельными выровненными участками рельефа с глыбовыми увалами средневысотных и низких хребтов (1000-1300 м), которые перекрыты чехлом элювиально-делювиальных отложений, представленных в основном щебенисто-глыбовым материалом с тонкодисперсным заполнителем. На выходах песчаников преобладают каменные развалы, многоугольники и «котлы кипения». Выположенные поверхности вершин заняты пятнами-медальонами, формирование которых всегда вызвано промерзанием избыточно увлажненного СТС. Структура этих типов местности на высоте 1200-1300 м определяются сочетанием тундр горных каменных кассиопейно-лишайниковых с единичными кедровыми стланиками, а ниже на высоте 1000-1200 м сочетанием тундр горных каменистых с зарослями кедрового стланика и ольховника рододендроново-багульниковые с листовенничными рединами, редколесьями с мохово-лишайниково-кустарничковым покровом.

Горно-склоновый – представляют крутые и средней крутизны склоны средневысотных и низких хребтов (900-1500 м), но преобладающую площадь занимают пологие склоны в нижней части, которые более увлажнены, чем верхние, вследствие дополнительного притока грунтовых вод СТС перекрытые делювиально-солифлюкционными отложениями с листовенничными рединами, редколесьями с кедровыми стланиками и влажными сфагновыми марями морошково-багульниково-осоковыми с глубиной сезонного протаивания от 0,15 до 0,3 м. На склонах разной высоты и экспозиции гидротермический режим пород различен. При этом на склонах северной экспозиции поддерживается более длительное увлажнение грунтов, вызванное конденсацией паров, наименьшим испарением влаги и регулируемое замедленным стаиванием снега на более высоких отметках, и наиболее низкая температура грунтов характерна для затененных и высоких склонов, где обычно с середины склонов произрастают в основном листовенничные редины с кедровыми стланиками и ерниками багульниково-рододендроновые сфагновые с глубиной сезонного протаивания от 0,2 до 0,35 м. Наибольшие экстремальные суточные и годовые колебания температур для склонов южной экспозиции, приводят к более интенсивному выветриванию горных пород. Поэтому на этих делювиальных и обвально-осыпных склонах при активном сносе мелкодисперсного материала широко развиты курумы – глыбовые накопления значительной мощности и площади в виде каменных полей, потоков. Они отмечаются на выходах песчаников, доломитов. На верхних частях склонов отмечены заросли

кедрового стланика с единичными лиственницами бруснично-багульниковые лишайниковые с глубиной сезонного протаивания от 0,15 до 0,3 м, ниже произрастают лиственничные редины, редколесья с кедровыми стланиками и ольховниками багульниково-рододендроновые сфагново-лишайниковые с глубиной сезонного протаивания от 0,12-0,2 м.

Таблица

Типы местности, растительные ассоциации и криогенные процессы КВБС

| Тип местности   | Растительные ассоциации  | Криогенные процессы и СТС, м  |
|---|--|---|
| 1. Плоскогорно-привершинный   | 1. Тундры горные каменистые кассиопейно-лишайниковые с редкими кедровыми стланиками и угнетенными лиственницами            | Криогенное выветривание, выпучивание глыб и щебня (пятна-медальоны), каменные потоки.             |
|   | 2. Тундры горные каменистые лишайниковые с единичными стланиками   |   |
|   | 3. Тундры горные каменистые с зарослями кедрового стланика и ольховника рододендрово-багульниковые                         |   |
|   | 4. Лиственничные редколесья в сочетании с тундрами горными с кедровыми стланиками шикшево-багульниковые лишайниковые       |   |
|   | 5. Заросли кедрового стланика кассиопейно-лишайниковые с каменными осыпями   |   |
| 2. Горно-склоновый  | 6. Заросли кедрового стланика с единичными лиственницами бруснично-багульниковые лишайниковые                              | Курумы, солифлюкция, термоэрозия, заболачивание, морозобойное растрескивание.<br>СТС - 0,15-0,4 м |
|   | 7. Заросли кедрового стланика бруснично-багульниковые сфагновые  |   |
|   | 8. Лиственничные редколесья с кедровыми стланиками и ольховниками бруснично-багульниковые лишайниковые                     |   |
|   | 9. Лиственничные редколесья с кедровыми стланиками и ольховниками багульниково-рододендрово-осоковые сфагново-лишайниковые |   |
|   | 10. Лиственничные редколесья с ерниками бруснично-багульниковые сфагново-лишайниковые                                      |   |
|   | 11. Лиственничные редколесья с кедровыми стланиками бруснично-багульниковые лишайниково-сфагновые                          |   |
|   | 12. Лиственничные редины с кедровыми стланиками и ольховниками бруснично-багульниковые лишайниковые                        |   |
|   | 13. Лиственничные редины на сфагновой мари морошково-багульниково-осоковые пушицевые                                       |   |
|   | 14. Лиственничные редины на лишайниково-сфагновой мари с ерниками морошково-багульниково-осоковые                          |   |
|   | 15. Лиственничные редины с ерниками багульниково-осоковые лишайниково-сфагновые  |   |
|   | 16. Лиственничные редины с кедровыми стланиками и ерниками багульниково-рододендрово-осоковые сфагновые                    |   |
|   | 17. Гари на кедровом стланике мертвопокровные с каменными осыпями  |   |
|   | 18. Гари на кедровом стланике мертвопокровные  |   |
|   | 19. Гари на лиственничных редколесьях и кедрового стланика мертвопокровные   |   |
| 20. Гари на лиственничных рединах с ерниками на лишайниково-сфагновой мари осоковые |  |   |
| 3. Горно-долинный (днища горных речек)  | 21. Лиственничные леса с ерниками и ивьяками багульниково-грушанково-осоковые лишайниково-зеленомошные                     | Морозобойное растрескивание, заболачивание.<br>СТС - 0,2-0,65 м                                   |
|   | 22. Лиственничные редколесья зеленомошно-сфагновые в сочетании с ивьяками и ольховниками осоковыми                         |   |
|   | 23. Луга разнотравно-осоковые с ивьяками кочковатые  |   |
|   | 24. Поймы мелких речек   |   |

Горно-долинный (днища горных речек) – приурочен к днищам горных долин мелких речек Контактный, Встреча, Угроза, Крутой и др. Речки, врезающиеся в галечники со слабо меандрирующими руслами. Фрагментарные участки пойменных полос встречаются лишь в относительно большие водотоки, как ручей Контактный и заняты разнотравно-осоковыми лугами с ивьяками. Такие участки сложены гравелистой супесью. Прирусловые косы и сухие тальвеги выполнены песчано-гравийно-галечными отложениями. Преобладающую площадь днищ мелких долин занимает низкая терраса, в разрезах отложений доминируют гравелистые супеси, которые заняты лиственничным лесом с ерниками и ивьяками багульниково-

грушанково-осоковыми. Широко распространен жильно-полигональный рельеф, а для более возвышенных участков характерен западный и мелкобугристый микрорельеф. Плоские слабодренированные поверхности заняты мелким кочкарником. Прерывистое распространение имеют сфагновые мари с листовенной рединой. Максимальная мощность СТС характерна для прирусловых полос и для сухих тальвегов водотоков. На большей части площади она варьирует от 0,4-0,65 м.

В заключительной части нами был обработан полевой материал и составлена окончательная цифровая ландшафтная карта на базе программы ArcGIS 10.1. (рис. 2). В разработке содержания карты были использованы материалы дешифрирования ландшафтных фаций и ландшафтного описания во время полевых работ. Она дает полную информацию по ландшафтным условиям территории КВБС. Расшифровка номеров легенды (комплексов) дается в таблице, где отражены криоиндикационные связи в типах местности, растительности, мощности сезонно-талого слоя и мерзлотно-геологических процессов.

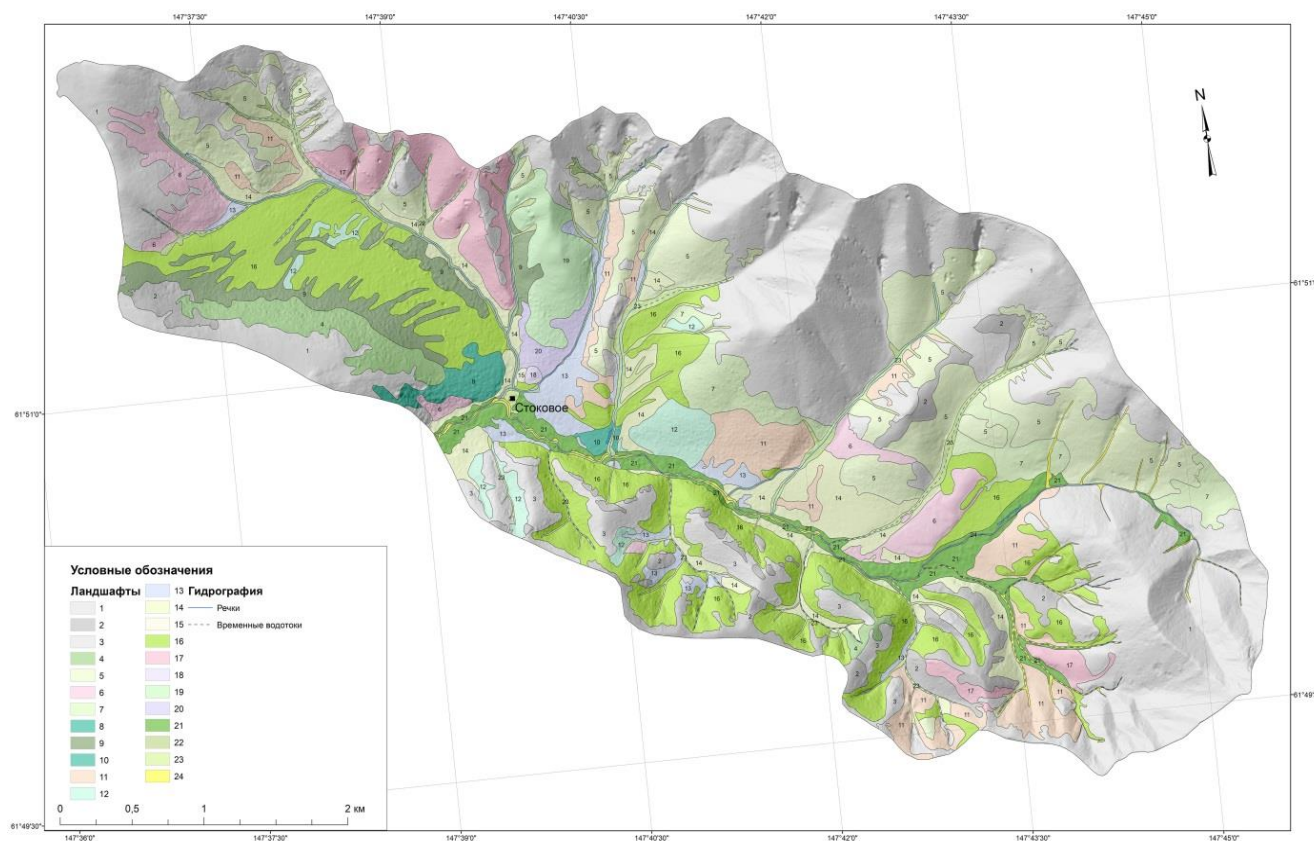


Рис. 2. Ландшафтная карта Колымской водно-балансовой станции.

Таким образом, наибольшее распространение из 24 ландшафтов получили следующие естественные природно-территориальные комплексы, прилегающие к Колымской водно-балансовой станции: тундры горные каменистые каспийско-лишайниковые с редкими кедровыми стланиками и угнетенными листовенницами (комплекс 1-1 – 33,8% от общей площади), заросли кедрового стланика с единичными листовенницами бруснично-багульниковые лишайниковые (комплекс 2-6 – 10,3% от общей площади), листовенничные редины на лишайниково-сфагновой мари с ерниками морошково-багульниково-осоковые (комплекс 2-14 – 4,9% от общей площади), листовенничные редколесья с кедровыми стланиками бруснично-багульниковые лишайниково-сфагновые (комплекс 2-11 – 4,6% от общей площади), гари на кедровом стланике мертвопокровные с каменными осыпями (комплекс 2-17 – 3,06% от общей площади).

### Список литературы

1. Ландшафтной карты СССР масштаба 1:2 500 000 / Под ред. И. С. Гудилина. – М: Министерство геологии СССР, Гидроспецгеология, 1980.
2. Мельников Е. С., Вейсман Л. И., Москаленко Н. Г. и др. Ландшафты криолитозоны Западно-Сибирской газонной провинции. – Новосибирск: Наука, 1983. – 165 с.
3. Мерзлотные ландшафты Якутии (Пояснительная записка к Мерзлотно-ландшафтной карте Якутской АССР масштаба 1:2 500 000) / Федоров А. Н., Ботулу Т. А., Варламов С. П. и др. – Новосибирск: ГУГК, 1989. – 170 с.
4. Федоров А. Н. Мерзлотные ландшафты Якутии: методика выделения и вопросы картографирования. – Якутск: Ин-т мерзлотоведения СО РАН СССР, 1991. – 140 с.

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОДОСБОРНОГО  
БАССЕЙНА РЕКИ АНМАНГЫНДА****А.И. Васильев***Институт мерзлотоведения СО РАН, Якутск, vasilalex@mpi.ysn.ru***CURRENT STATE OF MOUNTAIN LANDSCAPES IN THE ANMANGYND  
RIVER DRAINAGE BASIN****A.I. Vasiliev***Permafrost Institute SB RAS, Yakutsk, vasilalex@mpi.ysn.ru*

В последние десятилетия в связи с потеплением климата в районах Крайнего Севера наблюдаются изменения водного баланса криолитозоны и уменьшение площади наледей. Типичным примером этого может служить гигантская Анмангындинская наледь (общая площадь около 8 км<sup>2</sup>), которая расположена в бассейне р. Анмангында, впадающей в р. Колыму.

В 60–90-е годы XX в. гидрографической партией п. Усть-Омчуг Магаданской области велись гидролого-климатические исследования на данной наледи. Был получен длительный ряд наблюдений продолжительностью более 30 лет. В 2020 г. группой гидрологов Санкт-Петербургского государственного университета возобновлены мониторинг и комплексные исследования природной среды в бассейне р. Анмангында, куда включены и мерзлотно-ландшафтные исследования. В связи с этим для составления ландшафтной карты данного района были проведены крупномасштабные ландшафтные съемки.

Летом 2021 г. автором были проведены полевые мерзлотно-ландшафтные исследования по выбранным ключевым участкам. Масштаб карты – 1:10 000 предполагал картографирование водосбора на уровне типов урочищ. Был проведен комплекс камеральных работ, в ходе которого в предполевой период отдешифрированы космоснимки, составлены предварительная карта дешифровочных признаков и предварительная карта типов местности для работы в полевых условиях.

Согласно Ландшафтной карте СССР масштаба 1:2 500 000, водосбор р. Анмангында (общая площадь около 376 км<sup>2</sup>) расположен в пределах горно-редколесных и стланиково-редколесных ландшафтов высотой от 800 до 1500 м сплошного распространения многолетнемерзлых пород (ММП) [1, 2]. По литературным данным, мощность ММП на водораздельных массивах здесь достигает 300–400 м, в днищах долин рек колеблется в пределах 80–150 м. Температура ММП в конце прошлого века в слое нулевых годовых колебаний составляла от –1,7 до –3,5 °С, средняя многолетняя температура воздуха – около –11 °С, среднее годовое количество осадков – 300 мм.

Вопросы выделения и картографирования мерзлотных ландшафтов освещены во многих публикациях [3, 4, 5]. В качестве основных критериев в них выступают геокриологические характеристики. Такой подход позволяет более детально производить прикладные и экологические оценки ландшафтов. В настоящей работе за основу классификационных построений взята методика картографирования мерзлотных ландшафтов, разработанная в Институте мерзлотоведения СО РАН [5].

Ландшафтная съемка, производимая нами на каждом выделенном ландшафте (урочище), сопровождалась изучением состава древостоя – сомкнутости крон, определения высоты и диаметра стволов деревьев, а также второго яруса (подлеска), состоящего из кустарничковой растительности. Особое внимание уделялось травяно-кустарничковому ярусу с проективным покрытием и составом флоры, особенно на наличие мохового покрова с определением его мощности.

На карте растительных сообществ мы выделили основные типы лесов и другой растительности. Получилось 20 сообществ на уровне групп ассоциаций, существенно влияющих на мерзлотные условия. Контуры их скоррелированы с контурами на космоснимках.

В геолого-геоморфологической части карты нами выделено 5 основных типов местности: горно-вершинный (1200–1500 м), плоскогорно-привершинный (1000–1200 м), горно-склоновый (800–1200 м), горно-долинный (днища горных рек) и горно-долинный террасовый (таблица 1).

Горно-привершинный тип местности (1200–1500 м) представлен среднегорьем на выходах интрузивных и эффузивных образований с узкими гребневидными и пикообразными, со снежниками с небольшими выровненными площадками, которые в основном представлены пустынями горными лишайниковыми и тундрами кустарничковыми каменистыми с редкими кедровыми стланиками. Для вершин среднегорий характерны крупноглыбовый элювий и выходы сильно трещиноватых скальных пород из известняков палеозоя, интрузивов, изверженных образований. В основном они лишены растительности, лишь местами встречаются накипные лишайники и единичные кедровые стланики.

Плоскогорно-привершинный тип местности (1000–1200 м) характеризуются исключительной выровненностью. Наиболее сглаженные широкие вершины (от 1000 до 1100 м) преобладают на осадочных

породах. Узкие полого-выпуклые и куполообразные вершины в интервале высот 1100–1200 м встречаются на выходах интрузивов, метаморфизованных осадочных пород. Элювий из устойчивых к выветриванию пород представлен глыбой, дресвой с незначительным включением супесчаного материала. Здесь широко развиты каменные многоугольники и «котлы кипения». Центральные части каменных многоугольников закреплены лишайниково-кустарничковым покровом. В силу увлажненности слабодренированных плоских выровненных поверхностей, широко распространены пятна-медальоны и мелкобугристый микрорельеф. Более высокие вершины покрывают тундры горные каменистые кассиопейно-лишайниковые с редкими кедровыми стланиками и угнетенными лиственницами, вершины ниже – заросли кедрового стланика и ольховника. На широких плосковершинных междуречных водоразделах, сложенных глинистыми сланцами, элювий состоит из суглинистого материала с включением плитчатого щебня и глыб. Большую часть площади занимают лиственничные редколесья и горные тундры с кедровыми стланиками. В щебенистых суглинках с залесенной поверхностью и в грубообломочном элювии под зарослями кедрового стланика и ольхи мощность сезонно-талого слоя составляет от 0,9 до 1,3 м.

Для горно-склонового типа местности (800–1200 м) характерны различной крутизны и экспозиции склоны средневысотных и низких хребтов. Так, резкое обособление горных сооружений от опущенных блоков (межгорных впадин) ведет к развитию преимущественно крутых склонов ( $i > 40^\circ$ ) даже в условиях низкогорья. В образовании крутых склонов господствующую роль играет петрографический состав пород, что определяет их устойчивость к криогенному выветриванию, поэтому крутые склоны преобладают там, где развиты твердые юрские песчаники, интрузивные и эффузивные породы. Пологие склоны отмечаются на выходах триасовых песчано-сланцевых пород и присущи лишь предгорным переходным зонам от областей денудации к области аккумуляции. На склонах южной экспозиции, характеризующихся наибольшими экстремумами амплитуд суточных и годовых колебаний температур грунтов, развиты курумы. Продукты сноса скапливаются у подножий склонов в виде коллювиальных и пролювиальных шлейфов, мощность которых измеряется десятками метров. Склоновые отложения активного денудационного сноса не дают возможности закрепиться растительности в гольцовом и подгольцовом поясах. Лишь в краевых низкогорьях, где ослаблен снос материала, склоны закреплены растительностью. Там нижний сфагново-лишайниковый лиственничный редколесный пояс с глубиной протаивания 0,3–0,6 м вверх по склону сменяется густыми зарослями кедрового стланика. Склоны северной экспозиции, как правило, характеризуются избыточным увлажнением и суровым термическим режимом. Горные породы на таких склонах менее поддаются выветриванию, чем на склонах других экспозиций. Преобладающая часть площади затененных склонов закреплена лишайниково-сфагновыми лиственничными редианами с редкими кедровыми стланиками и ольховниками с жильно-полигональным рельефом с глубиной протаивания от 0,3 до 0,5 м. На таких склонах повсеместно развивается покровная солифлюкция, прерываемая по ложбинам каменными потоками.

Горно-долинный тип местности (днища горных речек) представлен днищами горных долин мелких речек и как элемент рельефа занимает незначительные площади. Глубина вреза днища долин в низовьях – 10 м и более. В верховьях долины слабо разработаны, и врез их днища измеряется первыми метрами, где пойменные участки высотой 1–2 м сложены супесью, крупнозернистым песком, дресвой и щебнем. Грунты СТС увлажнены выше полной влагоемкости. Верховья речек, образующие ложбины стока, заняты зеленомошно-сфагновым покровом и густой зарослью ивняка, и ольховника. В низовьях водотоков отмечаются фрагментарные уровни поймы и низкой надпойменной террасы. Эти участки вниз по течению несколько расширяются и постепенно заболачиваются. На их поверхности характерен мелкобугристый, местами – мелкопочварниковый микрорельеф с сфагново-осоковым покровом. Участки надпойменной террасы, встречающиеся в низовьях долин, сложены супесью, дресвой и щебнем. На поверхности с мелкобугристым микрорельефом произрастает лиственничный лес с ерниками и ивняками багульниково-грушанково-осоковыми зеленомошными. Повсеместное значительное увлажнение грунтов и сплошное моховое покрытие поверхностей предопределяет формирование СТС мощностью 0,4–0,6 м. Резко отличные значения глубины сезонного протаивания грунтов от 0,9 до 1,1 м отмечены вне развития мохового покрова – на песчано-гравийных прирусловых косах.

Горно-долинный террасовый тип местности характерен для значительных площадей в межгорных впадинах. Низкая пойма развита узкой полосой вдоль русел и расширяется лишь на участках формирования гигантских наледей, приуроченных к зонам глубинных разломов. Участки низкой поймы сложены в прирусловой части гравийно-галечными песками с наледными полянами и с фрагментами лиственничных лесов в сочетании с участками чозениевых, тополевых лесов и ивняками.

В заключительной части работы нами был обработан полевой материал и составлена окончательная цифровая ландшафтная карта на базе программы ArcGIS 10.1. (рисунок 1). В разработке содержания карты были использованы материалы дешифрирования ландшафтных фаций и ландшафтного описания во время полевых работ. Она дает полную информацию по ландшафтным условиям территории водосбор-

ного бассейна р. Анмангында. Расшифровка номеров легенды (комплексов) дается в таблице, где отражены криоиндикационные связи в типах местности, растительности, мощности сезонно-талого слоя и мерзлотно-геологических процессов.

Таким образом, исследуемая территория Амангындинской наледи относится к северотаежным ландшафтам. На водосборе р. Анмангынды доминируют леса из даурской лиственницы, а в подлеске господствует кедровый стланик. Лесной ландшафт горных хребтов и нагорий переходит в каменистые тундры и пустыни на высоте 1000–1500 м (39,2 % от общей площади), а местами – в многолетние снежники. Сфагновые мари с лиственничными рединами (30,4% от общей площади) покрывают только нижние части склонов и речные горные долины. Более густые (уремные) леса из лиственницы, душистого тополя и чозении (1,6 % от общей площади) произрастают на пойменных террасах. Верхняя граница древесной растительности местами достигает около 1000–1200 м. Выше вершины заняты различными вариантами горных каменистых тундр. Амангындинская наледь с наледными полянами в период своего максимального развития достигает до 7,7 % от общей площади. Глубины сезонного протаивания в зависимости от положения на склоне и ландшафта меняется от 0,3 до 1,1 м. Сток ручьев происходит с мая по октябрь, а формируются они исключительно за счет вод СТС и поверхностного стока.

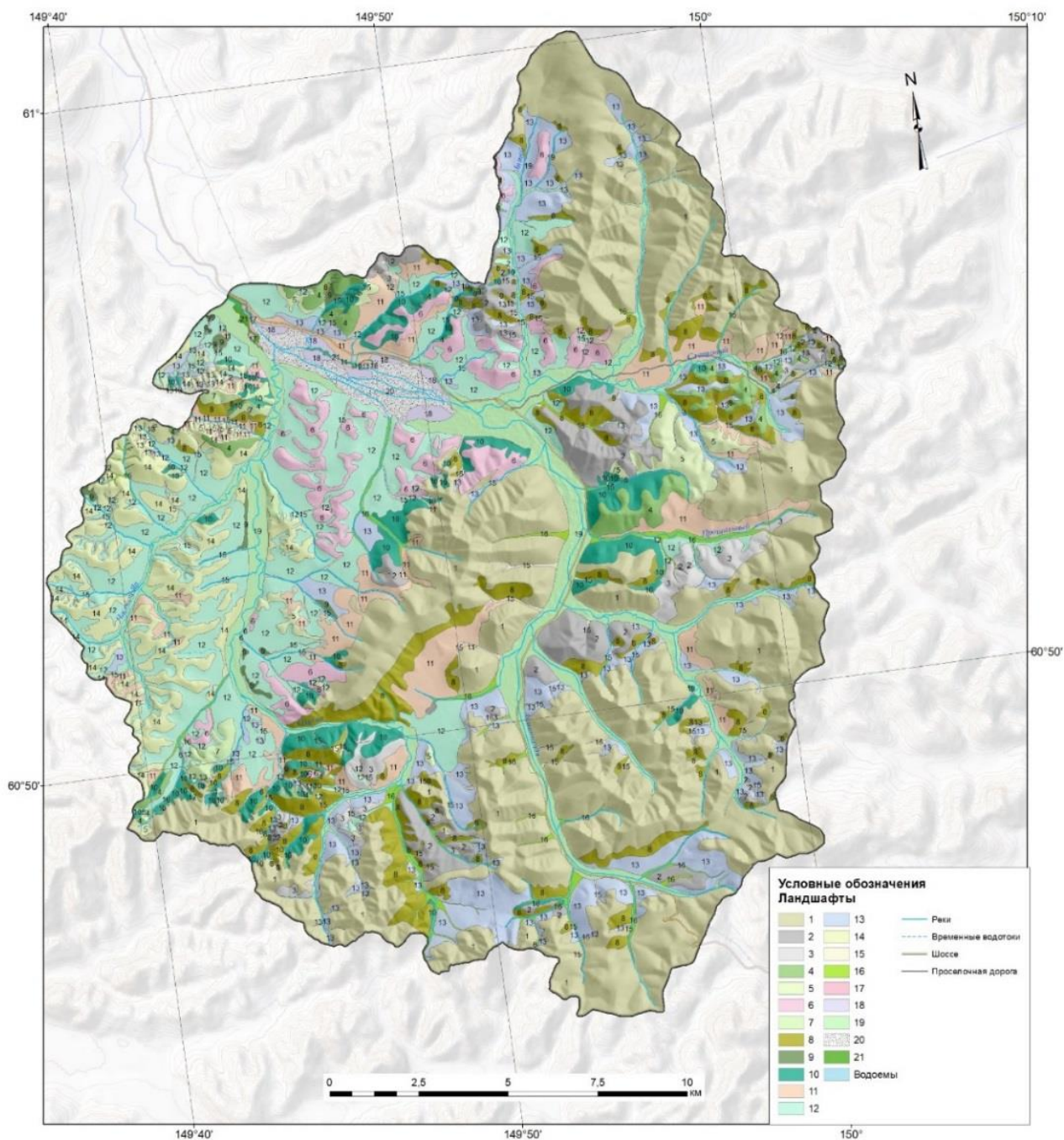


Рис. 1. Ландшафтная карта водосборного бассейна реки Анмангында масштаба 1:10 000.



Типы местности, растительные ассоциации и криогенные процессы водосборного бассейна реки Анмангында

| Тип местности                          | Растительные ассоциации  | Криогенные процессы и СТС, м  |
|--|--|---|
| 1. Горно-привершинный                  | 1. Пустыни горные эпилитно-лишайниковые каменистые с единичными кедровыми стланиками<br>2. Тундры горные лишайниковые и кустарничковые каменистые с редкими кедровыми стланиками<br>3. Заросли кедрового стланика кассиопейно-лишайниковые и мертвопокровные   | Криогенное выветривание, снежники   |
| 2. Плоскогорно-привершинный            | 4. Тундры горные каменистые кассиопейно-лишайниковые с редкими кедровыми стланиками и угнетенными лиственницами<br>5. Тундры горные каменистые с зарослями кедрового стланика и ольховника рододендрово-багульниковые<br>6. Лиственничные редколесья в сочетании с тундрами горными с кедровыми стланиками шикшево-багульниковые лишайниковые<br>7. Заросли кедрового стланика кассиопейно-лишайниковые с каменными осыпями  | Криогенное выветривание, выпучивание глыб и щебня (пятна-медальоны), каменные потоки. СТС – 0,9-1,3 м |
| 3. Горно-склоновый                     | 8. Заросли кедрового стланика с единичными лиственницами бруснично-багульниковые лишайниковые<br>9. Заросли кедрового стланика бруснично-багульниковые сфагновые<br>10. Лиственничные редколесья с кедровыми стланиками и ольховниками бруснично-багульниковые сфагново-лишайниковые<br>11. Лиственничные редколесья с кедровыми стланиками лишайниковые в сочетании со сфагновой марью морошково-багульниково-осоковые пушицевые<br>12. Лиственничные редколесья на лишайниково-сфагновой мари с ерниками морошково-багульниково-осоковые<br>13. Лиственничные редколесья с кедровыми стланиками и ерниками багульниково-рододендрово-осоковые сфагново-лишайниковые<br>14. Гари на лиственничных редколесьях и кедровом стланике мертвопокровные | Курумы, солифлюкция, термоэрозия, заболачивание, морозобойное растрескивание. СТС - 0,3-0,6 м         |
| 4. Горно-долинный (днища горных речек) | 15. Лиственничные редколесья зеленомошно-сфагновые в сочетании с ивняками и ольховниками осоковые<br>16. Лиственничные леса с ерниками и ивняками багульниково-грушанково-осоковые лишайниково-зеленомошные  | Морозобойное растрескивание, заболачивание. СТС - 0,4-1,1 м   |
| 5. Горно-долинный террасовый           | 17. Лиственничные редколесья и редколесья ерниковые кустарничково-зеленомошные в сочетании с участками чозениевых и тополевых лесов, ерников и сфагновой мари<br>18. Разнотравно-кустарничковые ерниковые наледные поляны с единичными лиственницами и чозениями<br>19. Пойма рек и ее притоков в сочетании с лиственничными редколесьями с участками чозениевых и тополевых лесов, ивняками и лугами<br>20. Наледь<br>21. Каменистые русла рек с участками чозениевых и тополевых лесов с ивняками разнотравными  | Наледеобразование, заболачивание, морозобойное растрескивание, морозное пучение                       |

*Работа выполнена при поддержке проекта Санкт-Петербургского государственного университета «Комплексная оценка естественных и антропогенных факторов интенсификации водообменных процессов криолитозоны в условиях изменения климата» (проект № 38376534).*

### Список литературы

1. Васильев А.И. Современное состояние ландшафтов Колымской водно-балансовой станции // Мониторинг в криолитозоне: сборник докладов Шестой конференции геокриологов России с участием российских и зарубежных ученых, инженеров и специалистов. – М., 2022. – С. 152.
2. Ландшафтная карта СССР масштаба 1:2 500 000 / Под ред. И.С. Гудилина. – М: Министерство геологии СССР, Гидроспецгеология, 1980.
3. Мельников Е.С., Вейсман Л.И., Москаленко Н.Г. и др. Ландшафты криолитозоны Западно-Сибирской газоносной провинции. – Новосибирск: Наука, 1983. – 165 с.
4. Мерзлотные ландшафты Якутии (Пояснительная записка к Мерзлотно-ландшафтной карте Якутской АССР масштаба 1:2 500 000) / Федоров А.Н., Ботулу Т.А., Варламов С.П. и др. – Новосибирск: ГУГК, 1989. – 170 с.

5. Федоров А.Н. Мерзлотные ландшафты Якутии: методика выделения и вопросы картографирования. – Якутск: Ин-т мерзлотоведения СО РАН СССР, 1991. – 140 с.

УДК 911.52 : 551.482.214 (571.53)

**ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ГЕОСИСТЕМ ВЕРХНЕГО ПРИАНГАРЬЯ:  
РАЗНООБРАЗИЕ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ**

**Н.В. Власова, И.Б. Воробьева, И.А. Белозерцева**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск,  
vlasova@irigs.irk.ru, Irina-Vorobyeva@yandex.ru, belozia@mail.ru*

**THE MAIN COMPONENTS OF THE GEOSYSTEMS OF THE UPPER ANGARA REGION:  
DIVERSITY, CURRENT STATE**

**N.V. Vlasov, I.B. Vorobyeva, I.A. Belozertseva**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, vlasova@irigs.irk.ru,  
Irina-Vorobyeva@yandex.ru, belozia@mail.ru*

Важнейшие задачи географии и геоэкологии в этом плане – обоснование и разработка мероприятий по предупреждению (или минимизации) снижения качества среды обитания человечества и возникновения экологических рисков. Для этого необходимы контроль за состоянием компонентов природы и прогнозирование их изменений, чему должен служить геоэкологический мониторинг.

Настоящая работа является продолжением ландшафтно-геохимических исследований на территории Верхнего Приангарья, начатых под руководством В.А. Снытко в 2004 г. [9]. Главная цель данной публикации – характеристика современного состояния почв и водотоков правобережья р. Ангары от ее истока до устьевого участка р. Иды.

Приоритетная роль в пространственной дифференциации вещества и структурно-функциональной организации ландшафтов принадлежит речным долинам. Это сложные взаимосвязанные системы природных комплексов, где возможно наблюдать продвижение вещества с водами из южных ландшафтов на север. Долинные комплексы р. Ангары в ее верхнем течении, согласно схеме физико-географического районирования юга Средней Сибири, предложенной В.А. Снытко и Т.И. Коноваловой [11], относятся к Предсянской горно-таежной и Верхнеприангарской подгорной подтаежной провинциям. Ландшафтные различия на столь небольшой по протяженности территории обусловлены ее тектоническим строением. Область исследования – от истока Ангары (пос. Листвянка) до впадения в нее р. Иды (дер. Каменка) – располагается на примыкающих друг к другу Байкальской рифтовой зоне и южном выступе Сибирской платформы (Иркутский амфитеатр), которыми и определяются основные орографические и ландшафтные единицы.

Ландшафты Байкальской рифтовой зоны представлены сосново-лиственничными рододендровыми травяно-брусничными лесами равнинно-увалистых, предгорных и горных территорий в сочетании с долинными болотами с елью и кедром. Для Иркутского амфитеатра типичны сосновые с рододендром даурским травяные леса и остепненные территории на возвышенно-равнинных, склоновых и низкоравнинных поверхностях в сочетании с долинным комплексом лугов и травяных парковых редколесий [8].

В соответствии с почвенно-экологическим районированием [4], территория относится к трем округам: Приморскому и Лено-Ангарскому Прибайкальской провинции, и Иркутско-Черемховскому провинции Иркутского амфитеатра. Согласно административному делению Иркутской области, территория исследования принадлежит Иркутскому и Боханскому районам, различающимся по природно-климатическим условиям, которые в первом более благоприятны для лесохозяйственной деятельности, а во втором районе – для земледелия.

Объектами исследования являются природные комплексы бассейна Ангары (правобережье), а также правого берега Иркутского водохранилища.

Среди почв средне- и низкогорных Приморского и Лено-Ангарского округов преобладают дерново-подзолистые в сочетании с подзолистыми, торфяно-подзолами, подбурами оподзоленными, дерново-подбурами, серыми, буроземами грубогумусовыми, торфяно-криоземами, темногумусовыми и серогумусовыми. По долинам рек распространены почвы аллювиальные гумусовые, слоисто-аллювиальные (гумусовые), аллювиальные торфяно-глеевые и аллювиальные перегнойно-глеевые. Аллювиальные гумусовые и темногумусовые почвы на низких выровненных поверхностях долин крупных рек, частично пригодные для ведения сельского хозяйства, занимают менее 1 % территории.

Почвенный покров равнинного Иркутско-Черемховского округа представлен серыми, темногумусовыми, черноземами, дерново-подзолистыми и подзолисто-глеевыми почвами. Также здесь встречаются перегнойно-гидроморфические, гумусово-гидроморфические и торфяные зутрофные почвы. По долинам

рек сформировались почвы аллювиального отдела. Большие площади черноземов, серых и темногумусовых почв ранее были распаханы, но в настоящее время эти пашни заброшены [5]. Почвы в основном средне- и маломощные, преимущественно суглинистые, в зависимости от пород кислые, нейтральные или слабощелочные. Многолетняя мерзлота на территории округов отсутствует.

Работы на данном маршруте с расширением территории исследования ведутся в режиме мониторинга в период весна – осень с 2009 г.

Аналитические работы проводятся в лаборатории геохимии ландшафтов и химико-аналитическом центре Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (Иркутск) по стандартизованным методикам на современном аналитическом оборудовании [1-3,12,13].

Физико-химические свойства естественных и антропогенно нарушенных почв обуславливают интенсивность миграции и аккумуляции загрязняющих веществ. Рассмотрим показатели почв ключевых участков. Дерново-подзолистые, серые и почвы аллювиального отдела, а также их антропогенные аналоги на большинстве ключевых участков Иркутского района имеют близкую к нейтральной реакцию, редко кислую ( $pH_{\text{водн}}$  от 7,4 до 5,6). Почвы ключевых участков Боханского района в основном слабощелочные, иногда встречаются нейтральные ( $pH_{\text{водн}}$  6,4–8,3).

Содержание органического углерода колеблется от 1,5–1,8 % (агроземы и аллювиальные гумусовые) под луговой и культурной растительностью до 3,5–15,1 % (черноземы и аллювиальной торфяно-глеевой) под степной и лугово-болотной растительностью. В большей части исследованных почв эти показатели имеют значения выше среднего – 2,9–4,7 %. В агроземе под паром (Боханский район) и в аллювиальной гумусовой почве (Иркутский район) зафиксировано самое низкое содержание  $C_{\text{орг}}$ .

Концентрация одного из основных элементов питания растений – подвижных форм фосфора – в гумусовых горизонтах почв большинства ключевых участков варьирует от очень низкого до среднего уровня (4–87 мг/кг). Аномально высокое содержание  $P_2O_5$  (704–1078 мг/кг) обнаружено в залежах на пониженных элементах рельефа в долине р. Иды (дер. Морозова Боханского района), что может быть связано с былым нерациональным внесением минеральных фосфорных удобрений. Большинство изученных почв имеют очень низкий и низкий уровень содержания подвижных форм калия (40–150 мг/кг). Высокий и средний (более 200 мг/кг) уровень концентрации установлены в почвах, которые выделились по высокому содержанию  $K_2O$ , что может быть связано с разнообразием пород, излишним внесением минеральных удобрений и повторяющимися пожарами. Содержание аммиачного азота в верхних горизонтах колеблется от 3 до 39 мг/кг. Концентрация нитратов в почвах не превышает гигиенической нормы (130 мг/кг). На территории Иркутского района показатели низкие (0,7–3,6 мг/кг). Самые высокие значения нитратов – до 82,8 мг/кг – встречаются на залежах вблизи заброшенных крупных скотоводческих ферм (дер. Морозова, с. Вершина).

В торфяно-минеральных, глеевых и дерновых горизонтах почв аллювиального отдела побережья Иркутского водохранилища и устья р. Ангара выявлено повышенное содержание Ti, Mo, Pb, Zn и Co – до 4026, 11, 32, 122 и 35 мг/кг соответственно. Также в дерновом горизонте почв среднесуглинистого состава долины р. Куды обнаружена высокая концентрация никеля – до 114 мг/кг. Содержание свинца, никеля, цинка и кобальта в почвах исследуемого района находится на уровне или превышает ПДК [10]. В торфяных, темногумусовых, карбонатных горизонтах почв Боханского района более тяжелого гранулометрического состава накопились Ba, Mo, V, Zn, Sr и Cd – до 703, 11, 124, 80, 267 и 0,6 мг/кг соответственно. Концентрации цинка и кадмия в почвах превышают санитарно-гигиенические нормы. Если рассматривать фоновое содержание микроэлементов, то концентрации Ba, V и Sr в почвах Боханского района выше, чем в Иркутском районе, что связано с почвообразующими породами. Содержание нефтепродуктов в почвах Иркутского района превышает фоновое [7] – варьирует от 2 до 294 мг/кг, в Боханском районе низкое – от 0 до 11 мг/кг. Высокие показатели выявлены в почвах вблизи крупных автомагистралей и побережья Иркутского водохранилища.

Наиболее подвижным компонентом природной среды являются водотоки, они быстро реагируют на любое внешнее воздействие как природного, так и техногенного характера. Актуальная реакция воды на территории Байкальской рифтовой зоны в осенний период изменяется от нейтральной до слабощелочной ( $pH$  7,16–7,92), а на территории Иркутского амфитеатра значения колеблются от 8,18 до 8,43 (слабощелочные). По сравнению с 2004 г. в 2023 г. отмечено увеличение значения  $pH$  поверхностных вод в условиях Байкальской рифтовой зоны на 1,7 ед., а в южной части Сибирской платформы оно незначительно [9]. В то же время величина  $pH$  в Ангаре изменилась незначительно – от 8,15 до 8,18, также наблюдалось увеличение показателя на 0,83 ед. Это равномерное распределение имеет место и в электропроводности: на истоке – 130,6, а ниже – 125,3 мкСм/см. По данной характеристике реки сопряженных территорий также различаются. Воды притоков, впадающих в Ангару, в ее верхнем течении обладают электропроводностью от 99,3 до 177,1 мкСм/см (за исключением р. Большой с показателем 56,2, что могло оказаться результатом полноводности водотока в период отбора проб). Реки Иркутского амфитеатра показывают более высокие показатели – от 331 до 714 мкСм/см.

Четкое разделение основных ионов выражено у гидрокарбонатов, сульфатов, фторидов, катионов кальция и магния. Высокие значения хлорид-ионов и натрия выявлены в реках Куде и Балее, фосфат-ионов – в реках Олонке и Тарасе. Река Большая выделяется среди рек Байкальской рифтовой зоны значительным содержанием кальция и магния, а залив Чертугеевский – калия. Водотоки, впадающие в Ангару в ее верховьях, отличаются высоким содержанием аммония. Сравнение полученных результатов с данными 2004 г. показало, что за 20-летний период увеличилось содержание гидрокарбонатов, сульфатов, кальция и магния, и уменьшилось – хлоридов, аммония, натрия и калия [9].

Выявлено, что в основном все определяемые элементы присутствуют в образцах в той или иной степени, распределение марганца, алюминия, меди, ванадия, хрома, кобальта и кадмия по водотокам колеблется в одних и тех же пределах. В то же время реки Байкальской рифтовой зоны имеют более высокие концентрации железа, кремния, цинка и титана, а Иркутского амфитеатра – бария, никеля и стронция. В р. Королок наблюдается достаточно высокое содержание железа в течение всего года, но превышение ПДК отмечено только в осенний период [6]. Незначительное превышение ПДК отмечается и для стронция в р. Иде в окрестностях пос. Бохан. Появление в реках Королок, Еловая, Тараса и Ида (в районе пос. Бохан) свинца со значительным превышением ПДК связано с его высоким фоновым содержанием в почвах Боханского района.

**Заключение.** Полученные данные подтверждают различие физико-химических свойств почв, сформированных в Байкальской рифтовой зоне и Иркутском амфитеатре. Вследствие этого наблюдаются и неодинаковые условия аккумуляции и миграции загрязняющих веществ в почвах. Биогеохимическими барьерами на пути миграции загрязняющих веществ выступают органические и суглинистые горизонты почв. Концентрации тяжелых металлов в почвах побережья Иркутского водохранилища, долины р. Куды, долины р. Иды у с. Вершина превышают санитарно-гигиенические нормы. Фоновое содержание ряда микроэлементов в почвах Боханского района выше, чем в почвах Иркутского района, что связано с составом почвообразующих пород.

Динамика гидрохимических характеристик водотоков за 20-летний период указывает на возрастание антропогенного воздействия. Увеличилось содержание тяжелых металлов в воде рек Верхнего Приангарья, изменились кислотно-щелочные условия, повысилось содержание гидрокарбонатов, сульфатов, кальция и магния. Однако следует отметить уменьшение количества ионов хлора и аммония в водах рек, что может говорить об улучшении качества очистки хозяйственно-бытовых сточных вод.

*Работа выполнена за счет средств государственного задания (АААА–А21–121012190055–7, FWEM–2021–0002).*

### Список литературы

1. Агрохимические методы исследования почв / Отв. ред. А.В. Соколов. – М.: Наука, 1975. – 656 с.
2. Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцева Б.А. Руководство по химическому анализу вод суши. – Л.: Гидрометеоиздат, 1973. – 269 с.
3. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. – 487 с.
4. Белозерцева И.А., Сороковой А.А. Почвенно-экологическое районирование Байкальского региона // Геодезия и картография. – 2018. – Т. 79, № 10. – С. 54–64.
5. Белозерцева И.А., Зверева Н.А., Скосырский Н.А., Козин А.В. Состояние плодородия почв Предбайкалья // Биосфера. – 2023. – № 3. – С. 220–228. – DOI: 10.24855/biosfera.v15i3.815
6. Воробьева И.Б., Власова Н.В., Белозерцева И.А., Воробьев А.Н. Иркутское водохранилище: история и современное состояние по геохимическим показателям // Водные ресурсы. – 2024. – Т. 51, № 2. – С. 179–190.
7. Гребенщикова В.И., Лустенберг Э.Е., Китаев Н.А., Ломоносов И.С. Геохимия окружающей среды Прибайкалья. Байкальский геоэкологический полигон. – Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2008. – 234 с.
8. Михеев В.С., Ряшин В.А. Ландшафты юга Восточной Сибири. Карта м-ба 1:1 500 000. – М.: ГУГК, 1977. – 4 л.
9. Нечаева Е.Г., Снытко В.А., Напрасникова Е.В., Коновалова Т.И., Власова Н.В. Индикационная роль долинных геосистем в ландшафтно-геохимической оценке Верхнего Приангарья // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2010. № 2. – С. 90–99.
10. СанПиН 1.2.3685–21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс]. – [https://ds278-krasnoyarsk-r04.gosweb.gosuslugi.ru/netcat\\_files/19/8/SP123685\\_21\\_0.pdf](https://ds278-krasnoyarsk-r04.gosweb.gosuslugi.ru/netcat_files/19/8/SP123685_21_0.pdf) (дата обращения 10.04.2024).
11. Снытко В.А., Коновалова Т.И. Устойчивость и антропогенная трансформация таежных геосистем юга Средней Сибири // Сиб. экол. журн. – 2005. – Т. 12, № 4. – С. 651–661.
12. Теория и практика химического анализа почв / Ред. Л.А. Воробьева. – М.: ГЕОС, 2006. – 399 с.
13. Шпейзер Г.М., Минеева Л.А. Руководство по химическому анализу вод. – Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 2006. – 55 с.

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ НА ПРИМЕРЕ  
ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ТОМСКОГО РАЙОНА**

**И.Г. Грачев, Э.М. Бисирова, А.Н. Никифоров, Н.В. Климова, И.А. Керчев**  
*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск,  
grachevimces@gmail.com*

**ENERGY ASSESSMENT OF ECOLOGICAL CAPACITY ON THE EXAMPLE  
OF FOREST ECOSYSTEMS OF THE TOMSK REGION**

**I.G. Grachev, E.M. Bisirova, A.N. Nikiforov, N.V. Klimova, I.A. Kerchev**  
*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems (IMCES) SB RAS, Tomsk*

Решение современных проблем рационального природопользования и обеспечения человека ресурсами сводится к вопросу определения экологической емкости экосистем. На текущий момент в научном знании нет единого методологического подхода для оценки экологической емкости. Одним из перспективных методов оценки является эколого-энергетический анализ, который заключается в исследовании экосистем через энергетические единицы измерения. Энергия является мерой универсальной и научно обоснованной. Она позволяет оценить реальную стоимость природных ресурсов, например, почвы и растительности, и только с помощью энергетической меры можно сравнить эффективность функционирования разнородных систем: природных, промышленных, сельскохозяйственных. Энергетический анализ позволяет не только сравнивать вклады природы и человека в производство материальных ценностей, но и выявлять энергетические потоки в различных системах. Он даёт возможность сопоставлять их по эффективности использования ресурсов и оценивать устойчивость функционирования экосистем. Работа посвящена определению экологической емкости экосистемы посредством количественной оценки аккумулируемой в органическом веществе энергии.

Теоретической основой исследования является представление об экологической емкости как о количественно оцененном объеме энергии, аккумулируемой за счет фотосинтетической трансформации солнечной энергии, эндогенного потока тепловой энергии и минерального вещества земли в единицу времени на территории экономически используемого биотопа – составной части экосистемы (ландшафта) [3]. Таким образом, экологическая емкость является суммой энергетических потенциалов – объема энергии в компонентах экосистемы. В исследовании использовались методы сбора, обработки и предварительного анализа фактических материалов, полученных в экспедиционных условиях. Лабораторные исследования по определению зольности, удельной теплоты сгорания, содержанию углерода в почвах производились согласно утвержденным ГОСТ методикам: Р 556661-2013, 180-84, 33106-2014. Расчет фитомассы древостоя определялся как сумма показателей оценки всех деревьев для модельных участков согласно аллометрическому моделированию В.А. Усольцева [4]. Энергетический потенциал гумуса для каждого участка был подсчитан по методике Н.П. Масютенко [1]. Общее количество энергии, аккумулируемой в экосистеме, было определено как сумма энергетических оценок исследуемых компонентов: древостоя, травяного покрова, мортмассы (сухостоя и подстилки), гумуса почв [3].

Исследование проводилось на пяти ключевых участках на Обь-Томском и Томь-Яйском междуречьях в пределах Томского района. Район исследования располагается на юго-востоке Западно-Сибирской эпигерцинской плиты. В геоморфологическом отношении территория находится в месте сочленения Западно-Сибирской низменности и Колывань-Томской складчатой зоны [2]. Климат определяется как континентальный, отличается значительной сезонной изменчивостью притока солнечной радиации и преобладанием юго-западного переноса воздушных масс. Большая часть Томского района относится к подзоне южной тайги. Основным зональным типом являются плоские суглинистые равнины с кедрово-елово-пихтовыми зеленомошно-мелкотравными и мелкотравно-осочковыми лесами на дерново-подзолистых почвах. Среди ландшафтов подтаежной подзоны преобладают комплексы с коренными березовыми и осиновыми лесами с хорошо развитым злаково-разнотравным покровом и участием представителей таежного мелкотравья. Эти леса чередуются с участками суходольных лугов. Доминируют серые лесные почвы [5].

Ключевые участки исследования представлены следующими экосистемами:

№ 1: Элювиальный участок водораздела с сильно ослабленным в результате массового размножения стволовых дендрофагов кедровым лесом с разнотравно-высокотравным напочвенным покровом на серых типичных почвах;

№ 2: Трансэлювиально-аккумулятивный участок склона водораздела с ослабленным кедровым лесом с хорошо развитым подлеском и разнотравным напочвенным покровом на темно-серых типичных почвах;

№ 3: Трансэлювиально-аккумулятивный участок склона водораздела с березовым лесом и примесью кедра с разнотравным напочвенным покровом на темно-серых типичных почвах;

№ 4: Трансэлювиальный участок склона водораздела с ослабленным в результате массового размножения уссурийского полиграфа пихтовым лесом с мелкотравно-разнотравным напочвенным покровом на серых типичных почвах;

№ 5: Трансэлювиально-аккумулятивный участок водораздела с осиновым лесом с примесью березы с разнотравным напочвенным покровом на серых типичных почвах.

Результаты проведенной энергетической оценки представлены в таблице.

Таблица

| Экологическая емкость исследуемых экосистем (ГДж/га) |         |          |          |         |         |
|--|---------|----------|----------|---------|---------|
| Компонент  | № 1     | № 2      | № 3      | № 4     | № 5     |
| Травяной покров                                      | 13,72   | 5,27     | 14,50    | 7,28    | 12,88   |
| Мортмасса (Подстилка и сухостой)                     | 4044,72 | 948,04   | 420,44   | 1441,25 | 308,11  |
| Древостой  | 1257,45 | 3631,4   | 3751,15  | 2234,16 | 3024,77 |
| Гумус почв   | 4196,47 | 5966,9   | 7177,02  | 3114,68 | 4834,37 |
| Экологическая емкость                                | 9512,36 | 10551,61 | 11363,11 | 6797,18 | 8180,12 |

По итогам проведенного исследования было установлено, что среди изучаемых компонентов, наименьшее количество энергии содержится в травяном покрове – от 0,05 до 0,16 % от суммарной накопленной энергии изучаемых экосистем.

Максимальные запасы аккумулируемой энергии отмечаются в гумусе почв, при этом на участках № 2 и № 3 с темно-серыми типичными почвами этот показатель имеет наибольшие значения – 5966,9 ГДж/га и, соответственно, 7177,20 ГДж/га.

Энергетический потенциал древостоя зависит от ряда параметров: фитомассы деревьев, онтогенетического состояния, теплотворных способностей породы, полноты и густоты древостоя. Согласно полученным данным, доля энергии древостоя на пробных площадях изменяется от 13,22 % (участок № 1) до 36,98 % (участок № 5). Необходимо отметить, что в данном исследовании к фитомассе древостоя были отнесены деревья, которые обладают секвестрационным потенциалом. На долю сухостойных деревьев, относящихся к мортмассе, может приходиться до 44 % (участок № 1) от аккумулируемой экосистемой энергии.

Среди исследуемых экосистем, наибольшая экологическая емкость отмечается на участке склона водораздела с березовым лесом с примесью кедра (участок № 3). Основу породного состава данной экосистемы составляет преимущественно береза со средним возрастом 66 лет (доля сухостоя 4,2 %) с молодыми кедрами. Темно-серые типичные почвы участка обладают относительно высокими показателями гумуса: от 15,52 % в приповерхностном слое (на глубине 5 см) до 6,39 % на глубине 20 см. На участке отмечается достаточно большое содержание энергии в подстилке – 265,55 ГДж/га. Это может быть обусловлено орографическими особенностями местности и соответственно типом ландшафта. Поскольку экосистема расположена на пологом склоне водораздела, здесь происходит частичная аккумуляция вещества с элювиальных ландшафтов, что приводит к увеличению содержания мортмассы подстилки.

Авторы выражают благодарность д.г.н. А. В. Позднякову за подготовку теоретической и практической базы для проведения исследования [3].

*Работа выполнена при государственной финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках научных тем: «Развитие системы мониторинга и комплексного анализа пулов и потоков парниковых газов болотных и лесных экосистем Западной Сибири», FWRG-2022-0001.*

### Список литературы

1. Масютенко Н.П. Научные основы и методы оценки энергетического состояния почв в агроландшафтах / Н.П. Масютенко, В.В. Шеховцова, В.И. Шеховцов. – Курск: ВНИИЗиЗПЭ, 2004. – 60 с.
2. Парначев, В.П. Геология и полезные ископаемые окрестностей города Томска: материалы к полевой геологической экскурсии / В. П. Парначев, С.В. Парначев. – Томск: ФГБОУ НИ ТГУ, 2010. – 142 с.
3. Поздняков А.В., Грачев И.Г., Фузелла Т.Ш. Экосистема и экологическая ёмкость: методы и результаты исследования (на примере Ушайской экосистемы. Россия, Томская область) // Геосферные исследования. – 2024. – № 2. – С. 129–142. doi: 10.17223/25421379/31/8
4. Усольцев. В.А. Аллометрические модели фитомассы деревьев для лазерного зондирования и наземной таксации углеродного пула в лесах Евразии: сравнительный анализ / В.А. Усольцев, В.П. Часовских, Ю.В. Норицина, Д.В. Норицин // Сибирский лесной журнал. – 2016. – № 4. – С. 68-76.
5. Хромых В.С. Природное районирование // География Томской области. – Томск, 1988. – С. 137–170.

УДК 911.2+911.5+911.9+528.93

# АНТРОПОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ СИХОТЭ-АЛИНСКОГО БИОСФЕРНОГО РАЙОНА – ИХ РАЗНООБРАЗИЕ, СТРУКТУРА И ТРАНСФОРМАЦИЯ

А.А. Гуров

*Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской академии наук,  
Владивосток, alexgurov1987@yandex.ru*

## ANTHROPOGENIC LANDSCAPES OF THE SIKHOTE-ALIN BIOSPHERE REGION – DIVERSITY, STRUCTURE AND TRANSFORMATION

A.A. Gurov

*The Pacific Geographical Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Vladivostok, alexgurov1987@yandex.ru*

### Введение

Сихотэ-Алинский биосферный район – структурная часть Приморского края и Дальнего Востока России. В этих регионах идет активное освоение территорий, при котором быстро происходит фрагментация и поляризация ландшафтов. В такой динамичной ситуации ландшафтные исследования особенно актуальны. Район исследований включает в себя одноименный биосферный заповедник с нетронутыми хозяйственной деятельностью ландшафтами и прилегающие к нему территории – буферную и периферийную зоны, характеризующиеся различной степенью антропогенной нагрузки. Сочетание природного ядра и периферийной территории, где ведётся хозяйственная деятельность, делают район ценным источником сведений о степени и характере трансформации ландшафтов в результате хозяйственной деятельности. В рассматриваемом районе проведены разнообразные исследования, направленные на изучение изменения природной среды, состояния геосистем и их природных компонентов, рассматривались вопросы взаимодействия различных видов хозяйственной деятельности с компонентами природно-ресурсной среды. Большинство таких исследований проводилось в рамках организации системы мониторинга [6, 7 и др.]. Но общее понимание антропогенной трансформации исследуемого района далеко неполное. Настоящая работа дополняет проведенный комплекс исследований для потребностей мониторинга, основываясь на геоинформационной системе «Антропогенные геокомплексы Сихотэ-Алинского биосферного района» и крупномасштабном ландшафтном картографировании антропогенных территорий.

### Материалы и методы

Полевой материал для настоящей работы получен в ходе экспедиционных исследований в 2010, 2012, 2018, 2019 и 2020 годах. В подготовительный период проводился сбор следующих материалов: литературные данные по исследуемому району, топографические карты масштабов 1:100000, 1:50000, 1:25000 и архивные аэрофотоснимки из фонда Тихоокеанского института географии ДВО РАН, использовались дистанционные данные из открытых источников (Google, Yandex, ESRI). Также использовались данные представленные на геопортале ТИГ ДВО РАН и сервисы Google street view, 2GIS. На основе подобранных картографических материалов были составлены предварительные классификация и полевые карты фаций для 8-ми ключевых участков в масштабе 1:5000. Остальные антропогенные территории исследуемого района выявлены на основе дешифрирования космических снимков, для них также составлена предварительная карта и классификация антропогенных урочищ в масштабе 1:50000. Работа выполнялась в виде последовательного изучения всей территории района по космическим снимкам, в ручном режиме, с целью выявления мельчайших выделов антропогенных урочищ.

Во время полевых исследований использовались общепринятые методики. Всего описано более 500 основных и картировочных точек. Описания проводились детально-маршрутным методом.

Геоинформационная система составлена с использованием программного обеспечения ArcGIS 10. Основное содержание ГИС «Антропогенные геокомплексы Сихотэ-Алинского биосферного района» составляют следующие наборы слоёв: «антропогенные фации» (670 полигонов), «антропогенные урочища» (711). «Фации» подготовлены для 8 ключевых участков, «урочища» – для всей территории исследуемого района [1, 2, 3, 4, 5]. Также в геоинформационную систему входят слои с космическими снимками, транспортная сеть, населёнными пунктами, административным делением, географической характеристикой.

### Результаты и их обсуждение

Карта (картографический слой) антропогенных урочищ подготовлена для всего рассматриваемого района. Выявлено большое разнообразие природно-технических и техно-природных урочищ, что отражает значительную типологическую и территориальную контрастность исследуемой территории. В процессе ландшафтного картографирования выделено: 4 класса I ранга, 14 классов II ранга и 25 классов III ранга. Наиболее детальный уровень классификации включает в себя 35 классов IV ранга, фрагмент карты (картографического слоя) приведен на рисунке 1.

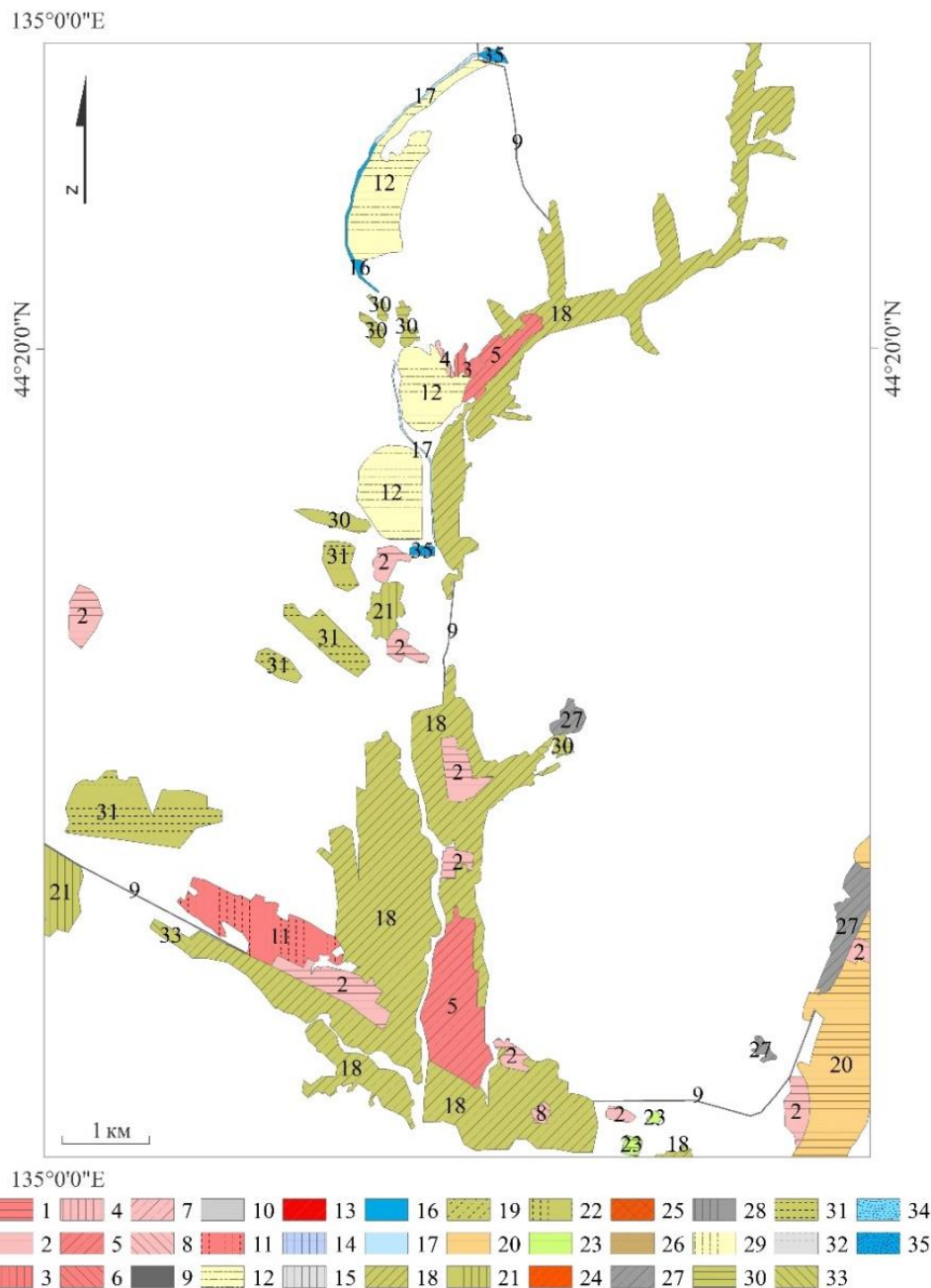


Рис 1. Фрагмент картографического слоя «антропогенные урочища» (пос. Кавалерово и его окружение). Классы урочищ: 1-13 – природно-технические наземные, 14-17 – природно-технические земноводные, 18-33 – техно-природные наземные, 34-35 – техно-природные земноводные. Далее приведем фрагмент легенды.

**Природно-технические наземные.** Промышленные зоны с разреженной технической инфраструктурой. *Промышленные зоны со средне- и малоэтажной застройкой:* 1 – среднеэтажная производственная застройка на покатых участках, 2 – малоэтажная производственная застройка на покатых участках; *\*Среднеэтажная застройка с недействующими строениями:* 3 – среднеэтажная застройка с недействующими строениями на крутых участках; *\*Малоэтажная застройка с недействующими строениями:* 4 – малоэтажная застройка с недействующими строениями на покатых участках. *\*Отвалы промышленных и бытовых отходов. Отвалы илловые:* 12 – отвалы илловые. **Техно-природные наземные.** Пригородные, сельские и дачные участки. *Пригороды:* 18 – пригороды на покатых участках, 19 – пригороды на крутых участках; *Сельские поселения:* 20 – сёла, деревни, станицы, хутора и др.; *Дачные участки:* 21 – дачи на покатых участках, 22 – дачи на крутых участках. Отвалы и обнажения горных пород. *Насыпи и отвалы горных пород:* 26 – отвалы поверхностных горных пород; *Обнажения горных пород:* 27 – обнажения рыхлых горных пород покатые, 28 – обнажения рыхлых горных пород крутые, 29 – обнажения скальных горных пород крутые. Знаком «\*» отмечены переходные классы [2, 4, 5].

Площадь исследуемого района составляет 33538 км<sup>2</sup>, из них 33263 км<sup>2</sup> (более 99%) приходится на природные урочища, 219 км<sup>2</sup> (0,6%) – на техно-природные, 55 км<sup>2</sup> (0,2%) – на природно-технические. Разнообразие антропогенных (техно-природных и природно-технических) урочищ довольно высокое, несмотря на относительно малую площадь, занимаемую ими.



Природно-технические урочища исследуемого района – это промышленные зоны с разреженной технической инфраструктурой, городские районы со средне- и малоэтажной застройкой, транспортные магистрали, отвалы промышленных и бытовых отходов, плотины, причалы, водотоки технологические. Эти геокомплексы в значительной степени состоят из искусственных материалов и сооружений, природные компоненты в них значительно изменены. Как следствие, строение, функционирование и развитие таких геокомплексов определяется в большей степени деятельностью человека, природные процессы играют в них значимую, но не ведущую роль [2]. В условиях исследуемого района они формируют ядра крупных населенных пунктов с их жилой и производственной застройкой, транспортной сетью и различной сопутствующей инфраструктурой. Среди них преобладают автодороги II–V-ой категорий – 43% площади, отвалы шламовые – 16%, малоэтажная производственная застройка на покатых участках – 15% и среднеэтажная жилая застройка на покатых участках – 6%.

Техно-природные урочища рассматриваемого района представлены пригородными, сельскими и дачными участками, площадками, отвалами и обнажениями горных пород, агропроизводственными землями, кладбищами и мемориалами. Техно-природные геокомплексы образованы природными компонентами. Однако антропогенные воздействия существенно трансформировали некоторые компоненты и инвариант в такой степени, что самопроизвольное возвращение геокомплекса в первоначальное состояние стало невозможным. Необратимость изменений часто обусловлена преобразованием рельефно-субстратной основы ландшафта и созданием отдельных сооружений [2]. В условиях исследуемого района техно-природные урочища формируют периферию крупных населенных пунктов, малые населенные пункты с преимущественно сельской застройкой и их окружение в виде значительных площадей, занятых под сельскохозяйственную деятельность. Здесь же встречаются карьерно-отвалы комплексы. Здесь преобладают сельскохозяйственные поля в речных долинах – 58% площади, пригороды на покатых участках – 14%, села, деревни, станицы, хутора – 12%, отвалы поверхностных горных пород – 7%. Таким образом, освоенность исследуемого района наиболее сильно связана с сельским и городским строительством, строительством промышленных объектов, добычей и переработкой полезных ископаемых, строительством автодорог, агропроизводством.

На двух ключевых участках («Хрустальный», «Дальнегорск») проведен ретроспективный мониторинг ландшафтного покрова. Они охватывают основное разнообразие (83% классов) антропогенных урочищ рассматриваемого района. Для них построены разновременные пары карт, временные интервалы для «Хрустального» – 55 лет, для «Дальнегорска» – 35 лет. Хозяйственная деятельность в пределах ключевых участков имеет выраженный горнодобывающий характер, что обуславливает наличие там горнопромышленных ландшафтов, сопутствующую промышленную инфраструктуру и соответствующую нагрузку на их природное окружение. Анализ карт показал, что за 55-летний период суммарная площадь антропогенных урочищ ключевого участка «Хрустальный» увеличилась на 3,5 км<sup>2</sup> или более чем на 100%. Основной рост площади связан с увеличением отвалов промышленных и бытовых отходов. Их рост составил около 51% от всей добавившейся площади. Суммарная площадь антропогенных урочищ, сменивших свой класс за рассматриваемый период, составила чуть более 0,5 км<sup>2</sup>. За 35-летний период суммарная площадь антропогенных урочищ ключевого участка «Дальнегорск» увеличилась на 1,6 км<sup>2</sup>, рост составил 10%. На долю каждого типа урочищ пришлось небольшое увеличение площади. Площадь урочищ, сменивших свой класс за 35-летний период составила 1,5 км<sup>2</sup> [1].

### **Выводы**

Подготовлена геоинформационная система «Антропогенные геокомплексы Сихотэ-Алинского биосферного района». Её основное содержание составляют наборы слоёв «антропогенные урочища» (711 полигонов) и «антропогенные фации» (670 полигонов). В процессе ландшафтного картографирования установлено, что антропогенные урочища занимают 274 км<sup>2</sup> или около 1% площади Сихотэ-Алинского биосферного района. При этом выявлено большое разнообразие антропогенных урочищ: 4 класса I ранга (порядков), 14 классов II ранга, 25 классов III ранга и 35 классов IV ранга (родов урочищ). Всё это отражает значительную типологическую и территориальную контрастность антропогенно изменённых территорий Сихотэ-Алинского биосферного района. Ландшафтная карта антропогенных урочищ показала, что освоенность исследуемого района в основном связана с сельским и городским строительством, строительством промышленных объектов, добычей полезных ископаемых, строительством автодорог, сельскохозяйственным производством. Построены разновременные карты и проведён ретроспективный мониторинг двух ключевых участков – «Хрустальный» и «Дальнегорск», охватывающих крупные населенные пункты и их окрестности. Установлено, что площади антропогенных урочищ увеличились главным образом за счёт двух факторов – горнопромышленной деятельности и расширения населённых пунктов. Расширение площади антропогенных геокомплексов составило для «Хрустального» за 55 лет более 100%, для «Дальнегорска» за 35 лет 10%.

## Список литературы

1. Гуров А.А. Трансформация антропогенных ландшафтов в Сихотэ-Алинском биосферном районе // География и природные ресурсы. – 2023. – № 2. – С. 123-135.
2. Осипов С.В., Гуров А.А. Ландшафтное картографирование антропогенных урочищ для оценки состояния и мониторинга территории Сихотэ-Алинского биосферного района // География и природные ресурсы. – 2019. – № 3. – С. 41-48.
3. Осипов С.В., Гуров А.А. Классификация географических фаций горнопромышленных территорий (на основе исследований в Дальневосточном регионе) // Известия РАН. Серия географическая. – 2018. – № 5. – С. 91-103.
4. Осипов С.В. Переходные объекты в иерархических классификациях, районированиях и периодизациях в географии и экологии // География и природные ресурсы. – 2020. – № 2. – С. 153-160.
5. Осипов, С.В., Гуров А.А. Геоэкологическая оценка и мониторинг территории: технология на основе ландшафтного картографирования антропогенных геокомплексов // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2022. – Т. 67, вып. 4. – С. 631-651.
6. Сихотэ-Алинский биосферный район: принципы и методы экологического мониторинга. – Владивосток: [б. и.], 1981. – 148 с.
7. Сихотэ-Алинский биосферный район: производственно-природные отношения: сб. науч. тр. – Владивосток: [б. и.], 1991. – 139 с.

УДК 93:574.9+502.33

### **ПРИОРИТЕТЫ СОТРУДНИЧЕСТВА ПО СОХРАНЕНИЮ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ТРАНСГРАНИЧНЫХ ГЕОСИСТЕМАХ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ И СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КИТАЯ**

**Ю.А. Дарман<sup>1,2</sup>, В.В. Жариков<sup>1</sup>, В.П. Каракин<sup>1</sup>, В.В. Бардюк<sup>2</sup>, К.С. Ганзей<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, ydarman@mail.ru*

<sup>2</sup>*Объединенная дирекция государственного природного биосферного заповедника «Кедровая падь» и национального парка «Земля леопарда» им. Н.Н. Воронцова, Владивосток, director@leopard-land.ru*

### **PRIORITIES OF RUSSIAN-CHINESE COOPERATION ON BIODIVERSITY CONSERVATION IN THE TRANSBOUNDARY GEOSYSTEMS OF THE SOUTH OF THE RUSSIAN FAR EAST AND NORTHEAST CHINA**

**YU.A. Darman<sup>1,2</sup>, V.V. Zharikov<sup>1</sup>, V.P. Karakin<sup>1</sup>, V.V. Bardyuk<sup>2</sup>, K.S. Ganzey<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, ydarman@mail.ru*

<sup>2</sup>*Joint Directorate of Kedrovaya Pad' State Biosphere Nature Reserve and Land of the Leopard National Park, Vladivostok, director@leopard-land.ru*

Приграничные районы юга Дальнего Востока России и Северо-Восточного Китая резко различны по культуре и плотности населения, моделям землепользования и освоения природных ресурсов. Выделяемые здесь природные и природно-антропогенные системы являются трансграничными, и сохранение биоразнообразия в них требует скоординированных усилий обеих стран.

Несмотря на региональную и международную природоохранную важность региона, систематическая оценка биоразнообразия и выделение территориальных приоритетов его сохранения в масштабе трансграничных геосистем России и Китая никогда не проводились. Настоящая работа является первой попыткой провести комплексный анализ биоразнообразия и приоритетов его сохранения в трансграничных геосистемах юга ДВР и СВК.

Выявление трансграничных геосистем выполнено с позиций как типологического, так и индивидуально-регионального подхода. При определении границ геосистем ранга провинций в большей мере учитывались азональные признаки, а при выделении округов в качестве ведущих выступали зональные критерии [2]. В результате недавней актуализации этой схемы геосистемного районирования в приграничных территориях выделены девять трансграничных геосистем ранга физико-географической провинции, подразделенных на 24 физико-географических округа [5]. В пределах этих геосистем на основе оценок биоразнообразия и уровня угроз его сохранению и проводился анализ приоритетов российско-китайского сотрудничества в области зеленого развития, обусловленных задачами сохранения уникального богатства видов и экосистем.

По совокупности всех собранных материалов нами выведены показатели таксономического разнообразия для каждого из выделенных российско-китайских трансграничных геосистем уровня округов. Для выбора приоритетов российско-китайского сотрудничества в области зеленого развития в районе исследований учитывалась степень антропогенной трансформации геосистем, а также существующие и предполагаемые угрозы сохранению биоразнообразия. Совмещенный анализ уровня биоразнообразия и угроз его сохранению позволил выполнить экспертную оценку приоритетов российско-китайского сотрудниче-

ства в трансграничных геосистемах на основе сопоставления 10 балльных шкал. Учитывалось роль территорий в поддержании экологических коридоров и выполнении программ восстановления харизматических видов, являющихся приоритетами национального уровня в России и Китае.

Изучаемая территория включает бореальные, умеренные и субтропические биомы, чем обусловлено огромное разнообразие местообитаний и видов растений и животных. Среди них два «флаговых» вида млекопитающих – амурский тигр и дальневосточный леопард, а также три вида птиц – дальневосточный аист, японский и даурский журавли.

Разнообразные типы лесных местообитаний включают богатые смешанные широколиственные леса с корейской сосной (*Pinus koraiensis*) хребтов Сихотэ-Алинь и Хинган (Синьянь), лиственничные леса (*Larix gmelini*) и редколесья на мерзлотных почвах на севере, а также альпийскую тундру в горах Чанбайшань и других горных массивах. Равнины и низменности демонстрируют столь же широкие диапазоны луговых и водно-болотных местообитаний – от восточноазиатских прерий Ханкайской (Синкай) низменности и Зейско-Буреинской равнины до лесных лугов Среднеамурской (Саньцзян) равнины.

На юге ДВР биоразнообразие в геосистемах варьирует, сохраняя общую тенденцию к спаду при продвижении с юго-востока на северо-запад. На юге в условиях высокой теплообеспеченности видовое и таксономическое богатство возрастает с запада на восток, т. е. совпадает с вектором гумидности, а на севере оба эти показателя, наоборот, увеличиваются с востока на запад, т. е. совпадают с вектором континентальности. Вдоль широтного трансекта происходит не только количественная, но и качественная трансформация: биофлота смешанных и широколиственных лесов сменяется восточносибирской биофлорой лиственничной тайги, содержащей аркто-альпийский элемент [1].

Такие же закономерности прослеживаются и в СВК, максимальное таксономическое разнообразие отмечается на юго-востоке. Индекс значения для сохранения редких видов в горах Чанбайшань, Малого и Большого Хингана находится также на самом высоком уровне [3.10]. Особенно ярко это проявляется в группе млекопитающих, что связано с относительно низкой освоенностью территорий и постоянным притоком зверей из приграничных районов юга ДВР. На Большом Хингане сохранились и наибольшие массивы слабо освоенных старовозрастных лесов [6]. Генеральная схема зонирования экосистемных функций в КНР выделяет горные леса Чанбайшаня, Большого и Малого Хингана как специальные экологические функциональные зоны для сохранения биоразнообразия и поддержания экосистемных функций [9].

Для трансграничных геосистем юга ДВР и СВК наивысшие показатели биоразнообразия по сумме видов модельных групп отмечены в Черногорско-Паньлинском округе. Именно здесь находится ядро восстановленной популяции дальневосточного леопарда и восточно-маньчжурской популяции амурского тигра [7, 8]. С севера к нему прилегают малонарушенные хвойно-широколиственные леса хр. Лаоелин, поддерживающие экологический коридор к Пограничному хребту в Приморье.

Зона перехода равнин в предгорья вокруг оз. Ханка и долинный комплекс р. Уссури также отличаются высоким уровнем биоразнообразия, в первую очередь за счет орнитофауны. Кроме этого, хребты Вандашань и Стрельникова формируют единственный экологический коридор, связывающий геосистемы Бикино-Вандашаньской трансграничной провинции.

Среднеамурская равнина ранее занимала одно из ведущих мест в сохранении биоразнообразия водно-болотных и луговых природных комплексов, однако за последние полвека в Китае было преобразовано в сельхозугодья более 80 % ее территории. Такая же ситуация отмечена и в Амурской области на Зейско-Буреинской равнине, где высокий уровень видового богатства сохранился только на Архаринской низменности. Долина р. Амур, низовья рек Сунгари и Уссури, с их широкими поймами, поддерживаемыми регулярными наводнениями, играют огромную роль как место остановки мигрирующих птиц на Восточно-Азиатском пролетном пути.

Особое место в сохранении биоразнообразия имеют трансграничные геосистемы хр. Малый Хинган, обеспечивающие связь животного мира юга ДВР и СВК в районе Хинганского ущелья. В последние годы благодаря выпуску реабилитированных тигрят на этом участке сформировалась самостоятельная Малохинганская популяция амурского тигра, служащая источником для восстановления вида в провинции Хэйлунцзян.

В геосистемах Верхнеамурской трансграничной провинции на Амуро-Зейском плато и хр. Большой Хинган общий уровень видового разнообразия закономерно наиболее низкий в изучаемом районе. Только в этом районе КНР имеются таежные участки с полным набором восточноазиатской фауны. Имеющиеся в Амурской области популяции бурого медведя, лося, северного оленя, кабарги и соболя обеспечивают приток этих животных на правобережье р. Амур. Поэтому трансграничные Уруша-Большеневская и Предильхури-Алиньская геосистемы имеют важное значение для развития российско-китайского сотрудничества по сохранению биоразнообразия.

При определении приоритетов зеленого развития, обусловленных природоохранной деятельностью, необходимо также учитывать степень антропогенных изменений и угроз сохранению биоразнообразия. Наибольшую антропогенную трансформацию претерпели равнинные геосистемы, потерявшие от 50 до

90% водно-болотных угодий, лугов, приречных и речных лесов. Горно-лесные приграничные геосистемы нарушены в значительно меньшей степени, и имеется возможность сохранения наиболее важных из них, играющих роль трансграничных экологических коридоров.

Выбор приоритетов российско-китайского сотрудничества в области сохранения биоразнообразия и зеленого развития приграничных районов подразумевает учет реальных политических и организационных условий на территории выделенных геосистем. В первую очередь это наличие ООПТ, желательного, национального уровня, имеющих возможности и ресурсы для реализации международных проектов.

Безусловно, наиболее значимыми являются геосистемы Приморско-Лаоелинской трансграничной провинции, обеспечивающие восстановление популяций дальневосточного леопарда и восточно-маньчжурской популяции амурского тигра. Создание здесь Российско-Китайского трансграничного национального парка «Земля больших кошек» требует резкого усиления взаимодействия по обе стороны границы. Несмотря на то что доля ООПТ в Черногорско-Паньлинской трансграничной геосистеме в целом достигла 83,2 %, ей угрожает усиление фрагментации за счет перекрытия экологических коридоров при развитии пограничных переходов и реконструкции подъездных путей к ним [4].

Вторым приоритетом международного сотрудничества на юге ДВР и СВК могут стать проекты по восстановлению Малохинганской популяции амурского тигра и созданию Российско-Китайского трансграничного национального парка «Хинганское ущелье» в Северо-Малохинганской трансграничной геосистеме.

Большое значение имеет также Бикино-Вандашаньская трансграничная провинция, но сохранение этого экологического коридора в долгосрочной перспективе трудноосуществимо. С российской стороны к границе примыкают Средне-Уссурийский краевой заказник и экологический коридор «Стрельников», в Китае созданы резерваты Женьбаодао и Донфанхон. Но природоохранные режимы в этих ООПТ недостаточны, а взаимодействие между сторонами и координация действий не налажены. При этом здесь планируется расширять пограничный переход Покровка – Жаохэ, реконструировать подъездные дороги и строить мост через р. Уссури.

Относительно низкий уровень антропогенной трансформации геосистем Верхнеамурской трансграничной провинции обеспечивает их самовосстановление при условии снижения пресса лесозаготовок и добычи россыпного золота. Экологической угрозой для этой территории являются сооружение мостового перехода в п. Джалинда и возможное затопление долин рек Амур и Шилка при реализации проекта Транссибирской (Шилкинской) ГЭС.

С учетом степени антропогенных угроз, плотности населения и перспектив экономического развития геосистемы Приморско-Лаоелинской и Малохинганской трансграничных провинций оцениваются нами как приоритетные приграничные территории для развития российско-китайского сотрудничества в области сохранения биологического разнообразия и устойчивого использования биологических ресурсов.

Большинство приоритетных единиц, которые мы определили, расположены в относительно отдаленных, высоких и пересеченных районах, однако области, которые умеренно нарушены, должны быть нацелены на выявление потенциально важных пространственных объектов реализации экономически эффективного сохранения биоразнообразия.

В целом на юге ДВР и СВК сформировались благоприятные предпосылки для объединения действий России и Китая на основе положительного опыта работы по сохранению местообитаний и восстановлению популяций дальневосточного леопарда, амурского тигра, дальневосточного аиста. Однако усиление экономических отношений между Россией и Китаем, создание транспортных коридоров и зон экономического развития требует учета экологических рисков, особенно в связи с осуществлением программы «Один пояс – один путь».

*Работа выполнена в рамках Соглашения о предоставлении гранта между Минобрнауки РФ и ТИГ ДВО РАН (075–15–2023–584).*

### **Список литературы**

1. Бочарников В.Н., Мартыненко А.Б., Глушенко Ю.Н., Горовой П.Г., Нечаев В.А., Ермошин В.В., Недолужко В.А., Горобец К.В., Дудкин Р.В. Биоразнообразие Дальневосточного экорегионального комплекса. – Владивосток: Апельсин, 2004. – 292 с.
2. Ганзей С.С., Мишина Н.В. Трансграничные геосистемы // Геосистемы Дальнего Востока России на рубеже XX–XXI веков. Т. 1: Природные геосистемы и их компоненты. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – С. 295–313.
3. Дарман Ю.А., Каракин В.П., Бардюк В.В. Территориальная дифференциация биоразнообразия в пределах трансграничных геосистем юга Дальнего Востока России и Северо-Восточного Китая // Тихоокеанская география. – 2024. – № 3. – С. 42–58.
4. Каракин В.П., Дарман Ю.А., Бардюк В.В. Влияние транспортной инфраструктуры на сохранение диких животных в Российско-Китайских трансграничных геосистемах // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные, природно-ресурсные и социально-экономические факторы и структуры. – Владивосток: Изд-во Тихоокеан. ин-та географии ДВО РАН, 2024. – С. 425–433.

5. Мишина Н.В., Музыченко Т.К. Трансграничные геосистемы юга Дальнего Востока России и сопредельных территорий Китая и КНДР // Геосистемы Северо-Восточной Азии: природные и социально-экономические факторы и структуры: Сб. науч. ст. – Владивосток: Изд-во Тихоокеан. ин-та географии ДВО РАН, 2024. – С. 441–446.
6. Cheng K., Chen Yu., Xiang T., Yang H., Liu W., Ren Yu., Guan H., HuN., Ma Q., Guo Q. A 2020 forest age map for China with 30m resolution // Earth System Science Data. – 2024. – N 16. – P. 803–8019.
7. Qi J., Gu J., Ning Y., Miquelle D. G., Holyoak M., Wen D., Liang X., Liu S., Roberts N. J., Yang E., Lang J., Wang F., Li C., Liang Z., Liu P., Ren Y., Zhou S., Zhang M., Ma J., Jiang G. Integrated assessments call for establishing a sustainable meta-population of Amur tigers in Northeast Asia // Biological Conservation. – 2021. – N 261. – P. 1–11.
8. Vitkalova V.A., Darman Yu.A., Marchenkova T.V., Matukhina D.S., Rybin A.N., Storozhuk V.B., Titov A.S., Sedash G.A., Sonin P.L., Petrov T.A., Mazur M.A., Nikolaeva E.I., Blidchenko E.Yu., Kostyria A.V., Shevtcova E.I., Aramilev V.V., Miquelle D.G. Camera trap monitoring of the Far Eastern leopard in Southwest Primorsky Province (2014–2020). – Vladivostok: Apelsin, 2023. – 110 p.
9. Wu R, Long Y, Malanson G.P., Garber P.A., Zhang S., Li D., Zhao P., Wang L., Duo H. Optimized Spatial Priorities for Biodiversity Conservation in China: A Systematic Conservation Planning Perspective // PLoS ONE. – 2014. – N 9 (7). – e103783.
10. Xu W., Xiao Y., Zhang J., Yang W., Zhang L., Hullc V., Wang Z., Zhenga H., Liuc J., Polaskye S., Jianga L., Xiaoa Y., Shia X., Raa E., Lua F., Wanga H., Dailyf G.C., Ouyang Z. Strengthening protected areas for biodiversity and ecosystem services in China // PNAS. – 2017. – Vol. 114, N7. – P. 1601–1606.

УДК 550.43 : 550.42

## **МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, МИНЕРАЛЬНЫЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ ГЕОТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ДЖИДИНСКОГО ВОЛЬФРАМОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)**

**С.Г. Дорашкевич<sup>1</sup>, А.А. Шешукова<sup>2</sup>, Р.А. Филенко<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Геологический институт им. Н.Л. Добрецова СО РАН, Улан-Удэ, dorosh@ginst.ru*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, a\_mogutova@mail.ru*

<sup>3</sup>*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, filrom@yandex.ru*

## **MICROMORPHOLOGICAL STRUCTURE, MINERAL AND CHEMICAL COMPOSITION OF SOILS OF GEOTECHNOGENIC LANDSCAPES OF THE DZHIDINSKY TUNGSTEN DEPOSIT (WESTERN TRANSBAIKALIA)**

**S.G. Doroshkevich<sup>1</sup>, A.A. Sheshukova<sup>2</sup>, R.A. Filenko<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*Geological Institute Siberian Branch Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude*

<sup>2</sup>*St. Petersburg State University, St. Petersburg*

<sup>3</sup>*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Chita*

### **Введение**

В районах разработки месторождений полезных ископаемых активизируются процессы горнопромышленного техногенеза, сопровождающиеся образованием ореолов техногенного рассеяния химических элементов, изменением миграционных циклов вещества в геосистемах. Почвы, являясь компонентом ландшафта, отражают процессы, происходящие в биогеосистеме. Направленность и интенсивность протекания их связаны с химическим составом почв. Специфичность физико-химических свойств почв зависит от их минерального состава. Микроморфологическое изучение структуры почвы в сочетании с другими методами (химическим, минералогическим, спектральным, рентгеноструктурным анализом и т.д.) позволяет выявить внутрипрофильную миграцию химических элементов и диагностировать формы их присутствия.

Цель наших исследований – изучение микроморфологического строения, минерального и химического состава почв геотехногенных ландшафтов сульфидно-вольфрамового месторождения.

### **Материалы и методы**

В качестве объектов исследований были выбраны почвы геотехногенных ландшафтов территории Джидинского вольфрамо-молибденового комбината (Западное Забайкалье):

1) аллювиальные болотные почвы, длительное время перекрытые отходами обогащения сульфидсодержащих руд на территории насыпного и наливного хвостохранилищ. В верхней части почвенного профиля для них характерен темно-серый перегнойный горизонт (Апер.) мощностью до 30 см с содержанием органического вещества 47-52% высокой степени разложения. Нижележащие горизонты (А1, В, С) представлены минеральной толщей разной степени оглеения. Реакция почв – сильноокислая-кислая в верхней части и кислая в нижней части профиля. Поглощающий комплекс насыщен основаниями;

2) аллювиальные луговые почвы на участке разгрузки кислых рудничных вод штольни Западная. Гумусовый горизонт аллювиальных луговых почв имеет мощность 15-25 см, серого или темно-серого цвета,

легко- или среднесуглинистый. По профилю присутствуют признаки оглеения, отмечающиеся в виде Mn-Fe-конкреций и сизоватых пятен. Реакция почв – нейтральная. Содержание гумуса в гумусовом горизонте находится в пределах 1,5-4,0 %. Поглощающий комплекс насыщен основаниями.

Классификация почв дана по [2]. Пробы почв для определения их химического состава отбирали по генетическим горизонтам. Микроморфологическое строение и минеральный состав прозрачных шлифов описывали с помощью петрографических микроскопов «ПОЛАМ Р-113», «ПОЛАМ Л-213», «OLYMPUS BX 51». Микроморфологическое описание сделано на кафедре почвоведения и экологии почв Института наук о Земле СПбГУ (Санкт-Петербург). Термоисследования проб почв проводили на аппарате STA 449 F1 Jupiter фирмы NETZSCH в лаборатории геохимии и рудогенеза ИПРЭК СО РАН (Чита). Содержание химических элементов определяли химико-спектральными и рентгенофлуоресцентными методами в Центре коллективного пользования «Аналитический центр минералого-геохимических и изотопных исследований» ГИН СО РАН (Улан-Удэ).

### **Результаты и обсуждение**

В микростроении изученных почв выделены общие характерные особенности: 1) скелетная часть представлена преимущественно окатанными, полуокатанными формами зерен минералов и обломков горных пород; материал хорошо сортирован; 2) наличие признаков криогенеза, выражающихся в формировании полигональных структур, криогенной микроагрегации и криотурбации; 3) растительные остатки ожелезнены, средней и сильной степени разложенности, встречаются также обугленные растительные остатки; 4) минеральные новообразования представлены железистыми пятнами, хлопьями, микроортштейнами, мелкими железисто-марганцевыми конкрециями, железистыми пленками по поверхности и трещинам зерен минералов и обломков горных пород.

Отходы горно-обогатительного производства длительное время перекрывающие почвы оказали влияние на ее микростроение: увеличилась плотность сложения микроагрегатов; возросло количество железистых хлопьев и микроортштейнов; появились сплошные железистые пленки по поверхности зерен скелета. В микростроении почв на территории разгрузки рудничных вод штольни Западная в сравнении с микростроением почв фонового участка выявлено увеличение степени ожелезнения, выражающееся в возрастании количества железистых пятен, хлопьев, микроортштейнов, в формировании сплошных железистых пленок по поверхности зерен скелета и краевых зон обогащения гидрооксидами железа у микроагрегатов почв. Данные изменения отмечаются во всех генетических горизонтах почв; вниз по почвенному профилю увеличивается интенсивность проявления признаков ожелезнения.

Основными пороодообразующими минералами скелетной части почв фоновых участков являются кварц и полевой шпат. Полевой шпат аллювиальных болотных почв большей частью серицитизирован и пелитизирован, аллювиальных луговых почв – частично. В аллювиальных болотных почвах встречаются гидромусковит, амфибол, хлорит, эпидот, гидроокислы железа; в качестве аксессуарных – гидробиотит, циркон, рутил, пироксен, сфен, доломит, апатит, гранат. Редкие знаки рудных минералов отмечены в нижней части почвенного профиля; приурочены к почвообразующей породе. Зерна отдельных минералов интенсивно ожелезнены или хлоритизированы; такие изменения часто происходят по трещинам. В аллювиальных луговых почвах встречаются амфибол, мусковит, биотит; в качестве аксессуарных – гидромусковит, гидробиотит, сфен, пироксен, гидроокислы железа, рутил, циркон, апатит.

В минеральном составе почв геотехногенных ландшафтов Джидинского вольфрамового месторождения в сравнении с минеральным составом почв фоновых участков выявлены некоторые особенности. В аллювиальных болотных почвах территорий бывших хвостохранилищ (насыпного и наливного) отмечено большее количество зерен гидромусковита, гидробиотита, гидроокислов железа и рудных минералов. В аллювиальных луговых почвах участка разгрузки рудничных вод штольни Западная увеличилось количество серицитизированного и пелитизированного полевого шпата, гидромусковита, гидробиотита, гидроокислов железа; отмечены (от 1 до 10 %) такие минералы, как хлорит, эпидот и рудные минералы. Наличие большего количества измененных минералов в составе почв геотехногенных ландшафтов, вероятнее всего, связано с интенсификацией процессов их химического выветривания, обусловленных воздействием на почвы кислых рудничных вод штольни Западная и поровых вод хвостохранилищ. Появление же рудных минералов по профилю почв геотехногенных ландшафтов может быть связано с их механическим привнесением.

В результате термического исследования проб почв выявлено повсеместное присутствие органического вещества по профилю почв, о чем свидетельствует наличие экзопиков на термограммах в диапазоне температур 285.0-521.5°C. Для минеральных горизонтов почв характерно присутствие кварца – на термограммах выявлены отчетливые эндотермические эффекты при 573.9-575.6°C, вызванные полиморфным превращением  $\alpha$ -кварца в  $\beta$ -кварц. На термограммах образцов лежалых отходов обогащения руд и нижней части аллювиальных болотных почв наблюдаются эндотермические эффекты при температурах 482.3-489.6°C и 935.8-1005.1°C, вызванные выделением конституционной гидроксильной воды глинистых ми-

нералов и слюд. В пробе погребенного перегнойного горизонта аллювиальной болотной почвы территории бывшего наливного хвостохранилища на термограмме отмечается слабый эндотермический рефлекс при температуре 574.4°C, характеризующий полиморфное превращение  $\alpha$ -кварца в  $\beta$ -кварц. На термограмме же образца погребенного перегнойного горизонта с территории бывшего насыпного хвостохранилища выявлено два интенсивных эндотермических пика – 487.2°C и 575.3°C, что связано с выделением конституционной гидроксильной воды глинистых минералов, слюд и полиморфным превращением  $\alpha$ -кварца в  $\beta$ -кварц, соответственно.

Для оценки экологической опасности загрязнения компонентов геотехногенных ландшафтов состав исследуемых почв сравнили с кларками химических элементов в верхней части континентальной земной коры, рекомендуемые для использования Н.С. Касимовым и Д.В. Власовым [1]. Использование кларка в качестве нормативных величин дает возможность выявить и сопоставить аномалии химических элементов. Аллювиальные почвы фоновых участков обеднены S, As, Cr, K, Na; в пределах кларковых фиксируются значения Ni, Zn, Co, Mn, Sr, V, Ca, Fe, Mg, F, Al, Ti. Такой химический состав типичен для почв гидроморфного ряда. Содержание Cd, Cu, Mo, Pb в фоновых почвах выше кларковых. Эти элементы характерны для почв территории Джидинского рудного узла, как рудные элементы и их спутники, что было отмечено в ранее проведенных исследованиях [4, 3]. В органогенных горизонтах техногенно измененных почв фиксируются химические элементы, содержание которых существенно превышает кларк: на участке разгрузки рудничных вод – Cd, Zn, F; территории бывшего насыпного хвостохранилища – Cd, As, Mo, Zn, F; территории бывшего наливного хвостохранилища – Cd, Zn, Pb.

Рассчитаны абсолютные концентрации химических элементов в почвах относительно значений местного фона [4], составлены их ассоциации (табл.). В комплекс техногенной аномалии включали элементы с коэффициентом концентрации, превышающим 1.5. На фоновом участке в пределах рудного узла содержание Mo, Cu, F, Ni, Co в почвах выше местного фона. В органогенном горизонте почв на участке разгрузки рудничных вод отмечена ассоциация Cd, F, Zn, Cu, Mo, Co; в глеевом горизонте – Cd, F, Cu, Zn, Ni, Co, Pb. На территории бывшего насыпного хвостохранилища выявлена достаточно широкая группа потенциально опасных химических элементов: Cd, Zn, F, Mo, Cu, Ni, As, Co, Pb. Вниз по почвенному профилю концентрации этих элементов снижаются, за исключением Pb. Геохимическую ассоциацию элементов в органогенном горизонте аллювиальных болотных почв территории бывшего наливного хвостохранилища составляют Cd, Pb, Zn, Ni, Cu, F, Mo, Co; в глеевом – Cd, Ni, F, Zn, Cr, Cu, Co, As.

Наибольшее количество потенциально опасных химических элементов в изученных почвах приурочено к их верхним, органогенным горизонтам, что свидетельствует об их техногенном загрязнении. Максимальные концентрации F отмечены в гумусовом горизонте аллювиальных луговых почв участка разгрузки рудничных вод. В природных же условиях содержание F в почве определяется его количеством в почвообразующих породах; он малоподвижен и не накапливается в верхних горизонтах почв, что связано с его инертностью к органическому веществу и приуроченностью к глинистым минералам [5]. В перегнойном горизонте погребенных аллювиальных болотных почв территории бывшего наливного хвостохранилища зафиксированы максимальные значения Pb, бывшего насыпного хвостохранилища – Cd, Zn и Mo. Содержания этих элементов в верхних горизонтах природных почв обычно близки к их концентрациям в почвообразующей породе, однако подвижные их формы активно соосаждаются с органическим веществом [6].

Таблица

Геохимические ассоциации элементов, накапливающиеся в аллювиальных почвах геотехногенных ландшафтов

| Участок                           | Горизонт почвы | Ассоциация элементов   |
|-----------------------------------|----------------|--|
| Фон                               | Органогенный   | Fe <sub>24</sub> Mo <sub>3.1</sub> Cu <sub>2.4</sub> F <sub>2.3</sub> Ni <sub>2.0</sub> Co <sub>1.7</sub> Cd <sub>1.5</sub>  |
|                                   | Глеевый        | Fe <sub>26</sub> Mo <sub>2.8</sub> F <sub>2.3</sub> Cu <sub>2.0</sub> Ni <sub>1.6</sub> Cd <sub>1.5</sub>  |
| Разгрузки рудничных вод           | Органогенный   | Fe <sub>20</sub> Cd <sub>14</sub> F <sub>12</sub> Zn <sub>5.7</sub> Cu <sub>3.5</sub> Mo <sub>2.4</sub> Co <sub>1.8</sub>  |
|                                   | Глеевый        | Fe <sub>25</sub> Cd <sub>23</sub> F <sub>9.2</sub> Cu <sub>6.8</sub> Zn <sub>3.5</sub> Ni <sub>2.4</sub> Co <sub>2.0</sub> Pb <sub>1.9</sub> As <sub>1.5</sub>                   |
| Бывшего насыпного хвостохранилища | Органогенный   | Cd <sub>138</sub> Fe <sub>27</sub> Zn <sub>22</sub> F <sub>8.5</sub> Mo <sub>4.4</sub> Cu <sub>3.5</sub> Ni <sub>3.0</sub> As <sub>2.6</sub> Co <sub>2.3</sub> Pb <sub>1.6</sub> |
|                                   | Глеевый        | Cd <sub>51</sub> Fe <sub>25</sub> Zn <sub>9.2</sub> F <sub>5.0</sub> Cu <sub>4.8</sub> Mo <sub>2.6</sub> Ni <sub>2.4</sub> Pb <sub>2.3</sub> As <sub>2.3</sub> Co <sub>1.7</sub> |
| Бывшего наливного хвостохранилища | Органогенный   | Cd <sub>72</sub> Fe <sub>25</sub> Pb <sub>17</sub> Zn <sub>11</sub> Ni <sub>4.1</sub> Cu <sub>3.9</sub> F <sub>3.3</sub> Mo <sub>3.0</sub> Co <sub>1.8</sub>                     |
|                                   | Глеевый        | Fe <sub>28</sub> Cd <sub>9.4</sub> Ni <sub>3.4</sub> F <sub>3.0</sub> Zn <sub>2.7</sub> Cr <sub>2.7</sub> Cu <sub>2.5</sub> Co <sub>1.9</sub> As <sub>1.8</sub>                  |

## Выводы

В микростроении почв геотехногенных ландшафтов в сравнении с почвами фоновых участков выявлено увеличение степени ожелезнения, выражающееся в возрастании количества железистых пятен, хлопьев, микроортштейнов, появлении сплошных железистых пленок по поверхности зерен скелета и формировании краевых зон обогащения микроагрегатов гидроксидами железа. В почвах, перекрытых отходами горно-обогажительного производства, увеличилась плотность сложения микроагрегатов.

Основными минералами скелетной части почв являются кварц и полевой шпат. В почвах геотехногенных ландшафтов Джидинского вольфрамового месторождения полевой шпат серицитизирован и пелитизирован; слюды представлены гидратированными разновидностями (гидробиотит, гидромусковит); увеличивается количество гидроокислов железа; присутствуют рудные минералы. Наибольшее количество потенциально опасных химических элементов в изученных почвах приурочено к верхним, органогенным горизонтам, что свидетельствует об их техногенном загрязнении.

*Работа выполнена при финансовой поддержке фундаментального базового проекта АААА-А21-121011890033-1 «Геоэкологические риски и экстремальные природные явления Сибири и Дальнего Востока».*

#### **Список литературы**

1. Касимов Н.С., Власов Д.В. Кларки химических элементов как эталоны сравнения в экогеохимии // Вестник Московского университета. Серия География. – 2015. – № 2. – С. 7-17.
2. Классификация и диагностика почв СССР. М.: Колос, 1977. – 221 с.
3. Кошелева Н.Е., Касимов Н.С., Тимофеев И.В. Геохимия поверхностных горизонтов почв в горнопромышленных ландшафтах (г. Закаменск, Забайкалье) // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2016. – № 4. – С. 335-352.
4. Смирнова О.К., Плюснин А.М. Джидинский рудный район (проблемы, состояние окружающей среды) / отв. ред. Г.И. Татьков. Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. – 181 с.
5. Янин Е.П. Фтор в окружающей среде (распространенность, поведение, техногенное загрязнение) // Экологическая экспертиза. – 2007. – № 4. – С. 2-98.
6. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, London, New York, 2011. – 505 p.

УДК 911.3

### **ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ЗАЛЕЖАХ КРАЙНЕАРИДНЫХ СТЕПЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ИВОЛГИНСКОГО И КИЖИНГИНСКОГО РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ)**

**Екимовская О.А.<sup>1</sup>, Лопатина Д.Н.<sup>2</sup>, Сороковой А.А.<sup>2</sup>**

*Байкальский институт природопользования СО РАНг. Улан-Удэ, oafe@mail.ru*

*Институт географии СО РАН им. В.Б. Сочавы, г. Иркутск*

### **FEATURES OF VEGETATION RESTORATION IN THE DEPOSITS OF THE EXTREME ARID STEPPES (USING THE EXAMPLE OF IVOLGINSKY AND KIZHINGINSKY DISTRICTS OF THE REPUBLIC OF BURYATIA)**

**Yekimovskaya Olga A.<sup>1</sup>, Lopatina Darja N.<sup>2</sup>, Sorokovoy Andrey A.<sup>2</sup>**

*<sup>1</sup>Baikal Institute of nature management SB RAN, Ulan-Ude, oafe@mail.ru*

*<sup>2</sup>V.B. Sochava Institute of Geography SB RAN, Irkutsk*

#### **Введение**

Климатические условия крайнеаридных степей характеризуются резкими перепадами температур, сравнительно высоким уровнем теплообеспеченности при пониженной влагообеспеченности. Высокая лесистость окружающей их территории не оказывает влияния на климат этих островков сухих степей, расположенных в широких речных долинах реки Селенги и её правобережных притоков (Уда, Кижинга, Темник, Хилок), используемых в качестве сельскохозяйственных угодий. В рамках проекта РФФИ «Постагрогенные степные ландшафты Республики Бурятия: потенциал, поиск компромиссов между сельскохозяйственным развитием и функционированием экосистем, социально-экономические и экологические последствия использования» были проведены исследования залежей Кижингинского и Иволгинского районов, пашни которых приурочены к крайнеаридным степям (рис. 1).

Особенности восстановления залежей проводились на 6 ключевых участках, представленных пойменно-долинными комплексами. Ключевые участки отражают наибольшее разнообразие типов почв и форм рельефа. Это днища котловин, склоны, шлейфы склонов, речные террасы, находящиеся на различных стадиях зарастания древесно-кустарниковой растительностью. Изучение растительности проводилось в соответствии с руководством по геоботаническим съёмкам [1], анализ площади проективного покрытия и видовая насыщенность фитоценозов определялись на площадках площадью 1 м<sup>2</sup> в трёхкратной повторности.



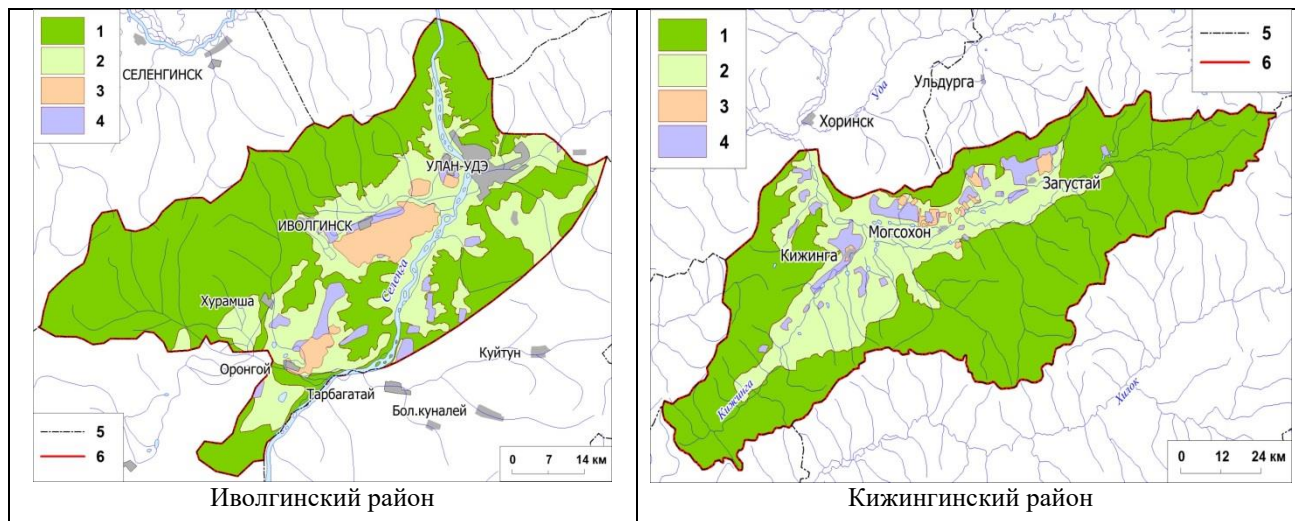


Рис. 1. Залежи Иволгинского и Кижингинского районов.

Земли лесного фонда: 1 - земли под лесами; земли сельскохозяйственного назначения: 2 - естественные кормовые угодья, 3 - используемые пашни, 4 - залежные земли; 5 - муниципальных образований, 6 – территории исследования.

В структуре сельскохозяйственных угодий абсолютно преобладают пастбища и сенокосы, занимая до 70% площади. Распаханные участки не образуют единого ареала, характеризуется раздробленностью, наличием отдельных «кусков» (рис. 2).



Рис. 2. «Островки» сухих степей в Кижингинском районе.

В советское время эти островки сухих степей были распаханы и интенсивно использовались. Но урожайность зерновых даже на орошаемых пашнях составляла всего 12,5 ц/га. На значительной площади естественных кормовых угодий также были созданы оросительные системы (рис. 3).



Рис. 3. Оросительный канал в Кижингинском районе.

Орошалось до 34% площади имеющихся сенокосов. Максимальных показателей площадь орошаемых сенокосов достигла в конце 70-ых годов и составляла 33,5 тыс. га. Планировалось довести площадь орошаемых сенокосов до 49 тыс. га, в том числе пашни – до 9 тыс. га [2].

В 90-ых годах государственная поддержка и дотации сельского хозяйства прекратились. Отсутствие новой и большая амортизация старой техники, высокая стоимость минеральных удобрений и семян, проблемы с реализацией выращенного зерна, массовый отток сельского населения в «город» обусловили резкое сокращение земледелия в республике. В первую очередь забрасывались пашни, расположенные в сухих степях (рис. 4). Залежи использовались в качестве естественных кормовых угодий, поскольку плотность поголовья скота всегда была высокой, пастбищ и сенокосов не хватало.



Рис. 4. Заращение бывших пашен Кижингинского района.

Для Кижингинского района характерно развитие светлохвойных лесов по водоразделам. Островки сухих степей расположены по днищам распадков и шлейфам склонов. Рис. 4 иллюстрирует заращение бывших пашен. В настоящее время это участки сухих степей в границах лесной зоны, на которых периодически выпасается скот (рис. 5).



Рис. 5. Выпас скота на бывших пашнях Кижингинского района.

На рис. 6 представлены залежи Иволгинского района в окружении светлохвойных разнотравных с элементами остепнения (присутствие степных видов растений в составе напочвенного покрова) леса. Присутствие на окраинах залежи (ранее распаханном степном участке) редкого подроста сосны до 5-10 лет отражает начальный этап её облесения. Единичные экземпляры подроста сосны в середине части залежи свидетельствует о длительности процесса зарастания залежи лесом. Основным лимитирующим фактором зарастания залежей древесной растительностью является ограниченное количество осадков.



Рис. 6. Залежи Иволгинского района.

Ключевые участки залежей Иволгинского района расположены в долине реки Селенга, высокая терраса. Залежь  $\approx 40$  лет. На участках, прилегающих к стене леса, идёт интенсивное восстановление леса в виде разнотравно-остепненного подроста сосны (*Pinus sylvestris*) от 2 до 12 лет. Подлесок слабо развит и представлен рододендром даурским (*Rhododendron dauricum*), спиреей средней (*Spiraea media*) и шиповником иглистым (*Rosa acicularis*). Основу напочвенного покрова составляют такие виды растений, как осока Коржинского (*Carex korshinskyi*), осока твердоватая (*Carex duriuscula*), мятлик кистевидный (*Poa botryoides*), тонконог стройный (*Koeleria cristata*), остролодочник тысячелистный (*Oxytropis microphylla*), горноколосник мягколистный (*Orostachys malacophylla*), полынь холодная (*Artemisia frigida*) и полынь пижмолистная (*Artemisia tanacetifolia*). Общее проективное покрытие до 75%

### Выводы

Для залежей исследуемой территории характерно облесение подростом сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Искусственные посадки сосны, при исключении пожаров, вырубок подроста и вывод залежей из пастбищеоборота будет несколько ускорять облесение бывших пашен.

При самосеве, за счет плодоношения окружающего залежи соснового леса, процесс облесения будет замедляться. В любом случае лимитирующим (даже нивелирующим) фактором облесения залежей является малое количество осадков, характерное для сухих степей.

При снятии пастбищной нагрузки, недопущения вырубки подроста, предотвращение пожаров (палов) возможно формирование соснового разнотравно-остепненного леса. Рекомендовано использование в рекреационных целях.

### Список литературы

1. Викторов С.В. Краткое руководство по геоботаническим съемкам. - Москва: Изд-во Моск. ун-та, 1959. - 166 с.
2. Дерюгина В.Н. Природно-сельскохозяйственные районы Бурятской АССР. - Новосибирск: Наука, Сибирское отделение, 1979. - с. 21.

**ЭКОТОННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ЗОНЫ КОНТАКТА ТАЙГИ И СТЕПИ  
В ФОРМИРОВАНИИ СОВРЕМЕННОГО ОБЛИКА АВИФАУНЫ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ**

**Э.Н. Елаев**

*Бурятский государственный университет им. Д. Банзарова, Улан-Удэ; elaev967@yandex.ru*

**ECOTON LANDSCAPES OF THE TAIGA AND STEPPE CONTACT ZONE IN  
THE FORMATION OF THE MODERN IMAGE OF AVIFAUNA BAIKAL REGION**

**E.N. Yelayev**

*D. Banzarov Buryat State University, Ulan-Ude; elaev967@yandex.ru*

Геосистемы зоны контакта тайги и степи сформировались в пограничной полосе между аридными и гумидными областями Палеарктики и представляют собой один из важнейших естественных рубежей Евразийского континента. Пограничная зона протянулась с запада от широколиственных и широколиственно-хвойных лесов Восточно-Европейской равнины через Уральские горы и Западно-Сибирскую равнину по югу Восточной Сибири вплоть до гор и долин Дальнего Востока, где тайга и степь отделены друг от друга также полосой широколиственных и широколиственно-хвойных лесов. В Сибири южная граница таежной зоны весьма изменчива. Резкие очертания она приобретает в лесостепных ландшафтах умеренно-континентального климата Западной Сибири. По мере усиления континентальности и аридности, особенно в горах Южной Сибири, она размывается и становится менее четкой в силу сложной композиции рельефа и высотной поясности. В Байкальской Сибири переходная зона характеризуется своеобразными природно-климатическими условиями, отличающими ее от типичной сибирской тайги и центрально-азиатской степи, составляющие ее экосистемы [11], их биота весьма специфична [2, 7, 22].

Экосистемы основных природных зон, их биотическая компонента, динамика, функциональные связи, в т.ч. и птиц к настоящему времени оказались достаточно хорошо исследованы. Тем не менее, долгое время в биогеографии обсуждался вопрос о взаимоотношениях леса и степи. Одни исследователи включали лесостепь как ареал контакта тайги и степи в качестве подзоны в лесную, другие – в степную зону, большинство же было склонно рассматривать ее как самостоятельную зону. В последнее время изучение экосистем на стыке природных зон, в частности в зоне контакта тайги и степи, приобрело новый импульс [1, 3, 7, 11, 12, 15, 16, 17, 20]. При этом выделяются разные уровни организации подобных территорий [8, 9, 13, 14]:

- *макроэкоTONы планетарного уровня*, подчиненные влиянию зонально-провинциальных факторов планетарно-космической природы, – это зональные экотонны, водно-наземные экотонны океанических побережий, орографические экотонны предгорий крупных горных систем;

- *мезоэкоTONы регионального уровня*, возникающие между ландшафтами в условиях зональности или азональности;

- *микроэкоTONы местного уровня*, формирующиеся между фациями и урочищами.

На основе многолетнего (1986-2024 гг.) изучения населения птиц экосистем пограничного типа в бассейне озера Байкал, занимающего экотонное положение и на основании этого выбранного нами как модельная территория, впервые выявлены особенности структуры и основные принципы организации населения птиц, связанные с адаптацией к обитанию в условиях контакта тайги и степи. Учеты численности проводились с использованием метода "площадей видов" [18, 19]. Всего учетными маршрутами пройдено более 1000 км. В бассейне озера Байкал выделены особые типы лесов, которые отличаются специфичной орнитофауной, характерной только для переходной зоны, - остепненные сосновые леса, смешанные березово-лиственнично-сосновые леса, березовые колки, ильмовые рощи в степи, древесно-кустарниковые заросли в поймах и дельтах рек, кустарниковая (караганниковая) степь, полезащитные лесополосы. Для каждого из указанных типов были определены видовой состав птиц, плотность их населения, доминантные формы. Ниже приводится характеристика отдельных лесостепных экосистем.

Большая часть лесостепных систем в исследуемом регионе приходится на долю сосновых лесов, образующих особый тип ландшафта - остепненные сосновые леса. Они расположены на водоразделах с песчаными почвами и на горных склонах и, как правило, представляют собой чистые высокоствольные сосновые боры (*Pinus silvestris*) с редким подростом и подлеском. Скучный (сомкнутость 05-0,6) травяной покров не отличается от травостоя окружающей степи и образован дерновинным злаком – *Koeleria cristata* – с сопутствующими видами (*Carex pediculata*, *Veronica incana*, *Potentilla acaulis*, *Aster alpinus* и др.). Орнитофауна таких сосняков очень бедна как по видовому составу, так и по числу особей. Всего отмечено 42 вида птиц с общей плотностью населения 47 ос/км<sup>2</sup>. Многочисленной здесь является только белошапочная овсянка (*Emberiza leucocephala*). В группу обычных видов входят обыкновенная каменка (*Oenanthe oenanthe*), буроголовая гаичка (*Parus montanus*), полевой воробей (*Passer montanus*), большая горлица (*Streptopelia orientalis*), пестрый дятел (*Dendrocopos major*) и др. Из 6 типов фаун, выделенных по Б. К. Штегману [21], преобладают транспалеаркты и полизональные виды (30,9% от общего числа видов), вторыми по значимости являются сибирские и китайские виды (26,3 и 16,6% соответственно). Ведущими

экологическими группами в сосновых лесах являются дендрофилы (50,2%) и наземники (34,5%). В связи с тем, что в таких лесах мало сухостойных и суховершинных деревьев, а значит дупел, полудупел, морозобойных трещин и ниш, пригодных для гнездования, количество дуплогнездников сравнительно невысокое (23,1%). По типу питания преобладают энтомофаги (50,0%) и фито-энтомофаги (27,7%).

Ильмовые рощи - реликты, сохранившиеся с третичного периода, - распространены в бассейне оз. Байкал на рыхлых песчаных почвах долин рек Джиды, Хилка, Чикоя, Уды. Эти невысокие (4-5 м) редкостойные насаждения создают характерный ландшафт, напоминающий саванны. В подлеске изредка встречаются *Caragana microphylla*, *Rosa acicularis*. Травяной покров редкий, низкорослый и состоит из осок, злаков, васильков, маков. Орнитофауна насчитывает 30 видов при плотности населения 186 ос/км<sup>2</sup>. Наиболее оптимальные условия для обитания здесь находят полевой воробей, красноухая овсянка (*E. cioides*), полевой жаворонок (*Alauda arvensis*). Обычными являются рыжехвостый жулан (*Lanius isabellinus*), серая славка (*Sylvia communis*), белошапочная овсянка, обыкновенная каменка и др. Основу пернатого населения составляют транспалеаркты, полизональные виды (40,0%) и представители китайского типа фауны (23,4%). В ильмовых лесах много старых засохших ильмов с дуплами и трещинами, что создает благоприятные условия для обитания многих птиц-дендрофилов – дуплогнездников (22,1%), кронников (18,9%). Низкие кустарники создают благоприятные (защитные) условия для гнездования наземников и кустарниковых птиц (18,8% и 31,1% соответственно). Доминирующие трофические группы в данном ландшафте – энтомофаги (43,4%) и фито-энтомофаги (20,0%).

Заросли караганы мелколистной (*C. microphylla*) образуют крупные темнозеленые куртины-медальоны, выделяющейся на фоне злаковой степи. Караганниково-злаковые песчаные степи распространены преимущественно в Селенгинском среднегорье, и лишь отдельные островки встречаются севернее до широты г. Улан-Удэ. В составе травостоя между куртинами, а иногда и внутри них, обильно рассеяны кусты караганы колючей (*C. spinosa*) высотой до 30 см. Из злаков преобладает *Festuca*. Вблизи шлейфов склонов к ней присоединяются *Agropyron*, *Koeleria*, *Poa*. Из крупного разнотравья встречаются *Serratula*, *Scabiosa* и др. Ксерофиты и мезоксерофиты представлены *Stipa*, *Silene*, *Astragalus*, *Gentiana*. Гнездовую орнитофауну этого своеобразного ландшафта отличает относительно скудный видовой состав (23 вида) и в то же время сравнительно высокая плотность населения – 180 ос/км<sup>2</sup>. Весьма примечательно наличие большого, по сравнению с другими ландшафтами, числа многочисленных видов – полевой воробей, степной конек (*Anthus richardi*), бурая пеночка (*Phylloscopus fuscatus*), серая славка и др. В разряд обычных вошли белошапочная овсянка, обыкновенная каменка, полевой жаворонок. Всего фоновые виды составили почти 95% населения кустарниковой степи. Центральное место в населении принадлежит монгольскому фаунистическому комплексу (34,9%), несколько уступают им транспалеарктические и полизональные виды (21,7%), значительно скромнее, чем в других биотопах, участие китайских и сибирских видов (17,4% и 13,0% соответственно). Заросли караганы создают хорошие защитные и кормовые условия для обитания многих кустарниковых (30,1%) и наземногнездящихся (50,6%) видов птиц, многие из них увеличивают свою численность по сравнению с окружающими открытыми пространствами. Отличительной особенностью экологической структуры населения этого местообитания является заметное увеличение при характерном преобладании энтомофагов (47,8%) числа видов со смешанным типом питания: фито-энтомофагия (30,4%) и эврифагия (13,0%).

Таким образом, проведенный анализ систематического и экологического разнообразия орнитофауны лесных экосистем зоны контакта тайги и степи показал, что наиболее разнообразно по своему видовому составу население птиц древесно-кустарниковых зарослей пойм и дельт (52 вида), вторыми по значимости являются сосновые леса (42). Наименее богаты по набору видов степные кустарники и искусственные лесополосы (по 23), что объясняется слабо развитой ярусностью растительности этих местообитаний и более простой экологической структурой гнездовой орнитофауны. Промежуточное положение занимают ильмовые рощи в степи (30). В целом орнитофауна сообществ пограничного типа довольно разнообразна и представлена 73 видами, относящимися к 12 отрядам, 25 семействам и 44 родам. Для сравнения: в типичной горной (темнохвойной) тайге Забайкалья отмечено 49 видов, в степи - 32 [10]. Тенденция возрастания видового и экологического разнообразия отчетливо проявляется как к границе между тайгой и степью, так и к пределам смежных ландшафтных выделов. Доля участия в населении разных таксономических групп неравнозначна. Наибольший вес занимает отряд Воробьинообразные (47 видов, 63,9% от общего количества видов). Значительно меньшее участие принимают Соколообразные (8; 11,1%) и Дятлообразные (5; 6,9%). Все остальные отряды (Гусеобразные, Курообразные, Журавлеобразные, Голубеобразные, Кукушкообразные, Сорообразные, Козодоеобразные, Стрижеобразные, Удодообразные) представлены 1-3 видами.

Сравнение географо-генетической структуры населения лесных экосистем пограничного типа выявило, что практически во всех выделенных местообитаниях доминируют транспалеарктические и полизональные виды. Везде отмечены и представители сибирской (таежной) фауны, но в более ксерофитных биотопах их господствующее положение падает. На смену им приходят китайские и европейские (лесные) по происхождению виды, адаптированные в ходе длительной совместной эволюции к обитанию в гумидных смешанных

и мелколиственных лесах Сибири. В степных караганниках соотношение видов меняется в пользу монгольских (степных) элементов фауны. Средиземноморские виды в силу своей малочисленности и нахождения в регионе у границы гнездовых ареалов [5, 6] не играют столь существенной роли в формировании гнездового населения, как представители других фаунистических комплексов. В экологической структуре населения везде абсолютно преобладают лесные насекомоядные птицы, гнездящиеся и кормящиеся в основном в кронах деревьев и кустарников. Различия в структуре орнитокомплексов отдельных типов лесов касаются деталей: в лесах заметную роль в формировании населения играют бореальные виды при низкой численности кустарниковых птиц, а в островных лесах участие кронников в значительной мере снижается, зато важную роль в населении приобретают кустарниковые и наземногнездящиеся птицы.

В связи с этим можно полагать, что формирование орнитофауны и населения лесных экосистем зоны контакта тайги и степи происходило за счет взаимопроникновения и длительного в эволюционном плане сосуществования палеарктических и азиатских видов, прежде всего североазиатской группы [4, 22]. В целом для авифауны и населения подобного типа лесных экосистем характерны отличающие их от сопредельных таежных и степных непостоянный (изменяющийся даже ежегодно) видовой состав, его фауногенетическое и экологическое разнообразие, значительное количество периферийных видов, отсутствие эндемичных форм на видовом уровне, низкая численность как доминантных, субдоминантных форм, так и общая по стации.

### Список литературы

1. Геосистемы контакта тайги и степи: юг Центральной Сибири / Бессолицына Е.П., Какарека С.В., Крауклис А.А., Кремер Л.К. – Новосибирск: Наука, 1991. – 217 с.
2. Дармаева С.-Д.О., Елаев Э.Н. Организация населения птиц экотонных экосистем в зоне контакта тайги и степи (бассейн озера Байкал) // Проблемы устойчивого развития региона. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2019. – С. 70-73.
3. Дармаева С.-Д.О., Елаев Э.Н. Современное представление об экотонах в экологии, биогеографии и ландшафтоведении (на примере зоны контакта тайги и степи, юг Восточной Сибири) // Эволюция и современное состояние ландшафтов и биоты Внутренней Азии. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2021. – С. 38-44.
4. Доржиев Ц.З., Елаев Э.Н. Ареалогическая структура орнитофауны Байкальской Сибири // Орнитологические исследования в России. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2000. – Вып. 2. – С. 25-40.
5. Доржиев Ц.З., Елаев Э.Н. Фауна птиц бассейна озера Байкал: систематический и экологический анализ // Биоразнообразии Байкальской Сибири. – Новосибирск: Наука, 1999. – С. 274-287.
6. Доржиев Ц.З., Елаев Э.Н., Бадмаева Е.Н. Позвоночные животные Бурятии: эколого-таксономический обзор. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2023. – 436 с.
7. Елаев Э.Н. Зоогеографические аспекты формирования современного облика орнитофауны зоны контакта тайги и степи в бассейне оз. Байкал // География и природ. ресурсы. – 2004 (2). – С. 51-52.
8. Елаев Э.Н., Тагирова В.Т. Город как экотонная система (на примере птиц некоторых городов юга Восточной Сибири и Дальнего Востока) // Вестник БНЦ СО РАН. – 2017. - № 3 (27). – С. 26-40.
9. Залетаев В.С. Структурная организация экотонных в контексте управления // Экотон в биосфере. – М., 1997. – С. 11-29.
10. Измайлов И.В., Боровицкая Г.К. Птицы Юго-Западного Забайкалья. – Владимир: Изд-во ВГПИ, 1973. – 316 с.
11. Иметхенов А.Б. Природа переходной зоны на примере Байкальского региона. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. – 232 с.
12. Какарека С.В. Соотношение леса и безлесных ландшафтов в Причудлымье (по историко-географическим данным) // География и природ. ресурсы. – 1985. – № 4. – С. 126-130.
13. Клауснитцер Б. Экология городской фауны. – М.: Мир, 1991. – 248 с.
14. Корбут В. В. Специфика синантропности врановых птиц культурных ландшафтов // Биогеография в Московском университете. 60 лет кафедре биогеографии. – М: ГЕОС, 2008. – С. 271-282.
15. Корсунов В.М., Гынинова А.Б., Сымпилова Д.П., Хертуева Н.В. Ландшафтная структура контакта тайги и степи северных отрогов хребта Цаган-Дабан в Забайкалье // География и природ. ресурсы. – 2002. - № 2. – С. 74-79.
16. Красноборов И.М. О «гундростепях» на юге Сибири // Растительный покров высокогорий. – Л.: Наука, 1986. – С. 131-137.
17. Крауклис А.А. Взаимодействие процессов и структур в геосистемах // География и природ. ресурсы. – 1989. – № 4. – С. 5-14.
18. Кузякин А.П. Зоогеография СССР // Учен. зап. МОПИ им. Н.К.Крупской, 1962. – Т. 109. – Биогеография. – Вып. 1. – С. 3-182.
19. Лаптев М.К. Учет наземной фауны позвоночных методом маршрутного подсчета (метод площадей видов) // Тр. Средне-Аз. ун-та. – Сер. 8а. Зоология. – 1930. – Вып. 11. – С. 1-15.
20. Природные геосистемы центральной лесостепи Русской равнины. – М.: Наука, 1988. – 144 с.
21. Штегман Б.К. Основы орнитогеографического деления Палеарктики // Фауна СССР. Птицы. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1938. – Т. 1. – Вып. 2. – 157 с.
22. Yelayev E. Bird communities of the ecotone areas in the South of Eastern Siberia. – LAP LAMBERT Academic Publishing, 2016. – 100 p.

**ПОДВИЖНОСТЬ БИОГЕННЫХ И ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ  
БАССЕЙНА Р. МАЙМА (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)**

**О.А. Ельчининова<sup>1</sup>, О.В. Кузнецова<sup>1,2</sup>, С.Я. Двуреченская<sup>1</sup>, О.К. Дементьева<sup>1</sup>,  
А.А. Кудачинова<sup>1</sup>, В.И. Леоно<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, eoa59@mail.ru*

<sup>2</sup>*Горно-Алтайский государственный университет, г. Горно-Алтайск, kuznecova04ru@mail.ru*

**THE MOBILITY OF BIOGENIC AND TOXIC ELEMENTS IN THE SOILS  
OF THE MAIMA RIVER BASIN (GORNYY ALTAI)**

**O.A. Elchininova<sup>1</sup>, O.V. Kuznecova<sup>1,2</sup>, S.I. Dvurechenskaya<sup>1</sup>, O.K. Dementieva<sup>1</sup>,  
A.A. Kudachinova<sup>1</sup>, V.I. Leonov<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, eoa59@mail.ru*

<sup>2</sup>*Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, kuznecova04ru@mail.ru*

Подвижные соединения биогенных и токсичных элементов – важнейшая группа химических веществ в почве. Они обуславливают возможность выполнения почвой ее основных экологических функций и как естественноисторического тела, и как источника плодородия и защиты от загрязнения природных сред [2]. С этой группой соединений связаны малый биологический круговорот и, в значительной мере, большой геологический круговорот химических веществ. Образование и перераспределение в почвенном профиле подвижных соединений типоморфных элементов составляют основное содержание почвообразовательных процессов, миграция в почвенном профиле обеспечивает его дифференциацию и природное разнообразие почв. Биогенные элементы в составе подвижных соединений обеспечивают питание растений и тем самым – плодородие почв. В загрязненных почвах значительная часть токсикантов находится в составе подвижных соединений. Они обуславливают способность загрязненных почв влиять на процессы трансформации и транслокации химических элементов.

Исследования проводили в бассейне р. Майма – правого притока первого порядка р. Катунь, расположенном в северной части Горного Алтая. Верхняя часть бассейна расположена в среднегорном, а нижняя – низкогорном поясе. Несмотря на небольшую протяженность реки (около 54 км), её бассейн является самым антропогенно нагруженным в Горном Алтае. Долина реки находится на территории активного хозяйственного освоения, но большая часть бассейна (водосборные площади притоков) располагается на территориях, занятых лесом [3].

Валовое содержание биогенных и токсичных элементов в почве определяли методом РФА СИ (рентгено-флуоресцентный анализ с использованием синхротронного излучения) в Институте ядерной физики СО РАН [6]. Для экстракции подвижных форм элементов был использован ацетатно-аммонийный буферный раствор с рН 4,8. Важным показателем, широко используемым при оценке санитарно-гигиенического состояния территории, является степень подвижности элементов, которая определяется как доля подвижных форм от валового содержания, выраженная в процентах (таблица).

Таблица

Степень подвижности элементов, %

| Горизонт (глубина взятия образца) | Элементы |     |     |      |     |      |
|-----------------------------------|----------|-----|-----|------|-----|------|
|                                   | Mn       | Fe  | Cu  | Pb   | Cr  | Cd   |
| Лесной пояс                       |          |     |     |      |     |      |
| Горно-лесная дерново-подзолистая  |          |     |     |      |     |      |
| Ад(0-4)                           | 8,9      | 0,1 | 3,8 | 1,1  | 0,3 | 17,9 |
| А'(4-13)                          | 6,7      | 0,1 | 2,4 | 1,3  | 0,4 | 14,5 |
| А(20-30)                          | 10,5     | 0,1 | 3,7 | 0,2  | 0,5 | 26,7 |
| АВ(45-55)                         | 8,9      | 0,1 | 6,2 | 1,1  | 0,5 | 16,9 |
| В(66-76)                          | 2,7      | 0,1 | 5,9 | 1,2  | 0,3 | 18,1 |
| С(110-115)                        | 24,6     | 0,1 | 5,9 | 14,2 | 0,5 | 28,4 |
| Горно-лесная серая                |          |     |     |      |     |      |
| Ад(0-8)                           | 24,0     | 0,2 | 3,3 | 2,6  | 0,7 | 45,2 |
| А(10-20)                          | 15,2     | 0,4 | 4,7 | 3,0  | 0,6 | 32,1 |
| АВ(30-40)                         | 14,9     | 0,3 | 4,2 | 1,9  | 0,5 | 15,5 |
| В(50-60)                          | 9,2      | 0,1 | 2,3 | 1,0  | 0,2 | 13,1 |
| ВС(100-110)                       | 8,1      | 0,1 | 2,9 | 3,0  | 0,3 | 31,2 |
| Горно-лесная темно-серая          |          |     |     |      |     |      |
| Ад(0-10)                          | 10,3     | 0,1 | 1,5 | 1,2  | 0,2 | 67,5 |
| А(16-26)                          | 6,7      | 0,1 | 1,3 | 0,1  | 0,3 | 46,5 |
| АВ(28-38)                         | 3,8      | 0,2 | 1,5 | 1,5  | 0,3 | 49,5 |
| В(50-60)                          | 1,9      | 0,1 | 1,0 | 1,4  | 0,2 | 13,4 |

|                              |      |     |     |      |     |      |
|------------------------------|------|-----|-----|------|-----|------|
| C(110-120)                   | 5,0  | 0,1 | 1,8 | 2,9  | 0,2 | 77,1 |
| Горно-лесная черноземовидная |      |     |     |      |     |      |
| Ад(0-10)                     | 8,3  | 0,1 | 6,2 | 3,2  | 0,6 | 15,1 |
| А(25-35)                     | 3,5  | 0,1 | 5,1 | 1,3  | 0,5 | 22,9 |
| АВ(60-70)                    | 2,4  | 0,1 | 6,0 | 2,1  | 0,5 | 10,7 |
| В(80-90)                     | 1,5  | 0,1 | 6,2 | 2,1  | 0,3 | 12,3 |
| ВС(95-105)                   | 2,4  | 0,0 | 1,4 | 0,8  | 0,2 | 9,1  |
| С(110-120)                   | 3,4  | 0,0 | 2,9 | 1,2  | 0,1 | 16,3 |
| Горно-лесная бурая           |      |     |     |      |     |      |
| Ад(0-6)                      | 10,5 | 0,1 | 5,2 | 3,1  | 0,4 | 5,1  |
| А'(14-24)                    | 8,5  | 0,2 | 3,1 | 1,4  | 0,3 | 8,4  |
| А''(35-45)                   | 6,5  | 0,2 | 2,6 | 1,5  | 0,3 | 3,0  |
| АВ(54-64)                    | 3,9  | 0,1 | 6,3 | 1,5  | 0,3 | 2,0  |
| В(80-90)                     | 4,1  | 0,1 | 1,8 | 1,3  | 0,2 | 9,2  |
| Дерново-перегнойная          |      |     |     |      |     |      |
| Ад(0-10)                     | 13,4 | 0,1 | 3,9 | 2,8  | 0,4 | 18,2 |
| А(10-20)                     | 8,1  | 0,1 | 5,3 | 2,0  | 0,3 | 18,8 |
| АВ(20-34)                    | 4,9  | 0,1 | 4,4 | 1,9  | 0,3 | 16,4 |
| В(34-45)                     | 17,8 | 0,0 | 3,7 | 2,8  | 0,2 | 16,9 |
| R(45-55)                     | 18,0 | 0,1 | 3,8 | 2,4  | 0,3 | 27,8 |
| Лесостепной пояс             |      |     |     |      |     |      |
| Чернозем оподзоленный        |      |     |     |      |     |      |
| Ад(0-6)                      | 8,9  | 0,1 | 6,0 | 4,7  | 0,2 | 10,8 |
| А(8-18)                      | 10,0 | 0,1 | 4,4 | 1,6  | 0,3 | 11,1 |
| АВ(30-40)                    | 5,8  | 0,1 | 6,7 | 6,8  | 0,3 | 38,8 |
| В(60-70)                     | 5,7  | 0,1 | 6,4 | 9,3  | 0,5 | 28,0 |
| ВС(80-90)                    | 7,4  | 0,1 | 7,3 | 13,9 | 0,3 | 21,3 |
| CD(90 и ↓)                   | 11,8 | 0,1 | 5,0 | 16,7 | 0,2 | 15,8 |
| Чернозем выщелоченный        |      |     |     |      |     |      |
| Ад(0-10)                     | 18,5 | 0,1 | 5,7 | 2,0  | 0,0 | 21,9 |
| А(15-25)                     | 11,3 | 0,1 | 4,5 | 0,9  | 0,4 | 38,8 |
| АВ(35-45)                    | 5,1  | 0,1 | 2,0 | 2,1  | 0,2 | 11,3 |
| В(65-75)                     | 4,0  | 0,1 | 2,9 | 3,1  | 0,2 | 33,2 |
| ВС(110-120)                  | 5,0  | 0,1 | 6,9 | 3,9  | 0,2 | 20,7 |
| Лугово-черноземная           |      |     |     |      |     |      |
| Ад(0-12)                     | 26,5 | 0,8 | 2,8 | 5,8  | 0,7 | 39,8 |
| А(13-23)                     | 23,8 | 1,3 | 2,2 | 5,9  | 0,7 | 15,5 |
| АВ(27-37)                    | 9,5  | 0,6 | 3,1 | 2,3  | 0,9 | 12,3 |
| Вg(46-56)                    | 11,3 | 0,8 | 2,9 | 2,2  | 0,7 | 37,6 |
| BC(74-84)                    | 17,2 | 0,7 | 7,2 | 8,4  | 0,9 | 18,4 |
| CD(95-105)                   | 7,5  | 0,5 | 3,3 | 7,0  | 0,7 | 7,2  |
| Долины и поймы               |      |     |     |      |     |      |
| Лугово-аллювиальная          |      |     |     |      |     |      |
| Ад(0-10)                     | 18,9 | 0,2 | 3,9 | 15,4 | 0,4 | 9,5  |
| А(20-30)                     | 10,9 | 0,3 | 5,5 | 3,6  | 1,5 | 56,7 |
| В <sub>1</sub> (50-60)       | 14,9 | 0,5 | 9,1 | 5,0  | 0,7 | 10,9 |
| В <sub>2</sub> (75-85)       | 13,1 | 0,8 | 8,1 | 6,6  | 1,6 | 39,5 |
| G(95-105)                    | 13,1 | 1,2 | 7,2 | 8,6  | 1,7 | 18,7 |
| С(120-130)                   | 9,0  | 0,5 | 8,4 | 6,9  | 0,8 | 10,4 |
| Лугово-болотная              |      |     |     |      |     |      |
| Ад(0-10)                     | 23,1 | 1,9 | 2,1 | 7,0  | 0,5 | 18,7 |
| А'(11-21)                    | 30,1 | 2,3 | 4,6 | 8,0  | 0,7 | 23,8 |
| А''(23-34)                   | 35,9 | 2,3 | 2,7 | 10,9 | 0,8 | 25,6 |
| В <sub>1</sub> g(40-50)      | 27,1 | 2,0 | 4,0 | 9,9  | 0,5 | 16,6 |
| В <sub>2</sub> g(68-78)      | 28,9 | 0,9 | 5,2 | 3,9  | 0,4 | 4,9  |
| Луговая                      |      |     |     |      |     |      |
| Ад(1-3)                      | 27,0 | 0,2 | 3,1 | 5,0  | 1,0 | 42,4 |
| А(3-15)                      | 19,7 | 0,5 | 4,4 | 4,2  | 0,7 | 23,0 |
| АВ(20-30)                    | 16,7 | 0,4 | 2,7 | 3,4  | 0,7 | 43,1 |
| S <sub>1</sub> (45-55)       | 8,3  | 0,3 | 3,3 | 2,9  | 0,5 | 20,2 |
| S <sub>2</sub> (90-100)      | 7,2  | 0,2 | 2,9 | 2,8  | 0,3 | 25,2 |
| S <sub>3</sub> (150-160)     | 7,6  | 0,5 | 4,3 | 4,3  | 0,5 | 16,2 |



Ранжируя значения подвижности биогенных и токсичных элементов (в среднем по профилю) по степени убывания получена следующая последовательность:

– для биогенных элементов:  $Mn > Cu > Fe$ ;

– для токсичных элементов:  $Cd > Pb > Cr$ .

Закономерности распространяются на все типы почв и все пояса.

В большинстве исследованных почв горно-лесного, лесостепного поясов и почвах долины и поймы в верхних гумусово-аккумулятивных горизонтах степень подвижности элементов выше, чем в нижележащих горизонтах.

Среди исследованных элементов наибольшей подвижностью отличается кадмий, которая изменяется от 9,1 до 77,1% (в почвах горно-лесного пояса), от 7,2 до 39,85% (в почвах лесостепного пояса), от 4,9 до 43,1% (в почвах долины и поймы), наименьшей – железо (от 0,1 до 1,9% в целом по бассейну), что подтверждается исследованиями других ученых [1,4,5].

Корреляционный анализ полученных результатов выявил тесноту связи валового содержания и подвижных форм химических элементов в почве: высокую положительную (марганец – в чернозёме оподзоленном, лугово-болотной, горно-лесной серой почвах; железо – в дерново-перегнойной почве, чернозёме оподзоленном; кадмий – в лугово-аллювиальной, лугово-болотной, луговой почвах) и очень высокую положительную (железо, медь, свинец и хром – в дерново-перегнойной почве). Установлена высокая отрицательная теснота связи по меди в лугово-болотной почве.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН (номер гос. регистрации 121031200177-1, FUFZ-2021-0003).*

### **Список литературы**

1. Азаренко Ю.А. Влияние процессов почвообразования на содержание и распределение микроэлементов в почвах лесостепной и степной зон Омской области // Вестник АГАУ. – 2011. – № 3 (77) – С. 26-31.
2. Мотузова Г.В. Соединения микроэлементов в почвах: системная организация, экологическое значение, мониторинг. – М.: Эдиториал УРСС, 1999. – 168 с.
3. Природные комплексы Майминского района Республики Алтай // Коллективная монография. Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2006. 186 с.
4. Просянников В.И. Подвижность микроэлементов в пахотных почвах // Агрехимический вестник – 2012. – № 4. – С 36-37
5. Сычев В.Г., Ефремов Е.Н., Лунев М.И., Кузнецов А.В. Система агроэкологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. – М.: Россельхозакадемия, 2006. – С.3-15.
6. Piminov P.A. Synchrotron Radiation Research and Application at VEPP-4. // Physics Procedia - 2016. – V. 84. – P. 19-26.

УДК 551.345

## **ОСОБЕННОСТИ ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ПОЧВОГРУНТОВ ЗОНАЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ ОКОЛО Г. ЯКУТСКА**

**П.В. Ефремов**

*Институт мерзлотоведения им. П.И.Мельникова СО РАН, г. Якутск*

*pvefremov@mpi.ysn.ru*

## **SOIL MOISTURE REGIME CHARACTERISTICS IN ZONAL LANDSCAPES NEAR YAKUTSK**

**P.V. Efremov**

*Melnikov Permafrost Institute SB RAS, Yakutsk*

*pvefremov@mpi.ysn.ru*

### **Введение**

Важным экспериментальным участком для изучения влажностного режима почвогрунтов различных мерзлотных ландшафтов около г. Якутска является международный научный стационар «Спасская Падь». В 2006 г. была выпущена монография «Спасская Падь»: комплексные исследования мерзлотных ландшафтов [2]. Там были использованы данные влажности за 1996-2003 гг. В данной статье приводятся данные влажности почвогрунтов и влагозапасов на различных глубинах за 2002-2012 гг. на 4 экспериментальных площадках. Основными источниками увлажнения для почвогрунтов мерзлотных ландшафтов являются талые снеговые воды весной, дождевые осадки теплого сезона, и талые воды, образующиеся при протаивании льдистых многолетнемерзлых грунтов.

## Материалы и методы

Для определения влажности почвогрунтов использовали методы, применяемые в мерзлотоведении и почвоведении. На четырех экспериментальных площадках брались грунтовые образцы почвенным буром через каждые 10 см по разрезу сезонно-талого слоя 2 раза в месяц за теплый период. Бюксы с почвой высушивались в сушильном шкафу при температуре 105 °С. Определялась влажность почвогрунтов в % от веса и % от объема. Кроме того, рассчитывалось содержание влагозапасов почвогрунта на различных глубинах.

## Результаты и их обсуждение

Одним из источников увлажнения почвогрунтов является выпадение дождевых осадков за теплое время года. Их количество определялось по данным метеостанции Якутск. За рассматриваемый период в отдельные годы (2003, 2005-2007) выпадало аномально большое количество осадков (около 200 мм и более) за теплое время года (рис 1). В 2006 г. в августе при средней норме 38 мм выпало 4 нормы осадков (151 мм), а в сентябре при средней норме 31 мм – почти две нормы осадков (54 мм). Самым сухим был теплый сезон 2002 г., когда выпало всего 89 мм осадков.

При увеличении глубины сезонного протаивания за счет оттаивания верхних многолетнемерзлых льдистых грунтов в сезонно-талый слой может прибавляться 500-600 м<sup>3</sup>/га (50-60 мм) воды, которая была ранее законсервирована в форме текстурообразующего льда [3]. В таежных ландшафтах с ледовым комплексом приток воды от вытаивания подземных повторно-жильных льдов может быть сопоставим с годовым количеством осадков (260-300 мм).

Экспериментальные площадки на полигоне «Спаская Падь»: S1 – лиственничный лес лимнасово-брусничный; S2 – лиственнично-березовое мелколесье лимнасово-брусничное; S3 – лиственнично-сосновый лес лимнасово-толокнянковый; S4 – багульниково-ольховниковый лиственничник с примесью сосны и подростом березы.

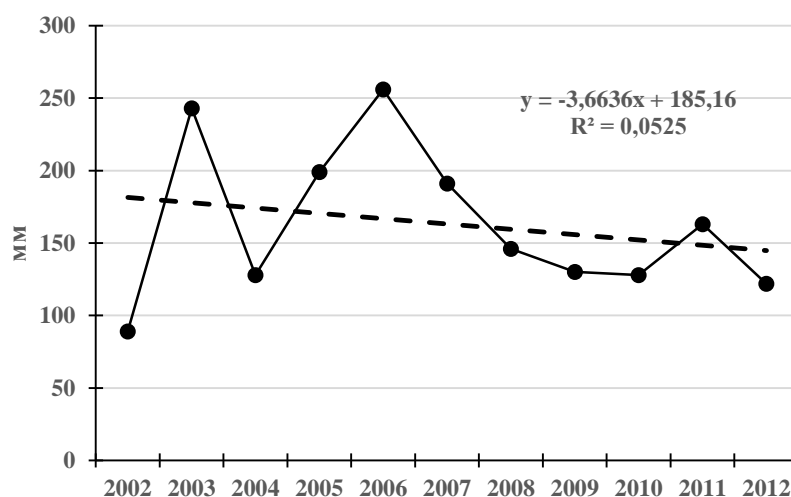


Рис. 1. Изменчивость осадков за теплый период года по метеостанции Якутск, 2002-2012 гг.

В качестве примера приведены графики влагозапасов почвогрунта в слое 0 – 0,5 м на 4 площадках во время самого сухого теплого сезона в 2002 году и самого дождливого сезона 2006 года за рассматриваемый период (рис. 2). В 2002 г. максимальное содержание предлетнего влагозапаса было на площадке S4 (184 мм), которое в конце сентября понизилось до почти 56 мм (см. рис. 2а). На площадке S2 максимальное значение было в июле (159 мм), когда выпало 45 мм осадков при норме 40 мм. В сентябре влагозапасы почвогрунта понизились до 80 мм. А на площадках S1 и S3 повышались в июне до 90 и 101 мм соответственно, а в сентябре упали до 33 и 41 мм. Этому повлияло выпадение осадков в августе и сентябре, составившее только 50% от нормы.

В 2006 г. максимальное значение влагозапаса почвогрунта было также на площадке S4. Предлетнее содержание составило 316 мм, которое в начале июля упало до 134 мм (см. рис. 2б). За счет аномальных дождей в августе и сентябре повысилось до 360 мм. На площадках S1 и S3 была такая же картина – предзимние влагозапасы были выше предлетних. На площадке S1 влагозапасы слоя 0 – 0,5 м повысились от 168 до 229 мм, а на площадке S3 – от 83 до 109 мм. На площадке S2 влагозапасы оставались почти на одном уровне – 187 и 185 мм.

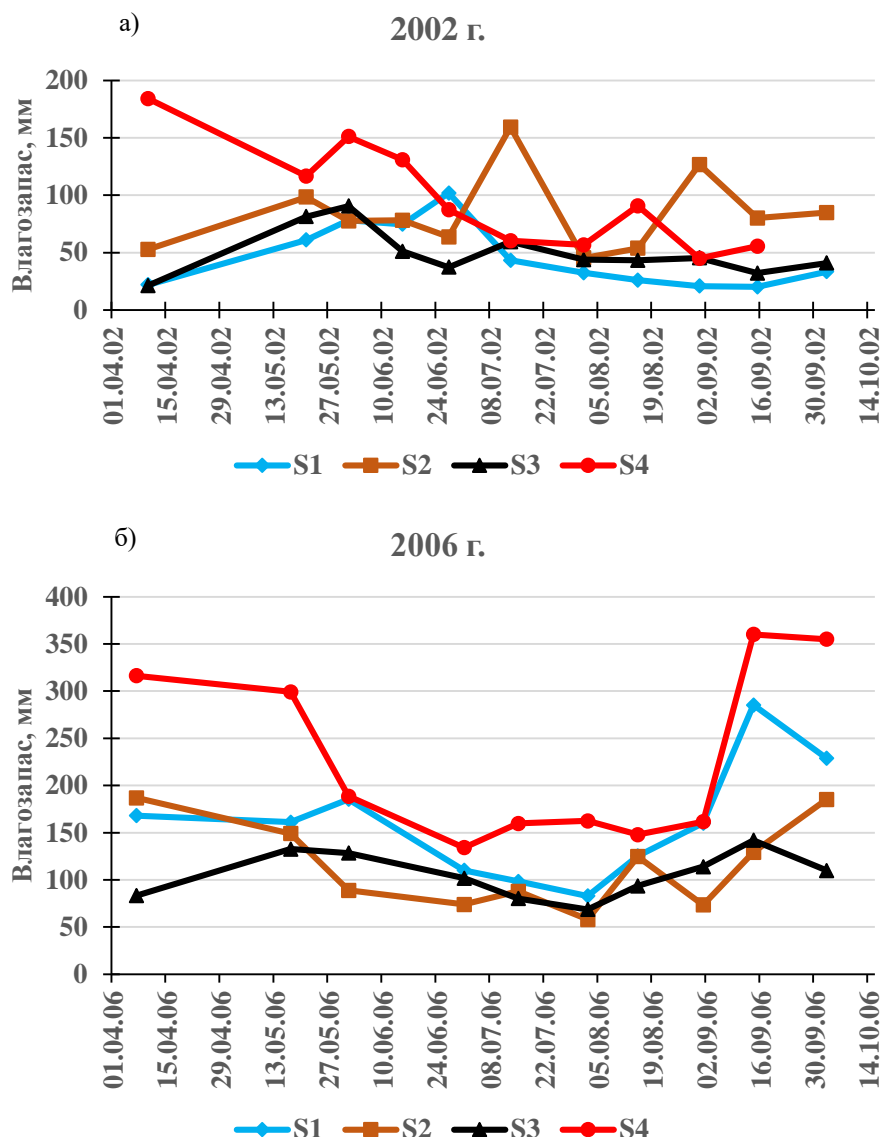


Рис. 2. Влагозапасы почвогрунта в слое 0 – 0,5 м на экспериментальных площадках: а) 2002 г.; б) 2006 г.

Были определены уровни увлажнения и влагообеспеченности различных типов криогенных ландшафтов местности «Спасская Падь». Подтипы водного режима мерзлотных почв различают по величине (запасу) продуктивной влаги в слое 0 – 0,5 м [1]:

- 1) избыточно влажный – при влагозапасах более 125 мм;
- 2) влажный – при 75 – 125 мм;
- 3) умеренно влажный – при 50 – 75 мм;
- 4) недостаточно влажный – при 30-50 мм;
- 5) сухой – при влагозапасах менее 30 мм.

На основе полученных полевых данных влагозапасов почвогрунтов и вышеизложенных критериев проведена систематизация водного режима сезонно-талого слоя криогенных ландшафтов стационара «Спасская Падь» (таблица).

Таблица

Подтипы влажности деятельного слоя криогенных ландшафтов на стационаре «Спасская Падь» (2002-2012 гг.)

| № площ. | Основные ландшафтные характеристики   | Влагозапасы слоя, мм |           |           |           | Подтип водного режима |
|---------|---|----------------------|-----------|-----------|-----------|-----------------------|
|         |   | 0 – 0,5 м            | 0 – 1,0 м | 0 – 1,5 м | 0 – 2,0 м |                       |
| S1      | Привершинная часть пологого склона северной экспозиции. Лиственный лес лимасово-брусничный. Почва мерзлотная таежная палевая слабоосолодевая. | 20 – 285             | 67 – 468  | 164 – 585 | –         | II – умеренно влажный |

|    |  |          |           |                    |           |                          |
|----|--|----------|-----------|--------------------|-----------|--------------------------|
| S2 | Привершинная часть пологого склона северной экспозиции. Лиственнично-березовое мелколесье лимнасово-брусничное. Почва мерзлотная таежная палевая                             | 31 – 186 | 61 – 375  | 134 – 516          | 208 – 607 | II – умеренно влажный    |
| S3 | Привершинная песчаная гряда. Лиственнично-сосновый лес лимнасово-толокнянковый. Почва мерзлотная таежная подзолистая   | 11 – 170 | 21 – 252  | 94 – 343           | 151 - 446 | I – недостаточно влажный |
| S4 | Пологий склон южной экспозиции межрядового микропонижения. Багульниково-ольховниковый лиственничник с примесью сосны и подростом березы. Почва мерзлотная переходная палевая | 45 – 316 | 158 – 513 | $W \approx W_{пв}$ | –         | IV – избыточно влажный   |

### Выводы

На 4 площадках стационара «Спасская Падь» в период 2002-2012 гг. выявлены 3 подтипа водного режима: I – недостаточно влажный; II – умеренно влажный; IV – избыточно влажный

### Список литературы

1. Саввинов Д.Д. Гидротермический режим почв в зоне многолетней мерзлоты. – Новосибирск: Изд-во Наука, 1976. – 254 с.
2. «Спасская Падь»: Комплексные исследования мерзлотных ландшафтов / А.Н.Федоров, Т.Х.Максимов, П.П.Гаврильев и др. – Якутск: Издательство Института мерзлотоведения СО РАН, 2006. – 210 с.
3. Тепловодообмен в мерзлотных ландшафтах Восточной Сибири и его факторы. – Москва – Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2007. – 576 с.

УДК 504.058

## ПРИБЛИЖЕННАЯ ОЦЕНКА ПОСТУПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ ВЕРХНЕГО И СРЕДНЕГО ИРТЫША НА ТЕРРИТОРИЮ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

И.В. Жерелина<sup>1</sup>, С.Г. Яковченко<sup>1</sup>, С.В. Краморенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Центр инженерных технологий», г. Барнаул, zherelina@mail.ru

<sup>2</sup>Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН, г. Новосибирск

## APPROXIMATE ESTIMATION OF HEAVY METAL INPUT FROM THE CATCHMENT AREA OF THE UPPER AND MIDDLE IRTYSH INTO THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION

Zherelina I.V.<sup>1</sup>, Yakovchenko S.G.<sup>1</sup>, Kramorenko S.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Engineering Technologies Center LLC, Barnaul, zherelina@mail.ru,

<sup>2</sup>Institute of Economics and Industrial Engineering SB RAS, Novosibirsk

Одним из важнейших вопросов международного сотрудничества Республики Казахстан и Российской Федерации является предотвращение трансграничного воздействия. При этом для обоих государств, на территории которых расположены металлогенические зоны, активно ведется добыча и переработка рудных полезных ископаемых, актуально загрязнение трансграничных водных объектов тяжелыми металлами.

В Республике Казахстан основными отраслями промышленности являются добыча рудных полезных ископаемых и металлургия. Предприятия этих отраслей – потенциальные источники загрязнения территории и водных объектов тяжелыми металлами – преимущественно расположены в бассейне р. Иртыш и в границах бессточных областей Иртыш-Ишимского и Ишим-Тобольского междуречий. Во всех промышленных регионах Северного и Центрального Казахстана находятся экологически опасные объекты: терриконы, отвалы, карьеры, буровые скважины, хвостохранилища и другие объекты [2].

Вопрос об источниках и объеме поступления тяжелых металлов в водную систему Иртыша однозначно не решен. На территории Республики Казахстан сток р. Иртыш и ее основных притоков Тобола и Ишима зарегулирован каскадами водохранилищ, в которых при снижении скорости течения происходит осаждение тяжелых металлов и их накопление в донных отложениях. М.С. Паниным на основе анализа большого объема натуральных данных выполнена оценка поступления тяжелых металлов в речную систему Иртыша в границах Семипалатинского Прииртышья (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная оценка поступления тяжелых металлов с водосборной площади р. Иртыш в Республике Казахстан и наблюдениям Росгидромета в трансграничном створе, тонн/год

| Створ/участок  | Тяжелые металлы |        |        |        |      |       | Всего   |
|--|-----------------|--------|--------|--------|------|-------|---------|
|  | Zn              | Cu     | Mn     | Pb     | Cd   | Cr    |         |
| Трансграничный створ р. Иртыш – с. Татарка                                 | 557             | 243    | 1 080  | 10,6   | 0,2  | 25,9  | 1916,69 |
| Суммарная нагрузка на водосборе собственно р. Иртыш [3, табл. 159]         | 33 700          | 19 100 | 30 300 | 13 400 | 589  | 6 600 | 103689  |
| Суммарная нагрузка на водосборе 10 правых притоков р. Иртыш [3, табл. 159] | 99 400          | 27 000 | 32 200 | 9 050  | 6000 | 2 160 | 175810  |
| Суммарная нагрузка на водосборе 15 левых притоков р. Иртыш [3, табл. 159]  | 307             | 236    | 283    | 145    | 13,8 | 50,9  | 1035,7  |

В результате анализа данных табл. 1, можно сделать вывод, что с левобережной части Семипалатинского Прииртышья в р. Иртыш тяжелых металлов поступает на несколько порядков ниже, чем с водосборной площади правобережных притоков и собственно р. Иртыш, где ведется активная добыча и переработка металлических руд. К трансграничному створу содержание тяжелых металлов в воде существенно снижается, что свидетельствует о значительной роли процессов осаждения тяжелых металлов в водохранилищах и на транзитном участке Иртыша ниже Шульбинского водохранилища. Следует предположить, что основное влияние на загрязнение р. Иртыш тяжелыми металлами оказывают территории, расположенные ниже каскадов водохранилищ. Роль Усть-Каменогорского промышленного узла, расположенного выше Шульбинского водохранилища менее значима для формирования химического стока р. Иртыш на границе с Россией. Однако эти выводы должны быть подкреплены дополнительными натурными исследованиями.

Оценка гидрохимического стока и вклада Республики Казахстан в загрязнение р. Иртыш тяжелыми металлами выполнена по данным среднегодовых значений наблюдений сети Росгидромета за период 1987-2020 гг. Контрольные створы выбраны на границе с Республикой Казахстан и в устье крупных притоков Иртыша, а также по длине р. Иртыш ниже их впадения. Установлено, что массоперенос тяжелых металлов в замыкающем створе р. Тобол в среднем в 30 раз превосходит их поступление с территории Республики Казахстан в трансграничном створе в с. Звериноголовское, что свидетельствует о значительном вкладе Восточного Урала в загрязнение р. Тобол тяжелыми металлами (табл. 2).

Таблица 2

Массоперенос тяжелых металлов по длине р. Иртыш и ее притоков

| Створ  | Массоперенос, тонн/год |       |       |       |      |      |
|--|------------------------|-------|-------|-------|------|------|
|  | Zn                     | Cu    | Ni    | Mn    | Pb   | Cr   |
| р. Тобол – с. Звериноголовское                   | 26,2                   | 16,9  | 13,1  | 525   | –    | –    |
| р. Ишим – с. Ильинка                             | 30,1                   | 10,2  | 36,9  | 133   | 1,40 | –    |
| р. Иртыш – с. Татарка                            | 557                    | 243   | 54,8  | 1080  | 10,6 | 25,9 |
| Суммарный сток с территории Республики Казахстан | 613,3                  | 270,1 | 104,8 | 1738  | 12   | 25,9 |
| р. Тобол – с. Тобольск                           | 459                    | 189   | 83,1  | 4280  | 39,4 | 121  |
| р. Ишим – с. Усть-Ишим                           | 41,2                   | 25,9  | 6,44  | 345   | 0,00 | 5,56 |
| р. Иртыш – с. Усть-Ишим                          | 438                    | 275   | 69,7  | 2120  | 85,7 | 99,7 |
| р. Иртыш – г. Тобольск                           | 1220                   | 431   | 191   | 7190  | 148  | –    |
| р. Иртыш – г. Ханты-Мансийск                     | 2660                   | 879   | 311   | 10000 | 163  | 0    |

В целях более строгой оценки вклада Республики Казахстан в поступление тяжелых металлов в систему Иртыша, годовые объемы тяжелых металлов, проходящие через трансграничные створы, сопоставлены с их годовыми объемами в замыкающих створах (для Ишима и Тобола в устье, для Иртыша – в створе выше впадения р. Ишим) с учетом поступления рассматриваемых тяжелых металлов с территории Российской Федерации.

В расчете использовано простое уравнение баланса годового потока тяжелых металлов по длине участка ( $I=0...L$ ) реки при наличии осаждения

$$d\Gamma/dl = -k \cdot \Gamma + P/L \quad (1)$$

где  $\Gamma$  – годовой поток тяжелых металлов;  $k$  – коэффициент осаждения тяжелых металлов,  $L$  – длина участка,  $P$  – поступление тяжелых металлов на участке ниже границы с Казахстаном (считается равномерно распределенным по участку) за конкретный год. На границе с Республикой Казахстан ( $I=0$ )  $\Gamma=\Gamma_k$ , где  $\Gamma_k$  – поступление тяжелых металлов с территории Казахстана. На каждом участке поступление тяжелых металлов ( $P$ ) может быть выражено:

$$P = P_0 \cdot \lambda \quad (2)$$

где  $P_0$  – характерная для участка и постоянная за весь период по годам величина, равная поступлению тяжелых металлов в 1987 г., тонн;  $\lambda$  – коэффициент, характеризующий относительное изменение поступления тяжелых металлов по годам, принят равным отношению добычи металлических руд в расчетный год к добыче руды в 1987 г. (год начала моделирования) по данным Росстата [1, 4], для периода СССР индекс принят равным 1.

Решение уравнения (1) по длине рассматриваемого участка реки позволяет выразить поток тяжелых металлов в замыкающем створе соответствующего участка (Гз) через их поток с территории Республики Казахстан (Гк), параметры  $k$  и  $P$ .

$$G_z = G_k \cdot \exp(-kL) + (P/kL) \cdot (1 - \exp(-kL)) \quad (3)$$

При моделировании для каждого участка подбирались параметры  $P_0$  и  $k$ , минимизирующие сумму по годам квадратов разностей измеренных и модельных потоков тяжелых металлов в замыкающем створе Гз, при условии совпадения значений среднегодового (рассчитанного на основе измерений) и модельного потоков. Моделирование проводилось только по годам, обеспеченным данными наблюдений как во входящем, так и в замыкающем створах участка, вследствие чего расчетные значения могут отличаться от представленных в табл. 2.

По рассчитанным  $P_0$  и  $k$  определено среднегодовое поступление тяжелых металлов на каждый из участков с территории России  $P_{ср} = P_0 \cdot \lambda_{ср}$  ( $\lambda_{ср}$  – среднее значение  $\lambda$  за годы моделирования для рассматриваемого тяжелого металла и участка моделирования) и доля тяжелых металлов, поступающих с территории Республики Казахстан на участке в целом. Последняя определялась как  $G_{кр} / (P_{ср} + G_{кр})$ , где  $G_{кр}$  – среднее за годы моделирования поступление рассматриваемого тяжелого металла из Казахстана. Средние значения коэффициента  $k$  по всем наблюдаемым тяжелым металлам отличаются для Иртыша и его основных притоков: р. Иртыш – 0,0012, р. Тобол – 0,0000, р. Ишим – 0,0028.

Результаты приближенной оценки показали, что в р. Иртыш с территории Республики Казахстан через трансграничный створ поступает порядка половины общего объема тяжелых металлов, более 70% цинка и никеля, более 50% меди и марганца. Вклад Республики Казахстан в поступление тяжелых металлов в р. Тобол незначителен, около 3%. Основная часть тяжелых металлов в р. Тобол поступает с территории Восточного Урала. В р. Ишим с территории Республики Казахстан поступает основная доля никеля и свинца (табл. 3). К замыкающему створу Иртыша в г. Ханты-Мансийске влияние Республики Казахстан существенно снижается и не превышает 20-30%.

Таблица 3

Результаты приближенной оценки поступления тяжелых металлов на территорию России

| Потоки тяжелых металлов   | Тяжелые металлы |       |       |       |       |       |
|---|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   | Zn              | Cu    | Ni    | Mn    | Pb    | Cr    |
| Участок р. Иртыш от границы с Республикой Казахстаном до впадения р. Ишим |                 |       |       |       |       |       |
| Поступление с территории Казахстана, тонн/год                             | 548             | 240   | 53,7  | 1070  | 16,0  | 30,6  |
| Поступление на территории России, тонн/год                                | 188             | 198   | 16,3  | 1220  | 74,3  | 67,4  |
| Осаждение на территории России, тонн/год                                  | 301             | 164   | 0,006 | 170   | 0,005 | 0,006 |
| Поступление к замыкающему створу, тонн/год                                | 434             | 274   | 70,0  | 2120  | 90,3  | 97,9  |
| Доля Казахстана в поступлении металлов на участке, %                      | 74,4            | 54,8  | 76,8  | 46,8  | 17,8  | 31,2  |
| Число лет, обеспеченных данными   | 28              | 34    | 34    | 33    | 10    | 10    |
| Участок р. Ишим от границы с Республикой Казахстаном до устья             |                 |       |       |       |       |       |
| Поступление с территории Казахстана, тонн/год                             | 26,1            | 11,0  | 43,8  | 153   | 3,31  | –     |
| Поступление на территории России, тонн/год                                | 8,21            | 8,55  | 6,90  | 223   | 0     | –     |
| Осаждение на территории России, тонн/год                                  | 5,14            | 0,002 | 46,4  | 48,7  | 3,31  | –     |
| Поступление к замыкающему створу, тонн/год                                | 29,2            | 19,5  | 4,32  | 327   | 0     | –     |
| Доля Казахстана в поступлении металлов на участке, %                      | 76,1            | 56,2  | 86,4  | 40,7  | 1     | –     |
| Число лет, обеспеченных данными   | 21              | 28    | 26    | 28    | 3     | –     |
| Участок р. Тобол от границы с Республикой Казахстаном до устья            |                 |       |       |       |       |       |
| Поступление с территории Казахстана, тонн/год                             | 26,2            | 16,8  | 10,5  | 416   | –     | –     |
| Поступление на территории России, тонн/год                                | 465             | 167   | 64,9  | 3930  | –     | –     |
| Осаждение на территории России, тонн/год                                  | 0,026           | 0,010 | 0,004 | 0,238 | –     | –     |
| Поступление к замыкающему створу, тонн/год                                | 491             | 183   | 75,4  | 4350  | –     | –     |
| Доля Казахстана в поступлении металлов на участке, %                      | 5,3             | 9,2   | 13,9  | 9,6   | –     | –     |
| Число лет, обеспеченных данными   | 29              | 33    | 4     | 33    | –     | –     |

В результате проведенных расчетов можно сделать вывод, что вклад Республики Казахстан в загрязнение р. Иртыш и ее притоков наиболее существенен для р. Ишим и р. Иртыш на участке до впадения р. Ишим, незначителен – в загрязнение р. Тобол, а ниже впадения р. Тобол – практически не прослеживается. Необходимо отметить, что в связи с ограниченным объемом исходных данных, приведенная информация и предварительные выводы нуждаются в дополнительном обосновании на основе комплексных натурных исследований депонирующей роли водохранилищ, природного поступления тяжелых металлов с территорий металлогенических зон и их диффузного поступления от объектов горной промышленности. Эти исследования могли быть проведены в рамках научно-исследовательской работы «Научные исследования по изучению динамики содержания химических веществ и изменчивости состояния водных экосистем в бассейне трансграничной реки Иртыш (Ертис) с целью разработки научно-обоснованных рекомендаций по сохранению и восстановлению бассейна трансграничной реки Иртыш (Ертис)», запланированной Правительством Республики Казахстан на 2022-2023 годы в соответствии с Программой российско-казахстанского сотрудничества по сохранению и восстановлению экосистемы трансграничной реки Иртыш (Ертис) на 2021-2024 годы в рамках реализации Соглашения между Правительством Российской Федерации и Правительством Республики Казахстан о сотрудничестве в области окружающей среды, но не исполненной. Аналогичная работа была выполнена Российской Федерацией в 2022-2023 гг. на территории российской части бассейна р. Иртыш. Следует надеяться, что запланированная научно-исследовательская работа будет выполнена Республикой Казахстан в интересах укрепления сотрудничества Российской Федерации и Республики Казахстан в бассейне трансграничной р. Иртыш.

*Работа выполнена в рамках государственной программы «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» (22–14–НИР/02).*

### Список литературы

1. ЕМИСС. Государственная статистика Индексы производства. URL: <https://www.fedstat.ru/indicator/43047/>
2. Киселик А.А. Экологическая ситуация в моногородах крупного бизнеса Республики Казахстан // Эколого-географические проблемы развития регионов и городов Республики Казахстан: Сборник статей. – Москва-Астана: Изд-во Географического факультета МГУ. – 2017. – С. 272–294.
3. Панин М.С. Эколого-биогеохимическая оценка естественных и техногенных ландшафтов Семипалатинского Прииртышья (Республика Казахстан): диссер. на соискание учен. степени д-ра биол. наук – Семипалатинск, 1999. – 397 с.
4. Федеральная служба государственной статистики: Промышленное производство в России. Статистический сборник. – М, 2021. – 307 с. URL: [https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Prom\\_proiz-vo\\_2021.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Prom_proiz-vo_2021.pdf).

УДК 504; 632; 577; 550.4; 534.1; 631.147

### ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ САДОВЫХ АГРОЭКОСИСТЕМ БРЕСТСКОГО РЕГИОНА

А.П. Колбас<sup>1,2</sup>, Н.Ю. Колбас<sup>1,3</sup>, В.С. Хомич<sup>2</sup>, Дашкевич М.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Полесский аграрно-экологического института НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь, [kolbas77@mail.ru](mailto:kolbas77@mail.ru)

<sup>2</sup>Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

<sup>3</sup>Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

### HEAVY METALS IN GARDEN AGROECOSYSTEM SOILS OF BREST REGION

A.P. Kolbas<sup>1,2</sup>, N.Y. Kolbas<sup>1,3</sup>, V.S. Khomich<sup>2</sup>, M.M. Dahkevich<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Polesie Agrarian Ecological Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, Brest, Belarus, [kolbas77@mail.ru](mailto:kolbas77@mail.ru)

<sup>2</sup>Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

<sup>3</sup>Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

### Введение

В Брестской области плодово-ягодную продукцию производит ряд организаций различных форм собственности. В большинстве из них до последнего времени применялись интенсивные технологии выращивания, при которых количество ежегодных химических обработок может достигать 10-20 циклов. Данные методы ведения сельского хозяйства, а также близость к источникам загрязнения могут способствовать накоплению тяжелых металлов (ТМ) в почвах и растениеводческой продукции. Ранее было зафиксировано повышенное содержание Zn и Pb в огородных почвах и овощных культурах жилой усадебной застройки г. Бреста [7]. В тоже время исследования изменения содержания ТМ в почвах сельскохозяйственных геотехсистем крупного города за 30-летний период позволили установить тренды рассеивания в почве кадмия и меди и, наоборот, аккумуляции свинца [6].

ТМ могут накапливаются в почве и растениеводческой продукции при внесении значительных объемов удобрений и мелиорантов. Наиболее существенными как по набору, так и по концентрациям примесей ТМ, являются фосфорные удобрения, в которых могут присутствовать Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Ni, Zn [1], а также азофоска, калийная соль, известь, дефекаат [3]. Развитию геохимических аномалий в агроценозах также способствуют многочисленные обработки пестицидами и, в частности, фунгицидами, при которых усиливается накопление Zn, Cu, Hg, Pb и Cd [13].

С растительной пищей в человеческий организм попадает основное (75-85 %) количество ТМ. Исследования по оценке взаимосвязи частоты диагностирования раковых заболеваний и содержанием некоторых ТМ выявили, что территории страны с повышенной заболеваемостью населения раком отличаются более высоким содержанием в почвах Mn, Pb и Co и низкими концентрациями Cu. Показательно, что величина загрязнения техногенными элементами (Pb, Cr и Ni) растет с юга на север Республики Беларусь [4].

Целью данной работы было оценить актуальный уровень содержания тяжелых металлов в почвах некоторых садовых агроэкосистем Брестского региона.

### Материалы и методы

Модельные участки были заложены в 3 крупных сельскохозяйственных предприятия различных форм собственности: ОАО «Агро-сад Рассвет» (1), ОАО «Остромечево» (2), Фермерское хозяйство «Влас» (3), а также в отделе Агробиология Учреждения образования «Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина» (4). Выбор садов обусловлен занимаемой площадью, наличием модельных культур, объемами продукции, вовлеченностью обучающихся в производственный процесс.

На каждом из стационаров был осуществлен отбор почв согласно требованиям ГОСТа 17.4.4.02–84 с глубины до 20 см. Всего отобран и подготовлен к анализу 71 почвенный образец под яблонями, малиной, смородиной и вишнями. Все образцы высушивали до воздушно-сухого состояния, далее измельчали до частиц менее 1 мм. Для определения валового содержания ТМ химическое разложение почвы проводили согласно ISO 11466 смесью HNO<sub>3</sub> (14 M) и HCl (12 M) в соотношении по объему 1:3.

Содержание 9 ТМ (Cd, Ni, Pb, Co, Cr, Cu, Mn, Mo и Zn), определяли методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой (ICP-AES) согласно ГОСТу ISO 22036–2014 с использованием спектрометра iCAP 7200 DUO (Thermo Scientific). Также были получены лизимитрические вытяжки из почв. Приспособление по отбору почвенного раствора Rhizon MOM (Eijkelpamp, Нидерланды) было помещено в каждый горшок под углом 45°. Почвенные растворы (30 мл) были отобраны с каждого почвенного образца трижды с интервалом в одну неделю и хранили при температуре 4°C до проведения последующих анализов. Был определен pH почвенных растворов с помощью pH-метра (Hanna instruments, pH 210).

Статистическую обработку результатов проводили с использованием программ Microsoft Excel и R версия 3.5.3 (Foundation for Statistical Computing, Вена, Австрия). Уровень достоверности был p<0,05.

### Результаты и обсуждение

Анализ содержания ТМ не выявил превышения значений ни ПДК, ни действующих экологические норм и правил [11] (таблицы 1 и 2). Однако, пороги, указанные в ЭкоНиП 17.03.01-001-2021, значительно превышают общемировые и европейские критерии [12], а нижние пороги для слабозагрязненных почв практически по всем элементам (за исключением хрома) превышают значения ПДК. Поэтому в своем исследовании ключевым для сравнения был выбран региональный и субрегиональный фон, который для большинства исследуемых элементов в агроценозах выше, чем в природных экосистемах (табл. 1).

Таблица 1

Содержание ТМ в почве (в мг/кг сухого вещества)

| Стационар                   | Pb       | Cd        | Cu       | Zn      | Mn        | V        | Ni       | Co       | Cr       |
|-----------------------------|----------|-----------|----------|---------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 1                           | 10,31    | 0,129     | 10,87    | 35,44   | 219,49    | 8,68     | 3,7      | 1,61     | 5,4      |
| 2                           | 6,04     | 0,06      | 23,44    | 19,51   | 253,37    | 5,28     | 3,9      | 1,96     | 4,81     |
| 3                           | 4,68     | 0,13      | 5,2      | 17,39   | 216,08    | 4,12     | 1,8      | 1,24     | 3,67     |
| 4                           | 7,28     | 0,102     | 5,84     | 18,22   | 325,27    | 7,79     | 5,67     | 2,59     | 6,87     |
| фон субрегион. пахотный [7] | 5,98     | 0,18      | 2,52     | 12,65   | 115,2     | -        | 1,8      | 1,1      | 5,55     |
| фон субрегион. нативный [7] | 5,59     | 0,05      | 1,27     | 7,39    | 107,32    | -        | 0,6      | 0,26     | 1,88     |
| фон региональный [9]        | 6        | 0,5       | 11       | 28      | 200       | 25       | 15       | 3        | 30       |
| ЭкоНиП [11]                 | 55,1-275 | 1,46-7,30 | 43,7-219 | 112-558 | 1890-9430 | 64,2-321 | 33,3-167 | 37,2-186 | 70,5-353 |
| Пороговое содержание [12]   | 60       | 1         | 100      | 200     |           | 100      | 50       | 20       | 100      |
| ПДК                         | 32       | 0,5       | 33       | 55      | 1500      | -        | 20       | 8        | 100      |



Также важным аспектом является загрязнение самого верхнего слоя почв (0-5 см) в экосистемах [5], в садовых агроценозах это характерно приствольным зонам, где в меньшей степени происходит перемешивание почв, что может значительно ослаблять почвенную биоту, обитающую в поверхностном слое.

Почвы стационара 1 характеризуется повышенными содержаниями свинца и цинка, что связано в первую очередь с применением фосфорных удобрений и ядохимикатов. В целом для всех исследованных почв отмечается превышение фона по цинку, меди, марганцу, никелю и хрому. Ранее было выявлено, что активное применение фосфорных удобрений в передовых хозяйствах способствует значительным прибавкам в содержании некоторых микроэлементов относительно фоновых значений: Pb (40-60%), Cu (30%), Ni (20-40%), V (30-60%), Mn (50-150%) [10]. В этих же исследованиях выявлено, что почвы под садовыми и садово-огородными севооборотами, где используются пестициды, характеризуются повышенным содержанием цинка (90-280% прибавки к фоновым значениям).

Превышение субрегионального фона по меди в почвах стационара 2 более чем в 4 раза может объясняться длительным применением медьсодержащих фунгицидов (бордоская жидкость). Повышенные значения рН в почвах стационара 3 (таблица 2) объясняется длительным внесением в почвы хозяйства дефекаата – отхода производства ОАО «Жабинковский сахарный завод».

Повышенные значения рН в почвах стационара 4 объясняются размещением сада на территории бывшего форта №9, где в большом количестве сохранились остатки подземных бетонных и кирпичных сооружений. Превышение фоновых содержаний по свинцу и цинку в почвах данного стационара обусловлено его расположением в урбоэкосистеме и близостью автомобильных и железнодорожных магистралей.

Анализ содержания растворенных форм ТМ показал, что для кобальта и хрома значения лежат ниже пределов обнаружения прибора, а для остальных ТМ (таблица 2) – выявил наибольшее содержание в растворе свинца и кадмия (стационары 1 и 2).

Таблица 2

Содержание растворенных форм ТМ (в % от валового) и рН в почвенных растворах

| Стационар | Pb    | Cd    | Cu    | Zn    | Mn    | V     | Ni    | рН   |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 1         | 0,402 | 1,240 | 0,246 | 0,315 | 0,008 | 0,138 | 0,111 | 6,84 |
| 2         | 1,712 | 3,333 | 0,368 | 0,373 | 0,629 | 0,138 | 0,136 | 7,56 |
| 3         | -     | -     | 0,217 | -     | 0,003 | 0,032 | -     | 7,96 |
| 4         | 0,080 | 0,490 | 0,151 | 0,081 | 0,002 | 0,014 | 0,041 | 8,03 |

Низкое содержание в почвенных растворах стационаров 3 и 4 большинства ТМ объясняется как повышенным рН, значительно снижающим подвижность некоторых металлов, в том числе и эссенциальных, так и применением на данных территориях дефекаата, компоста и других мелиорантов, которые могут связывать ионы металлов.

Влияние удобрений на геохимические особенности сельскохозяйственных территорий выражается не только в приносе элементов-загрязнителей с примесями, но и в изменении физико-химических свойств, обуславливающей подвижность химических элементов почвы. Так, внесение фосфорных удобрений способствует резкому увеличению подвижности Zn, Mn, As и водорастворимого органического вещества. По многим данным азотные удобрения повышают в почвах подвижность Ni, V, Cr [10].

Кроме того, практически вся поверхность садовых почв испытывает воздействие выбросов транспортных средств, выполняющих многократные агротехнические обработки. Эти виды воздействия, обычно не рассматриваемые и не учитываемые, способны поставлять в почвы химические элементы (Mn, Ni, Cr, Co, V) [2].

Таким образом, длительное применение средств химической защиты и средств механизации в садовых агроэкосистемах, а также их близость к источникам загрязнений может приводить к изменению физико-химических свойств почв, формированию геохимических аномалий и увеличению экологических рисков для биоты и человека. Альтернативой может являться использование элементов органического земледелия, биологических способов борьбы с вредителями и болезнями.

#### Заключение

В ходе работы дана оценка химического состава почв 4 садовых агроэкосистем различных форм собственности в Брестском регионе. Выявленные превышения фоновых содержаний ТМ обусловлены как внесением фосфорных удобрений (Pb, Mn, Ni), так и применением пестицидов (Zn, Cu). Снижение содержания подвижных форм связано с применением почвенных мелиорантов (дефекаат, компост). Важным фактором является также использование в садах средств механизации и близость крупных транспортных магистралей. Снижение техногенной нагрузки возможно при внедрении элементов органического земледелия.

Работа выполнена в рамках проекта БРФФИ-БРЕСТ № X24Б-005 «Комплексное исследование садовых агроэкосистем Брестского региона с целью повышения качества и экологичности продукции при переходе к органическому земледелию»

## Список литературы

1. Белоус, Н.М. Влияние различных систем удобрения на накопление тяжелых металлов в сельскохозяйственной продукции / Н.М. Белоус [и др.] // Вестник Брянской государственной с/х академии. – 2006. – № 1. – С. 22–29.
2. Головатый, С.Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах / С.Е. Головатый – Минск : «РУП «Институт почвоведения и агрохимии», 2002. – 240 с.
3. Дубовик, В.А. Загрязнение почв тяжелыми металлами и радионуклидами: мониторинг и приемы снижения токсичности / В.А. Дубовик // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 6. – С. 27–36.
4. Кадацкий, В.Б. Технофильные элементы в ландшафтах Беларуси : автореферат дис. ... доктора географических наук : 11.00.01. – Минск, 1995. – 37 с.
5. Качанович, П.В. Влияние кислотности почв на радиальное распределение свинца в почвах импактной зоны аккумуляторного производства / Качанович П.В., Михальчук Н.В., Подлужная А.М. // Актуальные проблемы наук о Земле: исследования трансграничных регионов : сб. материалов VI Междунар. науч.практ. конф. / Ин-т природпользования НАН Беларуси, Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: С. А. Лысенко (гл. ред.) [и др.]. – Брест : БрГУ, 2023. – Ч. 2. – С. 64–68.
6. Книга, П.В. Динамика содержания тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных геотехсистем крупного города / П.В. Книга, В.В. Парфенов, С.В. Савченко, Н.Е. Сосновская, В.С. Хомич // Материалы I Белорусского географического конгресса: к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества, Минск, 8–13 апр. 2024 г. В 7 ч. Ч. 4. Почвенные и геохимические исследования. Геоинформационные технологии / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Е. Г. Кольмакова (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2024. – С. 125–129.
7. Михальчук, Н. В. Фоновое содержание тяжелых металлов и микроэлементов в почвах и растительности юго-запада Беларуси как основа для сравнительных оценок при производстве органической продукции на основе принципов зеленой экономики / Н. В. Михальчук, А. Н. Мялик // Эколого-географические проблемы перехода к зеленой экономике; редкол.: В. С. Хомич (гл. ред.), В. Ф. Логинов, Е. В. Санец. – Минск : СтройМедиаПроект, 2019. – С. 266–281.
8. Михальчук, Н.В. Содержание тяжелых металлов в огородных почвах жилой усадебной застройки г. Брест / Н.В. Михальчук [и др.] // Веснік Брэсц. унів. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі. – 2020. – № 2. – С. 115–120.
9. Петухова, Н.Н. Геохимическое состояние почвенного покрова Беларуси / Н.Н. Петухова, В.А. Кузнецов // Природные ресурсы, 1999. №4. – С. 40–49.
10. Саэт, Ю.Е. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт [и др.]. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
11. ЭкоНиП 17.03.01-001-2021 «Охрана окружающей среды и природопользование. Земли (в том числе почвы). Нормативы качества окружающей среды. Дифференцированные нормативы содержания химических веществ в почвах и требования к их применению» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.ecolog.by/bitrix/components/bitrix/forum.interface/show\\_file.php?fid=7510](https://www.ecolog.by/bitrix/components/bitrix/forum.interface/show_file.php?fid=7510). – Дата доступа: 01.06.2024.
12. Tóth, G. Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety / G. Tóth, [et al.]. // Environment International. 2016. – 88. P. 299–309.
13. Waheed, E.M., Selim, M.M. Determination of heavy metals (Pb, Cd and As) in some types of fungicides // J. Biol. Chem. Environ. Sci. – 2017. – Vol. 12, Is. 3. – P. 97–111.

УДК 910: 528.9:004

## МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ГЕОСИСТЕМ

**Т.И. Коновалова**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутский государственный университет,  
Иркутск, [tkonov@mail.ru](mailto:tkonov@mail.ru)*

## METHODOLOGY OF GEOSYSTEM TRANSFORMATION RESEARCH

**T.I. Konovalova**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk State University, Irkutsk, [tkonov@mail.ru](mailto:tkonov@mail.ru)*

### Введение

Решение проблем мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды, разработка технологий предупреждения и снижения рисков чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера входит в перечень важнейших критических технологий, утвержденных Указом Президента Российской Федерации № 529 от 18 июня 2024 г. Существенное значение в решении этой проблемы имеет формирование концепции трансформации геосистем, которая определила цель проведенных исследований. Практическая значимость работы связана с методическим и информационным обеспечением ландшафтного мониторинга, охраной окружающей среды, устойчивого развития природы. В основу работы положены материалы, полученные в результате многолетних полевых маршрутных наблюдений, картографирования геосистем Сибири, дешифрирования космических снимков с искусственных спутников Земли Landsat 8 (OLI), NOAA-20 (VIIRS). Применялись сравнительно-географический, картографический методы.

**Представления о трансформации геосистем.** Решению проблемы выявления характера преобразований окружающей среды посвящено значительное количество публикаций, в большинстве которых в качестве триггера трансформации рассматриваются климат или антропогенная деятельность. Отмечается, что ландшафт представляет собой палимпсест, свидетельствующий о многих последовательных преобразованиях, вызванных климатическими и геологическими факторами, естественной сменой растительности, вмешательством человека [8]. В геосистемах постоянно происходят различные изменения, а взаимозависимость компонентов наблюдается лишь как тенденция. Отсутствие достаточного количества данных для расчетов, сложность комплексного учета количественных показателей изменений различных компонентов, изучение характера воздействия на отдельные компоненты, а не на геосистему в целом обуславливают существенные методологические трудности при решении задач исследования трансформации геосистем. По-прежнему, дискуссионными являются вопросы: 1) обязательно ли для кардинальных преобразований воздействовать на все компоненты, или достаточно преобразовывать один из них; 2) понимать ли под трансформацией обратимые и необратимые изменения, или речь идет только о последних.

В этом контексте уместно привести аксиомы Роберта Дилтса [7] о том, что никакая реакция или поступок не имеют смысла вне отклика, который они за собой влекут. Любое поведение или реакция могут служить ресурсом или ограничивающим фактором в зависимости от того, насколько они согласуются с остальной системой. То, что является позитивным на одном уровне, может оказаться негативным на другом. Окружающая обстановка меняется, в результате чего одно и то же действие не всегда будет приводить к одному и тому же результату. Системы являются самоорганизующимися и стремятся к естественному состоянию уравновешенности и стабильности. Невозможно полностью изолировать какую-либо часть от всей остальной системы. Устойчивость системы определяет ее самый слабый элемент.

Считается, что современные ландшафты и их реакция на текущее преобразование не могут быть полностью поняты без познания процессов, которые формировали их на протяжении тысячелетий. Согласно концепции «времени большой длительности» французского исследователя Фернана Броделя [6], ландшафт - это долговременная и динамичная структура со свойственными ей процессами. Изучение времени способствует пониманию настоящего, а окружающая среда выступает как весьма изменчивый и в то же время настойчивый деятель. И. Р. Пригожин подчеркивает, что события – это пыль и расплывчатыми сроками переходных взаимодействий можно пренебречь, поскольку история системы – это диаграмма бифуркаций, отражающая качественные перестройки объектов [3].

Не утратило своего значения для современных прогнозных исследований мнение В.Б. Сочавы о том, что нарушение физико-географического процесса обычно выпадает из поля зрения исследователя, а использование новейших данных геологии и геофизики открывают возможность для новых обобщений [4]. Отмечается, что изменение солнечной активности, гравитационное воздействие системы Солнце-Земля-Луна оказывают влияние на процессы перемещения и напряжения общепланетарного масштаба в земной коре, которые вызывают климатические и тектонические реорганизации ландшафтной оболочки [2]. К примеру, развитие Азиатского муссона и Монгольского антициклона связывают с возвышением Тибета и формированием Хангай-Алтае-Саянской горной страны, которые стали преградой для меридионально ориентированных воздушных потоков, а также их широтного переноса. Тектонические перестройки в литосфере способствовали формированию барических центров, осей континентальности и ветрораздела, парадинамических климатических мегасистем и т.д.

Современные исследования, направленные на системное изучение модификации природной среды, происходящей под воздействием как климатических, так и тектонических процессов, что особенно актуально для геодинамически активных регионов, для которых характерно расположение на границах литосферных плит, блоков земной коры, неотектоническая активность, специфические проявления геологических процессов. Выявление закономерностей трансформации геосистем под воздействием эндогенных процессов, по-прежнему, остается поисковым.

### **Обсуждение результатов**

Проведенные исследования базируются на представлении о геосистемах как земных пространствах всех размерностей, где отдельные компоненты природы находятся в системной связи друг с другом и как определенная целостность взаимодействуют с космической сферой и человеческим обществом [5]. Трансформация геосистемы - это модификация ее структуры, обусловленная преобразующей динамикой и эволюцией, которые развиваются под воздействием изменения вещественно-энергетических потоков и информационных связей.

Динамическая и эволюционная составляющие трансформации геосистем связаны с понятием физико-географического процесса, в основе которого лежит представление о вещественно-энергетическом обмене как внутри геосистемы, так и между ней и ее средой. Формирование, развитие, эволюционные преобразования геосистем сопряжены с энергией Солнца и теллуристических источников. Геосистемы относятся к классу открытых иерархически организованных динамических систем, что определяет нелинейность и когерентность их взаимосвязей. Открытость означает обмен веществом, энергией и информацией

между ними. Когерентность – согласованность процессов, которая может вызвать их усиление и быстрые преобразования геосистем. Нелинейность связей определяет различные реакции геосистемы на преобразования. Все эти свойства в значительной степени определяются структурными различиями геосистем: их компонентами и подсистемами с присущими им взаимосвязями, спецификой изменений, направленных на преобразование динамических процессов, которые ведут к модификации структуры и сопряжены с эволюционным развитием.

Иерархичность строения является важнейшим свойством геосистем, благодаря которому как планетарная геосистема, так и ее элементарный ареал представляют собой целостность с особой, присущей ей, организацией. Для каждого уровня геосистемной иерархии характерны свой генеральный процесс и своя компонента времени. Геосистемы планетарной размерности имеют наибольший возраст, топологической – наименьшую продолжительность существования. Эволюционные преобразования свойственны геосистемам планетарной и региональной размерности. Для геосистем топологического уровня вековые и внутривековые циклы оказываются необратимыми. При оценке трансформации геосистем иерархические подразделения геосистем рассматриваются не только как «табель о рангах», но и как соотношение их материально-энергетической активности, когда глобальный круговорот представляет собой сочетание таких других иерархических уровней.

Значение имеет представление о структурных различиях, которые формируются в специфических условиях среды и при развитии геосистем. Поведение геосистемы также определяется некоторой автономностью ее микросистем – функциональных совокупностей с различными типами связей. При взаимодействии эти связи усиливают или сглаживают эффект различных внешних воздействий (когерентность), стимулирующего преобразования. Значение имеют также информационные связи геосистем, которые определяются как разнообразием компонентов и особенностями их взаимосвязей (жесткие, гармоничные, дискретные), так и подчинением вышестоящей геосистеме, которая является средой для геосистем более низкого ранга.

Исследование трансформации геосистем геодинамически активных территорий обусловило необходимость комплексной реконструкции преобразований с учетом климатических и тектонических изменений. Для геодинамически активных территорий свойственно своеобразие трансформации геосистем, обусловленное высоким значением эндогенной энергетической составляющей. Для ее определения, помимо размерности и иерархичности геосистем, учитывались следующие геосистемные связи: вещественные, энергетические, информационные [1] (рисунок).



Рис. Схема трансформации геосистем.

В пределах геодинамически активных территорий особенно контрастно проявляется, с одной стороны, уравновешивание негэнтропии (критерий упорядоченности внутренней структуры, информации) и энтропии (неупорядоченности); в этом случае в геосистеме совершается стабилизация и снижается потенциалее развития. Это предопределяет сохранение реликтов. С другой стороны, активное проявление тектонических процессов обуславливает преобладание энтропии над негэнтропией и вызывает развитие преобразу-

ющей динамики и в конечном итоге эволюцию. В геодинамически активных регионах именно разнонаправленные климатические и тектонические преобразования способствовали уравниванию энтропии и негэнтропии. В ряде изолированных местообитаний с аномальными локальными проявлениями природных условий доминирование негэнтропии способствовало возникновению эндемизма.

В районах сочленения блоков земной коры вдоль разломов происходит активная миграция вещества, конвективный вынос тепла, выклинивание горных пород и изменение их проницаемости. Было установлено, что в их пределах сосредоточены границы геосистем регионального уровня дифференциации. Деструктивные процессы в развитии геосистем вызваны резонансным проявлением рифтогенных и орогенных процессов, характерных для современной стадии развития Байкальской рифтовой зоны; здесь наблюдается разрушение старых и формирование молодых прогрессивных типов геосистем. Стабилизация потенциала развития характерна в основном для геосистем топологического уровня (рефугиумы), включая его высшие подразделения ранга геомов – ландшафтов, что связано в большинстве случаев с эндогенным притоком тепла, геохимическими и другими аномалиями в районах разломов и воздействия плюмов.

### **Заключение**

Выявление специфики трансформации геосистем относится к проблеме, сложность решения которой определяется необходимостью учета генезиса, направления развития, вещественных, энергетических, информационных связей геосистем, разнообразия их компонентов. Методология исследований базируется на учете открытости геосистем, нелинейности и когерентности их взаимосвязей; связанного с реализацией представления о направленной внутренней перестройке их структуры и ее модификации в процессе проявления преобразующей динамики и эволюции. Преобразования вещественно-энергетических потоков, вызванных эндогенными процессами, определяет нарушение связей между геосистемой и ее средой, вызывая модификацию ее структуры. Эндогенная энергия может передаваться на значительные расстояния посредством сейсмических волн, расширения и углубления сети разломов.

*Исследование выполнено за счёт средств государственного задания (№ гос. регистрации темы АААА-А21-121012190056-4)*

### **Список литературы**

1. Коновалова Т. И. Трансформация геосистем Предбайкалья // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2020. - Т. 31. - С. 26–47.
2. Летников Ф. А. Глубинные флюиды континентальной литосферы // Флюидный режим эндогенных процессов континентальной литосферы. Иркутск, 2015. С. 11–41
3. Пригожин И. Переоткрытие времени // Вопросы философии. 1989. № 8. С. 3–19.
4. Сочава В.Б. Проблемы физической географии и геоботаники. Новосибирск: Наука, 1986. - 345 с.
5. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 320 с.
6. Braudel F. The Mediterranean and the Mediterranean world in the age of Philip II. - Los Angeles: Publ. University of California Press, 1995. - 1375 p.
7. Dilts R. Strategies of Genius: Volume II: Albert Einstein. New. Jersey, Publ. Dilts Strategy Group, 2017. 254 p.
8. McKee A., Yuan M.A. High-Resolution Multi-Scalar Approach for Micro-Mapping Historical Landscapes in Transition: A Case Study in Texas, USA. Mapping Landscapes in Transformation: Multidisciplinary Methods for Historical Analysis. Eds. by Thomas Coomans et al. Leuven (Belgium), Leuven University Press, 2019, pp. 199-216.
9. Neef E. Die theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre. Gotha-Leipzig: Verlag Hermann Naack, 1967. 152 p.

УДК 910: 528.9:004

## **ЕСТЕСТВЕННЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГЕОСИСТЕМ ЮЖНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕЙ СИБИРИ**

**Т.И. Коновалова**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутский государственный университет,  
Иркутск, tkonov@mail.ru*

## **NATURAL AND ANTHROPOGENIC TRANSFORMATIONS OF GEOSYSTEMS IN THE SOUTHERN PART OF MIDDLE SIBERIA**

**T.I. Konovalova**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk State University, Irkutsk, tkonov@mail.ru*

### **Введение**

Исследование и прогноз изменений природной среды России является актуальной задачей географии. Существенное значение для ее решения имеет раскрытие механизмов трансформации геосистем. Объект исследования – геосистемы южной части Средней Сибири, которая является географическим узлом кон-

трастных природных условий и центром аграрно-индустриального освоения азиатской части России. Границы района исследований совпадают с южной окраиной Сибирской платформы (Иркутский амфитеатр) и ограничены с севера широтным отрезком р. Ангары. Исследования базируются на результатах стационарных и наземных маршрутных исследований, картографической информации, дешифрировании космических снимков. Реконструкция эволюционных преобразований геосистем проведена на основе синтеза палинологической, палеогеоморфологической, палеоклиматической информации, изучения ландшафтов-аналогов. Задача исследований заключалась в формировании представления о направлении естественных и антропогенных преобразований геосистем региона.

**Исходные представления о преобразовании геосистем.** В большинстве научных исследований антропогенное воздействие рассматривается как ведущий фактор трансформации ландшафтов, в связи с чем принято изучать только их современное преобразование без учета сложившегося тренда естественных изменений. Считается, что значительная часть ландшафтов представляет собой палимпсесты (по аналогии с древними рукописями на папирусе, с которого первоначальный текст был стерт и нанесен новый), а истоки их преобразований восходят к концу плейстоцена [9]. Утверждается, что на Земле наступила новая геологическая эпоха – антропоцен, которая достигла своего наибольшего ускорения после испытания ядерной бомбы в 1945 г. в Аламогордо (штат Нью-Мексико) [13].

Считается, что первоначальное представление о том, что стабильность системы обеспечивается лишь отрицательной обратной связью, не оправдалось в полной мере. В. Б. Сочава отмечал, что наряду с анализом взаимного воздействия отрицательных, положительных связей, абиотического фактора на особенности саморегуляции проявляется также некоторая автономия блоков геосистем, поскольку «функционально связанные друг с другом компоненты геосистем в отдельные годы характеризуются высокими показателями корреляции, а в другие годы – более низкими» [6, с. 118]. Сложность и многофакторность природно-антропогенных трансформаций в реальной обстановке, наложение одних закономерностей на другие, обратимость биотических, биогеохимических процессов затрудняет их понимание, интерпретацию результатов полевых исследований [1]. Глобальное изменение климата обуславливает значительную неопределенность фундаментальных процессов, поэтому закономерности сезонной и погодной стабильности (ежегодные осадки, температурные нормы), на основе которых были составлены экологические прогнозы, не могут быть приняты как должное [11]. Существует неясность в понимании направления и масштабов изменений природной среды на региональной основе, что создает значительные проблемы в охране экосистем и рациональном природопользовании. В связи с этим эти важные вопросы сводятся к оценке влияния происходящих изменений на устойчивость и уязвимость геосистем во времени [9]. Предлагается оценивать интенсивность антропогенного изменения и реакцию современных ландшафтов на фоне их естественных преобразований, которые происходили на протяжении тысячелетий [12]. В. Б. Сочава считал, что будущее состояние природной среды определяется генезисом и историей ее развития, которое обуславливает направление антропогенных преобразований более существенно, чем последние влияют на природную среду [5].

Констатируется, что будущие антропогенные выбросы CO<sub>2</sub> будут и далее способствовать потеплению климата в течение более чем тысячелетия благодаря временным масштабам, необходимым для удаления этого газа из атмосферы. Это подтверждает полезность использования знаний о природных условиях позднемелового периода в качестве аналога для прогноза грядущих преобразований [7]. Прежде всего рассматриваются две эпохи – миоценовая и плиоценовая. Климатический оптимум середины миоцена считается самой теплой фазой в истории Земли за последние 15 млн лет. Эпоха плиоцена характеризуется уникальным сочетанием близкого к современному уровню концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере, палеогеографической и палеобиологической обстановки [8]. На основе анализа экстремальных и длительных теплых событий за последние 100 млн лет утверждается, что новый потенциальный аналог палеоцен-эоценового теплового максимума возник с 1991 г.

Акцентируется внимание на том, что геосистемы низших таксонов топологического уровня иерархии подвержены наиболее существенным преобразованиям, по сравнению с другими иерархическими уровнями. К примеру, исследования на Приангарском таежном стационаре показали, что в тайге Средней Сибири возрастание суммы активных температур с севера на юг измеряется величинами порядка 70–90° на 100 км. В то же время в пределах одного склона на местности с умеренно расчлененным рельефом этот градиент достигает 20–50° на 100 м. Более того, в региональной системе рельефа теплообеспеченность убывает от подножия гор к их вершинам, а в локальной системе, наоборот, подножия холмов оказываются более холодными по сравнению с вершинами [3]. Такие различия существенно усиливают контрасты антропогенных преобразований геосистем, определяя, с одной стороны, быстрые необратимые преобразования в неблагоприятных условиях среды, с другой – ослабление преобразующей динамики при действии разнонаправленных процессов. Структура геосистемы даже в относительно постоянных природных условиях не остается стабильной. В условиях интенсивного воздействия каких-либо факторов (например,

криоморфного) возрастает риск трансформации геосистем. Формируются устойчиво-длительно-производные категории геосистем, связанные с антропогенными преобразованиями; мнимокоренные экстра-областные – с сохранением реликтов в условиях проявления разнонаправленных процессов, ослабляющих преобразования. Все эти категории развиты в районах с аномальными и экстремальными локальными проявлениями природных условий.

### **Обсуждение результатов исследования**

Сибирская платформа, в пределах которой расположен район исследований, на всех этапах своего развития отличалась высокой динамичностью, обусловленной воздействием Байкальской рифтовой зоны и надвигом горной системы на платформу, вызванного Индо-Азиатской коллизией. В начале позднего кайнозоя, когда начались формироваться связи геосистем, подобные современным, в течение большей части миоцена (на протяжении 18 млн. лет) средняя температура января понизилась на 1°, по сравнению с олигоценом и не опускались ниже +8°, июля - достигали +40°, годовая сумма осадков ( $\Sigma$ мм) составляла около 2000 мм [4]. Существенные преобразования природной среды начинаются в среднем миоцене. Формируется Байкал и горы, окружающие. Температура воздуха в январе, по сравнению с началом миоцена, понижается на 7°C, июля – на 10°, годовая сумма осадков уменьшается до 1200 мм. Флора обедняется за счет широколиственных пород. В это время совершается формирование рода *Betula* в Прибайкалье [2]. В начале плиоцена наступает собственно рифтовая стадия развития будущего Байкала. В этот период деформации, связанные с Индо-Азиатской коллизией, распространяются до Сибирской платформы, которая послужила упором для их продвижения. Температура января понижается до 0°C; июля - до +30°C; годовое количество осадков - до 800 -1000 мм. Происходит смена господствующей среды осадконакопления с кислой на щелочную, сокращение в осадочных толщах глинистого материала, накопление в бассейнах седиментации извести и кремнезема. На юге региона распространяются формации сосновых боров, березняков, происходит замещение лесов степями.

В плейстоцене мощные поднятия с амплитудой до 2000 м, обусловленные развитием Байкальской рифтовой зоны, определяют развитие Сибирского антициклона. Характерны появление и длительное сохранение снежного покрова. Январские температуры воздуха понижаются до -25°C; июльские – до +15°C; осадки - до 400–600 мм. Происходит повсеместное развитие многолетней мерзлоты и формируется тайга – темнохвойная в предгорьях и на возвышенных участках, светлохвойная - на большей части региона. Голоцен ознаменовался наиболее значительной, по сравнению с другими этапами, активизацией тектонических процессов, связанной с развитием Байкальской рифтовой зоны и альпийского периода горообразования. Максимальное похолодание климата в период сартанской ледниковой эпохи вызвало повсеместное развитие многолетней мерзлоты. В оптимальную фазу межледниковья усложнилась морфологическая структура геосистем, унаследовавших реликты предыдущих эпох: ледяные прослои, карбонатные отложения и покровные толщи лессовидных суглинков, которые сформировались в условиях холодной степи. Дальнейшее изменение климата происходило в сторону потепления. В раннем голоцене началось развитие современной Восточносибирской подобласти светлохвойных лесов, а в позднем голоцене завершается формирование современной ландшафтной структуры региона.

Условия сухого континентального климата, установившиеся в плиоцене, сохранились до настоящего времени. Геосистемы региона сохраняют сложившиеся в эту эпоху тенденции своего развития. В многолетнем ходе температуры почвы также наблюдаются устойчивые положительные тренды, что вызывает постепенную деградацию островов многолетнемерзлых пород. С начала 80-х гг. XX в. в регионе фиксируются устойчивое снижение глубины и скорости сезонного промерзания почв и повышение темпов оттаивания. За последние 40 лет глубина промерзания снижалась здесь в среднем со скоростью 1,2 см/год. Антропогенная деятельность также изменила и направление процессов почвообразования в регионе, под ее влиянием общей тенденцией изменения почв таежных геосистем, находящихся в экотонной полосе со степными, является их остепнение, выражающееся в приближении к поверхности карбонатного горизонта, снижении кислотности, появлении солонцеватости, уплотнении, образовании столбчатой структуры. Вместе с тем в связи с парниковым эффектом на планете ожидается дальнейшее повышение средней температуры воздуха с градиентом в 0,26 °C за десятилетие, которая к концу столетия возрастет на 3 °C. Последствия такого потепления могут быть катастрофичны для геосистем бореальной зоны

Для горного обрамления платформы в условиях проявления единого механизма горо- и рифтообразования происходит усиление тектонических процессов. Переходные зоны отличаются повышенной мобильностью происходящих в них процессов, что проявляется в быстрой экспансии контактирующих здесь геосистем. Происходит дальнейшее опускание Предаянского и Предбайкальского прогибов, что привело к расширению площади болот и развитию деструктивных процессов, определяющим химическое разрушение осадочных карбонатных, лессовидных отложений, засоление почв. Рифтогенные процессы проявляются в районе Лено-Ангарского плато, где сформировалась предрифтовая зона. Амплитуда дифферен-

цированных новейших движений здесь достигла 1000 м. По разломам и валам Верхоленского блока зафиксированы тепловые аномалии. Возрастание значений и концентрация вещества и энергии в геосистемах нарушают их подчинение вышестоящей структуре. Так, судя по показателям атмосферного увлажнения, на большей части района исследований должна быть распространена подтайга с островами степей, вместе с тем это таежная территория.

В районе исследований фиксируется устойчивый рост годовых температур воздуха, превышающего показатели Северного полушария. Характерной чертой современного изменения климата является усиление экстремальных погодных явлений из-за увеличения числа случаев атмосферных блокировок, обуславливающих нарушение западного переноса. Резонанс естественных и антропогенно - обусловленных тенденций развития процессов аридизации геосистем способствует структурным изменениям большинства темнохвойных и светлохвойных таежных геосистем.

### **Заключение**

Как показали проведенные исследования, геосистемы региона подвержены значительному риску структурных изменений. Трансформации подвергаются геосистемы тектонически активных районов, расположенных в сфере воздействия Восточного Саяна и расширяющейся Байкальской рифтовой зоны. В центральных частях района исследований происходят изменения, связанные с потеплением климата, деградацией сезонной мерзлоты и почв. Развитие современных геосистем в условиях интенсивного антропогенного воздействия повторяет особенности изменения природной среды, свойственные эпохе плиоцена. Это может служить основой для прогноза антропогенной трансформации геосистем.

*Исследование выполнено за счёт средств государственного задания (№ гос. регистрации темы АААА-А21-121012190056-4)*

### **Список литературы**

1. Бузмаков С.А. Антропогенная трансформация природной среды // Географический вестник. – 2012. Т. 4 (23). – С. 46–50.
2. Васильев В.Н. Происхождение флоры и растительности Дальнего Востока и Восточной Сибири // Материалы по истории флоры и растительности. – Вып. 3. – М.- Л.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 361-457.
3. Кремер Л.К., Крауклис А.А. Температура воздуха и почвы в некоторых таежных фациях Приангарья // Топологические особенности тепла, влаги, вещества в геосистемах. - Иркутск, 1970. – С. 4–8.
4. Синицын В.М. Природные условия и климаты территории СССР в раннем и среднем кайнозое. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. – 104 с.
5. Сочава В.Б. Геотопология как раздел учения о геосистемах // Топологические аспекты учения о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1974. – С. 3–86.
6. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. - Новосибирск: Наука, 1978. – 320 с.
7. Are there pre-Quaternary geological analogues for a future greenhouse warming? / A.M. Haywood, A. Ridgwell, D.J. Lunt and other // Phil. Trans. R. Soc.: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. – 2011. – Vol. 3 (13). – P. 933–956.
8. Climate and environment of a Pliocene warm world / U. Salzmann, M. Williams, A. Haywood and other // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. - 2011. - Vol. 309. - Issues 1–2. - P. 1–8.
9. Ecological consequences of human niche construction: Examining long-term anthropogenic shaping of global species distributions / N.L. Boivin, M.A. Zeder, D. Q. Fuller and other // PNAS. - 2016. Vol. 113 (23). – P. 6388-6396.
10. Ecological Restoration and Global Climate Change / J.A. Harris, R.J. Hobbs, E. Higgs, J. Aronson // Restoration Ecology. – 2006. – Vol. 14 (2). – P. 170–176.
11. Hobbs R. J., Higgs E., Harris J. A. Novel ecosystems: implications for conservation and restoration // Trends in Ecology & Evolution. - 2009. – Vol. 24 (11). – P. 599–605.
12. Conservation archaeogenomics: Ancient DNA and biodiversity in the Anthropocene / C.A. Hofman, T.C. Rick, R.C. Fleischer, J. E. Maldonado // Trends Ecol. Evol. – 2015. – Vol. 30 (9). – P. 540–549.
13. When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal / J. Zalasiewicz, C.N. Waters, M. Williams and other // Quaternary International. - 2015. – Vol. 383 (5). – P. 196–203.



## ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ВЕРХНЕГО ПРИАНГАРЬЯ

Костюкова М.С.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, *m\_s\_yanchuk@mail.ru*

## ASSESSMENT OF THE CURRENT ECOLOGICAL STATE OF THE SOILS OF THE UPPER ANGARA REGION

Kostukova M.S.

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, m\_s\_yanchuk@mail.ru*

### Введение

Экологическое состояние почв является предметом особого внимания, так как негативное влияние химического загрязнения, поступающего от различных промышленных (и не только) источников, использование удобрений и пестицидов, мусорные свалки, строительство и т.д., изменяют многие свойства почв, приводя к утрате плодородия, а также некоторых экологических функций.

### Материалы и методы

Маршрут исследования пролегал вдоль Александровского тракта по направлению г. Иркутск – Боханский район. Отбор проб производился на 2 участках территории Верхнего Приангарья: в лесном массиве на правом берегу Ангары (вблизи Иркутска) и водосборном бассейне р. Ида (рис. 1). Всего было заложено 10 почвенных разрезов, отбор образцов осуществлялся согласно общепринятой методике (ГОСТ 17.4.02-84).

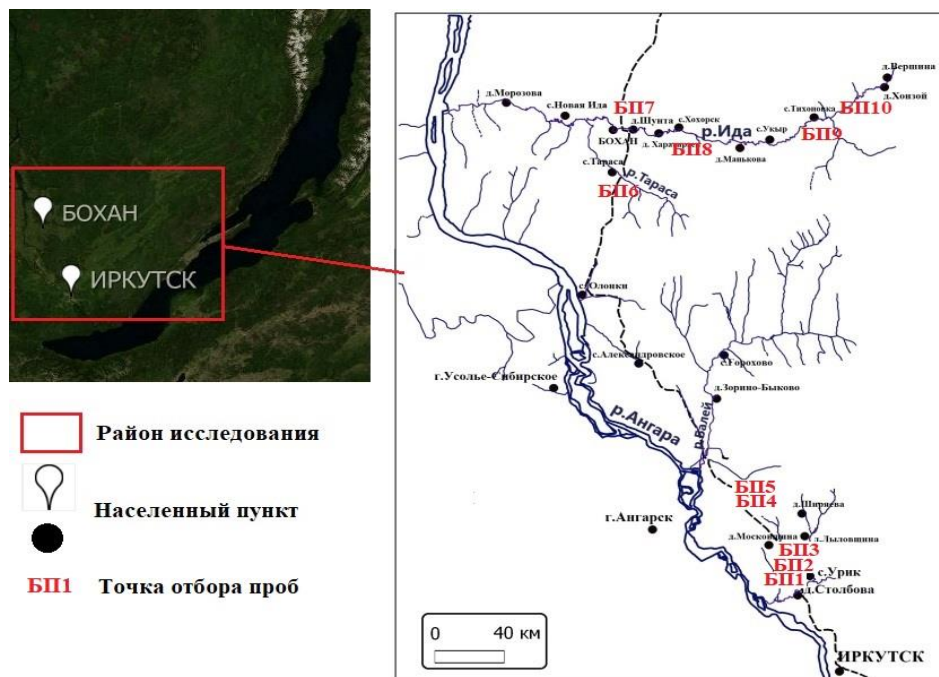


Рис. 1. Карта-схема отбора проб почвы.

Территория исследования расположена на южном выступе Сибирской платформы, в пределах которой выделяются юго-восточная часть Иркутско-Черемховской равнины и Лено-Ангарское плато. Рельеф тектонических структур – холмисто-увалистый, плато глубоко расчленено речными долинами. Иркутско-Черемховская равнина сложена песчаниками, алевролитами, аргиллитами, конгломератами и углистыми сланцами юрского возраста, а Лено-Ангарское плато – карбонатно-терригенными породами кембрия и ордовика [1].

В почвенном покрове рассматриваемой территории преобладают серые лесные, дерново-подзолистые и дерново-карбонатные почвы [5, 6]. В соответствии с критериями современной классификации почв России [7, 8] объекты исследования были отнесены к типам подзолистых, дерново-подзолистых и серых почв.

Около 30 % пахотных земель Боханского района вследствие активного сельскохозяйственного использования подверглись ветровой и водной эрозии, что привело к ухудшению плодородия почв. Антропогенное воздействие в виде вырубок леса, пожаров изменило пространственное разнообразие растительности

на территории Боханского района. На значительной его части преобладают производные молодые и средневозрастные леса. Как правило, пахотные почвы испытывают воздействие Hg, As, Pb, Cu, Sn и Bi, входящих в состав ядохимикатов и стимуляторов роста растений. В традиционных минеральных удобрениях обычно присутствуют примеси Mn, Zn, Ni, Cr, Pb, Cu и Cd [3].

В отобранных образцах почв были определены концентрации нефтепродуктов (НП) и тяжелых металлов (кадмий, свинец, кобальт, никель, медь, хром, ванадий, марганец, стронций) с использованием флуориметрического метода и метода спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

### Результаты и обсуждение

Содержание НП в изученных почвах оказалось незначительным: на глубине 0-5 см их концентрации варьировали в пределах 6,5 – 19,8 мг/кг, а на глубине 5-20 см – от 6,5 до 9,2 мг/кг. Наибольшие концентрации НП были установлены в образце, отобранном в 5 км от д. Тараса (точка БП6).

Предельно допустимые концентрации (ПДК) суммарного содержания НП для почв в РФ законодательно не установлены, поэтому в настоящее время в нашей стране используется документ «Порядок определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами» (Министерство охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ, 27 декабря 1993 г., № 04-25/61-5678), согласно которому нормативы по загрязненности почв нефтепродуктами выглядят следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

| Содержание НП, мг/кг | Уровень загрязнения |
|----------------------|---------------------|
| <1000                | Допустимый          |
| 1000-2000            | Низкий              |
| >2000-3000           | Средний             |
| >3000-5000           | Высокий             |
| >5000                | Очень высокий       |

В отобранных почвенных образцах были определено содержание Co, Ni, Cu, Cr, V и Mn, относящихся к разным классам опасности (табл. 2).

Концентрации Co в половине проанализированных проб превышают фоновые и кларковые значения, составляющие 17 и 18 мг/кг соответственно. При этом в целом содержания Co в почвах Иркутско-Черемховской равнины ниже, чем в почвах Лено-Ангарского плато. Ni в большинстве почв содержится в количествах, не превышающих региональные фоновые значения и ОДК. Средние концентрации Ni в верхнем слое почвы составляли 33,4 мг/кг, а в нижнем – 39,5 мг/кг. Среднее содержание Cu в изученных почвах составляет 26-27 мг/кг, незначительное повышение концентраций Cu отмечается в верхних горизонтах. Превышение кларкового значения в 1,5-2 раза зафиксировано в слое почв 5-20 см в пойме р. Иды – вблизи д. Шунта (БП8), вблизи д. Тихоновка (БП9), за д. Вершина (БП10). Вместе с тем эти концентрации были ниже ОДК. Содержания Cr и V в большинстве почв оказались ниже кларковых и фоновых значений. Концентрации Mn варьировали в пределах от 239 до 430 мг/кг, то есть на уровне ниже ПДК и фоновых значений. Максимум содержания этого элемента отмечен в нижнем слое почв. Следовательно, источник Mn в почвах – скорее всего природного характера и связан с подстилающими породами.

Таблица 2

| Металл                      | ПДК (валовое)* | ОДК** | Кларк по А.П. Виноградову*** | Региональный фон**** |                    |
|-----------------------------|----------------|-------|------------------------------|----------------------|--------------------|
|                             |                |       |                              | Аллювиальные почвы   | Делювиальные почвы |
| II класс (умеренно опасные) |                |       |                              |                      |                    |
| Co                          | –              | –     | 18                           | 17                   | 17                 |
| Ni                          | –              | 80    | 58                           | 44                   | 43                 |
| Cu                          | –              | 132   | 20                           | 51                   | 46                 |
| Cr                          | –              | –     | 83                           | 100                  | 98                 |
| III класс (мало опасные)    |                |       |                              |                      |                    |
| V                           | 150            | –     | 90                           | 100                  | 114                |
| Mn                          | 1500           | –     | 1000                         | 1046                 | 1200               |

– данные отсутствуют; \*СанПиН 1.2.3685-21; \*\*Дополнение № 1 к перечню ПДК и ОДК, № 6229-91; \*\*\*[2]; \*\*\*\*[4].

### Заключение

Изучение современного экологического состояния почв Верхнего Приангарья показало, что концентрации нефтепродуктов в них минимальны и значительно ниже установленных санитарных норм.

Незначительное превышение фоновых и кларковых значений по содержанию Co, Ni, Cr и Mn объясняется природными причинами и вероятнее всего обусловлено выветриванием метаморфических пород, свойственных рассматриваемой территории.

Почвенный покров рассмотренной территории испытывает антропогенное воздействие, которое выражается в активном сельскохозяйственном использовании земель, вырубке лесов, однако согласно полученным результатам данного исследования, химическое загрязнение (нефтепродуктами и выбранными тяжелыми металлами) отсутствует.

*Работа выполнена за счет средств государственного задания (AAAA-A21-121012190055-7, FWEM-2021-0002).*

### **Список литературы**

1. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития. – Иркутск: Роскартография; Изд-во ИГ СО РАН, 2004. – 90 с.
2. Виноградов А.П. Среднее содержание элементов в земной коре // Геохимия. – 1962. – № 7. – С. 555-557.
3. Гапонюк Э.И., Малахов С.В. Комплексная система показателей экологического мониторинга почв // Тр. Всесоюз. сов. (Обнинск, июнь 1983 г.). – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – С. 3-10.
4. Геохимия окружающей среды Прибайкалья (Байкальский экологический полигон) / В.И. Гребенщикова, Э.Е. Лустенберг, Н.А. Китаев, И.С. Ломоносов. – Новосибирск: Гео, 2008. – 234 с.
5. Кузьмин В.А. Почвы центральной зоны Байкальской природной территории (эколого-геохимический подход). – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2002. – 166 с.
6. Нечаева Е.Г., Снытко В.А., Напрасникова Е.В., Коновалова Т.И., Власова Н.В. Индикационная роль долинных геосистем в ландшафтно-геохимической оценке Верхнего Приангарья // Известия РАН. Серия географическая. – 2010. – № 2. – С. 90-99.
7. Полевой определитель почв России. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. – 182 с.
8. Шишов, Л.Л. Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. Классификация и диагностика почв России. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

УДК 502/504

## **ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ В РАЙОНАХ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**Н.Б. Левина**

*ООО «Экозонт-АГ», Москва, levinanb@yandex.ru*

## **STUDIES OF TRANSFORMATIONS OF LANDSCAPES IN THE REGIONS OF THE NORTH OF WESTERN SIBERIA**

**N.B. Levina**

*ООО «Ekozont-AG» Moscow, levinanb@yandex.ru*

С начала 90-х годов на Севере Западной Сибири в районах распространения вечной мерзлоты специалистами «Аэрогеологии» проводились геоэкологические исследования на территориях нефтегазового освоения. При этом существовала необходимость оценки устойчивости ландшафтов в зависимости от их морфолитогенной основы и степени техногенного воздействия. В докладе рассматривается возможная реакция различных природных комплексов на техногенное воздействие и интенсификацию опасных геологических процессов с последующей трансформацией ландшафтов.

Объект исследования: территория Надым-Газовского междуречья – центральной части Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО), занимающей северную часть Западно-Сибирского региона в районах распространения многолетнемерзлых пород в зонах тундры, лесотундры и тайги. На междуречье выделен ледниковый рельеф и озерно-ледниковые террасы (верхний неоплейстоцен, сартанский горизонт), озерно-аллювиальные террасы и долинные комплексы (голоцен). Проводимые Центром «Экозонт» ФГУНПП «Аэрогеологии исследования эколого-геологического характера основаны на дистанционных и полевых методах, материалах экологического мониторинга.

Как известно, под термином морфологический ландшафт или природный комплекс (ПК) понимается конкретная территория, однородная по происхождению, с однотипным рельефом, составом рельефообразующих пород и почвенно-растительными условиями. По геоморфологическим особенностям и по палеогеографическим обстановкам формирования отложений Западно-Сибирская равнинная страна подразделяется на ряд областей. На пересечении зон и подзон с областями выделяются ландшафтно-геохимические провинции. Определенные ландшафты входят в состав выделенных на территории провинций, в которых сочетаются зональные и азональные особенности природных комплексов. Особенности ландшафтно-геохимических провинций в разных климатических зонах определяют предопределенные климатом основные зональные признаки, влияющие на интенсивность

экзогенных геологических процессов (ЭГП), в том числе на их активизацию при техногенном воздействии. Преимущественно к этим признакам относятся характер многолетнемерзлых пород (ММП) и особенности почвенно-растительного покрова. Одна из ведущих ролей в дифференциации территории по группам ландшафтов принадлежит также азональным природным факторам. Это особенности рельефа и состав ландшафтообразующих геологических толщ. Геологическое строение и рельеф представляют собой ту морфолитогенную или геолого-геоморфологическую основу, которая коррелирует формирование компонентов природных комплексов (ПК).

Основные факторы, влияющие на потенциальную устойчивость ландшафтов в исследуемом районе, – это геокриологические условия, заболоченность; интенсивность экзогенных геологических процессов, инженерно-геологические свойства грунтов в зависимости от литологического состава пород; степень закреплённости растительностью почвенного покрова; дренированность территории; сорбционная способность и механический состав почв.

В понятии «устойчивость» рассматриваются две ее составляющие: геодинамическая и геохимическая [1]. Геодинамическая устойчивость – это устойчивость к физико-механическому воздействию с сохранением функциональных способностей природных комплексов, то есть способность поверхностной части геологической среды сохранять в основных чертах свою структуру, несмотря на внешнее воздействие. Геохимическая устойчивость – это комплексный показатель, включающий: и способность противостоять химическому загрязнению, и способность к самоочищению, то есть восстановлению своих характеристик после привноса химических элементов и соединений.

Зависимость устойчивости от ряда факторов не может быть прямой вследствие существования в природе обратных связей – эффекта компенсирования воздействий. Поэтому особенно важно оценить влияние на реакцию природной среды достаточно известную устойчивость многолетнемерзлых пород (ММП) в зависимости от их криологического строения в разных ландшафтных зонах (сплошное, прерывистое и пр.). Продолжающееся хозяйственное освоение территории и природные явления, сопровождающиеся нарушением защитного почвенно-растительного покрова, изменением гидрологических условий и повышением температуры мерзлых грунтов, вызывают рост опасных экзогенных геологических процессов, среди которых преобладают преимущественно криогенные: льдообразование, пучение, термокарст, термоабразия, солифлюкция, термосуффозия, сезонное и многолетнее новообразование мерзлых и талых пород. Для характеристики опасных эндогенных геологических процессов необходимо изучение особенностей неотектонического этапа развития региона.

В рельефе отражаются крупные деформации, связанные с проявлением неоген-четвертичных горизонтальных движений (чаще сдвигов). Деформации частично наследуют складчатые и разрывные структуры доюрского фундамента и осадочного чехла. Возможно, гляциоизостатические движения (вертикального ряда) могут в ряде случаев маскировать эндогенные процессы или быть к ним приурочены в связи с активизацией зон тектонических разломов, в том числе и под компенсационным воздействием ледниковых покровов. Карта проявлений опасных эндогенных геологических процессов составляется на базе тематического дешифрирования линеаментов.

Основная задача этих исследований заключается в выявлении современных напряженных зон активных разломов (с привлечением геофизических данных), выраженных повышенной трещиноватостью. В них происходят современные короткопериодические, по-видимому, пульсационные деформации, представляющие определенную геодинамическую опасность. На поверхности разрывы не проявлены прямо, но могут проявляться опосредованно в виде расположения элементов ландшафтов, отражаться в деталях рельефа и в аномалиях почвенно-растительного покрова. На Надым-Тазовском междуречье, в пределах которого линеаменты соотносятся с предполагаемыми зонами разломов, к ним местами приурочены аномалии с превышением фоновых значений химических элементов.

При исследованиях учитывается сложность определений изменений геологической среды из-за мощного чехла рельефообразующих песчано-глинистых четвертичных отложений. На геоэкологической карте линейные элементы ландшафта выделялись по прямолинейным участкам: русел рек, уступов пойм и надпойменных террас, коренных склонов долин, ложбин стока, границ озер и хасыреев, озерно-болотных ландшафтов. Неотектонический режим определенным образом влияет и на активизацию экзогенных процессов. Для зон нарушений характерна повышенная водонасыщенность, водоперетоки, связь поверхностных и подземных вод, изменения ММП. Учитывая условность корреляции, можно предполагать, что в этих зонах выход на поверхность глубинных флюидов повышает температуру мерзлых толщ, способствуя развитию таких криогенных процессов как пучение, термокарст, термоэрозия. Геологическая среда в районах нефтегазодобычи в результате отбора нефти и газа, системы заводнения и гидроразрыва пластов испытывает нарушения внутреннего равновесия вовлеченных в эксплуатацию геологических толщ.

Конкретная реакция отдельных групп ландшафтов на техногенное воздействие неоднозначна, так же, как и на возникающие природные процессы [2]. Необходимо отметить, что в понятие «реакция ПК» на

техногенную нагрузку и активизацию ЭГП, изменяющих структуру ландшафтов, входят две составляющие, разграниченные по смыслу: реакция биоты и степень ее восстанавливаемости; реакция морфолитогенной основы на механические нарушения и химическое загрязнение. Первая – контролирует условия восстанавливаемости растительного покрова. Вторая – с одной стороны соотносится со способностью противостоять нарушениям геологической среды, с другой – должна оценить и контролировать устойчивость и надежность инженерных объектов, в основном зависящих от инженерно-геокриологических условий. Оценки этих составляющих неоднозначны именно в криолитозоне и зачастую противоположны друг другу.

Ниже приведены примеры трансформации ландшафтов в зависимости от их предполагаемой (из-за перечисленных условностей и многофакторности природной среды) степени устойчивости.

*Равнины, относительно возвышенные с абсолютными отметками 75 – 220 м.* Ледниковые равнины расчленённые, грядово-холмистые сложены валунными и безвалунными суглинками и супесями (сартанская морена). Полого-холмистые и холмисто-западинные ледниково-флювиогляциальные равнины сложены песками, супесями, суглинками. Характеризуются дренированной поверхностью, расположенной на максимальных для территории абсолютных высотах, и сравнительно незначительным развитием ЭГП, в том числе криогенных. В областях сплошного и прерывистого развития многолетнемерзлых пород (ММП) в тундре и лесотундре распространена медленная солифлюкция на суглинистых склонах; местами криогенное растрескивание с образованием полигонального микрорельефа, наледеобразование. Локально солифлюкция проявляется в области массивно-островного и островного развития ММП (северная и средняя тайга). Предполагаемую геодинамическую устойчивость к физико-механическому воздействию этих ландшафтов можно считать «средней» и, возможно «выше средней». Высотное положение, сравнительно высокая степень расчлененности и дренированности, преимущественно автоморфный режим увлажнения и средняя интенсивность водообмена являются факторами, повышающими оценку геохимической устойчивости до средней.

*Равнины низменные с абс. отметками 40-80 м (два вида): аккумулятивные дренированные с участками слабодренированных; равнины заболоченные.* Они формировались как террасы интрагляциального бассейна в процессе таяния сартанского ледника. Озёрно-ледниковые террасы занимают значительные площади на Надым-Тазовском междуречье. Для дренированных равнин характерен в основном ограниченный объем экзогенных геологических процессов: морозобойно-полигональное растрескивание в тундре и лесотундре; медленная солифлюкция на суглинистых склонах; ограниченная эоловая дефляция на песках. Устойчивость к физико-механическому воздействию определена «средней» – в основном из-за инженерно-геологических свойств грунтов (суглинки – связные породы в северной половине территории) и незначительным площадным распространением ЭГП. Для геохимической устойчивости основными критериями, повышающими оценку, являются: гипсометрическое положение, дренированность, а для песчаных поверхностей в южной половине площади (тайга) – промывной режим при средней интенсивности водообмена. Плоские заболоченные, заозёрные озёрно-ледниковые равнины представлены торфяниками с мощностью торфа от 1 до 2,5 м. на песчано-глинистых отложениях. Характеризуются максимальным развитием криогенных ЭГП и заболачивания (пучение, термокарст, термоабразия берегов озер).

Устойчивость к физико-механическому воздействию оценивается как «низкая». При низкой оценке геохимической устойчивости основным критерием является гидроморфный режим увлажнения. Низменные заболоченные озерно-ледниковые равнины занимают на исследуемой территории весьма значительные площади. Их общая низкая геодинамическая и геохимическая устойчивость заставляет чрезвычайно внимательно относиться к этой группе ландшафтов при хозяйственном освоении, приводящем к трансформации: активизации опасных геологических процессов и загрязнению. В наибольшей степени страдают именно верховые (олиготрофные) болота, для которых к тому же характерна быстрая гибель сфагновых мхов.

Вывод: на территории Надым-Тазовского междуречья зональный и аazonальный характер распределения ЭГП связан, в первую очередь, с типом многолетней мерзлоты. Изучение морфолитогенной основы, мониторинг ведущих опасных экзогенных и эндогенных геологических процессов позволяет предположить степень устойчивости к трансформации каждого ландшафта в отношении техногенного загрязнения и природных аномалий [3].

### Список литературы

1. Левина Н.Б., Сорокина Е.П. Рельеф и литология как основные критерии выделения природных комплексов и их устойчивости. Геоморфологические процессы и их прикладные аспекты: - Труды VI Щукинских чтений. - М. Изд-во МГУ. – 2010 - С.153-155.
2. Левина Н.Б., Сорокина Е.П., Мешалкин К. А. Роль геолого-геоморфологических особенностей и тектонической активности в формировании ландшафтов Надым-Тазовского междуречья (Западная Сибирь): Фундаментальные проблемы квартара: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. -

Материалы X Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. - Москва. ГЕОС. – 2017. – С. 228-230.

3. Сорокина Е.П. Ткаченко В.А. Левина Н.Б. Анализ структуры рельефа при ландшафтно-геохимическом районировании равнинной территории (север Западной Сибири). Экзогенные рельефообразующие процессы: Результаты исследований в России и странах СНГ - Материалы XXXIV Пленума Геоморфологической Комиссии РАН (электронное издание). - Волгоград: Изд-во ВГСПУ –2014.

УДК 551.4:504.54

## **ПРИЗНАКИ-ОСНОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИОРИТЕТНОСТИ РЕЛЬЕФА СРЕДИ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТА, РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ – СРЕДИ СИСТЕМ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ И ГЕОМОРФОЛОГИИ – СРЕДИ НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН И НАУК**

**Е.Ю. Ликотов**

*Kaluga, likotov.evgenij@gmail.com*

## **SIGNS ARE THE GROUNDS FOR THE ECOLOGICAL PRIORITY OF RELIEF AMONG THE COMPONENTS OF LANDSCAPE, RELIEF FORMATION AMONG NATURAL PROCESSES AND GEOMORPHOLOGY AMONG SCIENTIFIC DISCIPLINES AND SCIENCES**

**E.Yu. Likotov**

*Kaluga, likotov.evgenij@gmail.com*

### **Введение**

В ходе самостоятельных геоморфологических и экологических исследований установлены, исследованы и применены свойства рельефа и рельефообразования, обосновывающие их объективную экологическую приоритетность с онтологической стороны: как природных компонентов и явлений – и геоморфологии – с гносеологической стороны: как научной дисциплины, объектом исследований которой они являются.

### **Материалы и методы исследований**

В основу работы положены, применены и в ней обобщены результаты как предшествующих, так и собственных самостоятельных исследований в течение 45 лет, часть из которых опубликована в 170 научных работах в географическом (в основном – в геоморфологическом и ландшафтоведческом), экологическом, геологическом научных направлениях. Применение полученных результатов на практике распространяется на прикладные геоморфологические исследования, поисково-разведочные работы на россыпи и на нефть, инженерно-экологические изыскания, преподавание в вузах по 15 предметам в упомянутых выше направлениях.

Тема предпринятого многодисциплинарного исследования на стыке определённых ею наук и научных дисциплин обуславливает рациональное применение близкого к полному спектра соподчинённых методов. Первичные фактические данные получены частными полевыми, камеральными, аналитическими методами. Их обобщение – географическим, в частности – геоморфологическим, анализом и синтезом. Упомянутые методы соединяет в единую систему системный анализ, применение которого обеспечивает достоверность, полноту и взаимосвязанность результатов, открывающих новые возможности системных географических исследований.

### **Результаты и их обсуждение**

*1. Признаки-основания экологической приоритетности рельефа и рельефообразования.*

*1.1. Непрерывность рельефа.* Нет ни одной точки, тем более – никакой площади земной поверхности, где не существовал бы рельеф. По этому признаку рельеф (геоморфологическая оболочка) – одна из подоболочек географической оболочки Земли.

*1.2. Концентрация в рельефе и рельефообразовании свойств всех подоболочек географической оболочки Земли* - не статично, а в виде **взаимодействий**. Это отражено в современном определении: рельеф земной поверхности – не только совокупность её неровностей, но и зона взаимодействий литосферы, гидросферы, атмосферы, биосферы, ноосферы.

*1.3. Участники рельефообразования:* 1) сам рельеф, его формы и элементы; 2) рельефообразующие процессы (далее – РП); 3) внешние условия формирования рельефа; 4) связи и 5) взаимодействия между ними (пп.1)-3) [8], а также – 6) функции РП [9]. Наиболее поздняя из общепринятых классификаций форм и элементов рельефа дана Г.И. Рычаговым [14]. РП рассматриваются по морфогенетической классификации форм и элементов рельефа, предложенной И.С. Щукиным [16], по существу – морфодинамической, дополненной позднее [12, 2, 1, 14, 15]. Внешние условия формирования рельефа не ограничиваются общепринятыми климатическими, литологическими, тектоническими, растительными, хронологическими, и включают в себя атмосферные, гидрологические, гидрогеологические, мерзлотные (криогенные), зоогео-

графические, начальные геоморфологические, космические, антропогенные, социальные. Их спектр показывает, что в рельефообразовании участвуют буквально все компоненты природы. Связи и взаимодействия объединяют их и обеспечивают гармоничное развитие рельефа и, что первостепенно важно для решения экологических проблем, природы в целом.

*1.4. Рельеф – узловой компонент природы (ландшафта) [6] и связан и взаимодействует с другими компонентами природы, как никакой другой. Функции РП [9] являются поэтому и ландшафтоформирующими (природоформирующими). Основные особенности действия ландшафтоформирующих функций РП: 1) сохранение (увеличение) устойчивости развития ландшафтов; 2) увеличение интенсивности их формирования; 3) в случаях уничтожения одних ландшафтов — образование других (т. е. ландшафты, как и рельеф, не исчезают безвозвратно) [11].*

*1.5. РП – единственные процессы (природные, антропогенные, антропогенно инициированные природные), осуществляющие перемещение вещества по земной поверхности и выполняющие при этом определённые функции, обеспечивающие формирование определённого её внешнего облика и его изменчивости.*

*1.6. Опасные РП своим действием вызывают наиболее резкие, до катастрофических, изменения буквально всех экологических условий. Виды опасности РП: не только для 1) человека и 2) инженерных сооружений, но и для 3) самого рельефа и 4) других природных условий. Критерии опасности РП: 1) интенсивность (скорость и объёмы перемещения вещества); 2) площадь распространения [13], с учетом их многонаправленности, пополняются нами следующими: 3) постоянство действия [5]; 4) степень изменений строения форм и элементов рельефа под действием опасных РП – и объединяются (консолидируются) главным критерием: асингенетичностью РП тем геоморфосистемам, в пределах которых они действуют [7].*

*2. Признаки-основания экологической приоритетности геоморфологии среди научных дисциплин и наук.*

*2.1. Геоморфология – географическая дисциплина прежде всего о взаимодействиях: подоболочек географической оболочки; рельефа, РП, внешних условий формирования рельефа, к которым относятся буквально все компоненты природы (ландшафта). Именно в этом главным образом и состоит экологическая приоритетность геоморфологии. Именно поэтому геоморфология несводима к физике, химии, биологии, социологии и другим фундаментальным наукам, данные которых необходимы и результативно применяются в геоморфологии. Так же и РП несводимы к физическим, химическим, биологическим, социальным процессам.*

*2.2. Положения об участниках рельефообразования [8], об узловом положении рельефа среди компонентов природы (ландшафта) [6], о функциях РП [9], являющихся одновременно ландшафтоформирующими [11] показывают единство природы как целостной системы, формирующейся, познаваемой, а в будущем – и управляемой, через познание рельефа и рельефообразования. На этом основывается экологическая приоритетность геоморфологии, состоящая в возможности познания и изучения буквально всех компонентов природы через геоморфологические исследования.*

*2.3. Принцип гармонии в рельефообразовании: всё многообразие строения рельефа – результат взаимодействий 1) форм и элементов рельефа, слагающих их рыхлых образований (горных пород), 2) РП и 3) внешних условий формирования рельефа, коротко: «формы-процессы-условия» [5].*

*2.4. Закон наибольшей геоморфологической результативности постоянно действующих РП: «Наибольшие геоморфологические результаты достигаются постоянно действующими рельефообразующими процессами, как бы ни была мала их интенсивность.» [4, с.70].*

*2.5. Положение о сингенетичных и асингенетичных РП [3]. Сингенетичные РП – внутренне присущие данной форме (элементу) рельефа, формирующие её и обеспечивающие её устойчивое развитие. Асингенетичные РП – внутренне НЕ присущие данной форме (элементу) рельефа и со временем разрушающие её.*

*2.6. Положение об антропогенно инициированных природных РП: антропогенно инициированные природные процессы – такие рельефообразующие процессы, благоприятные условия для которых складываются вследствие действия антропогенных процессов [10].*

## **Выводы**

Рельеф и рельефообразование объективно организуют все остальные компоненты природы в единую целостную систему путём взаимодействий с ними. Потому они и обладают объективной экологической приоритетностью. Результаты исследований показывают реально действующую познавательную систему, в которой изучение буквально всех компонентов природы ведётся (и тем более возможно в дальнейшем) путём проведения геоморфологических исследований. Этим достигнута приоритетность геоморфологии при экологических исследованиях. Специальные исследования компонентов природы (ландшафта) при этом не только не «отменяются» и не теряют своё значение, но и получают новые возможности изучения – в частности, в системе со всеми компонентами природы. Так экологическим и географическим исследованиям обеспечивается системный методологический подход, ВНУТРЕННЕ ПРИСУЩИЙ им, а не зависящий от субъективной воли исследователя.

## Список литературы

1. Ананьев Г.С. Динамическая геоморфология. Формирование вершинных поверхностей. – М.: Изд-во МГУ, 1976. – 176 с.
2. Воскресенский С.С. Динамическая геоморфология. Формирование склонов. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 228 с.
3. Ликуты Е.Ю. Соотношение генезиса и динамики рельефа. Сингенетичные и асингенетичные рельефообразующие процессы // Генезис рельефа. - Новосибирск: Наука. Сибирское предприятие РАН, 1998. - С.30-35.
4. Ликуты Е.Ю. Закон наибольшей геоморфологической результативности постоянно действующих рельефообразующих процессов // V Межд. Конф. «Новые идеи в науках о Земле»: Тез. докл. - Т. 1. - М.: МГРА 2001. - С. 70.
5. Ликуты Е.Ю. Принцип гармонии в рельефообразовании // Геоморфология в России: научные школы: Материалы Иркутского геоморфологического семинара, Чтений памяти Н.А. Флоренсова, октябрь 2001 г. Иркутск. С. 71-73.
6. Ликуты Е.Ю. Участие и роль рельефообразующих процессов в формировании экосистемы человека // Рельеф и человек: Материалы Иркутского геоморфологического семинара (Иркутск, 27-29 сент. 2004 г.) - Иркутск: Институт земной коры СО РАН, Ассоциация геоморфологов России. 2004. - С. 160-161.
7. Ликуты Е.Ю. О характере и критериях опасности рельефообразующих процессов // Новые и традиционные идеи в геоморфологии. V Щукинские чтения. Труды (коллектив авторов). – М.: Географический факультет МГУ, 2005. - С. 269-273.
8. Ликуты Е.Ю. Связи и взаимодействия как участники рельефообразования // Вестник Тюменского государственного университета. Серия Науки о Земле. – 2012. - №7. – С.113-121.
9. Ликуты Е.Ю. Функции рельефообразующих процессов // XXXIV Пленум Геоморфологической комиссии РАН: Экзогенные рельефообразующие процессы: результаты исследований в России и странах СНГ, г. Волгоград, ВГСПУ, 7-9 окт. 2014 г. – Волгоград: ВГСПУ, 2014. – С.322-327.
10. Ликуты Е.Ю. Антропогенно инициированные природные рельефообразующие процессы. Скорости и особенности их действия на севере Русской равнины // Успехи современной науки. – 2016. - №11. – Т.10. – С. 85-86.
11. Ликуты Е.Ю. Ландшафтоформирующие функции рельефообразующих процессов // Ландшафтоведение: теория, методы, ландшафтно-экологическое обеспечение природопользования и устойчивого развития: материалы XII Международной ландшафтной конференции, Тюмень-Тобольск, 22-25 августа 2017 г.: в 3 т./ — Тюмень: Изд-во ТюмГУ, 2017. — Т. 1. — С.301-306.
12. Маккавеев Н.И. Русло реки эрозия в её бассейне. – М.: Изд-во АН СССР, 1955. – 346 с.
13. Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология) / Отв. ред. Э.А. Лихачёва, Д.А. Тимофеев. - Т. 1-2. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2002. – 640 с.
14. Рычагов Г.И. Общая геоморфология. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 416 с.
15. Чалов Р.С. Русловедение: теория, география, практика. Т.1: Русловые процессы: факторы, механизмы, формы проявления и условия формирования речных русел. – М.: Издательство ЛКИ, 2008. 608 с.; Т.2: Морфодинамика речных русел. – М.: КРАСАНД, 2011. 960 с.
16. Щукин И.С. Общая геоморфология. – М.: Изд-во МГУ, 1960. – Т.1. – 615 с.

УДК 911.2:528.9

## КОМПЛЕКСНЫЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЮГА СРЕДНЕЙ СИБИРИ

**Г.И. Лысанова**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, lysanova@irigs.irk.ru*

## COMPREHENSIVE PHYSICAL-GEOGRAPHICAL RESEARCH OF THE SOUTH OF CENTRAL SIBERIA

**G.I. Lysanova**

*V.B. Sochava Institute of geography of SB RAS, Russia, Irkutsk, lysanova@irigs.irk.ru*

### Введение

Физико-географические исследования, включающие комплекс картографических методов изучения, документирования пространственно-распределенных свойств и признаков ландшафта, его морфологической структуры и пространственной дифференциации процессов, происходящих в ландшафте позволят полноценно и диалектически системно рассмотреть агрогенную трансформацию структуры геосистем с формированием агроландшафтов и провести полноценную оценку агроприродного потенциала территории юга Средней Сибири.

Анализ и картографическое отображение территориальной организации геосистем являются основными задачами физической географии. Ландшафтное картографирование, отображая различную информацию на всех территориальных уровнях, показывает дифференциацию не только природных образований, но и их модификаций, возникших в условиях интенсивного антропогенного воздействия [7]. Поэтому ландшафтными исследованиям отводится важная роль в обосновании путей природопользования, а имеющийся опыт прикладных ландшафтных исследований свидетельствует об эффективности их применения при принятии решений, направленных на использование природных ресурсов [1, 10, 15, 17].



## Материалы и методы

Автор руководствовался общепринятыми в советском и российском ландшафтоведении принципами и методами картографирования [2, 4, 9, 16-18]. Составление карты геосистем южных регионов Средней Сибири базировалось как на указанных выше принципах, так и на собственных представлениях авторов о классификации геосистем, вытекающих из опыта ландшафтного картографирования регионов юга Сибири.

Для картографического обеспечения исследований территории использованы составленные ранее среднемасштабные ландшафтные карты, а также синтезированные космические снимки регионального охвата, карты типов растительного покрова ESA Glob Cover [19]. При ландшафтном картографировании территории исследования применена спектрзональная съемка со спутников Landsat-5 TM и Landsat-8 в интерпретации каналов 7-4-2 и 7-5-3 соответственно. Дешифрирование синтезированных космических снимков проведено в ручном режиме и основано на полевых ландшафтных съемках. Оцифровка и индексация ландшафтных контуров, создание, оформление и компоновка карты выполнено в ГИС MapInfo Professional. Низшей единицей геомеров при картографировании служила группа фаций, представляющая собой единый факторально-динамический (хотя и незавершенный) ряд фаций, сходных по своей структуре, генезису, водному режиму, растительность которых в коренном состоянии относится к одной группе ассоциаций [9, 17]. Некоторые группы фаций наряду с природными геосистемами включают их агрогенные аналоги [8], которые в соответствии с учением о геосистемах [17] являются устойчивыми модификациями природных. Группы фаций объединяли в классы фаций и геомов. Геом включает группы фаций, близкие по материально-энергетическому обмену, генезису, структурно-динамическим особенностям и биологической продуктивности [9, 17]. Класс фаций является промежуточной ступенью между группой фаций и геомом. В пределах территории исследования различия классов фаций в геоме в основном зависят от степени увлажнения геосистем [5, 16].

В агроландшафтных исследованиях автором работы использовались принципы и методы учения В.А. Николаева [10-13], В.А. Николаева, И.В. Копыл, В.В. Сысуева [14], Т.В. Кадышевской [3] и др.

## Результаты и их обсуждения

В результате комплексных физико-географических исследований, включающих сопряженное изучение геосистем, агроландшафтов, агроресурсов и агроприродного потенциала, составлена серия карт юга Средней Сибири в масштабе 1:1 000 000 (типологическая ландшафтная, схема физико-географического районирования, современное использование земельных ресурсов, агроландшафтное районирование и дифференциация агроприродного потенциала геосистем).

Ранее составленные разномасштабные карты (крупномасштабные, среднемасштабные и мелкомасштабные на отдельные территории исследуемого региона) генерализировались, «состыковывались» для создания единой типологической ландшафтной карты геосистем юга Средней Сибири м-ба 1:1 000 000, которая в дальнейшем послужила основой для проведения оценки геосистем. На данной ландшафтной карте показана территориальная дифференциация геосистем ранга групп фаций. Выявлено и классифицировано разнообразие природных геосистем, объединенных в более 200 групп, 42 класса фаций и 13 геомов. Мелкомасштабные карты геосистем дают информацию об общих региональных закономерностях ландшафтной структуры территории исследования, являются хорошей основой для физико-географического районирования, дают возможность качественной и количественной интерпретации структуры выделяемых впоследствии региональных единиц, а также создания на их основе прикладных карт [20].

Следующим этапом в исследованиях является физико-географическое районирование, основная задача которого сводится к установлению территориального деления по природным признакам. Проведению границ регионов предшествовало объединение соседних контуров и частичная генерализация типологической ландшафтной карты с привязкой объединенных контуров к морфоструктурам рельефа. При составлении схемы физико-географического районирования на этапе объединения макрогеохор в провинции учитывались единство геолого-геоморфологического строения и генезиса территории, ее однородность, что важно для сельскохозяйственного использования, биоклиматических показателей и местных вариантов структуры высотной поясности, а также различия макрогеохор по геомерной структуре (составу и упорядоченности), в частности, по набору геомеров в каждой макрогеохоре. На основе синтеза сетки контуров типологической карты геосистем разработана схема физико-географического районирования юга Средней Сибири, на которой отображено расположение 56 макрогеохор, являющиеся частями 17 физико-географических провинций, относящихся к 4 физико-географическим областям: Обь-Иртышская (ОИО), Средне-Сибирская (ССО), Южно-Сибирская физико-географическая область (ЮСО) и Центрально-Азиатская область (ЦАО) [21].

Обоснование рационализации природопользования должно базироваться на материалах агроландшафтных исследований. На основе ландшафтного картографирования, физико-географического районирования были проведены агроландшафтные исследования, результатом которых явилось составление

карт: современного использования земельных ресурсов, агроландшафтное районирование и дифференциация агроприродного потенциала.

На карте современного использования земельных ресурсов наряду с природными геосистемами – гольцово-подгольцовыми, среднегорными горнотаежными, низкогорными горнотаежными, таежными, подтаежными, лесостепными и степными отражены агроландшафты: пахотные и естественные кормовые угодья.

Отображение современного использования земельных ресурсов, идентификация и оконтуривание конкретных агроландшафтов определили возможность выйти на следующий этап изучения аграрной трансформации геосистем и формирования агроландшафтной структуры территории путем обобщения и верификации полученных данных, разработки классификации и схемы районирования выделенных агроландшафтов с последующим выявлением и картографированием их агроприродного потенциала.

Агроландшафтное районирование отражает специализацию и технологию сельскохозяйственного производства в связи с дифференциацией природных условий региона.

Основная задача агроландшафтных исследований сводится к изучению, анализу и оценке современного состояния природных и антропогенно-измененных ландшафтов, прогнозированию трансформации развития геосистем под воздействием сельскохозяйственной деятельности человека. Проведенные агроландшафтные исследования на эмпирической основе являются хорошей базой для расчета и оценки агроприродного потенциала, определяют формирование рационального использования агроландшафтов и вносят определенный вклад в развитие инновационно-инвестиционного агроприродного потенциала сельскохозяйственного производства.

Исследования агроприродного потенциала геосистем позволяют выявить приоритетные направления использования агроландшафтов, определить пути их оптимизации и организации устойчивых агроэкосистем. Оценка агроприродного потенциала ландшафтов и анализ его освоения в современном землепользовании представляют собой дальнейшее развитие исследований ландшафтной структуры на основе учения о геосистемах В.Б. Сочавы [17], поэтому объективной основой определения агропотенциала должны быть комплексные физико-географические исследования. Агроприродный потенциал определялся путем суммирования оценок основных показателей агроландшафтных районов исследуемой территории. В результате этих подсчетов 30 агроландшафтных районов объединены по агроприродному потенциалу пахотных агроландшафтов в 5 основных групп по количеству баллов, имеющие соответственно: очень высокий, высокий, средний, низкий и очень низкий агроприродный потенциал [6].

Агроландшафтное районирование и оценка агроприродного потенциала позволили наметить конкретные районы и направления перспективного развития, исходя из наличия природных и хозяйственных предпосылок. При этом все рекомендации по рациональному использованию агроприродного потенциала должны учитывать специфику природно-климатических условий, структуру геосистем, агроландшафтов и сложившуюся в условиях современного землепользования сельскохозяйственную специализацию территории.

### **Выводы**

Таким образом, проведенные комплексные физико-географические исследования на эмпирической основе определяют рациональное использование агроландшафтов, вносят определенный вклад в разработки концептуальных основ развития инвестиционно-инновационного функционирования сельскохозяйственного производства, агропромышленного комплекса и системы государственного регулирования сельского хозяйства на региональном уровне исследуемого региона.

Результаты анализа созданной серии карт (ландшафтной, физико-географического районирования, современного землепользования, агроландшафтной и агроприродного потенциала геосистем) предоставляют возможность полнее учесть резервы сельскохозяйственных земель, как в количественном, так и в качественном отношении, наметить пути эффективного развития сельскохозяйственных угодий в зависимости от природных условий районов их освоения и обозначить перспективы оптимизации агроприродного потенциала исследуемой территории в условиях современного землепользования.

*Исследование выполнено за счёт средств государственного задания (№ гос. регистрации темы АААА-А21-121012190059-5)*

### **Список литературы**

1. Исаченко А.Г. Методы прикладных ландшафтных исследований. – М.: Мысль, 1980. – 222 с.
2. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М.: Высшая школа, 1991. – 366 с.
3. Кадышевская Т.В. Агропотенциал ландшафтов Среднедунайской равнины // География и природные ресурсы. – 1989. – № 3. – С. 100–107.
4. Коновалова Т.И. Геосистемное картографирование. – Новосибирск: Академическое издание «Гео», 2010. – 186 с.

5. Лысанова Г.И. Ландшафтный анализ агроприродного потенциала геосистем. – Иркутск: изд. ИГ СО РАН, 2001. – 187 с.
6. Лысанова Г.И. Природные и аграрные ландшафты юга Енисейской Сибири // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. – 2020. – Т. 33. – С. 88–99.
7. Лысанова Г.И., Семенов Ю.М., Сороковой А.А. Геосистемы бассейна верхнего Енисея // География и природные ресурсы. – 2011. – № 4. – С. 92–99.
8. Лысанова Г. И., Семёнов Ю. М., Сороковой А. А. и др. Геосистемы юга Средней Сибири: методика и результаты картографирования // Геодезия и картография. – 2021. – № 4. – С. 35-44.
9. Михеев В.С. Ландшафтно–географическое обеспечение комплексных проблем Сибири. – Новосибирск: Наука, 1987. – 207 с.
10. Николаев В.А. Проблемы регионального ландшафтоведения. – М.: МГУ, 1979. – 160 с.
11. Николаев В.А. Региональные агроландшафтные исследования // Природные комплексы и сельское хозяйство. – Вопросы географии. – М.: Мысль, 1984. - Сб. 124. – С. 73-83.
12. Николаев В.А. Концепция агроландшафта // Вестн. МГУ. Сер. геогр., 1987. – № 2. – С. 22-27.
13. Николаев В.А. Адаптивная пространственно-временная структура агроландшафта // Вестник МГУ. Сер. 5. География. – 1999. – № 1. – С. 22-26.
14. Николаев В.А., Копыл И.В., Сысуев В.В. Природно-антропогенные ландшафты (сельскохозяйственные и лесохозяйственные). – М.: МГУ, 2008. – 160 с.
15. Семенов Ю.М. Ландшафтное картографирование в целях рационального природопользования / Ю.М. Семенов // География и природ. ресурсы. – 1985. – № 2. – С. 22–28.
16. Семенов Ю.М. Ландшафтно–геохимический синтез и организация геосистем. – Новосибирск: Наука, 1991. – 145 с.
17. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 318 с.
18. Суворов Е.Г., Семенов Ю.М., Новицкая Н.И. Ландшафтно–оценочная карта Азиатской части России: принципы и методические аспекты составления // География и природные ресурсы. – 2009. – № 4. – С. 5–10.
19. ESA Glob Cover Portal. Land Cover Map. – URL: [http://due.esrin.esa.int/page\\_globcover](http://due.esrin.esa.int/page_globcover). php.
20. Lysanova G.I., Semenov Yu.M., Sorokovoi A.A. and Balyazin I.V. Mapping of geosystems in the south of the Yenisei Siberia for environmental assessment // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 381. – P. 012059.
21. Lysanova, G.I. New Physical and Geographical Regionalization of the South of Central Siberia / Vladimirov, I.N., Jiang, M., Baklanov, P.Y. [etc.] // Resources, Environment and Regional Sustainable Development in Northeast Asia. RERS-DNA 2022. – Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences. Springer, Cham, 2023. – P.105-113.

УДК 622.3

**КАРТОГРАФИРОВАНИЕ НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ  
МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ, СВЯЗАННЫХ С ДОБЫЧЕЙ ЗОЛОТА**

**О.М. Макарьева<sup>1,2</sup>, А.Н. Шихов<sup>3,2</sup>, П.Г. Илюшина<sup>4</sup>, А.А. Землянскова<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург*

<sup>3</sup>*Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь*

<sup>4</sup>*Московский государственный университет, г. Москва*

*omakarieva@yandex.ru*

**ASSESSMENT OF THE DYNAMICS OF DISTURBED LANDSCAPES OF THE MAGADAN  
REGION ASSOCIATED WITH GOLD MINING**

**O.M. Makarieva<sup>1,2</sup>, A.N. Shikhov<sup>1,3</sup>, P.G. Ilyushina<sup>1,4</sup>, A.A. Zemlianskova<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*St. Petersburg State University, St. Petersburg*

<sup>2</sup>*North-Eastern State University, Magadan*

<sup>3</sup>*Perm State University, Perm*

<sup>4</sup>*Moscow State University, Moscow*

*omakarieva@yandex.ru*

**Введение**

Золотодобыча на рудных и россыпных месторождениях сопровождается значительным воздействием на природную среду, в частности загрязнением рек взвешенными веществами [4; 7] и тяжелыми металлами [3], нарушением земель, в том числе обезлесением и изъятием сельскохозяйственных угодий [9]. В регионах с суровым климатом и сплошным распространением многолетней мерзлоты, к числу которых относится Северо-Восток России, восстановление ландшафтов на нарушенных участках занимает продолжительное время, что усугубляет перечисленные проблемы. Это связано с существенным изменением геокриологических условий нарушенных полигонов, антропогенным изменением таликовых зон и процессов водообмена в долинах рек. Экологическое состояние нарушенных ландшафтов определяется характером проявления криогенных процессов – термокарста, солифлюкции, морозного пучения [2].

Магаданская область занимает первое место в России по добыче россыпного золота [1]. Объем добычи увеличился с 14,5 т. в 2013 г. до 19,8 т. в 2021 г., что ведет к обострению существующих экологических проблем. По объему добычи рудного золота наблюдался еще более значительный рост (в 4.5 раза за 8 лет). С учетом значительной площади нарушенных земель возрастает необходимость их регулярного спутникового мониторинга, а также оценки восстановления растительного покрова на ранее отработанных участках месторождений.

#### **Объекты и методы**

Анализ динамики нарушенности земель выполнен по многолетнему архиву данных со спутников серии Landsat (сенсоров TM, ETM+, OLI), путем расчета нормализованного разностного вегетационного индекса NDVI. Из архива были отобраны безоблачные изображения за 2000, 2001, 2009–2011, 2013–2021 гг. уровня обработки Level2 (с выполненной атмосферной коррекцией).

Анализ динамики NDVI позволяет выявить новые участки нарушения земель, связанные с золотодобычей и лишенные растительности, а также проследить процесс зарастания для отработанных участков. В качестве порогового значения при создании маски изменений использовалось значение разности NDVI менее  $-0.05$ .

Для оценки мутности воды и концентрации взвешенных веществ использован модуль The Case 2 Regional Coast Color Processor [5], разработанный для программного пакета ESA SNAP версии 8.0. Алгоритм расчета TSM и других характеристик водной поверхности основан на моделировании переноса излучения. Расчеты выполняются набором нейронных сетей, которые позволяют восстановить количественные характеристики состояния поверхностных вод на основе коэффициентов спектральной яркости водной поверхности, полученных после атмосферной коррекции, и восстановленных коэффициентов поглощения и рассеяния излучения.

#### **Результаты и обсуждение**

В Магаданской области площадь участков добычи золота по снимкам Landsat-7 ETM+, полученным в 2000–2002 годах, оценивалась в 412 км<sup>2</sup>. По снимкам Sentinel-2, полученным в 2022 году, она увеличилась до 726 км<sup>2</sup> (Рис. 1). Сравнимая изображения Sentinel-2, полученные в 2016–2018 и 2022 годах, были обнаружены 720 участков нарушенных ландшафтов, связанных как с новыми шахтами, так и с расширенными горными выработками, где добыча началась в предыдущие годы. Их общая площадь составляет 260 км<sup>2</sup> (35,8% от общей площади воздействия в 2022 г.). Около 82,5% от общего числа горнодобывающих площадей, выявленных по снимкам Sentinel-2 2022 года, и 80,5% новых (при начале добычи в 2016–2018 и 2022 годах) расположены в пределах горнодобывающих отводов.

По обоим группам снимков Landsat и Sentinel-2 выявлено около 156 км<sup>2</sup> территорий, подвергшихся воздействию горных работ. Таким образом, эти территории имеют низкий NDVI ( $<0,1$ ) как в 2000–2002 гг., так и в 2022 г., что свидетельствует об отсутствии восстановления растительного покрова после горных работ в течение как минимум 20 лет.

Пространственное распределение территорий, подвергшихся воздействию горных работ, за последние 20 лет не претерпело существенных изменений. Значительно расширились площади добычи в бассейнах рек Берелех, Дебин и Тенька, где уже давно разрабатываются многочисленные россыпные и рудные месторождения золота. Наблюдаемое увеличение воздействия горнодобывающей промышленности соответствует существенному увеличению добычи золота в Магаданской области за последние 10 лет, особенно на месторождениях рудного золота. Так, добыча рудного золота увеличилась с 6,9 т до 31,78 т, а россыпного – с 14,5 т до 19,65 т в 2013 и 2022 гг. соответственно [1], что привело к существенному увеличению затронутых площадей, особенно связанных с добычей рудного золота. Так, площадь воздействия в бассейне реки Теньки ( $S = 1834$  км<sup>2</sup>) увеличилась почти втрое (18 км<sup>2</sup> в 2000–2002 гг. и 51 км<sup>2</sup> в 2022 г.) за счет активной добычи на крупнейших рудных золоторудных месторождениях «Наталка» и «Павлик».

В результате исследования мутности воды по снимкам Sentinel-2 с применением модуля C2RCC Processor установлено, что основным источником загрязнения рек взвешенными веществами на территории Сусуманского и Тенькинского районов в настоящее время являются разрабатываемые россыпные месторождения золота в пойме р. Берелёх. Повышенные относительно фона концентрации взвешенных веществ в воде сохраняются вплоть до Колымского водохранилища, т. е. почти на 200 км от источника загрязнения. Расчетные значения TSM в воде ниже источника загрязнения повышаются в 2–16 раз, при этом сезонная изменчивость определяется гидрологическими условиями (мутность уменьшается в период межени и растет при высоких уровнях воды).

Добыча золота на рудно-россыпных месторождениях является ключевой отраслью промышленности как в Магаданской области, так и в других районах Восточной Сибири и Дальнего Востока России. Суммарная добыча золота в России увеличилась в 1,6 раза с 2011 по 2020 гг. и превысила 300 тонн в год, при этом добыча золота из россыпей выросла с 60,5 тонн в 2011 г. до 82,4 тонн в 2020 г.



меряющих общее содержание взвешенных веществ ниже по течению от мест добычи золота, а также изменения мутности воды, связанные с летними дождевыми паводками, существенно усложняют валидацию спутниковых данных. оценки загрязнения реки. Однако площади, подверженные добыче золота, рассчитанные в контексте речных бассейнов, могут использоваться в качестве косвенного индикатора для оценки воздействия добычи золота на речные системы и качество воды.

*Исследование выполнено в рамках проекта РНФ и правительства Магаданской области № 23-17-20011 «Оценка рисков опасных явлений для инфраструктуры Магаданской области, вызванных климатически- и антропогенно-обусловленной трансформацией многолетнемерзлых пород».*

### **Список литературы**

1. Добыча золота в Магаданской области. URL: <https://zolotodb.ru/article/11259> (дата обращения 01.03.2022).
2. Иванов В.В. Геоэкологические особенности освоения месторождений полезных ископаемых Якутии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 8-1. – С. 59–62
3. Радомская В.И., Радомский С.М. Анализ влияния предприятий золотодобычи на состояние водных ресурсов // Известия Самарского научного центра РАН. – Т. 16. – №1(3). – С. 920–923.
4. Чупаченко О.Н. Учебно-методическое пособие по проведению общественного мониторинга загрязнений рек при добыче россыпного золота с использованием космоснимков. М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF). – 2020. – 36 с.
5. Brockmann C., Doerffer R., Peters M., Stelzer K., Embacher S., Ruescas A. Evolution of the C2RCC neural network for Sentinel 2 and 3 for the retrieval of ocean colour products in normal and extreme optically complex waters. European Space Agency, (Special Publication). – 2016. – V. 740. – P. 54.
6. Egidarev, E.G.; Simonov E.A. Assessment of the Environmental Effect of Placer Gold Mining in the Amur River Basin. Water Resources. – 2015. – 42(7). – 897–908.
7. Gallo Corredor J.A., Lizeth Vargas González G., Velasco Granados M., Gutiérrez L., Pérez E.H. Use of the gray water footprint as an indicator of contamination caused by artisanal mining in Colombia // Resources Policy. – 2021. – V.73. – Art.102197.
8. Gao, Bo-Cai NDWI—A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. Rem. Sens. Environ. – 1996. – 58(3). – 257–266.
9. Schueler V., Kuemmerle T., Schröder H. Impacts of surface gold mining on land use systems in Western Ghana // Ambio. – 2011. – V. 40(5). – P. 528–539.
10. Tikhmenev P.E.; Smirnov A.A.; Tikhmenev E.A.; Stanchenko G.V. Anthropogenic dynamics and recovery of disturbed landscapes at the Far East Russia permafrost area. E3S Web of Conferences 2020. 169, 03009, 5.

УДК 550.47:504.054

### **ИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРЫ *PINUS SYLVESTRIS* L.**

**Н.В. Михальчук, Е.А. Брыль**

*Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь, bryl\_al@rambler.ru*

### **INDICATION OF ENVIRONMENT CONTAMINATION WITH HEAVY METALS USING *PINUS SYLVESTRIS* L. BARK**

**N.V. Mikhalchuk, E.A. Bryl**

*The Polesie Agrarian Ecological Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, Brest, Belarus, bryl\_al@rambler.ru*

### **Введение**

Естественное содержание тяжелых металлов (ТМ) в окружающей среде относительно невелико, поэтому их чрезмерные выбросы в атмосферу могут привести к накоплению токсикантов в трофических цепях, что, в свою очередь, способствует деградации биосферы на всех ее структурных уровнях. Особую угрозу для экосистем представляют микроэлементы, включая ТМ, содержащиеся в пылевом загрязнении и атмосферных аэрозолях. Согласно [2], основная масса ТМ промышленных выбросов выпадает в непосредственной близости от источника эмиссии. В результате вокруг объекта-загрязнителя формируются биогеохимические аномалии различной степени контрастности, сохраняющиеся длительное время и в постимпактный период.

Существует два пути оценки рисков, связанных с аэропылевым загрязнением: использование физико-химических методов анализа воздуха, либо методов биомониторинга. Первый путь более точен, но не лишен недостатков, поскольку измерения производятся в определенный момент времени и могут свидетельствовать лишь о текущем, ситуативном загрязнении воздуха. Второй путь – биомониторинга – бази-

руется на использовании живых организмов в качестве индикаторов загрязнения, причем на более длительном временном отрезке. Использование природных тест-объектов является актуальным и надежным способом контроля загрязнения компонентов экосистем, поскольку их способность к накоплению металлов зачастую дает возможность определить уровень загрязнения, не регистрируемый прямыми измерениями в выбросах.

Среди наземных органов растений активными акцепторами химических веществ-загрязнителей являются листовые пластинки (хвоя) через абсорбцию кутикулярным слоем и/или через устьица, и побеги (ветви), стебли (стволы), в том числе и кору [1, 6]. Весомым аргументом в пользу применения коры *Pinus sylvestris* L. для мониторинга аэрогенных загрязнений является ее доступность для отбора в течение всего года вне зависимости от сезона, повсеместная распространенность вида в умеренном поясе Северного полушария, а так же выраженная его экологическая пластичность, в т. ч. способность роста и развития в эдафотопях с низким трофическим статусом, что обуславливает формирование широкого типологического спектра сообществ с его участием и возможность роста отдельными (единичными) экземплярами, включая и городскую среду [4]. Для оценки аэрогенного пути загрязнения ТМ коры следует отбирать только её мертвый, наружный слой – корку, пассивно адсорбирующую загрязнения воздушной среды [5]. Не вызывает сомнений факт, что на сорбционную способность корки влияет степень её гладкости/трещиноватости: это нужно учитывать при отборе проб, производя его (для достижения статистической достоверности) с предпочтительно одновозрастных деревьев с близким по размеру диаметром ствола, делая надрезы на одинаковой высоте ствола от уровня земли.

### **Материалы и методы**

Для изучения возможности применения коры *P. sylvestris* в качестве индикатора загрязнения ТМ окружающей среды были отобраны образцы коры с деревьев зон влияния некоторых аккумуляторных производств, расположенных на территории Брестской области: ООО «Белинвестторг-Сплав», г. Белоозерск; СП «Полесские аккумуляторы», функционировавшего в 2000–2014 гг., и ООО «Зубр Энерджи», г. Пинск. Поскольку степень загрязнения ТМ объектов окружающей среды наиболее точно можно установить, зная фоновое содержание их в аналогичных объектах в пределах исследуемого региона, то для проведения корректных оценок были проведены исследования содержания ТМ в коре *P. sylvestris*, произрастающих на территориях, удаленных от сколь-нибудь значимых источников эмиссий загрязняющих веществ, в том числе на особо охраняемых природных территориях юго-запада Беларуси.

Пробы коры были взяты со старовозрастных (более 80 лет) и средневозрастных (45-55 лет) деревьев на высоте 140–160 см от поверхности почвенного покрова. После высушивания и измельчения проводилась минерализация проб коры методом сухого озоления по ГОСТ 26929-94. Кислотная экстракция ТМ из золы осуществлялась по [3]. Подготовленные пробы анализировались на содержание ТМ методом атомной спектроскопии на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно связанной плазмой по ГОСТ 30178-96. Статистическая обработка экспериментальных данных была выполнена с использованием программ Microsoft Excel.

Интенсивность накопления ТМ в коре *P. sylvestris* в зонах влияния аккумуляторных производств оценивали по коэффициенту концентрации (аномальности) –  $K_k$ , который рассчитывали, как отношение содержания элемента в коре сосны исследуемой территории к фоновым значениям. В качестве критерия аномальности принимали значение  $K_k > 1,5$ .

### **Результаты и их обсуждение**

Исследования древостоев *P. sylvestris*, произрастающих на фоновых и условно-чистых территориях, позволили установить ранжированный биогеохимический ряд элементов в коре старовозрастных деревьев:  $Fe\ 86,04 > Mn\ 27,15 > Zn\ 13,78 > Pb\ 2,57 > Cu\ 2,28 > Ti\ 1,17 > V\ 0,53 > Ni\ 0,51 > Cr\ 0,44 > Cd\ 0,41 > Co\ 0,07 > Mo\ 0,03$ ; в коре средневозрастных деревьев –  $Mn\ 67,24 > Fe\ 36,92 > Zn\ 10,78 > Cu\ 2,14 > Ti\ 0,90 > Cr\ 0,82 > Ni\ 0,62 > Pb\ 0,59 > Cd\ 0,32 > V\ 0,11 > Co\ 0,06$ . Установлены существенные различия в содержании ряда элементов в коре деревьев 2-х рассматриваемых возрастных групп. Так, в наружном слое коры старовозрастных деревьев усредненная концентрация  $Pb$  достигает 2,57 мг/кг, в то время как у 45–55-летних экземпляров находится на уровне 0,59 мг/кг, т.е. в 4,4 раза меньше. Заметно также более высокое накопление  $Fe$  – 86,04 мг/кг против 36,92 мг/кг и  $V$  – 0,53 мг/кг против 0,11 мг/кг (соответственно в 2,3 и 4,8 раза меньше); на 28–30 % больше аккумулируется  $Zn$ ,  $Cd$  и  $Ti$ . В то же время, накопление  $Mn$  и  $Cr$  протекает более интенсивно в коре средневозрастных деревьев и достигает 67,24 мг/кг и 0,82 мг/кг соответственно, тогда как у старых деревьев – 27,15 мг/кг и 0,44 мг/кг или в 2,5 и 1,9 раза меньше. Вместе с тем, для  $Cu$  и  $Co$  характерно примерно одинаковое содержание.

Пространственное распределение и особенности накопления элементов в коре *P. sylvestris* в зоне влияния ООО «Белинвестторг-Сплав» исследовалось на 2-х трансектах. Их выбор (помимо наличия объектов для отбора) обусловлен необходимостью выяснения влияния преобладающих ветров на перенос загряз-

нителей (юго-восточная трансекта) и уточнения биогеохимической обстановки в пределах садового товарищества, северо-восточные окрестности которого находятся на контакте с 710-метровой окружностью-границей СЗЗ предприятия (юго-западная трансекта).

На первом градиенте на расстоянии 390 м от предприятия установлены очень высокие уровни накопления Pb в коре 45-летних древостоев сосны – 127,75 мг/кг; Кк составил 216,5 единиц. Весьма значительным оказалось и содержание Cd – 1,39 мг/кг; Кк = 4,3. Основываясь на величине Кк элементов, можно сделать вывод о наличии в рассматриваемой зоне сформировавшийся биогеохимической аномалии также по V (11,1), Ti (4,2), Ni (2,8) и Cr (2,5). С удалением на 825 м от источника эмиссий уровни накопления Pb в коре 45-летних древостоев сосны резко снизились до 25,16 мг/кг (в 5,0 раз, Кк 42,6). Биогеохимические аномалии также выявлены по V (Кк 5,7) и Ti (Кк 3,28). Содержание остальных элементов практически приблизилось к фоновым уровням, в том числе и Cd – 0,23 мг/кг (Кк 0,7). На удалении от предприятия на 1,4 и 2,0 км образцы коры были отобраны на старовозрастных деревьях *P. sylvestris*. Вещественный ее состав характеризуется существенным снижением концентрации Pb. Так, коэффициенты концентрации элемента составили соответственно 2,1 и 1,5, что в 103,1 и 144,3 раза меньше, чем в 390-метровой полосе. Интересно отметить, что в условиях наиболее сильного свинцового загрязнения концентрация Mn в коре была минимальной и составила 11,31 мг/кг, что почти в 6 раз меньше фонового уровня (67,24 мг/кг); с удалением от эпицентра эмиссий она превысила ее в 2–3 раза.

Оценка биогеохимической ситуации на юго-западной трансекте не выявила по большинству элементов аномального (Кк > 1,5) их содержания в коре сосны. Лишь аккумуляция Pb в 820 м от предприятия в 1,7 раза превысила фоновый уровень, а в ближайших окрестностях – в 1,0 км на запад – превышение достигло 2,1 раза. Примечательно, что и в отношении большинства других исследуемых элементов во втором случае зафиксированы несколько более высокие их концентрации в коре. Значение, по-видимому, имеет тот факт, что деревья здесь произрастают на относительно открытой местности, а территория садового товарищества по северо-восточному и восточному периметру на пути аэрального переноса загрязнений очень хорошо экранирована поясом древесно-кустарниковой растительности.

Еще одна особенность биогеохимической ситуации, формируемой ООО «Белинвестторг-Сплав», заключается в том, что в западном и юго-западном направлениях снижение уровня загрязнения коры Pb происходит более интенсивно, чем на юго-восточном векторе переноса. Так, уменьшение коэффициента аномальности до 2-х единиц и менее в первом случае наблюдается в полосе 800–850 м, во втором – на расстоянии 1,4 км, т.е. почти в 2 раза больше. Следовательно, биогеохимическая аномалия Pb в рассматриваемой локации имеет асимметричный характер – она вытянута в юго-восточном направлении согласно преобладающим ветрам. Это обстоятельство надо учитывать при определении (корректировке) размеров и конфигурации СЗЗ ООО «Белинвестторг-Сплав».

Выбросы соединений Pb в окружающую среду в течение 15-летнего периода производственной деятельности СП «Полесские аккумуляторы», осуществлявшейся на территории Речного порта г. Пинска, стали причиной загрязнения почв и биологических объектов. Наиболее высокие уровни содержания Pb в коре *P. sylvestris* ожидаемо отмечаются в непосредственной близости от источника эмиссии – производственного цеха. Так, в коре средневозрастных деревьев в 60 м к востоку от цеха содержание элемента составило 33,51 мг/кг, что в 56,8 раза выше фонового уровня. Еще более значительные концентрации Pb отмечаются на юго-восточном векторе переноса (по господствующим ветрам): в 80-метровой полосе – 42,34 мг/кг (Кк 71,8). С удвоением расстояния от объекта аккумуляция металла уменьшается в 3,3 раза до уровня 12,99 мг/кг. Однако и в данном случае загрязнение превышает фоновый показатель в 22 раза. Ввиду отсутствия деревьев *P. sylvestris*, пригодных для отбора коры, при дальнейшем движении по восточной трансекте не удалось выяснить, на каком расстоянии от цеха содержание Pb в коре начинает соответствовать фоновым значениям. Накопление еще 2-х элементов существенно превышает показатель нормального уровня – Fe и Ti: Кк составил соответственно 4,34–8,90 и 4,04–10,24.

Весьма высокие уровни накопления Fe и Ni в коре *P. sylvestris* выявлены и в нынешней локации ООО «Зубр Энерджи» (правопреемник СП «Полесские аккумуляторы») по улице Калиновского в г. Пинске. Так, содержание Fe на расстоянии 125 м от предприятия составляет 614,23 мг/кг, что в 7,1 раза выше фона, а титана – 15,0 мг/кг (Кк 12,8). Довольно значительные превышения характерны для Zn, Ni (Кк 2,5–3,5) и Co, V (Кк 5,4–6,6). Что касается Pb, то в данной локации кора *P. sylvestris* содержит 12,99 мг/кг металла, что в 5,1 раза превышает фон элемента. Вместе с тем необходимо отметить, что пробы коры здесь отобраны с деревьев, расположенных в 10–15 м к востоку от дороги с довольно высокой интенсивностью движения автотранспорта, что может обуславливать дополнительный привнос в окружающую среду некоторых элементов. Однако в меньшей степени такая опасность характерна для Pb. Так, проведенные дополнительные исследования коры *P. sylvestris* вдоль оживленной республиканской автомобильной дороги Р 17 Брест – Олтуш не выявили загрязнения как Pb, так и большинством других изучаемых элементов: Fe 76,77 > Mn 24,78 > Zn 16,04 > Cu 2,26 > Pb 1,67 > Ti 0,71 > Ni 0,41 > Cr 0,35 > Cd 0,32 > V 0,24 > Co 0,08 >



Mo 0,02. Можно констатировать, что после завершения более 3-х десятилетий назад «эпохи тетраэтил-свинца» поступление Pb в придорожные экосистемы резко сократилось. Учитывая, что накопление элемента в коре происходит преимущественно в наружном слое, его постепенное отслоение за 30-летний период привело к уравниванию концентраций Pb с фоновыми величинами. Следовательно, наблюдаемая аккумуляция Pb в коре деревьев восточных окрестностей ООО «ЗубрЭнерджи» является прямым следствием эмиссий предприятия в ходе его 8-летней производственной деятельности.

#### **Заключение**

Осуществлена апробация метода оценки загрязнения территории ТМ по их содержанию в коре *P. sylvestris*. К преимуществам данного биоиндикатора относится способность наружного мертвого слоя коры – корки – пассивно адсорбировать загрязнения воздушной среды за продолжительный период времени. Установлена степень трансформации природно-техногенных геосистем экологически проблемных зон юго-запада Беларуси по биогеохимическим критериям. В импактных зонах аккумуляторных производств, предприятий по переработке лома аккумуляторных батарей трансформация биогеохимического фона по типоморфному элементу Pb, выраженная через коэффициент его концентрации (аномальности) в коре сосны, составила: ООО «Белинвестторг-Сплав» – от 216,5 в 390 м до 1,5 в 2000 м к юго-востоку от предприятия; СП «Полесские аккумуляторы» – от 71,8 в 80 м к юго-востоку до 22,0 в 155 м к востоку; ООО «Зубр-Энерджи» – до 4,4 в 125 м к востоку.

Элементный химический состав коры *P. sylvestris* исследованных импактных зон можно рассматривать как отражение биогеохимической ситуации территорий с нарушенными естественными биогеохимическими циклами элементов.

#### **Благодарности**

*Авторы выражают благодарность П.В. Качанович, М.М. Дашкевичу и М.И. Хвацевскому за помощь в проведении полевых и аналитических исследований коры *P. sylvestris*.*

*Работа выполнена в рамках НИР 2 «Оценка загрязнения тяжелыми металлами и иными экотоксикантами почв, вод, биологических объектов природных и природно-техногенных геосистем юго-запада Беларуси и научное обоснование минимизации сопутствующих экологических рисков» задания 1.02 ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг., № гос. регистрации 20210310.*

#### **Список литературы**

1. Груммо Д.Г., Зеленкевич Н.А. Аккумуляция техногенных элементов лесной растительностью в условиях атмосферного загрязнения // Актуальные проблемы лесного комплекса. – 2006. – № 13. – С. 160–163.
2. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. – М.: Изд. центр «Академия», 2003. – 400 с.
3. Кузнецов А.В. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельскохозяйственных угодий и продукции растениеводства / А.В. Кузнецов, А.П. Фесюн, С.Г. Самохвалов, Э.П. Махонько. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ЦИНАО, 1992. – 63 с.
4. Савченко В.В., Натаров В.М. Рекомендации по организации и ведению геохимических наблюдений на стационарах комплексного экологического мониторинга фоновых ранга. – Минск, 1999. – 131 с.
5. Kuang Y.W., Zhou G.Y., Wen D.Z., Liu S.Z. Heavy Metals in Bark of *Pinus massoniana* (Lamb.) as an Indicator of Atmospheric Deposition Near a Smeltery at Qujiang, China // Env. Sci. Pollut. Res. – 2007. – № 14 (4). – P. 270–275.
6. Odabasi M. [et al.] Investigation of spatial and historical variations of air pollution around an industrial region using trace and macro elements in tree components // Sci. Total Environ. – 2016. – № 550. – P. 1010.

УДК 551.438.5

### **ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА РЕЛЬЕФ БАССЕЙНОВ МАЛЫХ РЕК (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Р. БОЛЬШАЯ КИРГИЗКА)**

**Д.А. Мухортов, Н.С. Евсева, З.Н. Квасникова, М.А. Каширо**

*Томский государственный университет, Томск, mukhortoff.dan@yandex.ru*

### **IMPACT OF ECONOMIC ACTIVITY ON THE RELIEF OF SMALL RIVER BASINS (ON THE EXAMPLE OF THE BASIN OF THE BOLSHAYA KIRGIZKA RIVER)**

**D.A. Mukhortov, N.S. Evseva, Z.N. Kvasnikova, M.A. Kashiro**

*Tomsk State University, Tomsk, mukhortoff.dan@yandex.ru*

Академик А.А. Григорьев ещё в 1966 г. отмечал, что успешное изучение географической оболочки возможно осуществить лишь при детальном познании влияния человеческого общества на природу. Антропогенное влияние человека на рельеф и подстилающий субстрат происходит много тысячелетий, но особенно резко оно усилилось с конца XIX в. и в настоящее время; например, ежегодные данные второй половины XX в. по объёмы переработанных горных пород показали, что они превышают ежегодный сток всех рек уже на два порядка [17].

Ученые отмечают, что всякое воздействие на рельеф, литологическое строение или растительный покров, обводненность территории, т.е. на компоненты геоморфологической системы, влечет за собой изменение разного рода функциональных, динамических, геохимических и других связей, обеспечивающих обмен вещества в ландшафте.

Вследствие чего исследователи выделяют несколько типов антропогенного морфолитогенеза: первобытный (первичный), агрогенный, гидрогенный, урбогенный и техногенный (техногенез) [2, 8, 9]. Перечисленные типы антропогенного морфолитогенеза характеризуются целенаправленностью антропогенной деятельности и интенсивностью преобразования рельефа и литогенной основы. Созданный или модифицированный человеком рельеф, будучи основой ландшафта, формирует его новый облик, что частично сказывается на всем природном комплексе [4, 10].

Все выше сказанное справедливо и для бассейнов малых рек юго-востока Западно-Сибирской равнины, в пределах которых с давних пор развивается хозяйственная деятельность человека. Одним из ярких примеров может быть бассейн малой полугорной реки Большой Киргизки – правого притока р. Томь в районе севера г. Томска (рис. 1), расположенного в зоне сопряжения крупных геологических структур - Колывань-Томской складчатой зоны и Кузнецкого Алатау.

Долина р. Большая Киргизка приурочена к зоне дизъюнктивного раскола, образовавшегося при подъеме территории в новейшее время, что обусловило наибольшие абсолютные высоты на территории Томской области – до 200 – 274 м. Длина реки 85 км, площадь бассейна 848 км<sup>2</sup>, горизонтальное расчленение в его пределах варьирует от 0,5-2 км/км<sup>2</sup> до 2-3 км/км<sup>2</sup> в верховьях реки; вертикальное расчленение – от 30-40 до 60 м, а крутизна склонов изменяется – от 0 до 5 градусов. Исследуемая территория относится к зоне подтайги, растительный покров которой в течение голоцена испытал пять фаз развития – от древней фазы березовых и еловых редколесий (9450 – 8470 л. н.) до современной фазы березовых, сосновых и кедровых лесов (3200 л. н. - современность) [5].

Археологические находки в бассейне р. Большая Киргизка показали, что первые люди появились здесь в неолите (3-10 тыс. л. н.), позднее освоение территории продолжалось, о чем свидетельствуют находки керамики, каменных топоров, точильного камня, поселений, укреплений, курганов [11, 13].



Рис 1. Фрагмент топографической карты ГУГК СССР 1985 года (исходный масштаб 1 : 200 000) [14].

Новый виток освоения бассейна связан с приходом русских людей. Уже в начале XVII в. русские поселенцы освоили для земледелия бассейны рек Ушайки, Басандайки, Большой и Малой Киргизки, появились первые поселения. Первым русским поселением в бассейне р. Большая Киргизка в устье р. Каменка с. Семилуженское (ныне Семилужки), позднее появились и другие – д. Халдеево (1725 г.), д. Воронино (1727 г.), д. Кузовлево (1727 г.) и др. [15]. Основными занятиями населения были сельское хозяйство, рыболовство, охота, извоз. В настоящее время в бассейне Большой Киргизки насчитывается 18 населенных пунктов, в том числе г. Томск (Ленинский и Октябрьский районы) с общим числом жителей 317 894 чел. [1, 12].

Изучение природных условий бассейна в XX в. показало, что сложное геологическое строение территории обусловило формирование широкого спектра полезных ископаемых: здесь открыты месторождения титана и циркония (Тугояковское и Георгиевское), в них сосредоточено около 30 % запаса диоксида титана России, это одно из крупнейших месторождений мира. Кроме того, открыты месторождения сурьмы, россыпного золота, каолина, огнеупорных и тугоплавких глин, керамзитового сырья, песка [3, 7].

Вследствие вышесказанного антропогенное воздействие на рельеф и подстилающие породы значительно: происходит расширение селитебных зон, строятся дороги и мосты, ведется добыча полезных ископаемых, вырубается леса, создаются пруды, развито сельское хозяйство, развивается рекреационная деятельность и пр. Например, на территории бассейна располагается животноводческая компания «Сибагро», занимающая второе место в России по производству свинины; Томская птицефабрика (с. Малиновка); в п. Копылово ведется добыча песка (Кудровский песчаный карьер); в с. Октябрьское ведется добыча и обогащение циркон-ильменитовых песков; завод Томск-нефтепереработка (с. Семилужки) и др. В пределах бассейна развит транспорт: протяженность дорог с твердым покрытием – 330 км, а железных – 80 км. На рисунке 2 показаны типы антропогенного влияния на рельеф и подстилающие породы, русло реки.

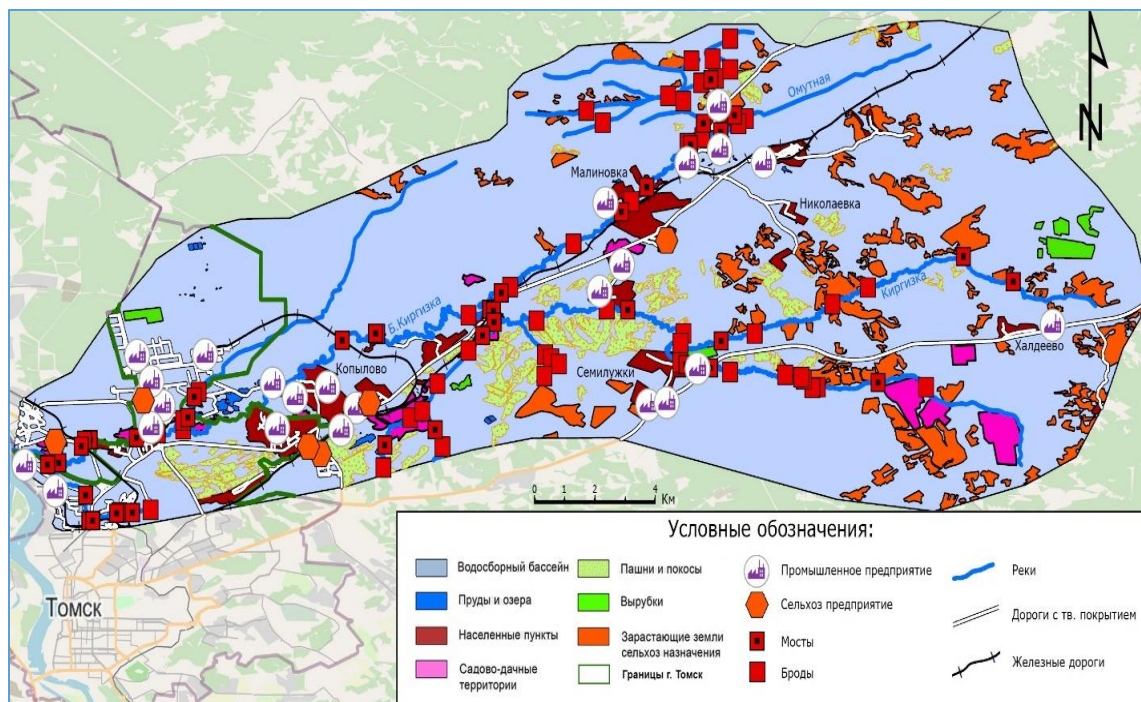


Рис. 2. Карта видов антропогенной деятельности в пределах водосборного бассейна р. Большая Киргизка (Мухортов Д.А., 2024).

В результате хозяйственной деятельности человека в пределах исследуемой территории развиваются и негативные экзогенные процессы – водная и ветровая эрозия почв, оползни, подтопления, изменение русловых процессов и др. Например, смыв почв со склонов пашни талыми снеговыми водами в зависимости от их крутизны и длины изменяется от 0-5 м<sup>3</sup>/га до 50-70 м<sup>3</sup>/га, а ливневыми водами – от 0-0,5 до 10-20 м<sup>3</sup>/га, а по пропашным культурами и более [16]. Кроме того, развивается и ветровая эрозия (рис. 3).



Рис 3. Последствия ветровой эрозии на пашне (фото Мухортова Д.А., 2023)

Также по итогу анализа антропогенного морфолитогенеза с помощью выше представленной карты выяснили: к агрогенному типу морфолитогенеза относится 123 км<sup>2</sup> (14 % площади водосборного бассейна); к гидрогенному типу – 2,4 км<sup>2</sup> (<1 % площади водосборного бассейна); к урбогенному типу – 80,2 км<sup>2</sup> (9 % площади водосборного бассейна); к техногенному типу – 25 км<sup>2</sup> (3 % площади водосборного бассейна). То есть 230,6 км<sup>2</sup> или почти 27 % территории бассейна р. Большая Киргизка задействованы в хозяйственной деятельности и претерпевают различные антропогенно-морфолитогенные изменения рельефа (в том числе погребенного).

### Список литературы

1. Административно-территориальная характеристика. О районе. Официальный сайт Томского района / [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.tradm.ru/o-rayone/istoriya-rayona/> (дата обращения: 01.07.2024).
2. Антропогенная геоморфология / Отв. ред. Э.А. Лихачева, В.П. Палиенко, И.И. Спасская. – М.: Медиа-ПРЕСС, 2013. – 416 с.
3. Баженов В.А., Добнер Г.А. Минеральные ресурсы Томской области. // Природокомплекс Томской области. Т. 1. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1995. – С. 122–130.
4. Беркович К.М., Золотина Л.В. Роль деятельности человека в формировании речных русел // Геоморфология, 2021. – Том 52. – №2. – С. 21–28.
5. Бляхарчук Т.А. Новые палеопалинологические данные о динамике растительного покрова и климата Западной Сибири и прилегающих территорий в голоцене – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2012. – 139 с.
6. ГОСТ 17.4.4.03-86. Охрана природы. Почвы. Метод определения потенциальной опасности эрозии под воздействием дождей.
7. Комаров А.В., Баженов В.А., Богачев С.Ф. и др. Минерально-сырьевая база Томской области и перспективы ее развития // Проблемы геологии Сибири. Т. 1. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1996. – С. 17–18.
8. Лихачева Э.А. Антропогенный морфолитогенез: цели и задачи // Антропогенный морфолитогенез («Ложка дегтя в бочке меда»). – М.: Медиа-ПРЕСС, 2022. – С. 7–13.
9. Лихачева Э.А., Некрасова Л.А., Шварев С.В. и др. «Отрадное исключение». Антропогенный морфолитогенез на европейской территории России // Антропогенный морфолитогенез («Ложка дегтя в бочке меда»). – М.: Медиа-ПРЕСС, 2022. – С. 14–25.
10. Мильков Ф.Н. Человек и ландшафты: очерки антропогенного ландшафтоведения. – М.: Мысль, 1973. – 224 с.
11. Народы и Культуры Томско-Нарымского Приобья: материалы и энциклопедии Томской области. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2001. – 252 с.
12. Население. Официальная статистика. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Томской области / [Электронный ресурс]. – URL: <https://70.rosstat.gov.ru/folder/32175> (дата обращения: 01.07.2024)
13. Ожередов Ю.И., Яковлев Я.А. Археологическая карта Томской области. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1993. – Т. 2. – 208 с.
14. Советские карты О-45 – Томск. Это место / [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.etomesto.ru/margenshtab\\_o-45/](http://www.etomesto.ru/margenshtab_o-45/) (дата обращения: 11.06.2024).
15. Список населенных мест Сибирского края. – Т.2. – Новосибирск: Сибирский краевой Исполнительный статистический комитет, 1929. – 122 с.
16. Черникова А. В. Гидрологические условия формирования оврагов в г. Томске и на прилегающих территориях: магистерская диссертация / А.В. Черникова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Инженерная школа природных ресурсов (ИШПР), Отделение геологии (ОГ); науч. рук. О. Г. Савичев. – Томск, 2019. – 138 с.
17. Szabo’J., Lorant D., Denes L. Anthropogenic geomorphology // Springer Science + Business media B. V. – 2010. – 298 pp.

УДК 911.52

### **В.А. СНЫТКО И ИССЛЕДОВАНИЯ СТАНОВЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ЛАНДШАФТОГЕНЕЗА**

**В.А. Низовцев<sup>1</sup>, Н.М. Эрман<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, nizov2118@mail.ru,

<sup>2</sup>Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН, Москва

### **V.A. SNYTKO AND RESEARCH ON THE FORMATION OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPE GENESIS**

**V.A. Nizovtsev<sup>1</sup>, N.M. Erman<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, nizov2118@mail.ru,

<sup>2</sup>S.I. Vavilov Institute of the History of Natural Science and Technology of the RAS, Moscow

В.А. Снытко, работая профессором-совместителем на кафедре физической географии и ландшафтоведения географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, постоянно интересовался научными

исследованиями сотрудников кафедры, тем более что с некоторыми из них он участвовал в совместных экспедициях по изучению исторических водных путей России. Немаловажное значение имел и тот факт, что Валериан Афанасьевич, читая старшекурсникам курс лекций «Современные проблемы ландшафтоведения», в фактографической части в качестве примеров опирался на работы сотрудников кафедры. Особенно его привлекла тематика исследований антропогенной эволюции ландшафтов («антропогенный ландшафтогенез»). И в 2011 году он принял участие в проекте РФФИ «Зональные особенности формирования структуры и динамики антропогенно измененных ландшафтов Европейской территории России (исторический аспект)» 2011-2013 гг.

В этом и последующих Проектах РФФИ на Валериана Афанасьевича было возложено методологическое обеспечение исследований, а также участие в полевых экспедиционных работах [4, 5, 9]. В методологии исследований ранних этапов становления природопользования и антропогенной трансформации ландшафтов на геотопологическом уровне исследуемую территорию следует рассматривать как единое целостное образование с только ей присущей ландшафтной организацией, ландшафтной структурой. Обоснована необходимость учета ландшафтной дифференциации территории, а исследования необходимо проводить по морфологическим частям ландшафта (местностям, урочищам, подурочищам, фациям), которые и служат территориальной основой для различного рода организации ведения хозяйства, для палеореконструкций коренных ландшафтов, выявления основных этапов спонтанной и антропогенной динамики ПТК.

Структура природопользования - это совместное влияние природных (конкретные ландшафтные условия, включая рельеф, климат, почвы и т.п.), позиционных (расстояние до крупных рек, дорог, селений и т.п.) и социально-экономических (плотность населения, технические особенности производства и т.п.) факторов и проявляется как результат организации сложной территориальной социально-природной системы - ландшафтно-хозяйственной. С этих позиций развернуты исследования становления разных типов антропогенных ландшафтов на всех ключевых участках Проекта [1, 2, 3].

Так, например, он предложил исследование зональных особенностей формирования структуры и динамики антропогенно измененных ландшафтов Европейской территории проводить как на зонально-региональном уровне, так и на ключевых участках конкретных регионов в разных ландшафтных зонах. Особое внимание предполагалось обратить на основные различия внутриландшафтной структуры основных зональных типов ландшафтов и особенности хозяйственного освоения различных ландшафтных зон с сопутствующим им видам антропогенного воздействия на ландшафты.

Главным результатом работ по этому Проекту стали палеореконструкции ландшафтной и оценка ландшафтных условий жизнедеятельности поселенцев разных материальных культур и ретрореконструкции существовавших видов природопользования и сложившихся ландшафтно-хозяйственных систем в разные хронологические срезы начальных этапов антропогенного ландшафтогенеза на ключевых участках Европейской территории России. Это позволило установить особенности формирования структуры, динамики и эволюции антропогенно измененных ландшафтов.

Была установлена степень детерминированности хозяйственной деятельности от конкретных ландшафтных условий не только лесных, но и внелесных областей ЕТР, определена роль ландшафтов в формировании различных материальных культур и этносов, начиная с ранних этапов (энеолит-бронзовый век) и взаимоотношений человека и ландшафта в конкретных зонально-ландшафтных условиях на конкретные хроносрезы для лесостепной и степной зон. Также была разработана периодизация процесса антропогенного ландшафтогенеза на стадиях его становления в зависимости и с учетом эволюции зональной структуры и динамики заселения и хозяйственного освоения территории ЕТР [6].

Участвуя в работах по этому Проекту, Валериан Афанасьевич предложил перейти от исследований ландшафтного и регионального уровня к полномасштабным работам на ключевых участках, охватывающих практически всю территорию России и принял участие еще в 2 Проектах РФФИ по этой тематике: «Становление антропогенного ландшафтогенеза лесных, лесостепных и степных областей России (2014 - 2016)» и Формирование основных типов антропогенных ландшафтов России на ранних этапах социоестественной истории (2019 - 2021).

В.А. Снытко придавал огромное значение разработке методики полевых и камеральных этапов работы и неоднократно подчеркивал, что прикладная значимость результатов будет заключаться в первую очередь в отработке применяемых подходов и методов, в построении разнообразных картографических, вероятностно-статистических, матрично-математических, индикационных и других моделей которые позволят более кондиционно и возможно с меньшими затратами проводить исследования в разных областях палео-, эволюционного и исторического ландшафтоведения. Были составлены новые типы крупномасштабных карт и моделей-реконструкций антропогенно измененных ландшафтов. Для ключевых участков с подачи В.А. Снытко была предпринята попытка разработки критериев и диагностических признаков антропогенно измененных ландшафтов с определением их морфологической и временной структуры [7].

До сих пор практически в пионерной стадии находятся работы по картографированию, изучению структуры и антропогенной динамики антропогенных ландшафтов, сформировавшихся на ранних этапах взаимодействия общества и природы. Поэтому особую прикладную значимость могут иметь разрабатываемые методы и приемы крупномасштабного ландшафтного картографирования особенно для территорий с длительным и разнонаправленным хозяйственным освоением.

Исследования по антропогенному антропогенезу с участием В.А. Снытко позволили установить ряд основных закономерностей формирования ландшафтов и роли антропогенного фактора в их развитии. В обобщенном виде это представляется следующим образом. Эволюция ландшафтов проявляется в первую очередь в неоднократных сменах типологической принадлежности ландшафтов и их морфологического строения. Спонтанный ход развития ландшафтной структуры территории носил циклический характер и выражался в поступательном ее усложнении. Решающее значение имели ритмические колебания климата, которые приводили к неоднократным сменам типологической (зональной) принадлежности ландшафтов. Изменения более консервативной, медленно изменяющейся литогенной основы были менее ощутимы. Однако группа климатических факторов задает лишь общую последовательность смены зон и подзон. Конкретный же рисунок размещения ландшафтных комплексов самого крупного ранга обусловлен действием группы структурно-геоморфологических факторов, подобно тому, как это имеет место и на локальном уровне.

Уже в голоцене к природным факторам развития и смены ландшафтов присоединяется антропогенный, в ряде регионов южных (степных) областей с атлантического периода, в лесных начиная с суббореального. Это связано с метахронностью перехода от присваивающего хозяйства к производящему, так называемой «неолитической» революции. Большинство современных ландшафтов несут на себе следы антропогенного воздействия, которые часто вызывали не по одной, а несколько ландшафтных смен ПТК. Однако внутри ландшафтов даже одного вида эти изменения не были одинаковыми, что зависело от природных особенностей и социально-экономических факторов. Так, например, генезис, размеры и характер функционирования ландшафтов «определяет» социально-хозяйственный блок, включающий хозяйственную и духовную деятельность человека.

Наряду с природными и антропогенно трансформированными компонентами и элементами морфологической структуры они включают гетерогенные элементы, унаследованные от различных циклов жизнедеятельности человека в ландшафте: артефакты, социофакты, ментифакты, так называемый «антропогенный слой ландшафта». В тоже время конфигурацию, расположение в пространстве антропогенно измененных ландшафтов во многом «определяет» природная составляющая.

Морфологическая структура антропогенных ландшафтов зависит не только от интенсивности антропогенной трансформации, но и от исходной коренной внутриландшафтной структуры, которая напрямую связана с зонально-провинциальными особенностями осваиваемой территории. Так как основные механизмы природно-антропогенных взаимодействий проявляются прежде всего на региональном уровне в конкретных зональных и ландшафтных условиях, то и решается данная проблема на ключевых участках конкретных регионов в разных ландшафтных зонах [7].

Необычайно высокая степень пространственно-временной неоднородности является главной особенностью истории формирования взаимоотношений человека и природы на территории России. Поэтому особое внимание уделялось метахронности антропогенного ландшафтогенеза в ландшафтных зонах и регионах России, периодизации и синхронизации природной и антропогенной его составляющих. Впервые были предприняты сопряженные палеоландшафтные и палеоэкологические реконструкции и построение палеоландшафтных карт на основе ландшафтно-эдафических интерпретаций спорово-пыльцевых спектров и данных палеопедологических исследований на локальном уровне для ключевых участков «Бассейн Средней Протвы» Калужская обл., «Аркаим» Челябинская обл., гг. Смоленска, Ярославля, Нижнего Новгорода, Керченского и Таманского п-вов и др. Такая детальность и комплексность палеоландшафтных реконструкций в значительной степени повышает кондиционность результатов исследований и позволяет выявить не только эволюционные тренды, но и короткопериодные изменения ландшафтной структуры.

Для ключевого участка «Сатино» Калужская обл. выполнены ретрореконструкции существовавших ландшафтно-хозяйственных систем (ЛХС) и антропогенной трансформации ландшафтных комплексов с бронзового века до позднего средневековья, что позволило проследить историческую динамику природопользования и антропогенного ландшафтогенеза. Например, для древнерусского периода выделены следующие виды ландшафтно-хозяйственных систем: 1) Селитебные; 2) Пахотные (постоянные участки с двухпольным, а, возможно, и трехпольным севооборотом); 3) Пастбищно-пахотные (участки краткосрочных перелогов); 4) Пастбищно-земледельческо-лесные (подсечно-огневое земледелие); 5) Пастбищно-сенокосные (пойменные луга); 6) Пастбищно-лугово-лесные с вкраплениями небольших пахотных (сочетание суходольных лугов, пасторальных дубрав и пахотных участков) - выпас скота, преимущественно - мелкого рогатого скота, лесное хозяйство); 7) Пастбищно-лесные; 8) Лесохозяйственные системы. Такой набор ЛХС в целом характерен для большинства ландшафтных районов лесной зоны ЕТР [8].

В последние годы нашего содружества были начаты работы по выявлению детерминированности поселенческих систем и систем природопользования от локальной ландшафтной структуры. В качестве объектов исследования выбраны древнерусские города Верхневолжья, Смоленск, Великий Новгород, Владимир и др., а также территория «Новой Москвы». Пространственная планировка городских ландшафтных комплексов на начальном этапе древнерусского периода формировалась стихийно и во многом определялась местными ландшафтно-топологическими условиями. Дальнейшее развитие структуры городских ландшафтов определялось как местными ландшафтными условиями, расположением на важнейших торговых путях, так и особенностями социально-экономических и политических событий. Важнейшей особенностью Смоленска, Ярославля, Владимира, Нижнего Новгорода, Иркутска и других древнерусских городов была соподчиненность функционально-планировочного развития местной ландшафтной структуре. Пространственные различия в размещении городов обусловлены провинциально-зональными условиями и их положением в конкретных ландшафтных условиях, что нередко является решающим фактором становления и развития. Особое место занимали исследования ландшафтно-геотопологических особенностей формирования старинных усадебных комплексов центральной России, как одних из наиболее определяющих историю развития культурно-исторических ландшафтов.

Валериан Афанасьевич Снытко был не только активным участником исследований антропогенного ландшафтогенеза на нашей кафедре, но и очень мудрым наставником буквально для всех сотрудников, постоянно рекомендовал публиковать результаты исследований и докладывать на конференциях о проделанных работах и таким образом, по этой тематике совместно опубликовано 32 статьи и сделано 32 сообщения на конференциях различного уровня. В.А. Снытко оказал огромную поддержку во многих наших начинаниях, включая подачу заявок на различные гранты, разработку спец. курсов вошедших в учебный план кафедры.

### Список литературы

1. Гравес И.В., Волкова Н.И., Логунова Ю.В., Мироненко И.В., Низовцев В.А., Снытко В.А., Эрман Н.М. Особенности методики исследований антропогенного ландшафтогенеза // Геология, геоэкология, эволюционная география. С-Петербург, РГПУ им. А.И.Герцена. – 2014. – Т. 13. – С. 164-168.
2. Низовцев В.А., Снытко В.А., Эрман Н.М., Гравес И.В. Особенности производящего хозяйства в лесных, лесостепных и степных ландшафтах России. // Ландшафтно-экологическое состояние регионов России. Воронеж: Истоки. – 2015. – С. 145-153.
3. Низовцев В.А., Эрман Н.М., Снытко В.А., Логунова Ю.В. Особенности структуры природопользования первых природно-антропогенных ландшафтов России. // Природа и общество: в поисках гармонии. Смоленск: СмолГУ. – 2016. – С. 112-120.
4. Низовцев В.А., Светлосанов В.А., Снытко В.А., Эрман Н.М. Методологические аспекты исследований формирования основных типов антропогенных ландшафтов России // Природа и общество: в поисках гармонии: Смоленск, СмолГУ. – 2019. – С. 193-205.
5. Низовцев В.А., Снытко В.А., Эрман Н.М. Методологические особенности междисциплинарных исследований природопользования на ранних этапах социоестественной истории России // Географическая наука Узбекистана и России: общие проблемы, потенциал и перспективы сотрудничества. Ташкент. – 2019. – С. 245-249.
6. Низовцев В.А., Светлосанов В.А., Снытко В.А., Эрман Н.М., Козлов Д.Н. Периодизация процесса становления антропогенного ландшафтогенеза Центральной России. // Историческая география России. Санкт-Петербург: Астерион. – 2020. – С. 215-219.
7. Низовцев В.А., Эрман Н.М., Снытко В.А., Светлосанов В.А., Кобзева Ю.А. Особенности пространственно-временной структуры первых антропогенных ландшафтов России // Науки о Земле и цивилизация. СПб, РГПУ им. А.И. Герцена. – 2021. – Т. 12. – С. 80-84.
8. Низовцев В.А., Кобзева Ю.А., Светлосанов В.А., Снытко В.А., Эрман Н.М. Историческая динамика природопользования ландшафтов центральной России. // Динамика и взаимодействие геосфер Земли. Томск. Изд-во Томского ЦНТИ. 2021. – Т. 3. – С. 257-259.
9. Nizovtsev V.A., Erman N.M., Snytko V.A., Svetlosanov V.A. Environmental challenges in the development of the producing economy in Russia // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. – 2021. – Vol. 21, №. 5.1. – P. 173-180.

УДК 911.5

## МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

**С. В. Осипов**

*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, sv-osipov@yandex.ru*

## MORPHO-FUNCTIONAL CLASSIFICATION OF ANTHROPOGENIC LANDSCAPES

**S. V. Osipov**

*Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, sv-osipov@yandex.ru*

**Проблема.** Несмотря на большое внимание к антропогенным ландшафтам, их классификации остаются крайне фрагментарными и не дают сколь-либо полного представления об их разнообразии.

**Задача** – развить морфофункциональную классификацию антропогенных ландшафтов, разработав систему критериев и классов III и IV рангов.

**Подходы.** Понятие ландшафта принимается в общегеографическом смысле, когда наряду с природными компонентами и процессами оно включает в себя народонаселение, процессы и результаты его жизнедеятельности (А. Неттнер, Л.С. Берг, Э.Б. Алаев, Ю.Г. Тютюнник, др.). Понятие ландшафта ограничивается геокомплексами одного (ландшафтного) уровня размерности. Предлагаемая классификация является частью единой классификации природных и антропогенных геокомплексов [6].

Классификационные параметры – характеристики современной структуры геокомплексов. Такой подход Ф.Н. Мильков на основе философских понятий назвал "классификацией ландшафтов по их содержанию". На основе общенаучных понятий этот подход обычно называют структурно-функциональным. Но, учитывая многозначность понятия "структура", точнее было бы назвать его морфофункциональным, соединяющим морфологический и функциональный подходы (речь идёт о морфологическом подходе в общенаучном смысле, а не в смысле морфологии ландшафта, когда на основе мозаичной модели ландшафтного покрова рассматривается лишь горизонтальная структура). Термин "класс" используется как безранговый, применимый к классификационным единицам любого ранга.

### **Результаты**

Классы II ранга выделены на основе двух критериев: (2.1) особенности организации геокомплексов в связи с расположением в геосферах и (2.2) степень преобразованности, или естественности—искусственности, геокомплексов [6, там же см. о классах I ранга].

При выделении классов III ранга использованы эти же и ещё 4 критерия.

**Критерий 3.1 (детализация критерия 2.1). Положение в спектре геосферных ярусов (слоёв).** Этот критерий также можно назвать «положение в спектре вертикальных зон», если оттолкнуться от широкого толкования понятия «вертикальная зональность» (согласно Н.А. Гвоздецкому). Он объединяет осн-характеристики разных геосфер: положение в спектре слоёв (ярусов) атмосферы, в спектре глубинных аквальных зон, в спектре слоёв литосферы.

**Критерий 3.2. Положение в спектре географических поясов и секторов (или зональное и секторное положение).** При выделении классов III и IV рангов шкалы зональности (поясности) и секторности использованы в наиболее обобщённом виде, когда достаточно различать 2–3 градации. Зональность географической оболочки, или планетарная зональность, выражается в смене географических поясов и зон от экватора к полюсам. В наиболее общем виде различают пояса тропический, северный внетропический и южный внетропический (согласно В.Б. Сочаве). Океаны и континенты – структурные единицы литосферы (и тектоносферы) высшего порядка. Они обуславливают существование ещё одного важнейшего градиента географической оболочки – секторности. В самом общем виде этот градиент предстаёт как Мировой океан — Земная суша (Земная суша — Мировой океан), в более частных проявлениях, определяющих конкретные градиенты, это океан — континент (материк). Секторный и зональный градиенты вполне сопоставимы друг с другом и в общем виде, и в частных проявлениях, хотя в частных проявлениях их величина может быть самой разной.

**Критерий 3.3. Род деятельности народонаселения.** Ф.Н. Мильков [1, 2, др.] «в зависимости от рода деятельности человека, ведущего к формированию комплексов» обосновал 8 классов и подклассы антропогенных ландшафтов. Подобный набор классов регулируемых антропогенных ландшафтов выделил В.А. Николаев [3] на основе критерия «социально-экономические функции, выполняемые ландшафтами». А.М. Рябчиков [7] выделил 7 территориальных форм производственной деятельности, которые определяют возникновение высших категорий – 22 типов – антропогенных ландшафтов. На сходных основаниях разработаны классификации землепользования (J.R. Anderson et al., С.А. Mûcher et al., Е.Н. Zanden et al.). Данный критерий охватывает всё разнообразие проявлений жизнедеятельности народонаселения, имеющих ландшафтообразующее значение, то есть приводящих к формированию отдельных (особых) классов геокомплексов. Нередко подчёркивается, что первостепенную роль в формировании антропогенных ландшафтов играет хозяйственная деятельность. Необходимо отметить, что духовная культура – важный ландшафтообразующий фактор. В различных проявлениях или полном отсутствии она влияет на формирование всех антропогенных и изменённых природных геокомплексов. В качестве ведущего фактора духовная культура выступает в формировании, функционировании и развитии сакральных и музеефицированных ландшафтов. Данный критерий позволяет использовать сложившиеся понятия из самых разных областей деятельности. Для выделения классов III ранга в предлагаемой классификации использованы 11 категорий антропогенных геокомплексов: промышленные, городские, сельские, сельскохозяйственные, водохозяйственные и гидротехнологические, транспортные, сакральные, музеефицированные, рекреационные и тренировочные, фортификационные, загрязнённые.

**Критерий 3.4 (детализация критерия 2.2). Стрoение технического покрова.** Некоторые из



категорий антропогенных ландшафтов, выделяемые на основе рода деятельности народонаселения, внутри себя очень сильно различаются по характеру инженерно-технической инфраструктуры. Это относится к промышленным, городским, рекреационным и тренировочным геокомплексам. Они подразделены на основе этой характеристики, в том числе, на основе такого элементарного параметра, как насыщенность геокомплекса технической инфраструктурой. Так, в предлагаемой классификации для промышленных ландшафтов различается плотная и разреженная инфраструктура, для городских – высотная и многоэтажная versus мало- и среднеэтажная застройка, для рекреационных и тренировочных – техно-природные vs природно-технические.

При выделении классов IV ранга так же использованы критерии 2.1, 2.2, 3.1–3.4 и ещё один критерий.

**Критерий 4.1 (детализация критерия 3.3). Вид деятельности народонаселения.** Среди многообразных видов жизнедеятельности народонаселения основное ландшафтообразующее и ландшафтопреобразующее значение имеет практическая экономическая деятельность, в том числе материально-производственная. Всё её многообразие лучшим образом отражено в классификаторах, используемых в отечественной и международной статистике [4, 8, 9, др.]. Классификаторы видов экономической деятельности и соответствующих им отраслей экономики представляют собой целевые иерархические классификации, упорядочивают самую разную экономическую деятельность одновременно в обобщённом и детализированном виде, отражают мезо- и микроотраслевую структуру экономики, выявляют происходящие в национальных экономиках изменения, довольно хорошо согласованы между собой. Поэтому такие классификаторы являются хорошей основой для выявления всех видов ландшафтообразующей жизнедеятельности населения и классификации антропогенных ландшафтов. Однако это лишь основа, которая при классификации ландшафтов претерпевает значительные изменения.

На основе приведённых критериев разработана система классов II–IV рангов антропогенных ландшафтов. Ниже размещён её фрагмент (знаком звёздочки «\*» в названии отмечены переходные классы [5]).

#### **Фрагмент классификации антропогенных ландшафтов**

##### **Техно-природные атмолитосферные (наземные):**

сельскохозяйственные наземные (агрокультурные):

- *однолетне-плантационные (плантации однолетнего цикла) экваториально-тропические,*
- *однолетне-плантационные (плантации однолетнего цикла) умеренные,*
- *многолетне-плантационные (плантации многолетнего цикла) экваториально-тропические,*
- *многолетне-плантационные (плантации многолетнего цикла) умеренные,*
- *пастбищно-животноводческие экваториально-тропические,*
- *пастбищно-животноводческие умеренные,*
- *пастбищно-животноводческие полярные;*

сельские (селения) наземные:

- *сельские экваториально-тропические,*
- *сельские умеренные,*
- *сельские полярные;*

сакральные наземные в природном окружении:

- *монастыри в природном окружении,*
- *мемориалы, кладбища, места массовых обрядов в природном окружении;*

музеефицированные наземные техно-природные:

- *дворцовые (дворцы и замки) в природном окружении,*
- *музеефицированные сельские,*
- *музеефицированные археологические (археологические парки) наземные;*

рекреационные и тренировочные наземные техно-природные:

- *курортные (курорты) наземные в природном окружении,*
- *парковые (парки отдыха, ботанические и зоологические сады, интенсивно посещаемые лесопарки),*
- *спортивные (спортивные комплексы) наземные в природном окружении,*
- *военно-тренировочные (военные полигоны) наземные;*

\* загрязнённые наземные:

- *отвалы и отравленные наземные (полигоны промышленных и бытовых отходов).*

##### **Природно-технические атмолитосферные (наземные):**

промышленные наземные с разреженной технической инфраструктурой:

- *открыторазрабатываемые наземные (районы добычи полезных ископаемых открытым способом),*
- *закрыторазрабатываемые наземные (районы добычи полезных ископаемых закрытым способом),*
- *скважинно-разрабатываемые наземные (районы добычи полезных ископаемых скважинным способом),*

- *фабрично-животноводческие (животноводческие комплексы);*
- городские наземные (городские районы) с мало- и среднеэтажной застройкой:
- *городские с мало- и среднеэтажной застройкой многофункциональные,*
- *городские с мало- и среднеэтажной застройкой жилые,*
- *городские с мало- и среднеэтажной застройкой общественные и деловые,*
- *городские научно-технологические, медицинские и образовательные;*
- сакральные наземные в городском окружении:
- *сакральные наземные в городском окружении (священные города и городские районы);*
- музеефицированные наземные природно-технические:
- *музеефицированные городские (исторические города и городские районы),*
- *музеефицированные промышленные (районы индустриального наследия),*
- *\* музеефицированные фортификационные;*
- рекреационные и тренировочные наземные природно-технические:
- *курортные (курорты) наземные с застроенной территорией,*
- *спортивные (спортивные комплексы) наземные с застроенной территорией;*
- фортификационные наземные:
- *укрепленные районы,*
- *крепости;*
- \* транспортные наземные:
- *железнодорожные (железнодорожные узлы),*
- *автодорожные (автодорожные узлы),*
- *трубопроводные (трубопроводные узлы),*
- *\* аэропортовые (аэропорты).*

#### **Технические атмолитосферные (наземные):**

- промышленные наземные с плотной технической инфраструктурой:
- *электроэнергетические наземные,*
  - *обогачительно-фабричные (обогажительные фабрики),*
  - *металлургические (металлургические заводы),*
  - *машиностроительные (заводы тяжёлого, общего и среднего машиностроения),*
  - *электронно-промышленные (предприятия электронной промышленности),*
  - *химпромышленные (химические заводы),*
  - *стройматериалопромышленные (заводы по производству строительных материалов),*
  - *древесно-промышленные (деревообрабатывающие предприятия),*
  - *лёгкопромышленные (предприятия лёгкой промышленности),*
  - *пищепромышленные (предприятия пищевой промышленности),*
  - *отходоперерабатывающие (очистные и отходоперерабатывающие предприятия),*
  - *\* ускорители заряженных частиц;*
- городские наземные (городские районы) с высотной и многоэтажной застройкой:
- *городские с высотной и многоэтажной застройкой многофункциональные,*
  - *городские с высотной и многоэтажной застройкой жилые,*
  - *городские с высотной и многоэтажной застройкой общественные и деловые.*

#### **Список литературы**

1. Мильков Ф.Н. Физическая география: учение о ландшафте и географическая зональность. – Воронеж: Изд. ВГУ, 1986. – 328 с.
2. Мильков Ф.Н. Общее землеведение. – М.: Высшая школа, 1990. – 334 с.
3. Николаев В.А. Учение об антропогенных ландшафтах – научно-методическое ядро геоэкологии // Вестн. МГУ. Сер. Геогр. 2005. – № 2. – С. 35–44.
4. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). – М., 2014.
5. Осипов С.В. Переходные объекты в иерархических классификациях, районированиях и периодизациях в географии и экологии // Геогр. и природные ресурсы. – 2020. – № 2. – С. 153–160.
6. Осипов С.В. О единой классификации природных и антропогенных ландшафтных комплексов // Изв. РАН. Сер. геогр. – 2023. – Т. 87. № 2. – С. 322–336.
7. Рябчиков А.М. Структура и динамика геосферы, её естественное развитие и изменение человеком. – М.: Мысль, 1972. – 224 с.
8. NACE Rev. 2. Statistical Classification of Economic Activities in the European Community. – Luxembourg: Office for Publication of the European communities, 2008. – 363 p.
9. North American Industry Classification System. – United States: Executive office of the President, Office of Management and Budget, 2022. – 956 p.

## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛАНДШАФТОВ ЧЕРНОЛУЧЕНСКО-КРАСНОЯРСКОЙ ЗОНЫ ОТДЫХА

А.И. Павленко, О.В. Мезентцева

*Омский государственный педагогический университет, Омск, aipavlenko36do@yandex.ru*

## GEOECOLOGICAL ASSESSMENT OF THE LANDSCAPES OF THE CHERNOLUCHENSK-KRASNOYARSK RECREATION AREA

A.I. Pavlenko, O.V. Mezentseva

*Omsk State Pedagogical University, Omsk, aipavlenko36do@yandex.ru*

Теоретической основой проведенных исследований явилось учение о геосистемах академика В.Б. Совавы. Центральным разделом учения о геосистемах, является изучение динамики природной среды (устойчивость к антропогенным нагрузкам) [4, 6]. Эти процессы исследуются в результате «геоэкологической оценке» геосистем, ландшафтов. В настоящее время широко используется словосочетание «геоэкологическая оценка», но при этом нет четких методов исследования, что создает расплывчатость суждений и сложности использования результатов таких исследований в практической деятельности. Наше понимание употребляемой терминологии, геоэкологическая оценка – степень антропогенного воздействия на ландшафт и его устойчивость к этому воздействию.

Опираясь в работе на системный подход, в качестве критериев или показателей оцениваемых состояний ландшафта выступили: степень дигрессии, установление границ устойчивости, естественное восстановление, определение допустимых рекреационных нагрузок на оздоровительную зону.

Чернолученско-Красноярская зона отдыха располагается на территории Западно-Сибирской равнины в южной подзоне лесостепной природно-климатической зоне, в 50-60 км. к северу от города Омска. Оздоровительная зона представляет собой уникальную по своим природным данным территорию, где в одном комплексе сочетаются водное пространство р. Иртыш и коренные террасовые сосняки, самое южное естественное местонахождение сосны обыкновенной на территории Омской области. На остальной территории ведущая лесообразующая порода – береза бородавчатая или повислая, осина, ива (в пойменных лесах). В 2010 году для определения допустимых рекреационных нагрузок мы исследовали степень дигрессии ландшафта надпойменной местности в районе санатория-профилактория «Иртышский» Чернолученско-Красноярской зоны отдыха (Рис. 1).

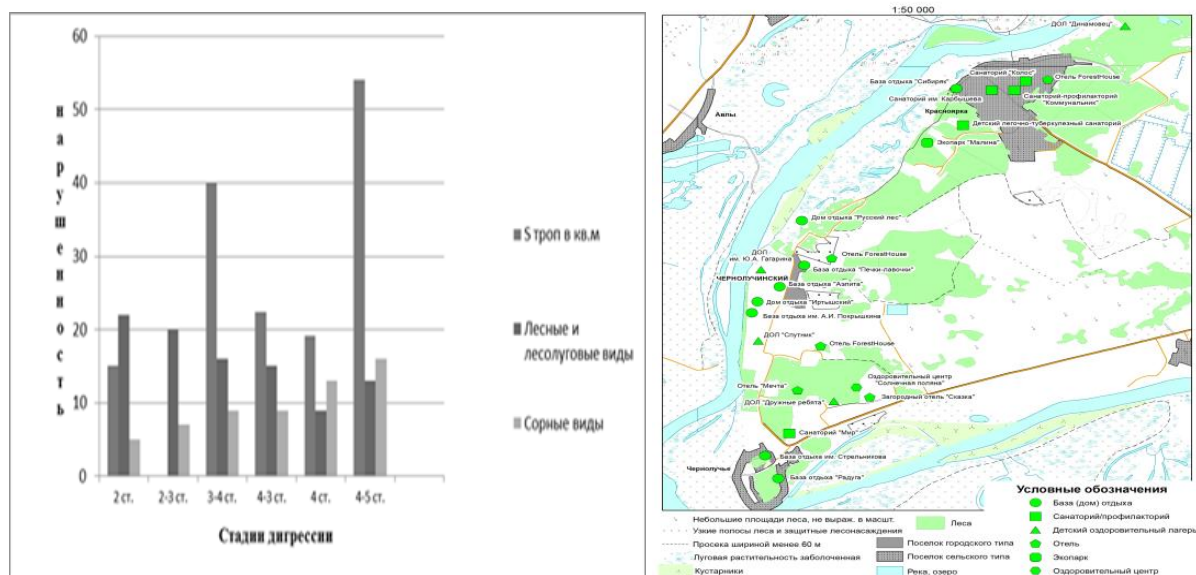


Рис 1. Схема распределения площади лесного участка по стадиям дигрессии в связи с рекреационной нагрузкой в Чернолученско-Красноярской зоне отдыха.

Было выделено пять стадий рекреационной дигрессии [1]. Установлена тесная обратная зависимость между рекреационными нагрузками и мощностью лесной подстилки, численностью лесных, лесолуговых, сорных видов в травяном покрове рекреационных насаждений и степенью покрытия площади, наиболее устойчивыми видами. Данная территория несколько лет не использовалась, как зона отдыха. С целью изучения естественного восстановления в биогеоценозе, в августе 2023 года, на ключевых точках мы проводили лишь некоторые исследования, по изучению численности, состоянию подроста, подлеска, проективного покрытия травяного покрова (табл. 1).

Таблица 1

## Изменение лесоводственно-таксационных показателей в связи с естественным возобновлением

| Тип леса   | Со-<br>став     | Год ис-<br>следова-<br>ния | Сомкну-<br>тость<br>крон | Полнота см.                                       | Высота<br>см. | Самовозобновление         |                          |
|--|-----------------|----------------------------|--------------------------|---|---------------|---------------------------|--------------------------|
|  |                 |                            |                          |   |               | Всходы (не<br>выше 10 см) | Подрост см.              |
| Сосняк кизильни-<br>ково-шиповниковый<br>беломошно-разно-<br>травный                     | 18С             | 2010                       | 0,75                     | 80-110  | 16-18         | отсутствуют               | отсутствует              |
|  |                 | 2023                       | 0,75                     | 90-100 (11)<br>100-110 (5)<br>120-130 (2)         | 18-24         | 11С                       | 2С<br>h-140-150          |
| Сосняк кизильни-<br>ково-малиновый раз-<br>нотравно-злаковый                             | 16С             | 2010                       | 0,6                      | 55-90   | 16-19         | отсутствуют               | отсутствует              |
|  |                 | 2023                       | 0,6                      | 60-70 (2)<br>80-90 (9)<br>90-100 (5)              | 16-21         | 17С                       | 7С<br>h-110-150          |
| Сосняк малиново-ки-<br>зильново-злаково-раз-<br>нотравный, с приме-<br>сью яблони, клена | 11С<br>4Я<br>3К | 2010                       | 0,75                     | 50-70   | 16-18         | отсутствуют               | отсутствует              |
|  |                 | 2023                       | 0,8                      | 50-60 (Я)<br>60-70 (К)<br>80-90 (8)<br>90-100 (3) | 16-19         | 3С2К                      | 3С<br>h-100-<br>110(112) |

В связи с отсутствием рекреационной нагрузки, в травяном покрове увеличивается количество лесных, лесолуговых видов (наиболее устойчивые к уплотнению почвы и травмированию злаки и осоки), частично вытесняются сорные виды трав. На пешеходных тропах восстанавливается травянистая растительность, единично встречаются угнетенные экземпляры: пастушья сумка, одуванчик лекарственный (рис. 2).

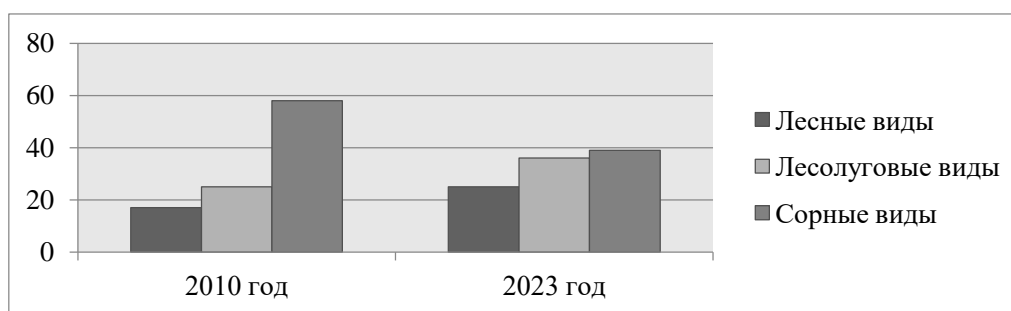


Рис. 2. Динамика состава травяного покрова на ключевых точках под влиянием рекреации.

Чернолуценско-Красноярская зона отдыха относится к нарушенным, сильно измененным ландшафтам (по классификации А.Г.Исаченко), вследствие высокой рекреационной нагрузки, осуществляемой с 1926 года. На площади 7805 га сосредоточено более 60 различных оздоровительных учреждений [2]. За летний период 2023 года в Чернолуценско-Красноярской зоне оздоровились 9104 ребенка школьного возраста до 18 лет, в бюджетных оздоровительных лагерях 10890 ребенка [3]. И если работа детских лагерей носит сезонный характер (3-4 смены), то оздоровительные учреждения: турбазы, санаторно-курортные дома отдыха, лечебно-оздоровительные центры – круглогодичного действия. Как видно из таблицы 2, в летний период численность Чернолуценской зоны (пиковая нагрузка в выходные дни) увеличивается на 30% т.е. составляет примерно 31161 человек. Общая численность Чернолуценско-Красноярской зоны 6204 человек (данные на 2023 год, Чернолуценское городское поселение – 1516 человек, Красноярское сельское поселение – 4688 человек) Расчет численности выполнен в соответствии с инструкцией застройке курортов и зон отдыха «ВСН – 23 – 75 Госгражданстрой и СНиП 11 – 60 – 75 «Планировка и застройка населенных мест»

Таблица 2

## Общие сведения об рекреационных учреждениях

| Оздоровительные учреждения | Вместимость мест | Количество отдыхающих летом | Количество отдыхающих в выходные дни | Количество отдыхающих круглогодично | Персонал |
|----------------------------|------------------|-----------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----------|
| ДОЛ                        | 7324             | 23570                       | 7071                                 | 20205                               | 520      |
| Базы отдыха                | 3550             |                             |                                      |                                     |          |
| Турбазы                    | 865              |                             |                                      |                                     |          |
| Профилактории, санатории   | 2565             |                             |                                      |                                     |          |
| Всего:                     | 14301            |                             |                                      |                                     |          |

Огромную рекреационную нагрузку испытывают ландшафты Чернолуценско-Красноярской зоны отдыха. Определение границ устойчивости, изучение особенностей естественного возобновления биогеоценоза, позволит наметить комплекс мероприятий, способствующих сохранению подроста, повышению устойчивости насаждений для сохранения леса в условиях курортной зоны.

### Список литературы

1. Воробьева З.В., Павленко А.И. Рекреационная дигрессия ландшафтов в Красноярско-Чернолуценской зоне отдыха // Омский научный вестник. Серия Ресурсы Земли. Человек. №1 (94), 2010. С.278-283. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16926758&ysclid=lhksjprnqg835810256>
2. Постановление Главы Администрации Омской области от 08 декабря 1992 г. № 408-п «О Чернолуценско-Красноярской оздоровительной зоне» Сводный отчет «О результатах полевых обследований ООПТ регионального значения на соответствие статусу, указанному в нормативно-правовых актах» Мин-во промышленной политики, транспорта и связи Омской области ФГУ «ГФИ по природным ресурсам и охране окружающей среды МПР России по Омской области» ФГОУ ВПО ОмГАУ. – Омск, 2006. С.278-281. <https://base.garant.ru/15504823/?ysclid=lzi1yr3zfm825624102>
3. Реестр организации отдыха детей и их оздоровления на территории Омской области на 2023 год. Омская губерния - официальный сайт / Министерство по делам молодежи, физической культуры и спорта Омской области / Министерство / Отдых и оздоровление детей Омской области. <https://mszhk.omskportal.ru/oiv/mdms/otrasl/inf-sistem?ysclid=lzi20ikv51464580159>
4. Сочава В. Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука, 1978. 319 с.
5. Сукачев В.Н. Избранные труды. Т.1. Основы лесной типологии и биогеоценологии. Ленинград: Наука, 1972. С.66-100.

## О ФАКТОРАХ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЛЕСОВ ТЕРРИТОРИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «МАЛАЯ СОСЬВА ИМ. В.В. РАЕВСКОГО»

**А.Е. Пигарёва**

*Тюменский государственный университет, Тюмень, a.e.pigaryova@utmn.ru*

## ON THE FACTORS OF FIRE DANGER OF FORESTS IN THE TERRITORY OF THE STATE NATURE RESERVE "MALAYA SOSVA NAMED AFTER V.V. RAYEVSKY"

**A.E. Pigaryova**

*Tyumen State University, Tyumen, a.e.pigaryova@utmn.ru*

### Введение

Одним из факторов, влияющим на динамику таежных ландшафтов Западной Сибири являются лесные пожары. В одних случаях они возникают по вине человека, в других - сама природа дает толчок для их возникновения. Естественные причины, чаще свойственны для особо охраняемых природных территорий (ООПТ), участки которых изымаются из хозяйственного использования, и куда доступ для человека ограничен.

Лесной пожар – неконтролируемое горение растительности и стихийное распространение огня по площади леса. Возникновение и распространение лесных пожаров во многом определяется географической широтой местности, ведущими факторами являются сочетание погодных и лесорастительных условий на территории.

Лесные пожары, возникающие на ООПТ, приводят к нарушению почвенно-растительного покрова, динамики животного населения, и уничтожению целых местообитаний, также исчезновению редких и эндемичных видов, которые распространены на ООПТ. Кроме того, на ООПТ таежной зоны Западной Сибири, большие площади заняты болотными экосистемами, и в случаи возникновения торфяных пожаров, обнаружить и предотвратить их будет сложно.

Государственный природный заповедник «Малая Сосьва им. В.В. Раевского» расположен в Северном Зауралье, в среднетаежной зоне Западно-Сибирской низменной равнины, в пределах Советского и Березовского районов Ханты-Мансийского автономного округа - Югры. Наибольшее сокращение площади лесных экосистем, на исследуемой территории, связано именно с пожарами и в значительно меньшей степени с рубками и добычей полезных ископаемых (Всемирный фонд дикой природы). Большое влияние на распространение пожаров оказывают погодные условия, данные исследований [2,4,5,7,8]. свидетельствуют, что наибольшая частота возгораний приходится на сухую, солнечную погоду, в которую возрастает вероятность возникновения сухих гроз, то есть грозы, возникающие при очень высоких температурах воздуха и при минимальном количестве осадков. Такие благоприятные погодные условия в свою очередь определяют состояние лесных горючих материалов, которые также выступают одним из факторов пожар-

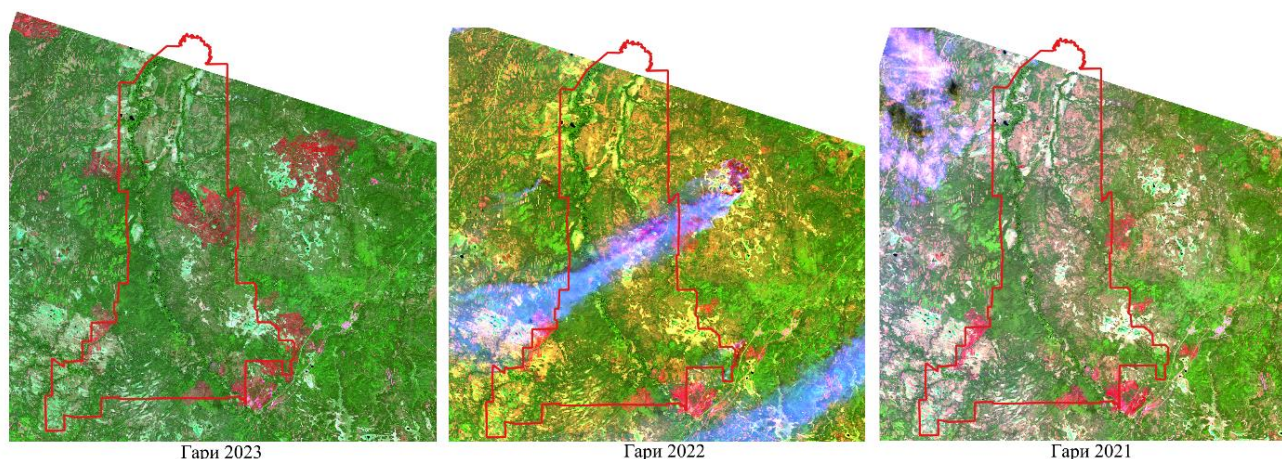
ной опасности в лесу. Следовательно, важно изучить, на сколько связаны очаги возгорания лесов на исследуемой территории с местными погодными и лесорастительными условиями, с целью своевременного выявления и предупреждения.

Задачи исследования сводились к изучению влияния погодных и лесорастительных условий, а именно температуры воздуха, количества осадков, в пожароопасный период, типа и состава лесных горючих материалов на возникновение пожаров территории Заповедника.

### Материалы и методы

Исходными материалами для работы послужили: данные полевых исследований, лесоустройства, архивные материалы заповедника (журнал учета лесных пожаров, летопись природы и пр.), данные Ханты-Мансийской базы авиационной и наземной охраны лесов.

Дополнительная информация о количестве и локализации лесных пожаров, получена по мультиспектральным разновременным снимкам серии Landsat, с пространственным расширением 30 и 60 м за летний период с 1987 по 2023 годы. Методом наложения одного снимка на другой была определена давность пожаров. Источником космической информации является сайт Геологической службы США – USGS [1].



Условные обозначения:

□ Граница Заповедника

Рис. 1. Визуализированные снимки Landsat 8 в каналах 7-5-3 2021-2023 гг. территории Заповедника (масштаб 1:100000).

Анализ метеорологических и лесорастительных условий, проводился на основе фондовых данных Заповедника: журнала учёта лесных пожаров, летописей природы, материалов Росгидромета и лесотаксации, данных полевых исследований 2019, 2020, 2021 г.

В работе учитывались следующие метеорологические показатели: средняя температура пожароопасного периода, годовое количество осадков, (данные летописи природы, Росгидромета). Пирологические особенности растительности были оценены по типу и составу леса, а также наличию лесных горючих материалов (ЛГМ) [6]. К ЛГМ относят лесные растения, а также их остатки, которые полностью или частично сгорают при лесном пожаре. Выделяют 3 группы ЛГМ: проводники горения (опад, лишайники, мхи, лесная постилка, торф, валежник, пни и т.д), поддерживающие горение (травы, кустарнички, плауны, подрост, подлесок, хвоя, листва), задерживающие горение (живые корни древостоя, вегетирующие травы, некоторые кустарнички).

### Результаты и обсуждение

Наиболее высокие средние температуры пожароопасного периода, были зафиксированы в 2020 (13,5 °С) и 2023 (13,4 °С) годы. Самый холодный пожароопасный период отмечался в 2021 г. Средняя температура весенне-летнего периода с 2020-2023 гг. составила 12,3 °С.

Из 22 случаев в 17 пожары возникали, когда температура была выше средней, и в 5, когда температура была ниже средней.

При соотношении температурных показателей и количества пожаров в период 2020-2023 гг., можно проследить следующие закономерности, что пикам пожаров 2020 г. соответствует максимальные значения средней температуры воздуха пожароопасного сезона – 13,5 °С. В годы наименьших значений средней температурой воздуха пожароопасного сезона (20201-2022 гг.) гг. наблюдается уменьшение количества возгораний.

Рисунок 3, составленный по данным Росгидромета, иллюстрирует годовой ход осадков за период 2020-2023 гг. на территории Заповедника.

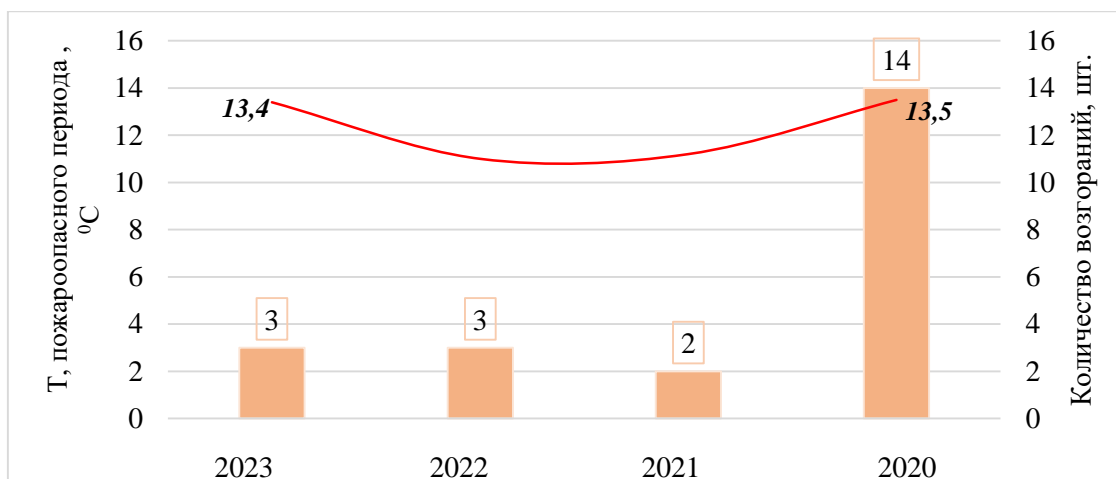


Рис.2 Динамика количества лесных пожаров и средней температуры пожароопасного периода Заповедника (выполнено автором по данным Росгидромета и фондовым данным Заповедника).

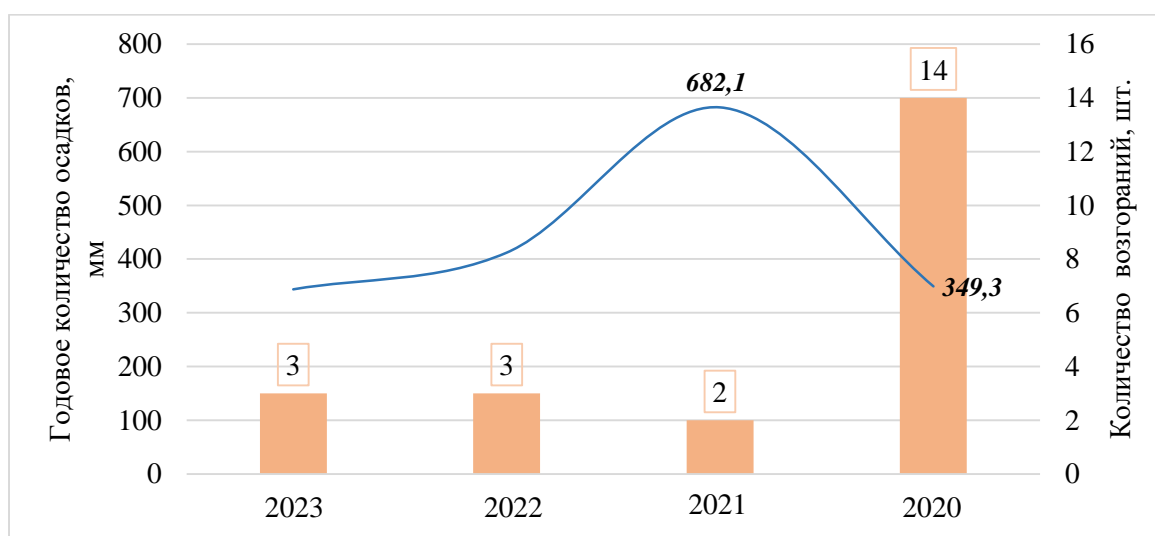


Рис. 3. Динамика количества лесных пожаров и годового количества осадков Заповедника (выполнено автором по данным Росгидромета и фондовым данным Заповедника).

В годы, когда происходит уменьшение наименьшего количества выпавших осадков наблюдается увеличение частоты возгораний, и наоборот в годы увеличения выпавших осадков наблюдается уменьшение возгораний. Приведенные данные, свидетельствуют о сильной связи между количеством возгораний и погодными условиями, что подтверждается множественным коэффициентом корреляции, равным 0,6.

Сопоставив очаги пожаров и различные типы растительных, было выявлено, что наиболее часто пожарам подвергались верховые сфагновые болота, сосняки бруснично-лишайниковой, лишайниково-сфагновой группы, приуроченные к возвышенным территориям. Сосна, преобладающая в структуре лесного фонда заповедника, характеризуется высокой устойчивостью к воздействию пожаров. Наиболее горимым материалом, в напочвенном покрове лесов являются лишайники. Это обусловлено, тем, что они почти не регулируют своей влажностью. Содержание влаги в них определяется физическими законами увлажнения и высыхания. Мхи активно впитывают влагу, но не регулируют её испарение. *Пожароопасность* мхов несколько ниже, чем у лишайников, но значительно выше, чем у большинства высших растений.

Высшие растения, интенсивно поглощают влагу из почвы, изменяют интенсивность транспирации, поддерживают свою влажность в необходимом для жизни интервале. Степень их пожароопасности ниже чем у лишайников и мхов.

Совмещая данные, о биомассе [3] и участки возгораний, было выявлено, сосняки чернично-зеленомошные и лишайниково-зеленомошные, обладая небольшими запасами биомассы (19 т/га, и 15 т/га, соответственно), горели наиболее часто, чем ельники сфагновые и зеленомошные, обладая большим запасом биомассы (78 т/га, и 42 т/га, соответственно). Это объясняется различным положением таких лесов в ландшафтной катене. Сосняки приурочены преимущественно к возвышенным, хорошо дренированным, как следствие, более сухим участкам террас и водораздельных поверхностей водно-ледниковых и озерно-аллювиальных равнин, сложенных песками и супесями. В то время как, ельники сфагновые и зеленомошные

приурочены к условиям проточного и полупроточного избыточного увлажнения в пойменных и пойменно-долинных типах местности, поэтому подстилка всегда или почти всегда (за исключением лет с малой водностью) насыщена влагой, что препятствует ее возгоранию, несмотря на большой запас потенциально горючего биоматериала.

ЛГМ могут выступать причиной возникновения пожара (большой запаса, низкое влагосодержание). Н.П. Курбатским были выделены три группы ЛГМ: проводники горения (опад, лишайники, мхи, лесная подстилка, торф, валежник, пни и т.д.), поддерживающие горение (травы, кустарнички, плауны, подрост, подлесок, хвоя, листва), задерживающие горение (живые корни древостоя, вегетирующие травы, некоторые кустарнички). Нанесенные на карту очаги пожаров позволили провести пространственный анализ связи между горимостью и ЛГМ. На основе анализа, была создана шкала влияния ЛГМ на риски возникновения пожаров. Для оценки ЛГМ была использована балльная шкала, по которой на территории исследования были выделены 3 группы ЛГМ:

астильные сообщества, включающие основные проводники горения: сосновые багульниково-бруснично-лишайниково-зеленомошные леса, плоскобугристые верховые кустарничково-пушицево-осоково-сфагновые с угнетенной сосной и сухостоем болота и др. Именно в этих сообществах наблюдается наибольшая частота возгораний за исследуемый период. Фактором высокой пожарной опасности плоскобугристые верховые кустарничково-пушицево-осоково-сфагновые с угнетенной сосной и сухостоем болота является преобладание в напочвенном покрове органогенная порода - торф, который является проводником горения. Торф представляет сложную, неоднородную по составу систему, в которую входят целлюлоза, битумы, лигнин, фенолы, гумусовые кислоты и другие, состоящие из углерода, водорода, кислорода и азота. Высокая пожароопасность торфа, обусловлена большим содержанием в нем углерода (52—56 % от общей массы) и водорода (5—6 % от общей массы), кроме того, в составе торфа имеется от 30 до 40 % атомов кислорода, связанного в молекулах химических веществ, из которых состоит торф [9].

астильные сообщества, включающие растения, поддерживающие горение: березовые с елью и сосной кустарничково-разнотравно-зеленомошные леса, елово-кедрово-березовыми с сосной и осиной кустарничково-хвощево-зеленомошные леса, плоскобугристые верховые кустарничково-пушицево-осоково-сфагновые с угнетенной сосной и сухостоем болота с участием мезотрофно-евтрофных осоково-гипновых болот и сосновых багульниково-брусничных-зеленомошных минеральных островов. Эти растительные сообщества сформированы на супесчаных, суглинистых породах, в напочвенном покрове которых преобладают кустарничково-зеленомошные типы леса, формируемые растениями, поддерживающими горения, увлажняясь за счет атмосферной влаги, быстро отдают ее обратно в атмосферу и в засушливую погоду их влажность быстро снижается. С другой стороны, суглинистый состав отложений создает предпосылки для возникновения пожара за счет накопления на поверхности значительного количества ЛГМ в виде опада, который при соответствующих погодных условиях способен поддерживать горения.

3. Растительные сообщества, включающие растения, задерживающие горение: лиственнично-березово-кедровыми с елью в подросте бруснично-разнотравно-зеленомошными леса, кедрово-сосновые с березой кустарничково-мелкотравно-зеленомошными леса местами с мезотрофными кустарничково-осоково-сфагновыми болотами и др. Эти растительные сообщества приурочены преимущественно к пойменным участкам рек. Низкая ППО объясняется, во-первых, длительными весенними разливами, затопляющие поймы и соответственно застойным режимом увлажнения; во-вторых, высокой сомкнутостью пойменных лесов и преобладанием в древостое ели, березы, осины.

### **Заключение**

Таким образом, пожарную обстановку заповедника определяют метеорологические условия, преобладание хвойной растительности и наличие ЛГМ. Выявлено, что погодные условия территории Заповедника становятся определяющими в пожарной обстановке территории, что подтверждается высоким коэффициентом корреляции равным 0,6. Установлено, что высокой природной пожарной опасностью по наличию ЛГМ в заповеднике обладают верховые сфагновые болота, сосняки бруснично-лишайниковой, лишайниково-сфагновой группы. Присутствие ЛГМ на территории заповедника «Малая Сосьва» с высокими пожароопасными свойствами и в сочетании с определенными погодными условиями, являются одним из главных факторов, которые способствуют распространению огня на охраняемой территории.

### **Список литературы**

1. Геологическая служба США – USGS. URL: <http://earthexplorer.usgs.gov> (дата обращения: 03.03.2021).
2. Горев Г.В., Оценка климатической предрасположенности территории к возникновению лесных пожаров (на примере Томской области), Томск, 2004.
3. Гусев В.Г., Лопухова Е.Л., Дубов В.К., Классификация и общие свойства лесных горючих материалов// Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2012. № 1 (325). С. 134-145.
4. Дубровская О.А., Леженин А.А., Мальбахов В.М., Шлычков В.А., Влияние лесных пожаров на климатические и ландшафтные изменения в азиатской части России, 2006.



5. Пигарёва А.Е. Влияние погодных условий на возникновение пожаров на территории заповедника «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского // Сборник «Географические исследования Сибири и сопредельных территорий» Материалы Международной географической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения академика Владимира Васильевича Воробьева. Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. 2019. С. 426-431.
6. Пигарёва А.Е. Наличие лесных горючих материалов, как фактор горимости ландшафтов территории заповедника «Малая Сосьва» им. В.В. Раевского // Материалы XX юбилейной научной конференции (с международным участием) молодых географов Сибири и Дальнего востока. Иркутск, 2021. С. 66-71.
7. Рубцов А.В., Сухинин А.И., Ваганов Е.А., «Системный анализ погодной пожарной опасности при прогнозировании крупных пожаров в лесах Сибири», Исследование Земли из космоса, 2010, №3, Красноярск, с. 62-70.
8. Цветков П.А., Буряк И.В., Исследование природы пожаров // Сибирский экологический журнал, №3, 2014. С. 25-42. URL: <https://www.sibran.ru/upload/iblock/aa4/aa41e8057fdbafd5c9802519c5f77774.pdf> (дата обращения: 03.03.2021). - Текст: электронный.
9. Хорошавин Л.Б., Медведев О.А., Беляков В.А., Михеева Е.В., Руднов В.С., Байtimiрова Е.А. Торф: возгорание торфа, тушение торфяников и торфокомпозиаты // МЧС России. М.: ФГБУВНИИГОЧС (ФЦ), 2013. С. 256.

УДК 911.52:550.4

## ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ГЕОСИСТЕМ

Ю.М. Семенов<sup>1</sup>, М.Ю. Семенов<sup>2</sup>, А.В. Силаев<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, yumsemenov@mail.ru*

<sup>2</sup>*Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, smu@mail.ru*

<sup>3</sup>*Институт географии им. В. Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, anton\_s@bk.ru*

## LANDSCAPE-GEOCHEMICAL STUDIES OF SPATIAL-TEMPORAL ORGANIZATION OF GEOSYSTEMS

Yu.M. Semenov<sup>1</sup>, M.Yu. Semenov<sup>2</sup>, A.V. Silaev<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, yumsemenov@mail.ru*

<sup>2</sup>*Limnological Institute SB RAS, Irkutsk, smu@mail.ru*

<sup>3</sup>*V. B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, anton\_s@bk.ru*

### Введение

Начало изучению показателей миграции вещества, отражающих пространственные и временные особенности функционирования геосистем Сибири было положено Валерианом Афанасьевичем Снытко. Он был организатором и руководителем стационарных ландшафтно-геохимических исследований, в результате которых изучены закономерности дифференциации и процессов динамики жидкой, газообразной и живой фаз вещества в геосистемах топологического ранга, установлена связь ландшафтно-геохимической цикличности с динамическими и эволюционными тенденциями в поведении геосистем, показана обусловленность структуры топогеосистем дифференциацией вещества. В докладе представлены основные этапы работ по изучению роли миграции вещества в дифференциации, интеграции, динамике, эволюции и антропогенной трансформации геосистем, выполненных авторами под руководством В.А. Снытко или совместно с ним.

**История.** Результаты первых научных работ В.А. Снытко по выявлению геохимических свойств южнотаежных геосистем Приангарья привели к написанию его кандидатской диссертации «**Ландшафтно-геохимические особенности южной темнохвойной тайги Нижнего Приангарья**» [16], выполненной под руководством М.А. Глазовской, и обстоятельной главы в коллективной монографии «Южная тайга Приангарья» [25], которые положили начало ландшафтно-геохимическим исследованиям в Институте.

В начале 60-х гг. XX в. по инициативе и под руководством академика В.Б. Сочавы была создана сеть сибирских комплексных географических стационаров для проведения исследований динамики геосистем с использованием геохимических, геофизических и биогеоценологических методов. Валериан Афанасьевич осуществлял общее руководство ландшафтно-геохимическими работами на всех стационарах института. На Харанорском степном стационаре были детально изучены особенности ландшафтной структуры Онон-Аргунской степи, проанализированы природные режимы, выявлены циклические изменения и тенденции развития ландшафтно-геофизических, ландшафтно-геохимических и биотических процессов в геосистемах, предложены подходы к их моделированию и прогнозированию. Результаты этих исследований получили отражение в ставших классическими коллективных монографиях «Топология степных геосистем» [24] и «Изучение степных геосистем во времени» [2]. Значительным вкладом в развитие учения о геосистемах В.Б. Сочавы [23]. стали монография «Геохимические исследования метаболизма в геосистемах» [15] и докторская диссертация «Проблемы динамики вещества в геосистемах южных регионов Сибири» [17], в которых В.А. Снытко обобщил опыт ландшафтно-геохимического анализа структурно-функциональной организации геосистем.

Известно, что формирование структуры геосистем, их развитие и антропогенная трансформация являются результатами взаимосвязанных и взаимообусловленных процессов миграции вещества. Поскольку организация геосистем отражается в дифференциации их вещественной составляющей, то возникающие при этом определенная последовательность изменения и пространственные сочетания характеристик вещества геосистем могут служить индикаторами тех или иных природных процессов и показателями степени воздействия соответствующих факторов ландшафтообразования [6]. На основании многолетних ландшафтно-геохимических исследований Валерианом Афанасьевичем, его учениками и последователями была оценена роль дифференциации вещества в организации геосистем топологической и региональной размерностей, сформулированы принципы ландшафтно-геохимического анализа, синтеза, диагноза, прогноза и оценки [11].

**Дифференциация и интеграция геосистем.** Проводимые на Харанорский степном стационаре детальные исследования ландшафтной структуры и роли миграции вещества в ее формировании показали, что дифференциация и интеграция топогеосистем связаны с различными процессами распределения и движения вещества. Дифференциация геомеров определяется радиальной дифференциацией вещества, при этом каждому их рангу характерны соответствующие амплитуды запасов вещества в почвах и фитомассе, возрастающие с рангом таксона. Интеграция геохор обуславливается латеральными потоками вещества, поэтому выявление особенностей внутригеохорной дифференциации вещества базируется на показателях взаимосвязи и взаимообусловленности миграции вещества в сопряженных топогеосистемах [18, 21]. Совместные исследования структуры степных топогеосистем и дифференциации вещества привели к пониманию рисунка геохор как отражения дифференциации вещества, что позволило выйти на сопряженное картографирование геомеров и геохор [22].

**Динамика и эволюция геосистем.** Проводимые в различных регионах Сибири стационарные и полустационарные работы показали возможность диагностики эволюционных и динамических трендов геосистем с использованием показателей радиальной дифференциации и миграции вещества в почвах. Каждому изменению состояния геосистем отвечает определенное изменение их геохимических параметров [6].

Диагностика состояний геосистем на основе изучения радиальной миграции вещества геосистем с помощью наблюдений за режимами содержаний водорастворимых соединений, прямого учета мигрирующего вещества методом лизиметрических хроматографических колонок и микроморфологических исследований позволило разграничить элементарные геомеры по их динамическому состоянию и дифференцировать коренные, мнимокоренные и серийные геосистемы. Для коренных геомеров характерны стабильный режим и невысокая интенсивность радиальной миграции вещества, отсутствие в микростроении почв признаков почвообразующих процессов, противоположных или сопутствующих основному. Серийные геомеры отличаются резко выраженной радиальной миграцией вещества, а в микроморфологии почв хорошо диагностируются признаки сопутствующих или противоположно направленных почвообразующих процессов. Для процессов в мнимокоренных элементарных геомерах характерны показатели, промежуточные между таковыми коренных и серийных геосистем [1, 5, 8, 20].

Реконструкция эволюции геосистем базировалась на положении о соответствии ландшафтно-геохимических обстановок определенным условиям их существования. Такой подход не позволяет произвести абсолютную датировку обстановок, но их последовательность диагностируется довольно четко. Большую роль в изучении эволюции геосистем играет анализ геохимических циклов миграции вещества. Стационарное изучение дифференциации вещества дает возможность сопоставить современные циклы миграции с более длительными, которые рассматриваются как фоновые, а использование метода балансов помогает понять направленность эволюции геосистем [8].

**Антропогенная трансформация геосистем и ландшафтно-геохимический прогноз.** В результате работ на территории создаваемого Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса (КАТЭК) были изучены природные режимы компонентов таежных, подтаежных и лесостепных геосистем, выявлены тенденции развития и процессы трансформации геосистем под воздействием техногенных факторов, разработана методика экспериментального моделирования процессов взаимодействия природных и техногенных потоков вещества [6, 9, 13, 19].

Исследования включали полустационарные эксперименты с использованием хроматографических лизиметрических колонок для выявления масштабов и особенностей радиальной миграции вещества в почвах Назаровской котловины, а также коллективные стационарные эксперименты с внесением на поверхность почв наиболее распространенных лесостепных геосистем различных загрязнителей (угольной пыли, пыли вскрышных пород и золы ГРЭС) для выявления характера и степени изменения вещества геосистем западного участка КАТЭКа под воздействием техногенного фактора, определения норм допустимых нагрузок и обоснования экологических ограничений. Применение экспериментов позволило установить характер воздействия пыли вскрышных пород, угля и золы ГРЭС на запасы водно-растворимых форм

элементов и масштабы выноса подвижных соединений, выявить общий ход процесса взаимодействия техногенного вещества с органо-минеральной массой и поглощающим комплексом почв, установить пороговые значения доз загрязнителя, приводящие к определенным негативным или положительным эффектам последствий его воздействия на геосистемы, и механизмы трансформации летучей золы ГРЭС, установить допустимый, критический и недопустимый уровни техногенной нагрузки. Совместное использование данных стационарного изучения режимов геосистем, экспериментального моделирования и картографических методов позволило прогнозировать годовое поступление золы ГРЭС в геосистемы и вероятные сроки их загрязнения, приводящие к достижению критического и недопустимого уровней техногенных нагрузок [6, 13, 19]. Для оценки природного потенциала западного участка КАТЭЖа были составлены карты [6, 7, 28].

**Мониторинг пространственно-временной структуры загрязнения бассейна оз. Байкал.** Для выявления пространственно-временной структуры загрязнения бассейна оз. Байкал разработана методология геоэкологического мониторинга, которая базируется на выявлении источников загрязнения и наблюдении связей между ними и объектами среды путем рассмотрения вещества объектов в качестве смесей, а вещества источников – в качестве их компонентов [10, 29]. Показателем тесноты связи между источником и объектом загрязнения служит величина вклада источника в загрязнение объекта [26, 27]. О связи загрязнителей с источниками загрязнения судили по близости их точек на диаграммах смещения [3, 4]. Оценка вкладов притоков в состав металлов и ПАУ воды Байкала проводилась на основе степени разложения органического вещества воды Байкала и его притоков [4]. С целью идентификации источников загрязнения, выявления зон их влияния и структуры загрязнения оценена загрязненность поверхностных вод и скорости ассимиляции загрязнителей в них.

Разработана методика картографирования пространственно-временной структуры загрязнения водосборного бассейна озера Байкал на основе использования разновременных картографических источников, данных дистанционного зондирования, цифровых моделей рельефа, глобальных цифровых баз данных, материалов государственной статистики и полевых исследований. Для обоснования сети наблюдений и контроля, экстраполяции результатов мониторинга на геосистемы территорий, не охваченных непосредственными наблюдениями, и показа оперативной информации о состоянии геосистем и экосистем использовался комплекс методов ландшафтного картографирования, предложенный для обоснования целей рационального природопользования [12, 14].

#### **Заключение**

Таким образом, исследование роли миграции вещества в дифференциации и интеграции геосистем, идентификация пространственно-временной структуры их загрязнения и выявление гидрологически-чувствительных ландшафтов – это этапы познания организации геосистем и попытка разработать некий методический аппарат обеспечения одного из путей «сотворчества человека с природой».

*Исследование выполнено за счёт средств государственного задания (№№ госрегистрации тем АААА-А21-121012190059-5 и АААА-А21-121032300199-9).*

#### **Список литературы**

1. Вещество в степных геосистемах (на примере Забайкалья) / Снытко В.А., Семёнов Ю.М., Давыдова Н.Д., Нефедьева Л.Г., Кустов Ю.В., Семёнова Л.Н., Дубынина С.С. – Новосибирск: Наука, 1984. – 158 с.
2. Изучение степных геосистем во времени / Отв. ред. акад. В. Б. Сочава. – Новосибирск: Наука, 1976. – 237 с.
3. Семенов М.Ю., Семенов Ю.М., Силаев А.В., Бегунова Л.А. Растворенное вещество вод юго-западного Прибайкалья: состав, происхождение, классификация. – География и природные ресурсы. – 2020. – № 5. – С. 92–99.
4. Семёнов М.Ю., Снытко В.А., Мариная И.И., Силаев А.В., Семёнов Ю.М. Показатели загрязнения поверхностных вод бассейна озера Байкал полициклическими ароматическими углеводородами // Доклады Академии наук. – 2018. – Т. 483, № 2. – С. 212-215.
5. Семёнов Ю.М. Диагностика эволюционных и динамических трендов геосистем // Геодинамика и эволюция Земли. – Новосибирск, 1996. – С. 224-226.
6. Семёнов Ю.М. Ландшафтно-геохимический синтез и организация геосистем. – Новосибирск: Наука, 1991. – 144 с.
7. Семёнов Ю.М. Опыт пространственно-временной экстраполяции динамических трендов геосистем // География и природ. ресурсы. – 1995. – № 1. – С. 15-23.
8. Семёнов Ю.М., Данько Л.В., Семёнова Л.Н., Палкин О.Ю., Семёнов М.Ю. Лизиметрическая диагностика развития геосистем // География и природ. ресурсы. - 2002. - № 3. - С. 110-120.
9. Семёнов Ю.М., Мартынов А.В., Чернегова Л.Г., Воробьева И.Б., Дубынина С.С., Мамитко А.В., Семёнова Л.Н., Баженова О.И. Ландшафтно-геохимические подходы к оценке устойчивости природных образований // Биогеохимические основы экологического нормирования. – М.: Наука, 1993. – С. 211-261.
10. Семёнов Ю.М., Семёнов М.Ю., Снытко В.А., Силаев А.В. Ландшафтно-экологический подход к выявлению закономерностей распределения загрязнителей в бассейне озера Байкал // География и природные ресурсы. – 2019. – № 2. – С. 69-76.
11. Семёнов Ю.М., Семёнова Л.Н., Семёнов М.Ю. Валериан Афанасьевич Снытко и выявление роли миграции вещества в организации геосистем // История наук о Земле. – М.: Янус-К, 2023. – Вып. 7. – С. 32-41.

12. Семёнов Ю.М., Силаев А.В., Семёнов М.Ю. Идентификация природных и техногенных источников вещества в бассейне озера Байкал: ГИС-картографирование // *ИнтерКарто. ИнтерГИС.* – 2022. – Т. 28, Ч. 2. – С. 175-188.
13. Семёнов Ю.М., Чернегова Л.Г., Дубынина С.С., Мамитко А.В., Семёнова Л.Н. Географический эксперимент как основа разработки норм природопользования // *Оптимизация геосистем.* – Иркутск: Изд. ИГ СО АН СССР, 1991. – С. 36-52.
14. Силаев А.В., Семенов Ю.М., Семенов М.Ю. Основные подходы к геоинформационному моделированию экологического состояния бассейна оз. Байкал // *ИнтерКарто. ИнтерГИС.* – 2020. – Т. 26, Ч. 4. – С. 46-59.
15. Снытко В.А. Геохимические исследования метаболизма в геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 149 с.
16. Снытко В.А. Ландшафтно-геохимические особенности южной темнохвойной тайги Нижнего Приангарья : автореф. дис. ... канд. геогр. наук по специальности 25.00.23 – Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов. – Иркутск, 1966. – 25 с.
17. Снытко В.А. Проблемы динамики вещества в геосистемах южных регионов Сибири: автореф. дис. ... докт. геогр. наук по специальности 11.00.01 – физическая география, геофизика и геохимия ландшафтов. – М., 1983. – 36 с.
18. Снытко В.А., Семёнов Ю.М. Структура степных топогеосистем и дифференциация вещества в них // *География и природ. ресурсы.* – 1980. – № 2. – С. 39-50.
19. Снытко В.А., Семёнов Ю.М., Мартынов А.В. Ландшафтно-геохимический анализ геосистем КАТЭКа. – Новосибирск: Наука, 1987. – 109 с.
20. Снытко В.А., Семёнов Ю.М., Семёнова Л.Н., Мартынов А.В. Ландшафтно-геохимический анализ состояний геосистем // *География и природ. ресурсы.* – 1983. – № 3. – С. 23-28.
21. Снытко В.А., Семёнов Ю.М. Микрогеохоры как отражение дифференциации вещества в геосистемах // *Доклады Академии наук СССР.* – 1979. – Т. 244. – № 2. – С. 455–457.
22. Снытко В.А., Семёнов Ю.М. Опыт сопряженного картографирования геомеров и геохор // *География и природ. ресурсы.* – 1981. – № 4. – С. 28–37.
23. Сочава В.Б. Введение в ученик о геосистемах. – Новосибирск: Наука, 1978. – 319 с.
24. Топология степных геосистем / Отв. ред. В.Б. Сочава. – Ленинград: Наука, 1970. – 174 с.
25. Южная тайга Приангарья: Структура и природные режимы южнотаежного ландшафта / Отв. ред. акад. В.Б. Сочава. – Ленинград: Наука, 1969. – 267 с.
26. Semenov M., Marinaite I., Zhuchenko N., Silaev A., Vershinin K., Semenov Yu. Revealing the factors affecting occurrence and distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons in water and sediments of Lake Baikal and its tributaries // *Chemistry and Ecology.* – 2018. – Vol. 34, No. 10. – Pp. 901-916.
27. Semenov M., Silaev A., Semenov Y., Begunova L. Using Si, Al and Fe as Tracers for Source Apportionment of Air Pollutants in Lake Baikal Snowpack // *Sustainability.* – 2020. – V. 12, No. 8. – 3392.
28. Semenov Yu. Landscape-Geochemical Study of Geosystem Stability to Alkaline Deposition // *Proceedings of fifth joint seminar on regional deposition process in the atmosphere.* – Seoul, 1999. – P. 163-169.
29. Semenov Yu., Semenov M., Silaev A., Snytko V. Landscape-hydrochemical aspects of geoeological monitoring // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* – 2021. – Vol. 629. – P. 012005.

УДК 630\*1(571.53/.55)

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СМЕН ДОМИНАНТОВ В ПОДРОСТЕ  
СВЕТЛОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ И ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ**

**А.П. Сизых, В.А. Осколков, А.П. Гриценюк, В.И. Воронин**

*Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, Иркутск,  
alexander.sizykh@gmail.com*

**CURRENT TENDENCIES OF DOMINANT REPLACEMENT OF THE YONG TRESS IN THE  
LIGHT-CONIFEROUS FORESTS OF SOUTHERN PRE-BAIKAL AND WESTERN TRANS-BAIKAL**

**A.P. Sizykh, V.A. Oskolkov, A.P. Gritsenuk, V.I. Voronin**

*Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry SB RAS, Irkutsk, alexander.sizykh@gmail.com*

**Введение**

Проблема оценки состояний и прогноза изменений в растительности (и в лесах, в частности) является основой современных биогеографических, геоботанических и экологических исследований. Главной задачей является исследование пространственно-временной самоорганизации растительности (лесов), отражающей практически все изменения в природной среде на конкретный период времени. Подходы в установлении долговременных трендов развития лесов находятся в настоящее время на различных стадиях разработки. Основной задачей таких исследований является установление возраста, места и роли всех, составляющих лес, ярусов (ценоструктур) в сукцессионных системах в текущем времени. Для этого необходимо выявление особенностей состава и сложения лесов на фоне изменчивости климата и антропогенными воздействиями с определением периодов гомеостаза природных систем любой иерархии [1]. При этом оптимальные значения формирования типологического разнообразия лесных сообществ на месте коренных [2] зависят от количества ресурса среды, степени ее стабильности. Механизмы оптимизации

разнообразия лесов, в этой связи, обусловлены экологическими и эволюционными процессами, происходящими в природных средах конкретной территории. Динамика развития лесов последних десятилетий на фоне изменчивости климата континентально-регионального масштаба отражает современные тенденции их формирования в разных физико-географических условиях и в Байкальском регионе. В этой связи, внесение своевременных поправок в определение вектора сукцессионных смен в лесах становится весьма актуальным на современном этапе мониторинга направленности их развития. В этом случае, установление современного состояния, степени трансформации коренных лесов, тенденций их развития в пространственно-временном аспекте является целью прогнозирования их статуса – движение к восстановлению условно коренных [2] сообществ или к формированию производных (инвариантов) составляющих разных временных дистанций.

### Материалы и методы

Исследования современной структурно-динамической организации лесов, в аспектах состава их доминантов в подросте древостоев, проведены на четырех ключевых участках (см. Рис.1): 1- в бассейне р. Олхи (Юго-Восточное Прибайкалье), 2 – в бассейне р. Оронгой (предгорье хребта Хамар-Дабан, Юго-Западное Забайкалье), 3 – в бассейне р. Сухая (центральная часть восточного побережья оз. Байкал), 4 – окрестности с. Дулан (восточное побережье оз. Байкал). В данной работе приведены особенности структурно-динамическая организация светлохвойных лесов на ключевых участках 1 и 4. Основным методом исследований выступила полевая геоботаническая съемка [3-5] на ключевых (модельных) участках, отражающих зональные характеристики лесной растительности. Полученные геоботанические описания группировались на основе структурно-динамических и ценологических характеристик лесов конкретных типов их местообитаний. Видовой состав растений в сообществах согласовывался с существующими определителями флоры [6,7], а названия мхов уточнялись по определителю Л. В. Бардунова [8]. На карте-схеме черными маркерами с нумерацией показаны районы проведенных исследований (Рис. 1).

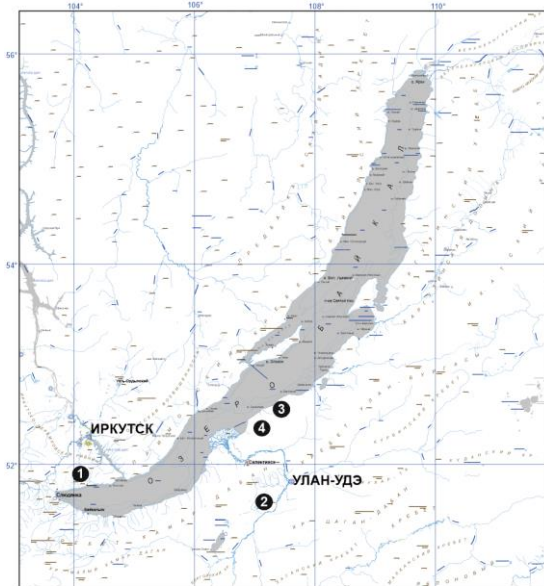


Рис. 1. Район исследований. Ключевые участки отмечены черными маркерами.

### Результаты и их обсуждение

На примерах 2-х (из 4-х, отмеченных на карта-схеме) ключевых участков рассмотрим современные тенденции формирования подростка в светлохвойных лесах Южного Прибайкалья: 1- бассейн р. Олха, 4 - окрестности с. Дулан (восточное побережье оз. Байкал).

**Район исследований** (N 51°59.450' – E 103°59.176') – **ключевой участок 1** (бассейн р. Олха, Юго-Восточное Прибайкалье). Растительность района исследований и его ближайшего окружения (см. Рис. 1–1) представлена сосновыми и лиственнично-сосновыми бруснично (*Vaccinium vitis-idaea* L.) – разнотравными, часто с багульником (*Ledum palustre* L.) и голубикой (*Vaccinium uliginosum* L.) с подлеском из душики кустарниковой (*Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar), лесами и их восстановительным осиново (*Populus tremula* L.) -березовым *Betula platyphylla* Sukacz.) сериям [9]. Согласно эколого-фитоценологической корреляционной карте растительные сообщества относятся к низко- и среднегорным сосновым (*Pinus sylvestris* L.) и лиственнично (*Larix sibirica* Ledeb.) – сосновым преимущественно устойчиво-производным кустарничково-травяно-зеленомошным лесам с фрагментами коренных темнохвойных древостоев [10]. Согласно полученным геоботаническим описаниям, растительность этого района представлена сосновыми (*Pinus sylvestris* L.) с лиственницей (*Larix sibirica* Ledeb.) с участием кедра (*Pinus sibirica* Du

Tour), ели (*Picea obovata* Ledeb.), березы плосколистной (*Betula platyphylla* Sukacz.) и осины (*Populus tremula* L.) разновозрастными бруснично (*Vaccinium vitis-idaea* L.) – осоково (*Carex macroura* Meinsch.) – зеленомошными (*Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G., *Climacium dendroides* (Hedw.) Web. et Mohr.), *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt) разновозрастными лесами, образующими один вертикально сомкнутый полог, развитыми повсеместно в бассейне р. Ольхи. Во втором ярусе таких лесов – сосна (*Pinus sylvestris* L.), лиственница (*Larix sibirica* Ledeb.) и кедр (*Pinus sibirica* Du Tour). В третьем ярусе древостоев присутствуют кедр (*Pinus sibirica* Du Tour), ель (*Picea obovata* Ledeb.) и пихта (*Abies sibirica* Ledeb.), тогда как сосна (*Pinus sylvestris* L.) присутствует единичными экземплярами. В подросте повсеместно доминирует кедр (*Pinus sibirica* Du Tour) от 3–5-ти до 15–18-ти лет (в количестве 700–900 шт./га в зависимости от положения в рельефе. В сложении подроста редко участвуют пихта (*Abies sibirica* Ledeb.) и ель (*Picea obovata* Ledeb.) в возрасте 10–12-ти лет. Присутствие в подросте этих лесов современной лесообразующей породы – сосны (*Pinus sylvestris* L.) отмечено единичными экземплярами до 10-ти лет. Из кустарников отмечена душекия кустарниковая (*Duschekia fruticosa* (Rupr.) Pouzar), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), багульник болотный (*Ledum palustre* L.) и редко спирея средняя (*Spiraea media* Fr. Schmidt) по более сухим местообитаниям. Напочвенный покров представлен кустарничками в форме простых синузид из черники (*Vaccinium myrtillus* L.) и брусники (*Vaccinium vitis-idaea* L.). Из таежного разнотравья отмечены – вейник наземный (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, линнея северная (*Linnea borealis* L.), а также присутствуют плауны – плаун годичным (*Lycopodium clavatum* L.) и плаун можжевельниковый (*Lycopodium juniperoides* Sw.). Мхи представлены такими видами как *Polytrichum juniperinum* Hedw., *Dicranum polysetum* Sw., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Hylocomium splendens* (Hedw.) B.S.G., *Climacium dendroides* (Hedw.) Web. et Mohr), являющимися эдификаторами напочвенного покрова полидоминантных светлохвойно-темнохвойных лесов. Вероятно, что в настоящее время фиксируется начальный этап формирования (со сменой лесообразующих пород деревьев) темнохвойной тайги в этом районе Прибайкалья.

**Район исследований** (N 52°24.772' - E 106°56.805') - **ключевой участок 4 (окрестности с. Дулан, восточное побережье оз. Байкал, Рис. 1 – 4).** Согласно карте растительности юга Восточной Сибири [9], растительные сообщества района исследований относятся к таежной (бореальной) растительности Урало-Сибирской фратрии формаций, Южносибирским формациям горно-таежных сосновых (*Pinus sylvestris* L.) и лиственнично (*Larix sibirica* Ledeb.) - сосновых (*Pinus sylvestris* L.) лесов. В соответствии с корреляционной эколого-фитоценотической карты [10], растительные комплексы территории представлены низко- и среднегорными сосновыми (*Pinus sylvestris* L.) и лиственнично (*Larix sibirica* Ledeb.) – сосновыми (*Pinus sylvestris* L.) лесами и их березово-осиновыми восстановительными сериями. Проведенные геоботанические исследования позволили выявить современную структурно-динамическую организацию лесов этого ключевого участка. Здесь формируются сосново (*Pinus sylvestris* L.) – березовые (*Betula platyphylla* Sukacz.) с лиственницей (*Larix sibirica* Ledeb.) и осиной (*Populus tremula* L.) разнотравные леса на месте произведенных ранее промышленных (во второй половине XX-го столетия) вырубок светлохвойных лиственнично-сосновых лесов. В подросте повсеместно доминирует кедр (*Pinus sibirica* Du Tour) разного возрастного состава (5-15 лет) с присутствием единичных деревьев кедра до 25 лет. Подрост сосны и лиственницы представлен единичными экземплярами. Напочвенный покров составляют виды растений, характерных для лесного разнотравья светлохвойных лесов – купальница азиатская (*Trollius asiaticus* L.), костяника (*Rubus saxatilis* L.), горох (*Vicia venosa* (Wild. ex Link) Ohwi), кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis* L.), вейник (*Calamagrostis obtusata* Trin.), чина низкая (*Lathyrus humilis* (Ser.) Sprengel), вороний глаз (*Paris hexaphylla* Cham.), осока большехвостая (*Carex macroura* Meinsch.), володушка (*Bupleurum sibiricum* Vest) и др. Синузидально присутствующим мхам (*Dicranum polysetum* Sw., *Abietinella abietina* (Turn.) Fleisch.). В настоящее время эти леса характеризуются как вторичные с доминированием во всех ярусах мелколиственных пород деревьев.

### **Закключение**

В целом, для всех районов исследований (**ключевые участки 1-4, Рис.1**) отмечается развитие лесов с существенными структурно-ценотическими перестройками в их организации, связанные со сменой доминирующих пород деревьев в подросте светлохвойных лесов в последние десятилетия. Доминирование в подросте темнохвойной породы – кедра (с участием ели) с видами растений в напочвенном покрове, характерным для смешанных светлохвойно-темнохвойных лесов, свидетельствует об имеющемся потенциале развития темнохвойной тайги. Это будет возможно при отсутствии пожаров на протяжении, по крайней мере, 30–50 лет, что является весьма проблематичной ситуацией, в связи с усилением в последние десятилетия антропогенными воздействиями – неконтролируемыми рубками и палами искусственного происхождения повсеместно в регионе. На современном этапе развития лесов районов исследований возможно констатировать начальный этап формирования светлохвойно-темнохвойных лесов с выходом на формирование темнохвойной тайги. Здесь уместно отметить, что сходные тенденции в развитии лесов со сменой доминирующих лесообразующих пород деревьев со светлохвойных на темнохвойные составляю-

щие, ранее установлены и в других районах Прибайкалья и Забайкалья [11–15]. Вероятно, такие тенденции развития лесов носят региональный характер. Продвижение темнохвойных пород деревьев в зону светлохвойных лесов в форме доминирования в подросте, с выходом во второй ярус, на начальном этапе, может свидетельствовать о сменах доминантов в подросте светлохвойных лесов и пространственном расширении темнохвойной составляющей в структуре светлохвойной тайги в регионе в целом.

*Исследование выполнено в рамках государственного задания Минобрнауки России Рег. № НИОКТР – 122041100058-2)*

### **Список литературы**

1. Арманд Д.Л., Кушнарева Г.В. Переход экосистем через критические состояния в пространстве // Экосистемы в критических состояниях. М.: Наука, 1989. С. 75–138.
2. Сочава В.Б. Растительный покров на тематических картах. Новосибирск: Наука, 1979. 189 с.
3. Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. М.–Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1964. Т. III. 530 с.
4. Полевая геоботаника / Под общ. ред. Е.М. Лавренко и А.А. Корчагина. М.–Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1976. Т. V. 319 с.
5. Методы геоботанических исследований / Сост. А.С. Боголюбов. М.: Изд-во Ассоциации «Экосистема», 1996. 21 с.
6. Флора Центральной Сибири / Под. ред. Л.И. Малышева, Г.А. Пешковой. – Новосибирск: Наука, 1979. Т. 1. 536 с.; Т. 2. 581 с.
7. Конспект флоры Азиатской России (сосудистые растения) / Под ред. К.С. Байкова. Новосибирск: Изд-во Наука, 2012. 639 с.
8. Бардунов Л.В. Определитель листостебельных мхов Центральной Сибири. Л.: Наука, 1969. 330 с.
9. Растительность юга Восточной Сибири. (Карта, М-б 1 : 1 500 000) / Отв. ред. В.Б. Сочава. М.: ГУГК, 1972. 4 л.
10. Корреляционная эколого-фитоценологическая карта. (Карта, М-б, 1 : 7 500 000) / Отв. ред. В.Б. Сочава, В.Н. Байбородин. Иркутск. Изд-во ИГ СО АН СССР, 1977. 1 л.
11. Сизых А.П. Динамика таежных и степных сообществ центральной части западного побережья озера Байкал // География и природные ресурсы. – 2005. № 4. С. 54–60.
12. Сизых А.П., Гриценюк А.П., Шеховцов А.И., Воронин В.И. Структура и тенденции формирования лесов юго-восточного побережья озера Байкал // География и природные ресурсы. 2019. № 5. С. 33–37. DOI: [http://dx.doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2019-5\(33-37\)](http://dx.doi.org/10.21782/GIPR0206-1619-2019-5(33-37))
13. Сизых А.П. Трансформация и восстановление растительности в Прибайкалье // Известия ИГУ. Серия науки о Земле. Иркутск: Изд-во ИГУ. 2021. Том 37. С. 86-102. DOI: <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.37.86>
14. Voronin V.I., Sizykh A.P., Oskolkov V.A. Structural and Dynamic Organization of Forests of the Basin of Lake Baikal // Geography and Natural Resources. 2023. Vol. 44, No. 1. P. 58–66. DOI: 10.1134/S1875372823010110
15. Воронин В.И., Сизых А.П., Осолков В.А., Гриценюк А.П., Мориц Р.С. Современная структурно-динамическая организация и тенденции развития лесов предгорий хребта Хамар-Дабан (Юго-Западное Забайкалье) // Хвойные бореальной зоны, 2023. Т. XLI. № 5. С. 412–418. DOI: 10.53374/1993-0135-2023-5-412-418

УДК 556.535.8

## **ЛАНДШАФТНО-ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ГОРОДСКИХ РЕЧНЫХ СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ МАЛЫХ РЕК Г. МОСКВЫ)**

**А.Н. Словягина, Т.Б. Фащевская**

*Институт водных проблем РАН, Москва, [ecologymos@yandex.ru](mailto:ecologymos@yandex.ru), [tf.ugatu@yandex.ru](mailto:tf.ugatu@yandex.ru)*

## **LANDSCAPE-HYDROCHEMICAL TRANSFORMATIONS OF URBAN RIVER SYSTEMS (BY THE EXAMPLE OF SMALL RIVERS OF MOSCOW)**

**A.N. Slovyagina, T.B. Fashchevskaya**

*Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences, Moscow, [ecologymos@yandex.ru](mailto:ecologymos@yandex.ru), [tf.ugatu@yandex.ru](mailto:tf.ugatu@yandex.ru)*

Водные объекты г. Москвы занимают лишь незначительную часть площади городской территории (~3%), однако выполняют важные градообразующие функции и участвуют в формировании городского ландшафта. В современных городских условиях водные объекты сильно трансформированы. Частично или полностью все водотоки заключены в дренажные коллекторы и в совокупности с городскими инженерными объектами образуют коллекторно-речную сеть, которая собирает поверхностный и дренажный сток. Часть водотоков имеет спрямленные русла и искусственно укрепленные берега, что ведет к уничтожению природных буферов на пути миграции загрязняющих веществ, поступающих в речную сеть [2].

Вынос загрязняющих веществ в речную сеть происходит вместе с поверхностным стоком [3]. Городской водосбор характеризуется наличием трудно проницаемых для атмосферных осадков территорий, ис-

кусственных покрытий и уплотненных грунтов, на поверхности которых накапливаются различные органические и неорганические вещества, выбросы автотранспорта и промышленных предприятий, продукты разрушения дорожных покрытий, почв, растительности, остатки горюче-смазочных материалов и нефтепродуктов, антигололедные реагенты и другие компоненты, поступающие от многочисленных диффузных источников загрязнения. В данной работе выполнена оценка трансформации гидрографической сети и гидрохимического состояния малой реки (р. Лихоборки), протекающей в пределах урбанизированного водосбора г. Москвы и ближайшего Подмосковья, по результатам полевых и лабораторных исследований водосбора и проб воды.

Река Лихоборка - самый крупный приток р. Яузы, берет свое начало за пределами Московской кольцевой автодороги (МКАД) и протекает по территории Северного и Северо-Восточного административных округов (САО и СВАО) г. Москвы (рис. 1). Площадь речного водосбора 58 км<sup>2</sup>. Длина реки ~17 км, из них 7 км проходят в подземных коллекторах, оставшаяся часть представляет собой условно естественное русло, местами в виде открытых каналов с искусственно укрепленными берегами.

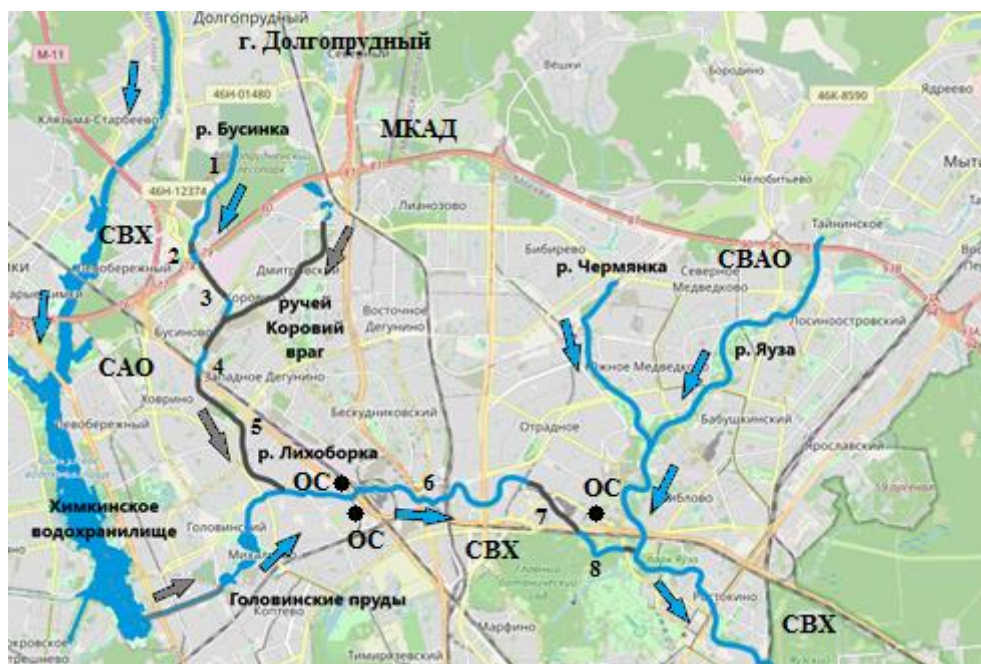


Рис. 1. Расположение водных объектов в САО и СВАО г. Москвы (стрелками показано направление течения реки, серым цветом – речное русло в коллекторе, голубым цветом – открытое русло; ● ОС – очистное сооружение).

Река Лихоборка берет начало в районе г. Долгопрудный Московской области (и до слияния с ручьем Коровий враг называется р. Бусинкой), протекает через полигоны твердых бытовых отходов (ТБО) Долгопрудненский и Левобережный, пересекает МКАД в районе 79 км и уходит в подземный коллектор, где принимает сбросные воды ТЭЦ, а в зимний период - талые воды со снегосплавной станции «Ижорская». Далее на 300 м река выходит в открытое русло и протекает через промзону «Бусиново» и «Коровино». Затем вновь уходит в подземный коллектор, где сливается с ручьем Коровий враг и, пройдя почти 800 метров под землей, выходит на поверхность в районе Октябрьской железной дороги. После этого река уходит под землю более чем на 3 км, где протекает через жилой сектор и промзону «Автомоторная», снова выходит в открытое русло на ~6 км в районе Лихоборской набережной, несколько раз пересекая ж/д пути, автомобильную дорогу – северо-восточную хорду (СВХ), Дмитровское и Алтуфьевское шоссе, затем уходит под землю почти на 1,6 км, после выходит на поверхность в парковой зоне и впадает в р. Яуза в парке «Ботанический сад». Характеристика коллекторно-речной сети р. Лихоборка приведена в таблице.

Для обводнения и улучшения санитарно-экологического состояния р. Яузы через Головинский канал, а также систему вышерасположенных проточных прудов с одноименным названием, в р. Лихоборка поступает вода из Химкинского водохранилища (рис. 1). Расчетная водоподача составляет 6 м<sup>3</sup>/с, фактическая (начиная с середины 1990-х годов) – в среднем около 1 м<sup>3</sup>/с [3].

Как видно из табл. 1, русловая сеть р. Лихоборка сильно трансформирована, коллекторная сеть составляет ~40 % от общей длины реки. Кроме этого, водный объект нагружен множеством водовыпусков ливневой канализации, количество которых на самом протяженном участке открытого русла в 5,65 км составляет 54 ед., т.е. по 1 водовыпуску на каждые 100 м. Эти водовыпуски относятся к московской городской водоотводящей системе, и через них сбрасываются воды с городской территории без очистки.



Характеристика коллекторно-речной сети р. Лихоборка [1].

| № | Участок (от и до)   | Открытое русло, м | Коллектор, м | Коллектор, диаметр, мм | Водовыпуски ливневой канализации в открытое русло, ед. | Количество очистных сооружений, ед. |
|---|---|-------------------|--------------|------------------------|--|-------------------------------------|
| 1 | г. Долгопрудный – МКАД 79 км                              | 2326              | 60           | 1000                   | 0  | 0                                   |
| 2 | МКАД 79 км – Ижорская                                     | 70                | 1070         | 2500                   | 1  | 0                                   |
| 3 | Ижорская д. 8, стр. 1 – Ижорская д. 6, стр. 10            | 295               | 760          | 3000                   | 1  | 0                                   |
| 4 | Ижорская д. 6, стр. 10 – Зеленоградская д. 23             | 525               | 0            | 0                      | 2  | 0                                   |
| 5 | Зеленоградская д. 23 – Лихоборская наб., д. 5, стр. 3     | 0                 | 3045         | 3000-2500              | 0  | 0                                   |
| 6 | Лихоборская наб., д. 5, стр. 3 – Хачатуряна д. 10, стр. 1 | 5650              | 330          | 3000-5500              | 54   | 2                                   |
| 7 | Хачатуряна д. 10, стр. 1 – СВХ                            | 0                 | 1550         | 3500-4350              | 0  | 1                                   |
| 8 | СВХ – р. Яуза   | 1365              | 185          | 3500                   | 4  | 0                                   |
|   | ИТОГО   | 10231             | 7000         |                        | 62   | 3                                   |

Стоит отметить, что до 2022 г. на всем протяжении р. Лихоборка имелось лишь 1 очистное сооружение в районе ул. Березовая аллея. После строительства автомобильной дороги – СВХ появилось еще 2 очистных сооружения, что явно недостаточно, учитывая нагрузку, которую испытывает водоток.

Результаты полевых исследований водосбора и лабораторных анализов проб воды р. Лихоборки за период 2016-2022 гг. приводятся в работах [3–5]. Установлено, что речная вода на всем протяжении реки не соответствует нормативам качества для водных объектов рыбохозяйственного водопользования по показателям: взвешенные вещества, нефтепродукты, ХПК, БПК<sub>5</sub>, азот аммонийный. Определено, что в различных точках русловой сети вода р. Лихоборки не соответствует нормативам качества и для культурно-бытового водопользования: вероятность превышения предельно-допустимого содержания в речной воде органических веществ, оцениваемых по ХПК, варьирует в диапазоне 60-98%, азота аммонийного – 44–99,9%, органических веществ, оцениваемых по БПК<sub>5</sub>, – 50-95%, взвешенных веществ – ~90%, нефтепродуктов – 46-82%, хлоридов – 10-22%.

Выявлены особенности гидрохимического режима р. Лихоборки, отличающие городские водотоки от природных водных объектов, и свидетельствующие о подчиненности природных факторов формирования химического состава воды антропогенным. Установлены основные факторы, влияющие на формирование качества воды на различных участках водотока [5]. Определено [4], что чрезвычайную опасность для экологического состояния р. Лихоборки представляет залповое поступление загрязненных вод в результате аварий на предприятиях, использующих систему ливневой канализации для приема сточных вод, или в результате несанкционированных сливов жидких отходов различного происхождения в систему водостока или непосредственно в водоток (рис. 2). В таких случаях отмечаются высокие и экстремально высокие уровни загрязнения (ВЗ и ЭВЗ) речной воды.



Рис. 2. Залповое поступление загрязняющих веществ в р. Лихоборка (а – 2017 г., б – 2020 г., фото авторов).

Выполнена вероятностная оценка наступления случаев ВЗ и ЭВЗ р. Лихоборки. В различных точках речной сети высокое ( $\geq 10$  ПДК) загрязнение реки взвешенными веществами происходит с вероятностью 2,5-8%, нефтепродуктами – с вероятностью 1,4–14%, азотом аммонийным – 4,2-91%, загрязняющими веществами, оцениваемыми по ХПК – 1–12%. Вероятность высокого загрязнения ( $\geq 5$  ПДК), оцениваемого по БПК<sub>5</sub>, достигает 9–56%. На отдельных участках реки с вероятностью 0,6% (ХПК) – 21% (азот аммонийный) фиксируется экстремально высокое ( $\geq 50$  ПДК) загрязнение.

Установлено, что повсеместно на протяжении р. Лихоборки наблюдается тепловое ее загрязнение: температура воды превышает температуру воздуха в 1.9 раз – 2.4 раза, что может быть связано как с разрешенным сбросом в реку сточных вод ТЭЦ, так и с влиянием неустановленных источников [4].

Таким образом, установлено, что сильная трансформация естественной гидрографической сети р. Лихоборки, а также рассредоточенные по водосбору источники диффузного загрязнения оказывают негативное влияние на формирование качества воды городского водотока и его способность к самоочищению. Современное экологическое состояние р. Лихоборки можно оценить, как неудовлетворительное, несмотря на проводимые водоохранные мероприятия.

### Список литературы

1. О предварительных итогах выполнения Программы Правительства Москвы за 2003 год и Программе Правительства Москвы в 2004 год (с изменениями на 17 мая 2005 года) (утратило силу на основании постановления Правительства Москвы от 24.05.2016 N 284-ПП). Приложение 13 к постановлению Правительства Москвы от 30 декабря 2003 года N 1109-ПП.

2. Полянин В.О., Фащевская Т.Б., Словягина А.Н. Особенности формирования и регулирования диффузного загрязнения в пределах городских территорий (на примере р. Яузы) // Водные ресурсы. – 2023. – Т. 50. – № 1. – С. 53–67.

3. Словягина А.Н., Полянин В.О., Фащевская Т.Б. Пространственно-временная динамика качества воды городского водотока (на примере р. Лихоборка) / Сборник статей, посвященный 100-летию со дня образования Гидрохимического института «Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод». Часть 1. – Ростов-на-Дону, 2020. – С. 146–152.

4. Словягина, А.Н., Фащевская Т.Б., Полянин В.О. Гидрохимическая съемка состояния и загрязнения Р. Лихоборки / Материалы III всероссийской научной конференции с международным участием «Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды: приземный климат, загрязняющие и климатически активные вещества», Москва, 15–17 ноября 2023 года. – Москва: Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, 2023. – С. 304–308.

5. Фащевская Т.Б., Словягина А.Н., Полянин В.О., Алгушаева А.В. Антропогенные изменения гидрохимического режима и качества воды городского водотока (на примере реки Лихоборки, Московский регион) // Водные ресурсы. – 2023. – Т. 50. – № 2. – С. 203–217.

## УЧЕНИЕ СТАРОЖИЛОВА О НООЛАНДШАФТОСФЕРЕ ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ – ПРИОРИТЕТНЫЙ ФУНДАМЕНТ ПРАКТИК ПРИКЛАДНОЙ ЛАНДШАФТНОЙ ГЕОГРАФИИ В.Т. Старожилов

*Дальневосточный федеральный университет,  
Институт Мирового океана, Тихоокеанский международный ландшафтный центр, Кафедра почвоведения, Владивосток, Starozhilov.vt@dvfu.ru*

## STAROZHILOV'S TEACHING ABOUT THE NOOLANDSCAPER OF PLANET EARTH IS A PRIORITY FOUNDATION FOR THE PRACTICES OF INNOVATIVE LANDSCAPE GEOGRAPHY V.T. Starozhilov

*Far Eastern Federal University, World Ocean Institute, Pacific International Landscape Center, Department of Soil Science, Vladivostok, Starozhilov.vt@dvfu.ru*

### Введение

Работа это продолжение авторских разработок «Ландшафтопользование России», «Нооландшафтосфера», «Природа без границ: нооландшафтосфера и парадигма ландшафтопользование», «Природа без границ: нооландшафтосфера», «Учение Старожилова о нооландшафтосферы планеты Земля», «Нооландшафтосфера – фундамент практик земледелия планеты Земля»; учебников: «Ландшафтная география юга Тихоокеанского ландшафтного пояса России», «Ландшафтное районирование юга Тихоокеанского ландшафтного пояса России», «Природопользование: практическая ландшафтная география», и других. Они представляют фундаментальные разработки по новому в России и мире научно-прикладному направлению по моделям природы (ландшафтам) как фундамента практик отраслевого и комплексного освоения, экологии планеты Земля и развития в целом инновационных технологий и которые практически составляют основы фундамент практик разрабатываемой на Востоке России ландшафтной географии

Все отмеченные выше работы представляют собой разработки ландшафтно -прикладного направления ландшафтной географии и нацелены на выполнение государственных задач по освоению, развитию любых инновационных технологий, например, почвоведения и созданию благоприятной экологии для существования цивилизаций планеты Земля. Работа связана с усилением освоения России и особенно с планами развития и освоения её восточных регионов. Планы сегодняшнего дня потребовали от науки, практики и образования новых современных подходов, новых технологий и компетенций в решении задач практик освоения. Отмеченное определило разработки Тихоокеанского международного ландшафтного центра и зав. кафедрой почвоведения Дальневосточного федерального университета профессора В. Старожилова. В 2023 году в рамках ландшафтной географии были разработаны парадигма «Ландшафтопользование России», разработаны, сформулированы и выделены новая геологическая оболочка «Нооландшафтосфера», «Нооландшафтосфера – приоритетная основа развития любых инновационных технологий освоения». Они как фундаментальные направления знаний определили обобщение материалов (не только теоретических, но и экспедиционных производственных исследований, более 30 полевых сезонов) и разработку на основе знаний о них учения о нооландшафтосфере как фундамента практик освоения и в целом развития фундамента практик ландшафтной географии. Оно в Дальневосточном федеральном университете получило название «Учение Старожилова о нооландшафтосфере планеты Земля», а по содержанию представляет учение о фундаменте практик освоения и фундаменте практик ландшафтной географии.

Цель публикации – доложить и обсудить важность выделения нооландшафтосферы и учения о ней как фундамента практик освоения планеты Земля, использовать знания о ней на практике как глобальную классификационную геологическую сферу и применять её на практиках науки, образовании и производства. Модели нооландшафтосферы нами представляются фундаментом практик ландшафтной географии для построения гармонизированных с природой (ландшафтами) любых моделей инновационного развития любых технологий освоения (экологических, почвенных, сельскохозяйственных, землепользовательских экономических, социальных, политических, биологических и других), а также пространственного развития России и планеты Земля.

#### **Материалы и методы**

Значимым является то, что в основу обоснования и утверждения парадигмы ландшафтопользование России и учения о нооландшафтосфере положены направленные на практическую реализацию ландшафтного подхода многолетние (30 полевых сезонов, включая 15 лет производственной работы в геологической экспедиции Приморского края) авторские полевые геолого-географические и географические научные и производственные исследования обширной территории окраинной зоны Востока России, которые в свою очередь включают полевые исследования Сихотэ-Алинской, Сахалинской, Камчатской, Анадырской ландшафтных областей. При выполнении исследований используется значительный материал по ландшафтам, полученный благодаря работ по Тихоокеанскому ландшафтному поясу (doi:10.18411/a-2017-089), а также при разработке парадигм: общей Дальневосточной ландшафтной парадигмы и Дальневосточной ландшафтной парадигмы индикации и планирования (doi:10.18411/lj-05-2020-26), разработок по картографическому оцифрованному ландшафтному обеспечению индикации, планирования и геоэкологического мониторинга юга Тихоокеанского ландшафтного пояса России (doi:10.18411/lj-05-2020-27), и многих других материалов.

В основу доказательной базы также положены результаты практической реализации ландшафтного подхода с применением ландшафтной индикации в различных областях природопользования: установления ландшафтного статуса объектов природопользования в существующей системе ландшафтов региона, регионального выявления и оценки природоохранных и экологических проблем, выявления возможных техногенных преобразований ландшафтов при природопользовании, применения региональных методик поиска минерально-сырьевых ресурсов, Использовались материалы применения ландшафтного метода при решении многих других прикладных задач, например при изучении экологии теплоэлектростанции, землеустройства, прогноза минерально-сырьевых ресурсов по фосфору, апатиту и другим [1-14].

Кроме того, использовались современные карты и объяснительные записки к ним:

- карта ландшафтов Тихоокеанского ландшафтного пояса, областей, провинций в масштабе 1: 3000 000 (автор В.Т. Старожилов); ландшафтная карта Приморского края масштаба 1:1 000 000 (автор В.Т. Старожилов); карта ландшафтного районирования Приморского края масштаба 1:1 000 000 (автор В.Т. Старожилов); ландшафтная карта острова Сахалин в масштабе 1: 500 000.; ландшафтная карта урочищ и групп урочищ о. Русский и прилегающих к нему островов Владивостокского городского округа масштаба 1: 25 000; карта положения и эволюции палеоструктур и сопряженных с ними элементов зоны перехода северо-востока Азии к Тихоокеанской плите.

Кроме того, получен фундаментальный результат по ландшафтам континентального обрамления Тихого океана в системе ландшафт, вид, род, класс, тип, округ, провинция, область, пояс, страна, сфера.

Общей методологической основой исследований используется методология ландшафтного научно-прикладного направления, разработанная профессором Старожиловым. Она базируется на применении данных ландшафтного подхода в различных отраслях производства Востока России.

При исследовании использовалась методология новой ландшафтной стратегии (doi:10.18411/lj-04-2021-23). В ней учтены разработанные профессором Старожиловым методологические подходы на основе современных, прогрессивных результатов ландшафтного научно-прикладного направления. Применено новое авторское понимание ландшафта как природного тела, имеющего границы: высотные, глубинные и горизонтальные. Понимание ландшафта как природного тела позволило провести паспортизацию ландшафтов. Паспортизация ландшафтов позволила составить на основе этих данных ландшафтный «фундамент» пространственной организации. Ландшафтные данные обеспечили выделения узловых ландшафтных структур освоения (DOI: 24411/1816-1863-2018-12072). При этом последние выступают источником изменений и размещения конкурентноспособных технологий, предприятий и компаний. Кроме того полученные результаты рассматриваются основой моделей освоения и развития территорий во времени и пространстве и что важно так это то что в связи с выделением глобальной нооландшафтосферы появилась возможность привлекать материалы по формирующими нооландшафтосферу вещественным, энергетическим и информационных потоков не только взаимодействующих, взаимопроникающих друг в друга потокам атмосферы, гидросферы, атмосферы, но и планеты Земля, планет Солнечной системы и Вселенной. Материалы по потокам, при выделении и формулировании «Учения Старожилова о нооландшафтосфере планеты Земля», как фундамента практик освоения нами также использовались, рассматривались и привлекались материалы по геологическим, геофизическим, физическим, геохимическим и другим потокам, полученных автором в геологосъемочной экспедиции «Примгеолкома» при выполнении тематических работ по моделированию и прогнозу минерально-сырьевых ресурсов, составлении формационной, ландшафтной, почвенной карт Приморского края в масштабе 1: 500 000, геологической съемке и исследований геодинамической и палеогеографической эволюции геосистемы Восток России – океан.

### Результаты

По результатам разработок формулируется, что любое освоение любой ландшафтной территории затрагивает прежде всего ландшафтные условия. Ландшафты в целом основа того, что ландшафтные условия представляют собой базовые основы - природный «фундамент» как отраслевого и в том числе почвоведения, так и комплексного освоения, и в целом пространственного развития территорий. Именно ландшафт является первоначальными объектами, фокусом хозяйственной деятельности и основой для гармонизированного с природой построения моделей освоения. И прежде, чем перейти к построению моделей комплексного и отраслевого освоения территорий, проектировщики должны иметь материалы по природным основам освоения (ландшафтным телам) и только после их индикации, анализа и синтеза, оценки, а также выделения ландшафтных узловых структур освоения, проводить работы по проектированию, планированию объектов освоения и решения проблем инновационного развития различных технологий, а также трансформаций и в целом развития территорий. То есть первоначальным объектом внимания являются природные тела (ландшафты). Они вовлекаются уже на первоначальном этапе планирования и решения проблем отраслевого и комплексного освоения, и оно зависит от результатов оценки возможностей вовлечения ландшафтов в проектирование. В целом выбор ландшафтных параметров освоения и решения отраслевых проблем, создание ландшафтного «фундамента» пространственной организации, обеспечивающей достижение заявленных целей пространственного развития представляют особую самостоятельную парадигму России и она в учении о нооландшафтосфере названа «ландшафтопользование России».

В целом в «учении Старожилова о нооландшафтосфере планеты Земля» парадигма ландшафтопользование России представляет собой особую научно – прикладную парадигму деятельности в освоении и решении отраслевых проблем формулируется как *создание* ландшафтного «фундамента» пространственной организации, обеспечивающей достижение заявленных целей пространственного развития с узловыми ландшафтными структурами освоения, выступающих источником изменений и размещения конкурентноспособных технологий, предприятий и компаний, направленного на рациональное освоение и использование территорий, минимизацию глобальных и региональных последствий изменения природы и общества, поиск и внедрение инновационных подходов в устойчивом, экологически сбалансированном и безопасном развитии территорий.

В свою очередь парадигма «ландшафтопользование России» создает новую геологическую оболочку - нооландшафтосферу. Она представляет собой ландшафтный «фундамент» пространственной организации, обеспечивающей достижение заявленных целей пространственного развития с узловыми ландшафтными структурами освоения, выступающих источником изменений и размещения конкурентноспособных технологий, предприятий и компаний. В свою очередь, нооландшафтосфера рассматривается как основа для построения научных и практик-моделей решения проблем отраслевого и комплексного освоения и пространственного развития территорий.

Учение Старожилова о нооландшафтосфере основывается на междисциплинарном синтезе, анализе и оценке природы, которое включает вещественные комплексы литосферы, тектонику, рельеф, климат, воды, почвы, растительность, биоценозы полимасштабных ландшафтов.

### **Заключение**

На основе применения парадигмы «Ландшафтопользование России» и знаний по разрабатываемой автором ландшафтной географии выделен важный фундамент практик освоения не только России, но и планеты Земля – нооландшафтосфера и учение и ней. По большому счету выделенная сфера как глобальный фундамент практик комплексного и отраслевого освоения и в целом практик прикладной ландшафтной географии позволит человечеству обобщить и обобщать накопленный статистический материал по освоению сферы не только отдельных территорий, стран, например, России, но и цивилизаций в целом. Это в свою очередь даст возможность увидеть трансформации ландшафтов на уровне такого внутреннего их содержания, как вещественные комплексы литосферы, тектоники, рельефа, климата, вод, почв, растительности и биоценозов. На государственных уровнях, наметить экологически достойные пути освоения территорий и уже сегодня принять меры по путям сохранения уже трансформируемого фундамента практик освоения и определить действия по решению в целом проблем сохранения нооландшафтосферы, как природного дома цивилизаций Земли.

### **Список литературы**

1. Старожилов В.Т. Вопросы землеустройства и землеустроительного проектирования. Гераськин М.М., Троицкий В.П., Нестерова О.В., Старожилов В.Т., Пилипушка В.Н. учебное пособие / Владивосток. 2009.
2. Старожилов В.Т. Человек и природа в социокультурном измерении: актуальные социально-экономические проблемы населения горняцких поселков. Леонинко А.В., Старожилов В.Т. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. №55. С.353–362.
3. Старожилов В.Т. Уровни фосфоритонакопления Приморья/ В сборнике фосфаты Дальнего Востока. Владивосток 1980. С. 131–134.
4. Старожилов В.Т. Потенциально фосфоритоносные формации Приморья. / В сборнике: Геохимия и петрохимия осадочных комплексов Д В. Владивосток. 1980. С. 100–108.
5. Старожилов В.Т. Ландшафтная география Приморья. Том. Книга 2. Районирование. Владивосток. 2013.
6. Старожилов В.Т. Геохимия и рудоносность базитов и гипербазитов фундамента ландшафтов складчатых областей зоны перехода северо-востока Азии к Тихоокеанской плите. / В сборнике: Дальний Восток России: География. Гидрометеорология. Геоэкология. Материалы шестой научной конференции: к всемирным дням Воды и Метеорологии. 2005.С. 174–179.
7. Старожилов В.Т. Геоэкология ландшафтов зоны влияния теплоэлектростанции: Старожилов В.Т., Матвеев Т. И., Крупская Л. Т., Дербенцева А. М., Коробова И. В. Владивосток. 2009.
8. Старожилов В.Т. Ландшафтное картографирование районов минерально-сырьевого природопользования в Приморье. / Изв. Рос. акад. Наук. Сер.геогр. 2013. № 1. С. 99–104
9. Старожилов В.Т. и др. Особенности химической деградации почв в ландшафтах юга Дальнего Востока. Папынов Е.К., Дербенцева А.М., Майорова П.П., Трегубова В.Г., Старожилов В.Т., Назаркина А.В., Матвеев Т.И., Пилипушка Л.Г., Пилипушка В.Н. Монография / Владивосток. 2010.
10. Старожилов В.Т. Гидромелиорации и влияние их на водный режим и твердый сток водосборов. Березников К. П., Сакара Н. А., Крупская Л. Т., Дербенцева А. М., Старожилов В.Т., Степанова А.И., Нестерова О. В., Ознобихин В. И. Монография / Владивосток. 2009.
11. Старожилов В.Т., Дербенцева А.М., Ознобихин В.И., Крупская Л.Т., Степанова А.И. Ландшафтные условия развития эрозионно-денудационных процессов юга Дальнего Востока. Владивосток. 2008.
12. Старожилов В.Т. Ландшафтное картографирование районов минерально-сырьевого природопользования в Приморье. / Изв. Рос. акад. Наук. Сер.геогр. 2013. № 1. С. 99–104
13. Атлас Приморского края. Вострецов Ю.Е., Кононенко Н.А., Сергеев О.И., Тураев В.А., Галлямова Л.И., Мандрик А.Т., Проскурина Л.И., Вашук А.С., Медведева Л.М. и др.
14. Старожилов В.Т. Ландшафтная география Приморья. Том. Книга 2. Районирование. Владивосток. 2013.

## **ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЛЗАНСКОГО ТЕХНОГЕННОГО ЛАНДШАФТА БЦБК**

**А.Н. Сутурин, Н.Н. Куликова, Ю.А. Дамбинов**  
*Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, san@lin.irk.ru*

## **GEOCHEMICAL STUDIES OF SOLZAN TECHNOGENIC LANDSCAPE OF THE BPPM**

**A.N. Suturin, N.N. Kulikova, Yu.A. Dambinov**  
*Limnological Institute SB RAS, Irkutsk, san@lin.irk.ru*

Байкальский целлюлозно-бумажный комбинат (БЦБК) уже с первых лет проектирования и строительства объективно считался главным источником загрязнения оз. Байкал. В атмосферу из труб цехов и ТЭЦ комбината выбрасывались значительные объемы газов, в том числе дурнопахнущих; очищенные сточные

воды загрязняли акваторию озера, проливы цехов и продуктопроводов создавали купол подземных загрязненных вод, на промплощадке и в окрестностях г. Байкальска на полигонах накопленные многомиллионные объемы промтоходов. Остановка БЦБК в 2012 году лишь уменьшила объем сточных вод, прекратился выброс дурнопахнущих газов. Ситуация с полигонами промтоходов, субаквальным поступлением стоков из купола загрязненных вод и общей экологической деградации промплощадки значительно осложнилось.

Системная оценка экологического состояния промплощадки БЦБК возможна ландшафтно-геохимическими методами. В пределах промплощадки выделяются 3 ландшафтно-геохимических подсистемы: собственно, промплощадка с полуразрушенными цехами, действующей ТЭЦ, КОС, прудами-отстойниками и прочими вспомогательными объектами; Солзанский полигон с золой углей и шлам-лигнином и Бабхинский полигон с золой и бытовым мусором.

БЦБК был построен на селевом конусе – выносе рек Солзан, Большая и Малая Осиновка. Мощность несортированных крупноглыбовых селевых отложений достигает 300 метров. Промплощадка находится в зоне 8-10 балльных землетрясений. Поэтому большинство продуктопроводов разрушено и протечки из них до сих пор увеличивает мощность загрязнённых подземных вод. Прекращение работы перехватывающих скважин обеспечило свободных слив загрязнённых грунтовых вод в озеро. Акватория возле промплощадки загрязнена в большей степени, чем при действующем комбинате. Снос цехов, расчистка площадки без соответствующих мер защиты лишь увеличат загрязнение озера. Почвы на всей территории БЦБК носят техногенный характер, проницаемы, поэтому все работы по сносу цехов приведут к увеличению площади и мощности загрязненных подземных горизонтов и соответственно субаквальных стоков в озеро Байкал.

Солзанский полигон шламонакопителей расположен на склоне предгорьев Хамар-Дабана. Нижней границей исследуемой территории является берег озера Байкал и литораль озера. Строительство Солзанского полигона карт-шламонакопителей завершило антропогенную деградацию природных ландшафтов. Русло р. Б. Осиновка с долинным биогеоценозом и реликтовый лес предгорий с черничными кустарниками составляют реликтовую зону ландшафтов.

Техногенные объекты – карты шламонакопители заполнялись шлам - лигнином в последовательности 1-7, затем 9, 10. Восьмая карта использовалась как объект для сброса сточных вод в период ремонта, профилактики или при аварийных ситуациях. С 1995 года началось так называемая рекультивация карт. Это сопровождалось нарушением локальных геохимических обстановок в каждой карте. Карту № 1 превратили в свалку бытового, промышленного и строительного мусора. С 1989 года в карты 4,5,6, и 7 стали сбрасывать зольную пульпу. Этот процесс привел к кардинальному изменению геохимической обстановки и ухудшению качества надшламовых вод.

В настоящее время в Солзанском техногенном ландшафте выделяется четыре типа элементарных ландшафтов:

- линейные ландшафтные зоны (дороги, дамбы карт, просеки линий электропередач).
- заросшие заполненные отходами карьеры
- реликтовые участки первичных горно-таёжных ландшафтов с сохранившимися долинами рек.
- инженерные гидротехнические сооружения - карты-шламонакопители.

Последний тип элементарного геохимического ландшафта, в зависимости от истории заполнения карты подразделяется на три типа:

- шлам - лигниновые (карты 2,3,8,9,10),
- мусорные (карта 1),
- зольно - шлам - лигниновые (4,5,6,7,)

Геохимическая обстановка и состав надшламовых вод карт различен. В пределах Солзанского полигона выделяется несколько типов миграционных потоков элементов. Все они оцениваются по степени влияния на прибрежные аквальные ландшафты оз. Байкал. Зону карт Солзанского полигона пересекает долина реки Б. Осиновка. Отобранные геохимические пробы воды из реки в участке реки выше карт, ниже их и в самом устье показали, что микроэлементный состав вод реки остается неизменным.

На правом берегу р. Б. Осиновка расположены карты 10. 9. 8. Они не влияют на состав воды реки. 9 и 10 карты отмечаются хорошим состоянием дамб. Значительных протечек в картах не отмечается и скважины, пробуренные ниже карт сухие. Карта 8, заполнена сточными водами на большую часть объема. Дамба карты в западной части негерметична. Видны ручьи, стекающие с её нижней поверхности. В скважине, пробуренной с западной части карты № 8 геохимический состав вод наиболее характерен для вод стоков комбината. Это уже не Са – Mg воды, а натриевые хлоридно-сульфатные.

По микроэлементам воды скважины 10 значительно отличаются от исходных вод и подземных вод карт 1-7.

Самыми загрязненными оказались скважины 14 и 15. Они пробурены на берегу озера. Скважина 14 расположена между прудом – аэратором и озером. Пруд аэратор негерметичен. Протоки из него фиксируются скважиной. Вода из неё наиболее минерализована и содержит широкий спектр микроэлементов. Скважина 15 характеризует суммарный эффект протоков из карты 8, влияние железной дороги и прибрежных построек.

Участок расположения карт-шламонакопителей находится на наклонной подгорной равнине. Уклон слабый около 5°. Исходный рельеф при создании накопителей-бассейнов в 1962 г. был террасирован. Фактически природный комплекс на участке расположения накопителей шлама был преобразован полностью. Внешнее проявление влияния карт на окружение связано только с изменением пространственной структуры геосистем и их состояний на месте расположения карт.

Для строительства карт-накопителей в качестве изолирующего слоя (1м) использовались суглинки с коэффициентом фильтрации 0,001м/сут, которые очевидно претерпели преобразования. Переотложенные валунно - галечные грунты тела дамб приобрели состояние природных аналогов за период эксплуатации карт.

Почвы района карьера и непосредственно примыкающие к картам -накопителям шлам-лигнина можно охарактеризовать как почво-грунты с фрагментами техногенных аналогов серых лесных и луговых почв. Верхний 10-ти сантиметровой слой почво- грунта района карьера - серый бесструктурный каменистый средне-суглинистый, с очень низким содержанием гумуса.

Бабхинский полигон, состоящий из 3 карт 12, 13 и 14 использовался для сброса зольной пульпы ТЭЦ. Карты построены на первой левобережной надпойменной террасе. р. Бабхи. Глиняный замок дна и дамб карт Бабхинского полигона обеспечили их герметичность. Осветленная вода после отстоя зольной пульпы возвращалась на ТЭЦ.

12 карту после заполнения золой превратили в свалку бытового мусора. Причем несанкционированная свалка велась по всему периметру 12 и 13 карт, что повлекло микробиологическое загрязнение всей территории полигона. Предложенные мероприятия на Бабхинском полигоне не решают кардинально проблем ремедиации территорий.

*Работа выполнена в Лимнологическом институте СО РАН в рамках государственного задания при финансовой поддержке Минобрнауки РФ (проекты 0345-2019-0010, 0279-2021-0008).*

## **Заключение**

1. Рекультивация промплощадки БЦБК должна вестись по специальному проекту с учетом имеющихся и возникших угроз озеру.

2. Первоочередной мерой должно стать создание сети перехватывающих скважин в районе выявленных электотомографией подземных потоков загрязненных вод.

3. Особое внимание следует уделять складом химикатов и систем водоподготовки.

4. Для очистки загрязненных вод должны быть задействованы специальные очистные сооружения со сбросом стоков в пруды отстойники.

5. Ландшафтно-геохимические изыскания Солзанского полигона позволили выделить элементарные ландшафты, не охваченные антропогенным влиянием. Это долинные биогеоценозы и зоны реликтовых хвойных лесов. Эти участки необходимо сохранить в процессе рекультивации.

6. Линейные участки (дороги, линии электропередач могут использоваться как транспортные линии при рекультивации.

Воды р. Б.Осиновка не загрязнены и не несут следов влияния карт – шламонакопителей.

8. Миграционные потоки элементов в подземных водах испытывают влияние карьера древесных отходов. Свой вклад в изменение химического состава подземных вод вносят протечки из карт, наибольшее влияние оказывают карты № 1 и 8. Карты 4-7 опасны, тем, что переполняющая их зольная пульпа, дренирует в подземные горизонты и периодически попадает в р. Б. Осиновка.

9. Состав почвогрунтов в пределах Солзанского полигона преимущественно техногенный. Техноземы 2 типов – одни формируются на древесных отходах, другие на валунно-галечном субстрате дамб карт. Характер развития последних почвогрунтов аналогичен созданию аллювиальных почв.

10. Все элементарные геохимические ландшафты на территории стабилизированы. Воздействие на окружающую среду оказывает свалка древесных отходов, карта № 8 из-за протечек, карта №1 из-за нарушения фильтрационного экрана, и карты, в которые сбрасывается зольная пульпа (4-7).

11. Нарушение границ элементарных геохимических ландшафтов возможно при сильных ливнях, наводнениях, аварийных переполнениях карт и катастрофических селевых потоках. В этих случаях перенос органических масс шлам-лигнина может достигнуть озера Байкал. Экосистеме озера в зоне г. Байкальска будет нанесён непоправимый ущерб.

12. На Бабхинском полигоне 12 и 13 карту рекультивировать с использованием золы как материалы обеспечивающего дезодорацию прекращение гнилостных процессов.

13. На месте 12 и 13 карт после технической рекультивации целесообразно провести биологическую рекультивацию с размещением на площадке мотелей, стоянок для автобусов и большегрузов, ремонтной базой и автозаправки.

14. Золу карты 14 использовать для рекультивации карт Солзанского полигона, на освободившемся месте устроить рекреационный водоем с соответствующей инфраструктурой.

15. В связи с появившимися новыми проблемами необходимо сменить концепцию ремедиации промплощадки БЦБК с созданием рекреационного центра, не оказывающего негативного влияния на озеро Байкал.

УДК 553.731

**МИНЕРАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ДАБАН-ГОРХОН:  
ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ВОД И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ**

**А.В. Украинцев, А.М. Плюснин**

*Геологический институт им. Н.Л. Дobreцова СО РАН, г. Улан-Удэ, ukraintsev87@bk.ru*

**DABAN-GORKHON MINERAL SPRING:  
WATER COMPOSITION PECULIARITIES AND FORMATION CONDITIONS**

**A.V. Ukraintsev, A.M. Plyusnin**

*Dobretsov Geological Institute of SB RAS, Ulan-Ude, ukraintsev87@bk.ru*

Холодный минеральный источник Дабан-Горхон ( $52^{\circ}25'277''N$   $111^{\circ}48'422''E$ ) находится в 22 км к юго-востоку от с. Сосново-Озёрское Еравнинского района Бурятии, на левом берегу р. Уды, в 2 км от ее русла (рис. 1). Родник восходящий, разгружается в правом борту пади Дабан-Горхон в воронку, достигающую 10-12 м в диаметре. Выход источника расположен у подножия склона, в ложине, которая протягивается с северо-востока от угольного месторождения. Дебит родника составляет 0,6-0,7 л/сек [2]. Вдоль ручейка, берущего начало на источнике, имеются охристые и коричневые отложения и биоматы. Результаты исследования микробных сообществ воды и донных осадков источника Дабан-Горхон показали широкое распространение в исследуемых сообществах бактерий цикла железа, что определяется присутствием железа в воде [1]. Возле выхода источника построены несколько небольших домиков и примитивные ванны, вода используется местным населением для лечения.



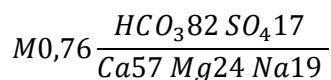
Рис. 1. Расположение минерального источника Дабан-Горхон.

Основные физико-химические параметры воды минерального источника измерялись непосредственно в полевых условиях. Показатель pH определялся с помощью портативного pH-метра PH-911, эквивалентное солесодержание (TDS) – с помощью кондуктометра «МАРК-603», температура воды измерялась циф-



ровым термометром «CENTER 375». Отбирались пробы воды для лабораторного изучения их химического состава. Воду для макрокомпонентного анализа отбирали в пластиковые бутылки объемом 1,5 л, анализ выполнялся в сертифицированной лаборатории Геологического института СО РАН (аналитик Д.И. Жамбалова) по стандартным методикам для пресных и соленых вод. Анализ микроэлементного состава выполнен методом ICP-MS на квадрупольном масс-спектрометре Agilent 7500 се в Лимнологическом институте СО РАН.

Вода Дабан-Горхонского источника на выходе имеет низкую температуру, измерения 2019 и 2023 гг. показали значения около 0,4°C. Основные физико-химические характеристики воды: pH – 6,9 и 7,0; TDS – 356 и 372,6 мг/л соответственно. По химическому составу вода относится к гидрокарбонатным магниво-кальциевым. Формула Курлова имеет вид:



В ряде исследований воду источника Дабан-Горхон относят к железистому типу. Содержание железа по разным оценкам составляет от 2,2 мг/л [1] до 18 мг/л [2]. Содержание свободной углекислоты – 0,2 г/л [2].

Источник Дабан-Горхон находится в поле распространения угленосных пород Гусиноозерской серии, в которую входят Селенгинская и Сангинская свиты. В районе выхода минеральных вод присутствуют участки редкоземельной, тантал-ниобиевой и медной минерализации. Область питания источника сильно раздроблена тектоническими нарушениями, по которым и происходит движение вод. В центральной части Дабан-Горхонской синклинали установлено разрывное нарушение (приосевой взброс) северо-восточного простирания в отложениях сангинской и селенгинской свит, плоскость сместителя которого падает к юго-востоку под углом 70°. Амплитуда перемещения блоков по приосевому взбросу составляет десятки метров [3]. К этому разлому и приурочен выход минерального источника.

В 2023 году в районе выхода источника были отобраны 5 проб конденсационной влаги. Конденсат собирался с помощью специальной установки, представляющей собой герметичный цилиндрический пластиковый корпус с натянутой на него полиэтиленовой пленкой и емкостью для сбора влаги внутри. Площадь поверхности, с которой производится сбор конденсата составляет 1 м<sup>2</sup>. Для увеличения достоверности полученных результатов одновременно устанавливалось пять сборников конденсата. Расстояние между установками составляло порядка 20-25 м. Пробы конденсата фильтровалась через мембранный фильтр с размером пор 0,45 мкм и консервировались для микроэлементного анализа.

Общая минерализация полученного конденсата значительно меньше минерализации воды источника и варьирует в пределах 47,8 – 68,0 мг/л. Однако, некоторые элементы в конденсационной влаге представлены в концентрациях, сравнимых с их содержанием в источнике. Среди них Al, Cr, Ni, Cu, Zn, Se, Ag, Cd, Sn, Sb, Hf, Ta, W, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Th.

Вода минерального источника Дабан-Горхон и конденсационная влага обогащены редкоземельными элементами. Суммарное содержание РЗЭ в воде источника составляет 0,56 мкг/л, в конденсационной влаге в среднем – 0,16 мкг/л. На рисунке 2 приведены спектры распределения концентраций редкоземельных элементов, нормированные по содержанию в североамериканском сланце (NASC).

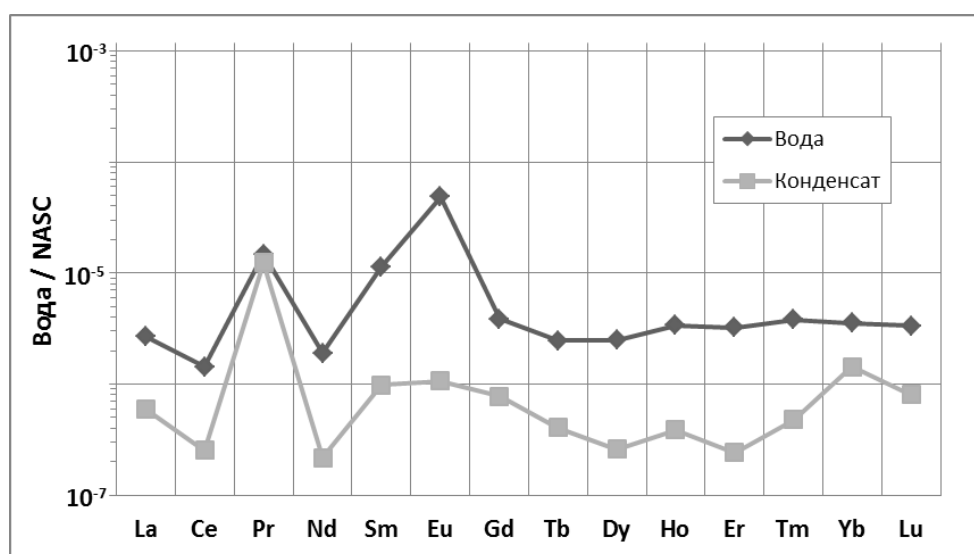


Рис. 2. Спектры распределения концентраций РЗЭ в воде источника Дабан-Горхон и в конденсате (среднее по 5 пробам), нормированные по NASC.

В воде минерального источника наблюдается положительная европиевая аномалия. Как в воде источника, так и в конденсате фиксируются отчетливые положительные празеодимовые аномалии. Формирование химического состава воды источника Дабан-Горхон происходит при участии трещинно-жильных вод, которые активно мигрируют в пределах разломов и разгружаются в борту впадины. Предполагается, что на данной территории существует поток углекислого газа эндогенной природы, миграция которого к поверхности также происходит по разрывным нарушениям. Вероятно, именно углекислый газ, поднимающийся из глубины в форме флюида, определяет особенности микроэлементного состава воды источника и конденсационной влаги, отобранной в районе его выхода.

*Работа выполнена в рамках проекта ААА-А21-121011890033-1. Геоэкологические риски и экстремальные природные явления Сибири и Дальнего Востока.*

### **Список литературы**

1. Банзаракцаева Т.Г., Бархутова Д.Д. Таксономическое разнообразие микробного сообщества холодного железистого источника Дабан Горхон (Витимское плоскогорье) // Природа Внутренней Азии. Nature of Inner Asia. – 2023. – № 3(25). – С. 7-16.
2. Борисенко И.М., Замана Л.В. Минеральные воды Бурятской АССР. – Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1978. – 162 с.
3. Мареев З.М. Геологическая карта СССР. М-6: 1:200 000. Серия Западно-Забайкальская. Лист N-49-XXXIV. Объяснительная записка. – М., 1974. – 110 с.

УДК 372.891

## **МЕТОДИКА ЛАНДШАФТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ШКОЛЬНИКОВ**

**А.В. Филинов, к.п.н., учитель географии**

*МБОУ СОШ п.с.т. Нагорный, Нерчинский район Забайкальского края, alex\_filinov@mail.ru*

## **METHODOLOGY OF LANDSCAPE RESEARCH OF SCHOOLCHILDREN**

**A. Filinov, PhD in education, geography teacher**

*Nagorny school, Nerchinsky district Zabaikalsky krai, alex\_filinov@mail.ru*

### **Введение**

Методы географических исследований являются одним из компонентов развития географической культуры школьников. Понятие «географическая культура» было разработано и введено в педагогическую науку В.П. Максаковским. По его мнению, оно должно включать 4 основных компонента (географическую картину мира, географическое мышление, методы географии и язык географии), причем главную сложность представляет интерпретация первого из них, раскрытию которого посвящены вся географическая литература и все географическое образование [11].

В диссертационных исследованиях понятие «географическая культура» встречается не очень часто. Можно упомянуть работу С.О. Михайловского о формировании географической культуры в условиях гимназического образования [10]. На связь географической и экологической культуры указывают исследования Н.Н. Демидовой о геоэкологической культуре [5], М.С. Соловьева о геоэкологическом краеведении [13] и Л.М. Хакимова об эколого-географической культуре [18].

Педагогические исследования, непосредственно касающаяся изучения ландшафтов, также ограничены. Стоит назвать исследования по формированию опыта творческой деятельности школьников. Так, И.Е. Жуковской [6] разработана методическая система по формированию опыта творческой деятельности учащихся при изучении городского ландшафта в условиях дополнительного образования. Развитие опыта творческой деятельности школьников на основе изучения прикладного ландшафтоведения в профильном географическом образовании рассмотрено Н.В. Мартиловой, разработавшей элективный курс «Основы ландшафтного планирования для естественнонаучного профиля» [9].

Географические методы исследования применяются педагогами как на уроках, так и во внеурочной деятельности. Их использование ограничено формами организации учебной деятельности. Формы внеурочной работы по географии подробно рассматриваются в методической литературе [1, 3, 12, 14].

Наиболее распространенными систематическими видами внеурочной работы являются географические кружки, факультативы, научные общества, географические клубы, музеи. В нашей школе создана система внеурочной работы по географии [16].

При исследовании ландшафтов складывается географическая картина мира, например, образ природной зоны, поймы реки, на основе территориального, комплексного, топологического подходов закладывается фундамент географического мышления, применяются географические методы исследования (описания, картографический, сравнительный и др.), используется язык географии (географические названия, понятия). Поэтому при изучении ландшафтов возможно развитие всех компонентов географической культуры (рис. 1).

Мы остановимся на изучении ландшафтов своей местности и увидим возможности формирования географической культуры школьников в экспедициях. В исследованиях ландшафтов принимают участие старшеклассники – члены географического клуба «Пилигрим» (8-10 кл.). В свое время они уже прошли «полевую школу» в географо-краеведческом кружке, когда учились в 5-7 классах. Экспедиционные исследования ландшафтов на территории Нерчинского и сопредельных районов Забайкальского края мы проводим с 2015 г. [17].

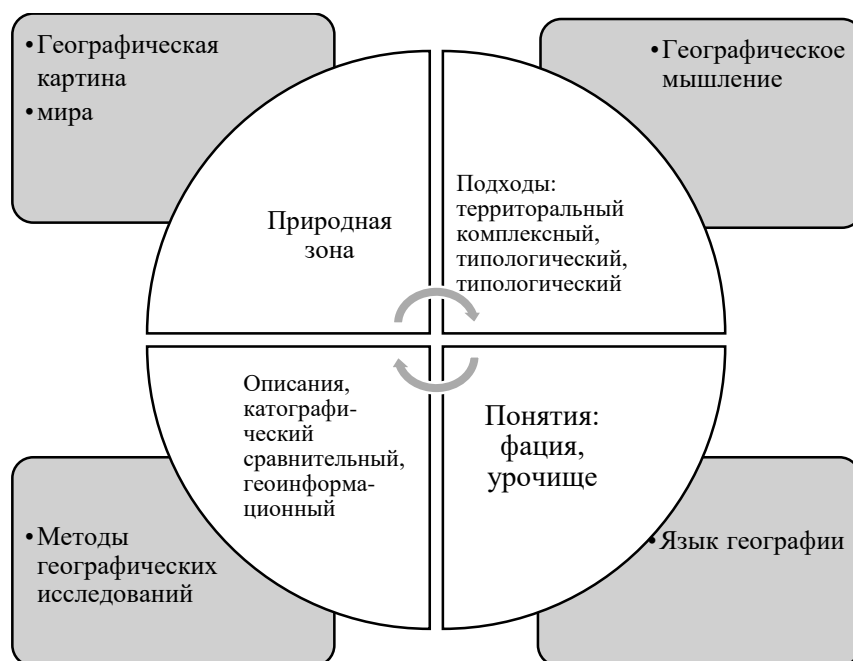


Рис. 1. Совмещенная схема «Развитие географической культуры при изучении ландшафтов».

### Материалы и методы

Изучение ландшафтов школьниками включает подготовительный, полевой этапы и создание ландшафтной карты.

1. *Подготовительный этап* направлен на изучение ландшафтов (ерников Нерчинских лесостепей) предстоящей экспедиции. Его содержанием является изучение карт: нахождение на топографической карте объектов изучения ерников в падах Жегдочей и Долон (М 1 : 200 000), привязка района исследований к карте «Ландшафты юга Восточной Сибири» (М 1: 500 000) [8] способом наложения, привязка района исследований к геоботанической карте Нерчинского района (М 1 : 50 000), к геологической карте, к карте землепользования Нерчинского района (М 1 : 100 000, а также работа с бланками геоботанического описания растений и почв.

2. *Полевой период*. Школьники изучают ландшафт по линии намеченного геоботанического профиля. На местности показываются приемы определения границ морфологических единиц ландшафта.

Площадь участка комплексного описания 10 x 10 м. Записи ведутся простым карандашом. Адрес точки описания: GPS. На геоботанических площадках описывались мезорельеф и микрорельеф, почвы и растения. Характеристика почв проводилась по методике В.В. Добровольского [4], растений – по методике А.С. Боголюбова [2] и Н.В. Уманской [15], определение видов проводилось по полевому атласу [7]. По завершении описания геоботанической площадки с определением флористического состава и фенологического состояния растительной группировки по методике Н.В. Уманской [15] давалось название растительной ассоциации.

3. *Создание ландшафтной карты*. Уже в поле в точке описания типичной фации рассматривается связь её со смежными фациями и выясняется, какие фации объединяются в природные комплексы более высокого ранга (подурочища, урочища).

Дальнейшие картографические работы ведутся в камеральных условиях.

### Результаты исследования

В экспедиции летом 2023 г. исследовались ерники в районе Нерчинских лесостепей. Главная задача заключалась в изучении ерников, расположенных в падах на северной и южной экспозиции склонов. Ерник на северной экспозиции склона описан в пади Жегдочей, а заросли ерников южной экспозиции – в пади Долон.

Результатом исследования ерников как типов местности стало создание карты ландшафтов в пади Жегдочей (рис. 3).

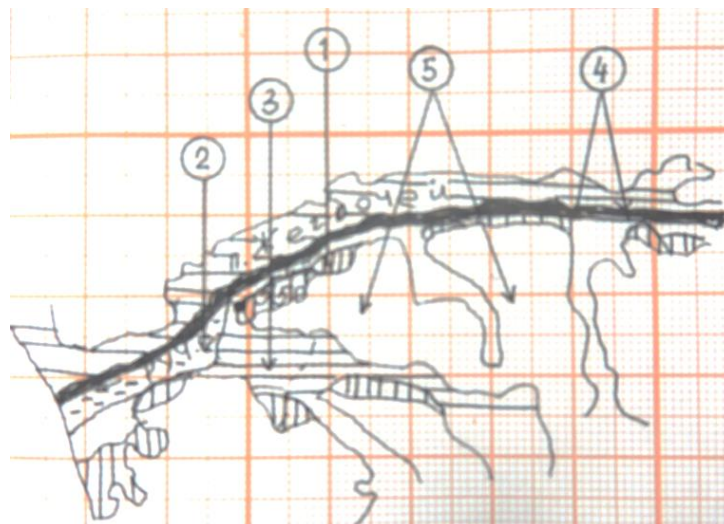


Рис. 3. Фрагмент карты «Ландшафты пади Жегдочей на лугово-черноземных почвах под злаково-разнотравными степями».

Фации: 1 - ерников северной экспозиции левого борта пади на лугово-черноземных почвах, 2 - осоково-пушициевые днищ падей на луговых аллювиальных почвах, 3 - правого борта пади южной экспозиции под злаково-разнотравными степями на лугово-черноземных остепненных почвах, 4 - долина временного ручья под осоково-пушициевым лугом на луговых аллювиальных почвах, 5 - плакорных участков злаковых разнотравных степей на черноземах.

### Выводы

1. Растительность ерников Нерчинской лесостепи в падах северной и южной экспозиции различается: в ерниках северной экспозиции склонов кроме кустарников присутствуют степные и луговые виды, а в ерниках южной экспозиции (в распадках) доминируют 1-2 вида кустарников и явно увеличивается количество степных видов.

2. Почвы ерников южной экспозиции отличаются более низкой степенью увлажненности: они более сухие и плотные.

3. Изучение современного состояния растительности и почв ерников обнаружило наличие различных направлений их развития. В отличие от стабильно развивающихся ерников северной экспозиции ерники южной экспозиции имеют тенденцию к сокращению, т.е. происходит процесс наступления степи. Усугубляют этот процесс пожары, а в окрестностях сел и выпас скота.

Таким образом, изучение ландшафтов своей местности, охватывающее все структурные компоненты географической культуры, позволяет выявить современное состояние и определить факторы её развития.

### Список литературы

1. Барина И.И. Внеурочная работа по географии / И.И. Барина и др. – М.: Просвещение, 1988. – 157 с.
2. Боголюбов А.С. Методика геоботанического картографирования и профилирования. – М.: Экосистема, 1996. – 25 с.
3. Внеклассная работа по географии / Под ред. Л.А. Лапкиной. – М.: Учпедгиз, 1959. – 189 с.
4. Добровольский В.В. Практикум по географии почв с основами почвоведения. – М.: Просвещение, 1982. – 127 с.
5. Демидова Н.Н. Теория и методика формирования геоэкологической культуры школьников средствами географии: автореф. дис. ... докт. пед. наук. – Н. Новгород, 2012. – 49 с.
6. Жуковская И.Е. Формирование опыта творческой деятельности учащихся при изучении городского ландшафта в условиях дополнительного географического образования: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Н. Новгород, 2006. – 22 с.
7. Корсун О.В. Природа Забайкалья: растения. – Чита: Экспресс-издательство, 2000. – 512 с.
8. Ландшафты юга Восточной Сибири. Карта. М 1: 500 000 / В.С. Михеев, В.А. Ряшин. Под общ. ред. В.Б. Сочавы. – 1977.
9. Мартилова Н.В. Формирование опыта творческой деятельности учащихся на основе изучения прикладного ландшафтоведения в профильном географическом образовании: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Н. Новгород, 2010. – 24 с.
10. Михайловский С.О. Формирование географической культуры в условиях гимназического образования: автореф. дис. ... канд. пед. наук. – С-Петербург, 2007. – 27 с.
11. Максаковский В.П. Географическая культура: учебное пособие для студентов вузов. – М.: Гуманит. Изд. ВЛАДОС, 1998. – 416 с.
12. Методика обучения географии в средней школе: учеб. пособие для студентов пед. ин-ов по геогр. спец. / Под ред. Л.М. Панчешниковой. – М.: Просвещение, 1983. – 320 с.
13. Соловьев М.С. Геоэкологическое краеведение в современной школе (на примере Московского столичного региона): автореф. дис. ... канд. пед. наук. – С-Петербург, 2008. – 18 с.

14. Серeda В.И. Система внеклассной работы по географии в средней школе. – М.: Просвещение, 1972. – 143 с.
15. Уманская Н.В. Методика проведения ботанических исследований (методические рекомендации). – Чита, 2008. – 34 с.
16. Филинов А.В. Проектная деятельность школьников при создании ООПТ родного края // География и экология в школе XXI века. – 2019. – № 4. – С. 48-62.
17. Филинов А.В. Изучение ландшафтов в школьных экспедициях // Современное географическое образование: проблемы и перспективы развития: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (г. Москва, 2 ноября 2018 г.). – М.: Изд-во «Перо», 2019. – С. 127-132.
18. Хакимов Л.М. Формирование эколого-географической культуры учащихся в общеобразовательных школах и гимназиях (VI - IX классы): автореф. дис. ... канд. пед. наук. – Казань, 2005. – 23 с.

УДК 504.054 (476)

## **ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЛОЖНОЙ ГОРОДСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ГЕОТЕХСИСТЕМЫ**

**В.С. Хомич, Л.А. Кравчук, С.В. Савченко, Е.П. Овчарова,  
Н.Е. Сосновская, Ю.А. Романкевич, П.В. Книга**

*Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, [valery\\_khomich@mail.ru](mailto:valery_khomich@mail.ru)*

## **ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL ANALYSIS OF A COMPLEX URBAN INDUSTRIAL GEOTECH SYSTEM**

**V.S. Khomich, L.A. Kravchuk, S.V. Savchenko, A.P. Aucharova,  
N.E. Sosnoyskaya, J.A. Ramankevich, P.V. Kniha**

*Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk,  
[valery\\_khomich@mail.ru](mailto:valery_khomich@mail.ru)*

### **Введение**

Качество среды в городах и промышленных центрах во многом определяется структурой, пространственной организацией и взаимодействием природных, социальных и технических элементов в пределах городской территории.

Нами ранее [4], опираясь на литературные источники, показаны целесообразность и реалистичность рассмотрения городов как геотехсистем (природно-технических геосистем, ГТС) при анализе воздействий и оценке состояния среды в городах и зонах их влияния. При этом город в целом рассматривается как интегральная геотехсистема, которая в свою очередь сложена множеством разнородных простых и сложных ГТС в зависимости от характера и взаимосвязей природных и технических подсистем [1, 3].

В данной статье реализован системный подход к анализу сложной промышленной геотехсистемы (СПГТС) машиностроительного профиля, функционирующей на территории г.Минска. СПГТС рассмотрена с позиции системного подхода в виде замкнутой системы («черного ящика»), функционирование которой поддерживается за счет потоков вещества и энергии на входе в систему (топливо, электроэнергия, вода, сырье и сырьевые материалы и т.п.), на выходе из системы (готовая продукция, твердые отходы, сточные воды, выбросы в атмосферу). Часть веществ в составе сырьевых материалов и топлива в пределах СПГТС преобразуется в готовую продукцию (автомобили, автобусы, троллейбусы, запчасти к ним и т.д.), остальная часть поступает в окружающую среду с отходами, выбросами, стоками и оказывает негативное воздействие на другие геоэкосистемы и население города.

**Структура ГТС.** При анализе геотехсистем прежде всего возникает вопрос об их структуре, размерности и границах. Простейшие ГТС состоят из технического ядра системы, а также зоны взаимного влияния окружающей среды и технической составляющей [1, 5]. На практике выделение ядер ГТС не вызывает затруднений: их ограничивают зданием, техническим сооружением либо промплощадкой предприятия, оказывающими воздействие на природную среду. Учитывая, что рассматриваемая СПГТС включает целый комплекс производств и технических сооружений на значительной по площади территории и связана потоками вещества и энергии большой интенсивности с другими предприятиями и окружающей средой, структуру рассматриваемой СПГТС можно представить в виде сложной геотехсистемы. Ее ядром является промплощадка предприятия, в пределах которой взаимодействуют техническая (комплекс производств, инженерных сооружений, транспортных средств с инфраструктурой) и природная (природные комплексы в значительной степени, трансформированные или искусственно созданные с древесной и кустарниковой растительностью, травяным покровом, на части территории разреженным на уплотненных нарушенных или искусственно созданных почвах) подсистемы.

В отличие от ядер ГТС выделение зоны влияния весьма затруднительно, что обусловлено сложностью получения точных фактических данных о том, где кончается зона влияния, неясностью какому виду влияния следует отдать предпочтение, так как они проявляются одновременно, пересечением зон влияния близ расположенных геотехсистем.

В связи с тем, что выявление зоны влияния ГТС трудоемко и сложно, задача часто сводится к определению не истинной, а условной границы ГТС. Один из путей выделения зоны влияния ГТС – покомпонентный анализ изменений в окружающей среде. При этом предпочтение отдается линиям совпадения зон влияния по нескольким компонентам. При таком подходе геоэкологическая граница геотехсистемы значительно шире относительно площади технической подсистемы предприятия или группы предприятий. Для анализа подобных ГТС зону их влияния предлагается разделять на периферийную зону (часто совпадает с границей санитарно-защитной зоны (СЗЗ)) и внешнюю (дальнюю) зону влияния. В периферийной зоне концентрации загрязняющих веществ при неблагоприятных условиях рассеяния выбросов могут превышать гигиенические нормативы, для внешней зоны опасные уровни загрязнения воздуха вследствие функционирования ГТС менее вероятны.

Периферийная зона рассматриваемой СпГТС неоднородна и представлена менее сложными ГТС: промышленными, транспортными, коммунальными, жилыми многоквартирными, жилыми усадебными, общественными, водохозяйственными (аквальными) и ландшафтно-рекреационными. Так же, как и в СпГТС, в перечисленных ГТС любое воздействие влечет за собой целую цепь изменений вследствие тесных вертикальных и горизонтальных взаимосвязей отдельных компонентов и частей геотехсистем.

***Природные и техногенные факторы формирования и функционирования рассматриваемой СпГТС.*** На месте расположения преобладают плоские ландшафты на дерново-подзолистых супесчаных и песчаных почвах, местами временно избыточно увлажненных, торфяно-глеевых низинных почвах и волнистые ландшафты с моренными холмами на дерново-подзолистых супесчаных, песчаных, реже – суглинистых почвах. Для южной части территории исследований характерны ландшафты плоских надпойменных террас на дерново-глееватых, торфяно-глеевых низинных почвах; плоских пойм на пойменных дерново-глеевых, торфяно-болотных почвах и плоских местами заболоченных пойм на пойменных дерново-глеевых, торфяно-болотных почвах. Растительный покров представлен древесными, кустарниковыми и болотно-луговыми видами.

В результате строительных работ и вертикальной планировки природный рельеф на исследуемой территории существенно трансформирован и представляет собой выровненную поверхность с общим понижением рельефа с севера на юг. На отдельных участках относительные перепады высот значительные и составляют 15 м и более.

Современный почвенный покров на большей части изучаемой территории сильно трансформирован и представлен антропогенно-преобразованными почвами, в основе которых лежат перемешанные или насыпные грунты, образовавшиеся вследствие нивелировки рельефа и многократных строительного-земляных работ. Почвенный покров характеризуется пестротой и мелкоконтурностью вследствие наличия здесь разных типов ГТС с различным соотношением природных и техногенных элементов и разной степенью преобразованности природной составляющей.

Основными источниками воздействия рассматриваемой СпГТС на окружающую среду являются производственные процессы (литейное производство, химико-термическая обработка деталей, гальваническое, сварочное и окрасочное производства) и автотранспорт. Валовый выброс загрязняющих веществ в пределах ядра СпГТС составляет около 3,0 тыс. т в год, в том числе 0,7 тыс. т твердых веществ. Согласно [2], коэффициенты обогащения пыли ТМ по отношению к фоновым концентрациям в почве могут достигать десятков и сотен раз.

Объемы выбросов оксидов азота и твердых частиц в периферийной зоне от автотранспорта рассматриваемой СпГТС составляют около 606 и 15 т/год соответственно.

#### ***Эколого-геохимический анализ исследуемых ГТС.***

Атмосферный воздух. Состояние воздушного бассейна на территории СпГТС оценивалось по результатам расчетов рассеяния, выполненного БелНИЦ «Экология» (г. Минск) и по результатам мониторинга атмосферного воздуха. В пределах ядра СпГТС концентрация твердых частиц в атмосферном воздухе при неблагоприятных условиях рассеивания примесей может достигать 6,1 ПДК, в периферийной зоне – 2–3 ПДК. Опасные концентрации твердых частиц выше ПДК могут наблюдаться за пределами периферийной зоны в 1,5–2 км от ее границы. Максимальные значения концентраций диоксида азота до 3,3 ПДК возможны от стационарных источников в пределах ядра СпГТС. Ореол загрязнения атмосферного воздуха диоксидом азота при неблагоприятных условиях рассеивания примесей формируется преимущественно под влиянием выбросов передвижных источников.

Почвенный покров. Для эколого-геохимической оценки почв были проведены натурные исследования с отбором почвенных проб в пределах ядра рассматриваемой СпГТС, ее периферийной и внешней зон.

Пробы почв отбирались с учетом ландшафтных различий и принадлежности к разным видам ГТС приуроченным к периферийной и внешней зонам.

Наибольшие концентрации ТМ характерны для ядра СпГТС. Ранжированный ряд накопления ТМ в почвах по сравнению с фоном имеет следующий вид: Cr 26,8 > Zn 20,0 > Cu 17,1 > Ni 13,1 > Pb 7,0 > Cd 5,3. Приведенный ряд накопления ТМ в почвах ядра ГТС, в отличие от аналогичного ряда для периферийной зоны ГТС, имеет более высокие значения коэффициентов концентрации всех элементов и характеризуется перемещением хрома из конца ряда накопления во главу ряда, что связано с его высокими концентрациями в отходах машиностроительных производств рассеянных на территории промплощадки предприятия при временном хранении отходов либо небрежном обращении с ними.

Расчеты коэффициентов контрастности накопления ТМ в почвах ядра СпГТС по отношению к периферийной зоне и в периферийной зоне по отношению к местному фону показали близкие значения для кадмия (3,3 и 2,5 соответственно), цинка (4,7 и 4,2), свинца 3,1 и 2,2), меди (5,2 и 3,3) и, наоборот, очень высокую контрастность в отношении хрома (25 и 1) и никеля (8,0 и 1,7), что свидетельствует о распространении хрома и никеля воздушным путем со стороны ядра СпГТС в меньшей степени, чем кадмия, цинка, свинца и меди.

В периферийной зоне почвы по сравнению с местным фоном наиболее обогащены ТМ в транспортных и промышленных ГТС. Содержание цинка в транспортной ГТС выше фона в 18 раз, меди – в 8 раз, никеля – в 5,5 раз, кадмия, хрома и свинца – в 2–2,6 раза. В промышленных ГТС коэффициенты накопления составили для цинка – 6, кадмия – 5, меди, свинца и никеля – 2,5–4. В жилых ГТС коэффициенты накопления кадмия и цинка – 4, свинца, меди и никеля – от 2 до 3. Наименее обогащены почвы по сравнению с фоном в ландшафтно-рекреационных ГТС, где коэффициенты концентрации составили: для цинка – 3, свинца – 2,6, меди – 2,5, кадмия – 2, никеля и хрома – около 1.

Растительность. Вблизи мест отбора проб почв проведен отбор проб листьев клена остролистного (повсеместно встречающегося на территории исследований) с последующей химико-аналитической обработкой. В качестве фоновых взяты концентрации ТМ в листьях данной породы за пределами города. Среднее содержание ТМ в листьях клена остролистного в периферийной зоне рассматриваемой СпГТС превышает геохимический фон с коэффициентом концентрации: для цинка – 2,2, кадмия – 1,6, никеля – 1,3, свинца и меди – 1,2. Средние значения хрома ниже местного геохимического фона. Наибольшая встречаемость проб с превышением фонового значения наблюдается для цинка и никеля – 100 %. Для кадмия этот показатель составляет 83 %, свинца – 61, меди – 50, хрома – 22 %.

Относительно фона наиболее обогащены большинством ТМ (за исключением хрома) листья клена остролистного в транспортных ГТС от 1,3 раз для меди до 3,0 раз для кадмия. В ГТС жилой многоквартирной застройки коэффициент концентрации составил 2,2 для никеля и 1,4 для хрома, в общественной ГТС – 1,8 для свинца. В ландшафтно-рекреационных ГТС превышения над фоном в 2,5 и 1,7 раза, соответственно, отмечаются для цинка и меди.

Поверхностные воды. Аквальные ГТС в рассматриваемой СпГТС представлены участком р.Свислочи, старичными и искусственным водоемами, небольшими выпусками дождевой канализации (для отвода поверхностного стока с транспортных ГТС и через открытый канал (включая нормативно чистые воды) с жилой многоквартирной ГТС).

Поверхностный сток с территории ядра СпГТС отводится через системы дождевой канализации в реку ниже города, ввиду чего не оказывает непосредственного влияния на аквальные ГТС расположенные в пределах периферийной и внешней зон. Напротив, к гидрохимической трансформации воды, аквальных ГТС, может приводить поступление поверхностного стока через выпуски дождевых коллекторов жилых и транспортных ГТС, расположенных в периферийной и внешней зонах рассматриваемой СпГТС.

Анализ химического состава воды показал, что поверхностные воды являются среднеминерализованными (333,3–386,8 мг/дм<sup>3</sup>) со слабощелочной реакцией среды (рН 7,6–8,0), перманганатная окисляемость соответствует показателям, характерным для равнинных рек (5,9–7,7 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>), цветность очень малая (13–23 градуса) и малая (30–35 градусов).

Наиболее трансформированными оказались нормативно чистые воды на выпуске дождевого коллектора: воды повышенной минерализации (808,1 мг/дм<sup>3</sup>) с перманганатной окисляемостью 11,4 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, очень высокой цветностью (312 градусов, мутные воды) и содержанием нитритов 1,8 ПДК, фосфора фосфатов 67 ПДК, азота аммонийного 30 ПДК. За счет процессов самоочищения, на выпуске из канала химический состав воды близок к речному (среднеминерализованные воды (394,5 мг/дм<sup>3</sup>) с перманганатной окисляемостью 6,5 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> и малой цветностью (27 градусов). Несмотря на значительное снижение в воде содержания фосфора фосфатов (5 ПДК) и азота аммонийного (7,7 ПДК), концентрации все равно превышали ПДК и значения, характерных для речных вод на данном участке. Несмотря на то, что превышения ПДК для хлоридов не зафиксированы, их содержание в воде составило 27,8–48,6 мг/дм<sup>3</sup>, что в 1,8–3,2 раза превышает природно-антропогенную величину (15 мг/дм<sup>3</sup>), установленную для поверхностных вод страны. Факт высокого уровня антропогенной нагрузки подтверждают выявленные превышения ПДК

в речной воде для меди (1,2–2,7 ПДК) и цинка (1,1–8,7 ПДК), которые являются индикаторами поступления в водный объект поверхностного стока с урбанизированной территории.

### **Выводы**

Показана реалистичность системного подхода к анализу городских ГТС с их дифференциацией на простые и сложные, а также рассмотрением структуры СпГТС с выделением 3-х взаимосвязанных элементов: ядра, периферийной и внешней зон.

Загрязнение атмосферного воздуха в рассматриваемой СпГТС в наибольшей степени зависит от стационарных источников расположенных в ядре. В периферийной и внешней зонах возрастает роль передвижных источников, где загрязнение атмосферного воздуха оксидами азота определяется главным образом транспортным воздействием.

Особенности функционирования аквальных ГТС в пределах СпГТС обусловлены в первую очередь поступлением поверхностного стока из транспортных и жилых многоквартирных ГТС, а также нормативно чистых вод через коллекторы дождевой канализации, и в меньшей степени – непосредственно промышленным объектом.

Выявлена значительная контрастность концентраций ТМ в почвах различных структурных элементов рассматриваемой СпГТС. Наибольшие концентрации ТМ характерны для ядра ГТС, где их содержание на порядок выше фоновых значений (цинк, хром). В пределах периферийной зоны почвы по сравнению с местным фоном наиболее обогащены ТМ в пределах транспортных и промышленных ГТС. Накопление ТМ в растительности (листьях клена остролистного) характеризуется меньшей контрастностью по сравнению с почвами.

### **Список литературы**

1. Взаимодействие хозяйства и природы в городских и промышленных геотехсистемах / Отв. ред. А.М. Грин. – М.: Ин-т географии АН СССР, 1982. – 180 с.
2. Выбросы тяжелых металлов в атмосферу: опыт оценки удельных показателей / С.В. Какарека и др. – Мн.: Ин-т геологических наук АН Беларуси, 1998. – 156 с.
3. Геоэкологические принципы проектирования природно-технических геосистем. – М.: Ин-т географии АН СССР, 1987. – 322 с.
4. Городская среда: геоэкологические аспекты / В.С. Хомич и др. – Мн.: Беларуская навука, 2013. – 301 с.
5. Городская среда: принципы и методы геоэкологических исследований / Под. ред. А.Н. Антипова, В.Н. Блануцы. – Иркутск: Ин-т географии СО АН СССР, 1990. – 223 с.

УДК 911.52(470.56)

## **ИНДИКАЦИЯ РЕЗКИХ, ПОСТЕПЕННЫХ И ПУЛЬСИРУЮЩИХ ГРАНИЦ ГЕОСИСТЕМ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНО-ДИНАМИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ**

**А.В. Хоросhev, А.П. Ашихмин**

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, avkh1970@yandex.ru*

## **INDICATION OF SHARP, GRADUAL AND PULSATING BOUNDARIES OF GEOSYSTEMS BY FUNCTIONAL-DYNAMIC FEATURES**

**A.V. Khoroshev, A.P. Ashikhmin**

*Lomonosov Moscow State University, Moscow, avkh1970@yandex.ru*

Проблема адаптации деятельности человека к гидротермическим флуктуациям имеет разные аспекты в зависимости от географического положения и локальной специфики цепных реакций между геокомпонентами ландшафта и между составляющими его геосистемами. Чувствительность геосистем к внешним сигналам, в том числе климатическим, должна оцениваться с учетом естественного «привычного» диапазона режимов функционирования. На фоне трудности организации стационарных исследований современная доступность материалов космической съемки создает новые возможности для получения пространственно непрерывной информации о многолетней динамике состояний геосистем.

Допустимость тех иных антропогенных воздействий определяется, с одной стороны, мерой инертности компонентов ландшафта, с другой стороны – скоростью возможного восстановления после нарушений. На наш взгляд, актуальной задача – преодоление противоречия между традиционным подходом к отражению внутриландшафтных границ как статичных линейных объектов и реальной высокой встречаемостью постепенных (континуальных) и/или подвижных (пульсирующих или агрессивно наступающих) границ. Нестабильность ландшафтных границ может отражать реакцию на изменения среды, саморазвитие или возможность нескольких равновероятностных устойчивых состояний.



Границы можно интерпретировать не только как результат резкой смены свойств геокомпонентов и процессов, но и как продукт выбора масштаба исследования, как условие развития синергетических эффектов, как результат смены видов межкомпонентных связей, как индикатор динамики пространственной структуры, как следствие периодической смены режимов функционирования (Хорошев, 2022). Развиваемый авторами функционально-динамический подход к выделению ландшафтных границ опирается на использование временного ряда данных для определения диапазона и повторяемости возможных состояний геосистемы.

Мы предлагаем использовать ряд недооцененных пока в ландшафтоведении статистических и геоэкологических методов для распознавания резких, постепенных и пульсирующих границ. Такой подход опробован на примере участка «Буртинская степь» государственного заповедника «Оренбургский» в южном Предуралье.

*Метод «горячих/холодных пятен» (Hot/Cold Spots analysis)*, или положительных/отрицательных аномалий, какого-либо функционального показателя. Суть метода состоит в разделении территории с фоновыми для ландшафта значениями какого-либо функционального показателя и аномалий, связанных с сильным локальным действием какого-либо фактора (грунтовых вод, состава горных пород, засоления, антропогенного эффекта и т.п.). Поскольку одним из интегральных показателей функционирования и индикатором абиотических условий считается фитомасса, мы провели в Буртинской степи исследование изменчивости ареалов положительных и отрицательных аномалий вегетационного индекса NDVI. Как известно, он считается индикатором зеленой фитомассы, хотя наши исследования показали, что в степях он отражает, скорее, соотношение зеленой и мертвой надземной фитомассы (Хорошев и др., 2022). Для каждого из 51 сроков космической съемки Landsat 2000-2020-х гг. было установлено положение статистически достоверных кластеров повышенной и пониженной фитомассы (оцененной по NDVI) методом «анализа горячих пятен» средствами ГИС ArcMap 10.3.

Применена статистика Гетиса-Орда с фиксированным размером окрестности 300 м при евклидовой дистанции и способе концептуализации пространственных отношений «обратная квадратичная дистанция», которая уменьшает вес по мере удаления от пиксела, которому присваивается результат расчета. По гипотезе, большая амплитуда показателей функционирования от года к году (условно – повторяемость положительных аномалий фитомассы относительно ландшафтного фона 40-60%) может указывать на варьирование фитоценологических способов адаптации геосистемы к флуктуациям гидротермических условий, т.е. как проявление устойчивости-пластичности (Хорошев, Ашихмин, 2023). Как правило, это означает периодическое приливание, то к «степному», то к «луговому» уровню фитомассы с соответствующими флуктуациями видового состава и обилия. Верификация компонентной структуры в приграничных полосах между степными и луговыми геосистемами производилась в июне 2024 г. на серии 8 трансектов (от 5 до 20 площадок на каждом в зависимости от глубины расчленения рельефа), поперечных к направлению границы, в пределах полосы повышенной изменчивости фитопродукционного функционирования.

Сопоставление данных о видовом составе фитоценозов 448 площадок и повторяемости ПАФ в Буртинской степи в переходной зоне между луговыми и степными урочищами показало, что возможны полосы шириной до 100-120 м с пластичным режимом функционирования с повторяемостью положительных аномалий зеленой фитомассы 0,4-0,6 (т.е. с чередованием степного и лугового режима). Установлены фитоценологические индикаторы неустойчивости границ степных и луговых экосистем или их пульсирующего характера. Для таких полос характерно повышенное обилие следующих видов, среди которых есть как ксерофиты, так и мезофиты: *Artemisia armeniaca*, *Artemisia pontica*, *Bromopsis inermis*, *Elytrigia repens*, *Festuca valesiaca*, *Filipendula vulgaris*, *Galium boreale*, *Sanguisorba officinalis*, *Serratula gmelinii*, *Stipa zalesskii*, *Xanthoselinum alsaticum* (Хорошев, Ашихмин, 2023). На доминирующей фоне степного типа растительности в нижних пологих частях склонов ложбин полосах с переходным типом функционирования развиваются разнотравно-залесскоковыльно-степномятликовые сообщества с повышенным обилием мезоксерофитов и ксеромезофитов (*Poa transbaicalica*, *Helictotrichon desertorum*, *Hieracium viosum*, *Seseli libanotis*, *Pulsatilla patens*, *Melampyrum arvense*, *Galium ruthenicum*). В результате установлены переходные полосы между луговыми и степными урочищами, где в одни сроки по производству фитомассы функционирование ближе к степям (с летним перерывом вегетации), а в другие – к лугам (без перерыва вегетации). Изменчивость фитопродукционного процесса в экотонных зонах может интерпретироваться как индикатор периодических смен двух устойчивых состояний и частоты активизации латеральных связей между геосистемами.

*Метод географически взвешенной регрессии.* Метод заключается в последовательном построении для некоторого смещающегося ареала (квадратной или круглой формы) уравнений множественной регрессии между свойствами разных геокомпонентов, одно из которых считается зависимой переменной. Результаты модели (коэффициент детерминации, стандартизованные значения регрессионных коэффициентов, уровень значимости) присваиваются центральному пикселу ареала. Затем расчет повторяется со смеще-

нием на один пиксел и т.д. Таким образом, можно получить континуальное представление о видах зависимости между исследуемыми переменными и о силе такой зависимости. Мы исследовали зависимость показателей фитопродукционного процесса (по вегетационным индексам) от морфометрических характеристик рельефа. Очевидно, что если пространственное варьирование связано с некоторыми локальными внутрифитоценотическими или, например, зоогенными, процессами, то в некотором ареале связь между свойствами рельефа и фитоценозов будет слабая. Тогда мы можем выделять единую геосистему некоторого ранга (например, подурочище), где внутреннее разнообразие не определяется рельефом, а может рассматриваться как саморазвитие на парцеллярном или фациальном уровне. Возможен также вариант, когда имеющееся разрешение цифровой модели рельефа (например, хорошо отражающее мезорельеф), недостаточно для того, чтобы отразить варьирование, связанное с микрорельефом. Если же на протяжении некоторого пространства существует единообразная тесная связь (высокий коэффициент детерминации и близкие регрессионные коэффициенты) между рельефом и свойствами фитоценозов (фитомассой, проективным покрытием, соотношением эколого-ценотических групп и т.п.), то имеет место достаточно резкая закономерная смена территориальных единиц. Каждая из них своеобразна, но их пространственный ряд можно считать факторально-динамическим (по А.А. Крауклису, 1979), так как свойства меняются вдоль одного экологического градиента. Ширина полосы, в которой существует такая достоверная зависимость, может рассматриваться как ширина экотона между двумя контрастными типами геосистем, в нашем случае – степной и луговой. Методом кластерного анализа проводится классификация пикселов по сходству стандартизованных регрессионных коэффициентов, т.е. вкладов каждой из независимых переменных в варьирование значений зависимой переменной.

Таким способом для Буртинской степи были установлены виды зависимости между повторяемостью положительных аномалий фитомассы («горячих пятен», т.е. фактически – частотой производства фитомассы по луговому, а не по степному, типу) и морфометрическими свойствами рельефа – эрозионным индексом (LS-factor, учитывает площадь водосбора и уклон), топографическим индексом расчлененности (TRI) в радиусе 330 м, относительной позицией на склоне и индексом конвергенции. Такой набор морфометрических показателей характеризует, соответственно, положение в бассейновой геосистеме, глубину расчленения рельефа (связанную с геостационарными структурами), положение в катене и положение в системе рассеяния/аккумуляции вещества, (позиционно-динамическая структура). Наложение слоя контуров урочищ на растр классификации по видам межкомпонентных отношений (в данном случае – между фитоценозом и литогенной основой) позволяет обосновать: в одних случаях – необходимость выделения дополнительных контуров, в других – наличие более высокого иерархического уровня (например групп урочищ в пределах одного факторально-динамического ряда), в третьих – необходимость отображения постепенных или пульсирующих границ. Кроме того, по значениям остатков (отклонений измеренных показателей от предсказанных моделью) становится понятно, в каких секторах территории применяемая модель «работает», а в каких – нет, и надо проверять гипотезу о вкладе других факторов. Так, в пределах возвышенного сектора Буртинской степи установлен градиент повторяемости положительных аномалий (т.е. частоты сильных отклонений от фонового степного режима фитомассы) в соответствии с позицией на склоне (фактически – положением в катене). В привершинной части генетически единого плато Муелды распознаются два сектора; в них действуют разные закономерности возникновения положительных аномалий фитомассы в зависимости от примыкания к склонам большей и меньшей расчлененности. В низменном секторе (200 м ниже плато) низкие коэффициенты детерминации свидетельствуют о меньшей роли рельефа и большем вкладе системы разгрузки грунтовых вод по наклонным пластам осадочных горных пород. Индексы конвергенции и эрозионный фактор слабее влияют на повторяемость положительных аномалий фитомассы, поскольку нарастание площади водосбора необязательно означает рост влагообеспеченности из-за наклонного залегания пластов с разной водопроницаемостью. По этой причине в днищах лощин фактически чередуются участки с мезофильной и мезоксерофильной растительностью.

Разумеется, на месте использованного нами функционального показателя (изменчивость фитомассы) могут быть и другие – характеристики влажности фитоценозов или почв, транспирации, альбедо температур поверхности и другие, рассчитывать которые позволяют космические снимки при условии полевой верификации.

*Метод «ядер типичности».* Применяется кластерный анализ по совокупности структурных и/или функциональных показателей, зафиксированных в каждом пикселе. Задается некоторое количество предполагаемых классов, производится классификация геосистем методом к-средних. На выходе получаем принадлежность каждого пикселя к какому-либо классу и меру дистанции от центра класса: чем ближе дистанция к 0, тем типичнее для данного класса данная территориальная единица. В ГИС визуализация классификации проводится сначала в растровой форме, а затем – в виде полигонов, показывающих ареалы каждого класса. На фоне прозрачных полигонов-классов легко показать растры дистанций, т.е. мер типичности для каждого класса. Тем самым распознаются ядра типичности и ширина переходных зон, при-

чем видно, свойства каких классов одновременно присутствуют в переходных зонах. Количество целесообразных классов можно установить методом дискриминантного анализа, который показывает, какие классы распознаются некорректно, то есть наиболее часто присутствуют типичные признаки других классов. Одновременно рассчитывается вероятность того, что наблюдаемая совокупность свойств типична для каждого класса.

Классификацию писелов можно провести по целой группе функциональных показателей. Это позволит сопоставить генетико-морфологические границы (урочищ, подурочищ) функциональными показателями и объединять урочища в группы на основании сходства режимов функционирования. При таком подходе, (например, по годовому режиму зеленой фитомассы, транспирации и температур поверхности) сходство степных урочищ плато и узких гребней оказывается выше, чем между степными урочищами плато и увалистых поверхностей низменной части Буртинской степи, хотя все они могут быть отнесены к ареалу разнотравно-типчакково-залесскоковыльных сообществ. При этом ранги групп степных урочищ относительно друг друга могут меняться в зависимости от гидротермических условий. Например, в экстремально засушливый 2010 год транспирация в урочище плато, очевидно связанная с влагозапасами в почвах, была намного выше, чем на склонах и в низменном секторе, в то время как в более влажные годы уступала им.

Таким образом, пространственное распределение показателей функционирования ландшафтов, получаемых при обработке временных рядов космических снимков, позволяют не только распознавать резкие, постепенные и пульсирующие границы геосистем, но и ранжировать их по чувствительности к гидротермическим флуктуациям, выделять зоны с переменными режимами функционирования. Полевая верификация смысла расчетов и соответствующих им свойств геокомпонентов при этом остается обязательной. Представляется, что наполнение ландшафтных контуров, традиционно выделяемых по статичным структурным характеристикам (т.е. по единовременно измеренным свойствам геокомпонентов), показателями функционирования в динамике существенно расширит прогностические возможности ландшафтных исследований.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект 24-17-00045).*

#### **Список литературы**

1. Крауклис А.А. Проблемы экспериментального ландшафтоведения. – Новосибирск: Наука, 1979. – 232 с.
2. Хорошев А.В. Функционально-динамический подход к исследованию ландшафтных границ // Региональные исследования. – 2022. – № 3. С. 60–70. DOI: 10.5922/1994-5280-2022-3-6
3. Хорошев А.В., Калмыкова О.Г., Дусаева Г.Х. Оценка индекса NDVI как источника информации о наземной фитомассе в степях // Исследование Земли из космоса. – 2023. – № 3. – С. 27-43.
4. Хорошев А.В., Ашихмин А.П. Динамика пространственной организации фитомассы в заповедном степном ландшафте (на примере Буртинской степи, заповедник “Оренбургский // Известия РАН. Серия биологическая. – 2023. – Дополнительный выпуск 8. – С. S103–S114.

УДК 556.3 + 615.838 (571.54)

### **ТЕРМАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ИКАТСКОГО ХРЕБТА**

**М.К. Чернявский, А.М. Плюснин, А.В. Украинцев**

*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт им. Н.Л. Добрецова Сибирского отделения Российской академии наук, Улан-Удэ, mitchel1977@mail.ru*

### **THERMAL SPRINGS OF THE SOUTHERN PART OF THE IKAT RIDGE**

**M.K. Chernyavskii, A.M. Plyusnin, A.V. Ukraintsev**

*Dobretsov Geological Institute of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, mitchel1977@mail.ru*

#### **Введение**

Икатский хребет представляет собой крупную орографическую единицу общей протяженностью свыше 350 км. Территория Икатского хребта относится к Байкальской гидроминеральной области. Участок входит в Байкало-Витимскую гидрогеологическую складчатую провинцию и Байкальскую подпровинцию, Икатско-Муйский гидрогеологический массив. Икатский хребет ограничивает Баргузинскую впадину с юго-востока.

**Цель** данной работы – выявление особенностей гидротерм южной части Икатского хребта, объяснение с геологической точки зрения расположения мест их разгрузки.

**Объектами исследований** являются азотные термальные источники, разгружающиеся в пределах юга Икатского хребта (источники Уринский и Гусихинский).

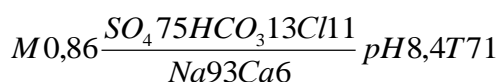
Разгрузка гидротерм, в основном, происходит в пределах магматических и метаморфических пород кислого и среднего состава. Они представлены протерозойскими (баргузинский комплекс) и палеозойскими (витимканский комплекс) интрузивными породами. Баргузинский комплекс гранитоидов делится на две фазы. К первой относятся крупно- и среднезернистые порфириовидные, нередко гнейсовидные, биотитовые, биотит-роговообманковые, роговообманковые граниты, граносиениты, гранодиориты, сиениты, диориты. Вторая фаза представлена средне- и мелкозернистыми массивными и гнейсовидными, иногда порфириовидными биотитовыми гранитами.

Широкое распространение имеет и витимканский комплекс. Он также расчленен на две фазы. Из них наибольшим развитием пользуются гранитоиды первой фазы, представленные крупно- и среднезернистыми, нередко порфириовидными биотитовыми, биотит-роговообманковыми, роговообманковыми гранитами, граносиенитами, сиенитами, гранодиоритами и диоритами. Вторая фаза состоит из средне- и мелкозернистых лейкократовых гранитов с биотитами, реже граносиенитами, сиенитами, гранитпорфирами и др. Встречаются гранитоидные разности архейского, протерозойского, палеозойского и мезо-кайнозойского этапов развития. Это гнейсограниты, граниты, сиениты, диориты. Разности основного состава представлены габбровыми массивами, чаще всего выходящими на дневную поверхность в виде небольших штокообразных тел [6].

Геологической особенностью пород, слагающих Икатский хребет, является наличие кембрийских карбонатных отложений, сформировавшихся в морских условиях. Формирование пород происходило в условиях задугового морского бассейна [2]. Состав воды термальных источников формируется в результате выщелачивания химических компонентов из вмещающих пород в условиях повышенных температур и длительного времени контакта породы нагретой воды.

Гусихинский источник. (N 53° 25,193 E 109° 21,394) Расположен у подножья Икатского хребта, в среднем течении р. Малая Гусиха, в 7 км от п. Гусиха и в 22 км к востоку от с. Усть-Баргузин. Источник приурочен к Гусихинскому среднеактивному разлому северо-восточного простирания, протягивающегося вдоль южного склона Шаманского отрога в долине р. Мал. Гусиха [5]. Источник имеет два выхода в основании террасы высотой 20-25 м, сложенной супесчаными и песчаными отложениями с обломками кристаллических пород. В естественном выходе вода имеет температуру 45,6 °С и дебит 0,08 л/сек. В 7 м. от источника в 1964г. пробурена самоизливающаяся скважина глубиной 84,2 м, фонтанирующая с дебитом 4,0 л/сек (345,6 м³/сутки) и температурой 73-74 °С [1]. Горячая вода стекает в котлован, образуя незамерзающее зимой озеро которое связано с р.Малая Гусиха. Газовый состав: азот-96,01%, кислород-2,98%/. Для воды характерно повышенное содержание фтора (до 53 мг/дм³), железа (45 мг/дм³), и кремнекислоты (до 177 мг/дм³), минерализация 862 мг/дм³, рН 7,2-8,5, содержание радона 15 эман. Вода хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатная кальциево-натриевая.

Формула Курлова:



Вода используется для лечения болезней опорно-двигательного аппарата, периферической нервной системы, кожных болезней. На источнике функционирует небольшой санаторий: есть несколько жилых домов и ванный корпус, обогреваемые водой из источника. Источник используется как место отдыха и лечения местных жителей и туристов.

Уринский источник (N 53°26'44,3" E 110°07'06,0") находится в бассейне р. Уро по левому берегу р. Левое Уро, в 1,3 км от его устья, в 25-28 км. юго-восточнее деревни Большое Уро. Источник расположен в труднодоступном месте. Дорога на него плохая, затем 4 км по лесу вдоль ручья. Выход связан с предполагаемым разломом северного простирания [5]. Уринский источник находится в пределах Асыно-Уринской рудной зоны для которой характерно редкометальное оруденение. Источник выходит в пределах распространения гранитоидов второй фазы витимканского комплекса.

Выходы находятся в пределах небольшой (примерно 250 на 100м) долины, между гранитными глыбами. Здесь находится несколько достаточно крупных выходов и более десятка мелких различной температурой. Дебит точно подсчитать не представляется возможным, т.к. часть выходов перекрыта каменной россыпью. Примерный суммарный дебит источника, имеющего хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатно натриевый состав воды, составляет около 1 л/сек. Часть выходов приурочена к коренным породам, часть мелких выходов расположенных на склоне перекрыта делювиально-пролювиальными отложениями, температура воды в них порядка 25-30 °С. Воронки вымывания отсутствуют, видимых выходов газа нет. Выходы термальной воды в центральной части долины и непосредственно у ручья имеют температуру 64-70,3 °С. Вода является маломинерализованной с минерализацией 0,386 г/л, рН 8,5. Содержание кремниевой кислоты 176,7 мг/дм³. Газовый состав преимущественно азотный. В горячей воде присутствуют бактериальные маты, на камнях обильные солевые отложения. Вода хлоридно-гидрокарбонатно-сульфатная натриевая.

Формула Курлова имеет следующий вид:

$$M_{0,39} \frac{SO_4 42 HCO_3 39 Cl 18}{Na 96} pH 8,5 T 70,3$$

В микроэлементном составе отмечено высокое содержание лития, рубидия, фосфора, вольфрама, молибдена, мышьяка.

На источнике есть большое зимовье, построена баня с деревянной ванной, термальная вода с одного из крупных выходов по деревянному желобу стекает самотеком в ванну. Сейчас источник практически не используется; изредка его посещают жители близлежащих населенных пунктов.

Обогащение кремнекислотой происходит в условиях повышенных температур и давлений. Между температурой и концентрацией кремнекислоты существует прямая зависимость. При быстром подъеме термальных вод к земной поверхности содержания в них SiO<sub>2</sub> остаются соответствующими температуре, существующей на глубине формирования термальных вод (t<sub>h</sub>). Температура гидротерм (°C) на глубине их формирования для источников нашего региона рассчитывается по формуле В.А. Ильина[4]:  $t_{SiO_2} = [1051,1/(4.655 - \lg SiO_2)] - 273,15$  – низкотемпературные малодобитные

Нами был произведен расчет температур гидротерм на глубине формирования этих вод (таблица). Брались данные полученные в результате обследования источников с 2001 по 2015г. Данные по кремнию получены в нашей лаборатории гидрогеологии и геоэкологии ГИН СО РАН. Температура измерялась непосредственно в месте выхода. Гусихинский источник опробовался многократно, в силу своей доступности, Уринский же источник однократно, что связано с его крайней труднодоступностью

Значения, полученные с помощью геохимического геотермометра, соответствуют глубинам формирования основной доли термальных вод, которые определяют химический облик и тепловые характеристики гидротерм [3]. Установлено, что температуры термальной воды на выходе в 1,5-2 раза ниже расчетных, это связано с теплопотерями при подъеме воды и в основном с разбавлением холодными близповерхностными водами, которые содержат меньше кремния.

Таблица

Расчетные температуры по кремниевому геотермометру

| Название источника | Температура на выходе | Расчетная температура 2002 г. | Расчетная температура 2010 г. | Расчетная температура 2011 г. | Расчетная температура 2012 г. | Расчетная температура 2014 г. | Расчетная температура 2015 г. | Средняя расчетная температура (t <sub>h</sub> ) | Макс. разница температур |
|--------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|--------------------------|
| Ист. Гусихинский   | 72                    | 94                            | 131                           | 125                           | 123                           | 126                           | -                             | 119,8   | 59                       |
| Ист. Уринский      | 70                    | -                             | -                             | -                             | -                             | -                             | 131                           | 131   | 61                       |

Полученные значения t<sub>h</sub> (средняя расчетная глубинная температура) и величина регионального геотермического градиента grad t = 25°C [3] позволяют определить глубины формирования гидротерм по формуле h= t<sub>h</sub>/ grad t. Для Гусихинского глубина формирования 4,8км, для Уринского – 5,2км.

#### Заключение

В пределах юга Икатского хребта, под воздействием тектонических процессов сформировались термальные источники своеобразного химического состава, отличного от состава источников Баргузинского хребта. Воды источников имеют инфильтрационное происхождение. Под воздействием высокой температуры, давления, состава вмещающих горных пород, их длительного контакта с водой в процессе движения по пологозалегающим разломам в условиях замедленного водообмена произошло формирование их современного химического состава. Именно кембрийские карбонатные отложения во многом оказали влияние на современный химический состав источников.

Воды источников Икатского хребта подвергаются в наименьшей степени разбавлению поверхностными водами и подвержены более длительному воздействию глубинного тепла. Наименьшему воздействию близповерхностных вод подвергаются источники, разгружающиеся непосредственно из разломов, не перекрытых четвертичными отложениями или из скважин (Гусихинский, скважина 84 м.). Вероятнее всего они наиболее точно отражают температуру гидротерм на глубине формирования.

*«Исследование выполнено в рамках государственного задания ГИН СО РАН по проекту АААА-А21-121011890033-1. Геоэкологические риски и экстремальные природные явления Сибири и Дальнего Востока».*

*«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-77-10035, <https://rscf.ru/project/24-77-10035/>»*

## Список литературы

1. Баргузинская котловина. Кол. монография. // Отв.ред. В.Е. Викулов. – Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 1993. – 157с.
2. Беличенко и др., 2006 / Беличенко В.Г., Гелетий Н.К., Бараш И.Г. Баргузинский микроконтинент (Байкальская горная область): к проблеме выделения // Геология и геофизика, 2006, т.47 (10),с.1049-1059
3. Голубев В.А. Кондуктивный и конвективный вынос тепла в Байкальской рифтовой зоне. – Новосибирск: Гео, 2007. – 222 с.
4. Ильин В.А., Кононов В.И., Поляк Б.Г., Козловцева С.В. Оценка глубинных температур с помощью гидрохимических показателей // Геохимия. 1979, № 6. - С. 888-901.
5. Лунина О.В. Разломы и сейсмически индуцированные геологические процессы на юге Восточной Сибири и сопредельных территориях. Монография. Издательство СО РАН, Новосибирск, Новосибирск: Издательство СО РАН, 2016. — 226 с.
6. Плюснин А.М., Замана Л.В., Шварцев С.Л., Токаренко О.Г., Чернявский М.К. Гидрогеохимические особенности состава азотных гидротерм Байкальской рифтовой зоны // Геология и геофизика, 2013. -Т.54, №5. –С. 647-664.

УДК 504.3.054

### АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ КВАРТАЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ Г. УЛАН-УДЭ

**О.Н. Чудинова, А.П. Беспрозванных**

*Восточно-Сибирский государственный университет технологий  
и управления, Улан-Удэ, chudinova1980@inbox.ru  
«Улан-Удэнский энергетический комплекс» филиал ПАО «ТГК-14»,  
Улан-Удэ, aleksey.dom.com@gmail.com*

### ANALYSIS OF ELEMENTAL COMPOSITION OF SNOW COVER IN THE ZONES OF INFLUENCE OF NEIGHBOURHOOD BOILER HOUSES OF ULAN-UDE CITY

**O.N. Chudinova, A.P. Besprozvannykh**

*East Siberian State University of Technology and Management, Ulan-Ude, chudinova1980@inbox.ru  
«Ulan-Ude Energy Complex» branch of PJSC «TGK-14», Ulan-Ude, aleksey.dom.com@gmail.com*

В настоящий момент в России функционирует порядка 400 ТЭЦ, более 6,5 тыс. котельных мощностью более 20 Гкалл. 90% городского населения России подключено к центральному отоплению, что говорит о близком расположении жилых районов и котельных, загрязняющих воздух. Предприятия топливно-энергетического комплекса занимают первое место среди отраслей по количеству выбросов в атмосферу. Согласно отчету аналитической службы аудиторско-консалтинговой сети FinExpertiza, в 2021 г. данными объектами было выброшено в атмосферу 3,1 млн. т загрязняющих веществ, что составляет 17,5 % от общих выбросов в данном году [4].

По данным мониторинга атмосферного воздуха Бурятского центра по гид-рометеорологии и мониторингу окружающей среды, в 2023 г. уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Улан-Удэ, оцененный по индексу загрязнения атмосферы, определяется как очень высокий. Среднегодовая концентрация бенз(а)пирена в атмосфере составила 6,7 ПДК, взвешенных веществ – 2,37 ПДК, взвешенных веществ PM10 – 1,35 ПДК, взвешенных веществ PM2,5 – 1,36 ПДК, азота диоксида – на уровне ПДК [1].

Одним из методов оценки загрязнения атмосферы, изучения процессов его распределения по территории и осадения в зимний период является исследования снежного покрова в районе источника выбросов загрязняющих веществ [3,5].

Целью данного исследования было изучение пылевой элементного состава твердой фазы снежного покрова в зонах влияния крупных квартальных котельных г. Улан-Удэ.

В качестве объектов исследования были выбраны четыре квартальные котельные, принадлежащие «Улан-Удэнскому энергетическому комплексу» филиала ПАО «ТГК-14»: котельная Юго-Западная мощностью 102 Гкал/час; котельная пос. Загорск мощностью 60 Гкал/час; котельная пос. Заречный мощностью 56 Гкал/час; котельная пос. Аэропорт мощностью 30 Гкал/час.

Пробы снега были отобраны во второй половине февраля 2024 г. на полную глубину за исключением пятисантиметрового слоя над почвой в соответствии с Методическими рекомендациями [2]. При отборе проб снега измеряли площадь и глубину шурфа. Вес каждой пробы – около 10 кг. Для исследования были отобраны по 4 пробы в зоне возможного воздействия каждой котельной (по румбам) на расстоянии от 50 до 150 м от границы объекта. В качестве фоновой была отобрана проба в лесном массиве, где отсутствуют антропогенные источники загрязнения. Для разделения твердой и жидкой фазы отобранные пробы снега оттаивались при комнатной температуре и фильтровались с помощью водоструйного насоса через фильтр «синяя лента».

Для предварительной оценки степени загрязнения твердой фазы снежного покрова был проведен расчет пылевой нагрузки, представляющей собой отношение массы пыли в пробе твердого осадка снега к площади шурфа, умноженной на временной интервал между моментом опробования и датой установления устойчивого снежного покрова (табл. 1).

Таблица 1

| Объект исследования     | Расчетная пылевая нагрузка |                               |                           |                               |                           |                               |                           |                               |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
|                         | Точка №1                   |                               | Точка №2                  |                               | Точка №3                  |                               | Точка №4                  |                               |
|                         | мг/(м <sup>2</sup> ×сут.)  | Отношение к фоновому значению | мг/(м <sup>2</sup> ×сут.) | Отношение к фоновому значению | мг/(м <sup>2</sup> ×сут.) | Отношение к фоновому значению | мг/(м <sup>2</sup> ×сут.) | Отношение к фоновому значению |
| Котельная Юго-Западная  | 2826,80                    | 54,40                         | 1672,27                   | 32,18                         | 23406,74                  | 450,47                        | 1191,38                   | 22,93                         |
| Котельная пос. Загорск  | 1296,63                    | 24,95                         | 1926,74                   | 37,08                         | 1205,88                   | 23,21                         | 708,49                    | 13,63                         |
| Котельная пос. Заречный | 1293,87                    | 24,90                         | 645,89                    | 12,43                         | 803,59                    | 15,47                         | 997,06                    | 19,19                         |
| Котельная пос. Аэропорт | 446,4                      | 8,59                          | 709,33                    | 13,65                         | 386,93                    | 7,45                          | 357,64                    | 6,88                          |

В районе котельной Юго-Западная среднее значение пылевой нагрузки от котельной в 140 раз превысило фоновое. Наибольшая пылевая нагрузка зафиксирована в точке №3 равна 23406,74 мг/(м<sup>2</sup>×сут), что в 450,47 раз больше фонового значения. Вблизи данной точки постоянно проводятся работы по подтапливанию угля в приемный бункер угля, пыль от конвейерных лент и склада угля ветром сдувается в сторону точки №3. Точки №1 и №2 располагаются за зданием котельной от склада угля, дымовой трубы и шлакоотвала, поэтому пыль от этих источников не попадает в эти точки. Точка №4 по розе ветров располагается в наветренной стороны, поэтому в ней зафиксировано наименьшее значение пылевой нагрузки.

В районе котельной пос. Загорск среднее значение пылевой нагрузки в 24,72 раза превысило фоновое. Среднее значение составило 1284,43 мг/(м<sup>2</sup>×сут). Наибольшая пылевая нагрузка (1926,74 мг/(м<sup>2</sup>×сут)) зафиксирована в точке №2. Высокое пыление от котельной обусловлено сухим способом шлакозолоудаления. Образующиеся в ходе сжигания угля зола и шлак в горячем, сухом состоянии удаляются из котлоагрегатов и транспортируются в бункер, откуда выгружаются в грузовую технику и увозятся на площадку рекультивации. Точка №4 располагается среди деревьев, а также с противоположной стороны от угольного склада, поэтому в данной точке наблюдается наименьшее значение пылевой нагрузки, равное 0,71 мг/(м<sup>2</sup>×сут).

В районе пос. Заречный среднее значение пылевой нагрузки в 18 раз превысило фоновое. Наибольшая пылевая нагрузка (1293,87 мг/(м<sup>2</sup>×сут)) зафиксирована в точке №1, данный факт обусловлен близким расположением шлакоотвала, а также постоянным движением транспортных средств, заполненных золошлаками и углем. В точке №4 также наблюдается высокая пылевая нагрузка (997,06 мг/(м<sup>2</sup>×сут)), что может быть обусловлено расположением склада угля котельной по розе ветров и, соответственно, выдувом пыли и осаждением ее на данном участке.

В районе котельной пос. Аэропорт среднее значение пылевой нагрузки в 9,14 раз превысило фоновое. Наибольшая нагрузка, равная 709,33 мг/(м<sup>2</sup>×сут), выявлена в точке №2, что можно объяснить ее расположением в плохо проветриваемом месте и окружением с двух сторон ограждением. В точке №3 наблюдается незначительная пылевая нагрузка в связи с расположением точки с наветренной стороны, соответственно происходит унос основного количества образующейся пыли в противоположную сторону.

Анализ микроэлементного состава твердой фазы снежного покрова выполнен методом индуктивно-связанной плазмы на квадрупольном масс-спектрометре Agilent 7500 се в Институте геологии и минералогии им. В.С. Соболева (г. Новосибирск).

Для оценки степени загрязнения твердой фазы снежного покрова были выбраны геохимические показатели, учитывающие распределение как отдельных элементов, участвующих в загрязнении, так и их ассоциаций, связанных с полиэлементностью химического состава техногенных потоков. К ним относятся коэффициент концентрации химических элементов ( $K_c$ ) и суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ ) [2]. Результаты представлены в таблице 2.

Анализ полученных результатов показал, что в районе котельной пос. Аэропорт довольно высокие концентрации наблюдаются по Li ( $K_c = 6,35$ ), Ni ( $K_c = 5,61$ ), Sc ( $K_c = 5,42$ ), Be ( $K_c = 5,25$ ), Co ( $K_c = 4,65$ ), Sr ( $K_c = 4,44$ ), V ( $K_c = 4,06$ ); по котельной пос. Заречный – по Sc ( $K_c = 5,42$ ), Co ( $K_c = 5,12$ ), Ni ( $K_c = 4,74$ ), Sr ( $K_c = 4,44$ ), Li ( $K_c = 4,42$ ), Be ( $K_c = 4,13$ ), V ( $K_c = 4,06$ ); по котельной пос. Загорск – по Sr ( $K_c = 5,00$ ), Li ( $K_c = 5,0$ ), Be ( $K_c = 4,5$ ), Co ( $K_c = 4,19$ ), Ni ( $K_c = 4,04$ ); по котельной Юго-Западная – по Sr ( $K_c = 3,94$ ), Sc ( $K_c = 3,67$ ), Li ( $K_c = 3,46$ ), Ni ( $K_c = 3,16$ ), Be ( $K_c = 3,13$ ), Co ( $K_c = 3,02$ ).

Характеристика твердой фазы снежного покрова в районе исследуемых объектов

| Элемент | Фон, мкг/г | Котельная Юго-Западная        |                                       | Котельная пос. Загорск        |                                       | Котельная пос. Заречный       |                                       | Котельная пос. Аэропорт       |                                       |
|---------|------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
|         |            | Диапазоны концентраций, мкг/г | Максимальный коэффициент концентрации | Диапазоны концентраций, мкг/г | Максимальный коэффициент концентрации | Диапазоны концентраций, мкг/г | Максимальный коэффициент концентрации | Диапазоны концентраций, мкг/г | Максимальный коэффициент концентрации |
| Li      | 5,2        | 9,1-18                        | 3,462                                 | 23-26                         | 5,000                                 | 18-23                         | 4,423                                 | 21-33                         | 6,346                                 |
| Be      | 0,8        | 1,5-2,5                       | 3,125                                 | 2,8-3,6                       | 4,500                                 | 2,5-3,3                       | 4,125                                 | 2,8-4,2                       | 5,250                                 |
| Na      | 7900       | 1300-10200                    | 1,291                                 | 2400-6900                     | 0,873                                 | 1500-2800                     | 0,354                                 | 1800-4200                     | 0,532                                 |
| Mg      | 2100       | 2300-4800                     | 2,286                                 | 5000-5500                     | 2,619                                 | 4300-5600                     | 2,667                                 | 4300-6900                     | 3,000                                 |
| Al      | 21100      | 28000-55800                   | 2,645                                 | 56300-66700                   | 3,161                                 | 52900-63300                   | 3,000                                 | 50400-72200                   | 3,422                                 |
| P       | 2100       | 1000-1300                     | 0,619                                 | 1400-1900                     | 0,905                                 | 1900-2400                     | 1,143                                 | 1600-2100                     | 1,000                                 |
| K       | 7600       | 4500-13600                    | 1,789                                 | 10400-13400                   | 1,763                                 | 7500-10100                    | 1,329                                 | 8600-15300                    | 2,013                                 |
| Ca      | 9200       | 7500-15400                    | 1,674                                 | 10100-15700                   | 1,707                                 | 10200-16300                   | 1,772                                 | 9900-14400                    | 1,565                                 |
| Sc      | 2,4        | 6,0-8,8                       | 3,667                                 | 9,8-12                        | 5,000                                 | 11-13                         | 5,417                                 | 9,8-13                        | 5,417                                 |
| Ti      | 2200       | 1800-2900                     | 1,318                                 | 3400-4000                     | 1,818                                 | 3400-4000                     | 1,818                                 | 3100-4300                     | 1,955                                 |
| V       | 32         | 64-81                         | 2,531                                 | 95-120                        | 3,750                                 | 110-130                       | 4,063                                 | 96-130                        | 4,063                                 |
| Cr      | 32         | 26-34                         | 1,063                                 | 44-48                         | 1,500                                 | 44-50                         | 1,563                                 | 37-53                         | 1,656                                 |
| Mn      | 380        | 130-390                       | 1,026                                 | 390-440                       | 1,158                                 | 270-470                       | 1,237                                 | 360-750                       | 1,974                                 |
| Fe      | 14100      | 8800-21500                    | 1,525                                 | 19900-25100                   | 1,780                                 | 17400-27000                   | 1,915                                 | 21200-41700                   | 2,957                                 |
| Co      | 4,3        | 10-13                         | 3,023                                 | 16-18                         | 4,186                                 | 17-22                         | 5,116                                 | 16-20                         | 4,651                                 |
| Ni      | 5,7        | 14-18                         | 3,158                                 | 22-23                         | 4,035                                 | 20-27                         | 4,737                                 | 22-32                         | 5,614                                 |
| Cu      | 65         | 18-60                         | 0,923                                 | 18-60                         | 0,923                                 | 33-58                         | 0,892                                 | 34-46                         | 0,708                                 |
| Zn      | 71         | 30-99                         | 1,394                                 | 30-99                         | 1,394                                 | 47-100                        | 1,408                                 | 69-100                        | 1,408                                 |
| As      | 24         | 8,9-13                        | 0,542                                 | 8,9-13                        | 0,542                                 | 11-15                         | 0,625                                 | 14-20                         | 0,833                                 |
| Sr      | 180        | 450-710                       | 3,944                                 | 450-710                       | 3,944                                 | 630-800                       | 4,444                                 | 610-800                       | 4,444                                 |
| Y       | 8,7        | 11-17                         | 1,954                                 | 11-17                         | 1,954                                 | 19-22                         | 2,529                                 | 18-24                         | 2,759                                 |
| Nb      | 6,4        | 5,4-8,4                       | 1,313                                 | 5,4-8,4                       | 1,313                                 | 11-11                         | 1,719                                 | 8,9-13                        | 2,031                                 |

Суммарный показатель загрязнения для котельной пос. Аэропорт составил  $Z_c = 45,507$ ; для котельной пос. Заречный  $Z_c = 37,603$ ; для котельной пос. Загорск  $Z_c = 34,566$ ; для котельной Юго-Западная  $Z_c = 25,013$ , что характеризует рассматриваемые территории как территории с низким уровнем загрязнения. Заниженные результаты могут объясняться тем, что в процессе подготовки проб к исследованию часть твердых частиц, содержащих токсичные элементы, была утеряна.

Таким образом, пылевая нагрузка и элементный состав твердой фазы снежного покрова в зоне воздействия квартальных котельных зависят, в первую очередь, от мощности котельной, от системы шлакоудаления, организация хранения угля и золошлаков, качества и состава сжигаемого топлива.

### Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды Республики Бурятия в 2023 году».
2. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве (утв. главным государственным санитарным врачом СССР от 15.05.1990 № 5174-90).
3. Сает Ю.Е., Ревич Е.П. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра. – 1990. – 335 с.
4. Статистика выбросов в атмосферный воздух за 2021 г. [Электронный ресурс] – <https://finexpertiza.ru/press-service/researches/2022/zagr-atm-predpr>.
5. Язиков Е.Г., Таловская А.В., Жорняк Л.В. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв: монография // Томск: Изд-во Томского политехнического университета. – 2010. – 264 с.



**В.А. СНЫТКО – УЧАСТНИК КОМПЛЕКСНЫХ  
ЛАНДШАФТНО-ИСТОРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДНЫХ ПУТЕЙ  
СЕВЕРА И СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ**

**В.А. Широкова<sup>1</sup>, Н.М. Эрман<sup>1</sup>, Н.А. Озерова<sup>1</sup>, В.А. Низовцев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН, Москва, erman.natalie@mail.ru*

<sup>2</sup>*МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, nizov2118@mail.ru*

**V.A. SNITKO IS A PARTICIPANT OF COMPLEX LANDSCAPE AND HISTORICAL  
RESEARCH WATERWAYS OF THE NORTH AND NORTHWEST OF RUSSIA**

**V.A. Shirokova<sup>1</sup>, N.M. Erman<sup>1</sup>, N.A. Ozerova<sup>1</sup>, V.A. Nizovtsev<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Technology of the RAS,*

*Moscow, erman.natalie@mail.ru*

<sup>2</sup>*Lomonosov Moscow State University, Moscow, nizov2118@mail.ru*

Комплексная экспедиция по изучению исторических водных путей России (КЭИВП) организована с 2003 г. по инициативе Отдела истории наук и Земле ИИЕТ РАН, при участии сотрудников МГУ имени М.В. Ломоносова. В 2007 г. к экспедиции присоединился член-корреспондент РАН В.А. Снытко и впервые принял участие в комплексных исследованиях Северо-Двинской шлюзованной системы на участке Вологда-Сухона, которые были продолжены в августе 2008 г. на реке Сухона и завершились в городе Великий Устюг. В 2009 г. проведены исследования Балтийского ската Вышневолоцкой водной системы на участке от города Боровичи на реке Мсте до Санкт-Петербурга на Неве, а в 2010 и 2011 гг. экспедиции «покорилась» вся Тихвинская водная система. Наконец, в 2012 г. состоялись два маршрута, связавшие территории России и Белоруссии: по Западной Двине от Велижа до Витебска и по Днепру от Смоленска до Могилева. Впоследствии Валериан Афанасьевич, наряду с В.А. Широковой, стал вторым научным руководителем КЭИВП и её идейным вдохновителем. На основе собранного экспедиционного и архивного материалов, во многом благодаря Валериану Афанасьевичу, были выпущены монографии: «Исторические водные пути Севера России (XVII–XX вв.) и их роль в изменении экологической обстановки. Экспедиционные исследования: состояние, итоги, перспективы», 2009, «Вышневолоцкая водная система: ретроспектива и современность», 2011, «Тихвинская водная система: ретроспектива и современность. Гидролого-экологическая обстановка и ландшафтные изменения в районе водного пути», 2013, Тихвинская водная система: Коллективная монография, 2012, История водно-сухопутных транспортных путей Северо-Западной Руси в XVI – начале XX века и создание Беломорско-Балтийского канала, 2018 [1, 2, 3, 4], а также было издано более 400 научных публикаций. В монографиях и публикациях отражены результаты историко-географических, ландшафтных и гидролого-гидрохимических, экологических и туристско-рекреационных исследований древних водных систем. Рассмотрены история создания и современное состояние водных путей севера и северо-запада России, показана ландшафтная структура окружения водных путей и данные по их гидролого-гидрохимическому режиму.

Основной целью и задачами экспедиции являются всесторонние исследования водных путей как целостных ландшафтно-историко-навигационных объектов, проведение историко-научного, ландшафтного и гидролого-гидрохимического исследования древних водных систем, выявление изменений в природной среде до и после постройки гидротехнических сооружений систем, а также их ландшафтной обусловленности, изучение влияния старинных и новейших каналов и водных объектов на окружающую природную среду. Особое направление работ составляет изучение структуры и иерархии культурно-исторических ландшафтов водных путей, исследование особенностей природных и антропогенных комплексов этих ландшафтов, анализ становления поселенческой структуры и ландшафтных особенностей формирования древнерусских городов, неразрывно связанных с историческими водными путями [1].

Основой методики экспедиционных исследований, в разработке которой особая роль принадлежала В.А. Снытко, служит сочетание полевых методов (ландшафтных, гидролого-гидрохимических, исторических, историко-географических) с камеральными (анализ архивных, картографических, фондовых материалов с использованием ГИС-технологий), что дает возможность составить наиболее полную картину хозяйственного освоения и функционирования водного пути на региональном, районном и локальном уровнях в конкретных ландшафтных условиях.

В.А. Снытко неоднократно подчеркивал, что в центре внимания исследований должно быть аналитическое рассмотрение всей совокупности природных, исторических, политических, социокультурных и экономических факторов, повлиявших на формирование и развитие этих важнейших коммуникационных водных путей. А это, в свою очередь, позволяет изучать памятники как элементы единого историко-природного комплекса.

Широко эрудированный, необычайно доброжелательный Валериан Афанасьевич активно участвовал не только в научной, но и полевой части экспедиционных работ. Полевые исследования КЭИВП проводились преимущественно водным транспортом, двумя отрядами, которые перемещались на двух рафтах (надувных лодках, оборудованных мотором). Первый отряд, оснащенный компактной полевой гидролого-метеорологической лабораторией, проводил гидрологические, гидрохимические, метеорологические измерения и наблюдения в точках, удаленных друг от друга через каждые 3-5 км. Одновременно определялись координаты точек. Все точки привязывались к ландшафтной структуре исследуемого участка. Вторая лодка проводила ландшафтное описание местности по всему маршруту. В.А. Снытко вошел в состав отряда ландшафтоведов, наиболее близкий ему по духу и научным интересам. Всегда с ним были заблаговременно распечатанная лощия или крупномасштабный лист карты местности, наготове блокнот-дневник для записей, и фотоаппарат. Благодаря члену-корреспонденту мы не пропустили по маршруту ни одного примечательного объекта: с интересом осматривались все храмы, колокольни, крепости, городища и селища, курганы и музеи. Все путевые записи и фотографии находили применение при подготовке научных публикаций. Валериан Афанасьевич в полевых условиях проявил себя как очень скромный и отзывчивый человек. Он первым спешил отнести тяжелые сумки, всегда был готов и дрова поискать, и воды принести. В поле ночевал, как все, в палатках или в тех условиях, которые были предоставлены [5].

За время исследований по каждой системе было пройдено в среднем около 500 км пути. Выбор исторического водного пути в качестве объекта исследования в первую очередь объясняется огромной ролью исторических водных путей в истории формирования российской государственности и хозяйственного освоения удаленных регионов Севера и Северо-запада территории России. Исторические водные пути являются уникальными по своему социокультурному значению для всей России в целом.

В.А. Снытко непосредственно и с большим энтузиазмом участвовал в разработке принципов проведения полевых и камеральных этапов работы. В ходе экспедиционных изысканий были выявлены изменения режима водных объектов и оценены экологические последствия, Результаты по изучению и выявлению гидролого-гидрохимического режима и пространственно-временной изменчивости ионного стока и качества воды, а также изменения природной ситуации в историческом прошлом и современное экологическое состояния водных систем послужили основой для проведения оценки нарушенности природных территорий, которая заключалась в визуальном дешифрировании, сопоставлении фотоматериалов и обработке космических снимков участков территории по всем маршрутам и создании интегральной цифровой карты территорий водных путей.

Особое направление работ составляет изучение структуры и иерархии культурно-исторических ландшафтов водных путей, исследование особенностей природных, антропогенных и культурно-исторических комплексов этих ландшафтов. Характерными примерами таких комплексов являются Северо-Двинский, Мариинский и Вышневолоцкий исторические водные пути – озерно-речные системы, соединенные рукотворными каналами с сохранившимися памятниками гидротехнического строительства. Сами водные пути служат ландшафтообразующим ядром, своего рода системообразующим стержнем, для своеобразных и уникальных культурно-исторических районов, сложившихся в их окрестностях. В культурно-исторические районы водных путей входят как разнообразные по свойствам и структуре природные, так и в разной степени антропогенно преобразованные ландшафты [6]. Особое место в их структуре составляют культурно-исторические ландшафты В культурно-исторический район Северо-Двинского водного пути входят как разнообразные по свойствам и структуре природные ландшафты, так и культурно-исторические ландшафты древнейших городов России: Белозерска, Каргополя, Тотьмы, Великого Устюга и Солевычегодска, «архитектурные жемчужины» Севера – культурно-исторические ландшафты Кирилло-Белозерского, Феропонтова, Горицкого, Троице-Гledenского монастыре и Нило-Сорской пустыни, уникальная шлюзованная водная система с каналом герцога Александра Виртембергского. Исключителен также ландшафт долины р. Сухоны. Характерными особенностями, определяющими конкретный культурно-исторический ландшафт является насыщенность памятниками исторического, архитектурного и духовного наследия, целостность и единство природной и антропогенной составляющих, эколого-эстетические свойства. Этим обусловлена природно-культурная и научно-исследовательская ценность таких территорий [3]. Уникальность и ценность культурно-исторических ландшафтов является главной предпосылкой для придания им статуса - «особо охраняемая». Здесь следует отметить, что именно Валериан Афанасьевич постоянно ратовал за то, чтобы «экспедиция» находила применение своих научных изысканий в решении практических жизненно важных задач.

Особое значение для всех участников КЭИВП стала экспедиция по историческим водным путям Запада России и приграничной территории Белоруссии (2012-2013 гг). В.А. Снытко с неподдельной радостью воспринял предложение исследовать Смоленско-Белорусский участок «Из Варяг в Греки», свои родные места, свою малую Родину и принялся за разработку маршрута. Изучены верховья рек Днепра, Западной Двины, Немана (включая Августовский канал) и их притоки: Ловать, Торопа, Менке, Свислочь, Березина, а также районы городов: Великие Луки, Торопец, Холм, Смоленск-Витебск-Полоцк, Смоленск-

Орша-Копысь-Могилев, Гродно-Минск-Березино-Бобруйск-Речица. Весь маршрут В.А. Снытко буквально светился и абсолютно ко всему проявлял самый живой интерес, и к культурно-историческим и ландшафтным комплексам, к природным объектам, и к встречным путешественникам. А более теплых вечерних посиделок под уютный дым костра, в маршрутах с Валерианом Афанасьевичем, у нас в экспедициях не было.

### **Заключение**

По результатам многолетних экспедиционных исследований, совместно с В.А. Снытко, создана геоинформационная база по историческим водным путям, включающая гидролого-гидрохимические, ландшафтные, архивные и картографические источники по истории водных систем: Ладожскому и Онежскому каналам, озерно-канальной системе Большого Соловецкого острова, заволочному Белозерско-Онежскому водному пути, Северо-Двинской, Вышневолоцкой, Тихвинской водным системам и водному пути «Из варяг в греки». Связующим звеном методологического и технического ее наполнения служили картографические материалы. Важным итогом исследований стали детальные цифровые карты исторических водных путей, составленные на основании данных аэрокосмического зондирования и геопозиционной привязки изученных объектов к современной ландшафтной основе. По существу, в ходе проведенных экспедиционных исследований было положено начало для создания единой геоинформационной системы, включающей в себя паспортизированные гидротехнические объекты и сооружения, интересные природные образования и комплекс гидрохимических характеристик собственно водных путей. Общей доминантой, объединяющей эти элементы в систему, становится уже не только сам водный путь, а культурно-исторический ландшафтный комплекс, учитывающий все аспекты человеческой деятельности и природные формации. Геоинформационная база послужила основой создания веб-сайта и виртуального музея «Исторические водные пути» [7, 8, 9, 10]. Виртуальный музей позволит сделать историко-научную информацию о старинных водных путях доступной для специалистов и широкой общественности, а также раскрыть возможности использования их в научных, познавательных и рекреационных целях. Разработка эколого-туристических маршрутов даст возможность осуществить виртуальную экскурсию по старинным водным путям с осмотром уникальных культурно-исторических ландшафтных комплексов нашей страны.

*Работа выполнена в рамках государственных заданий (122031600400-5 и 121051300176-1).*

### **Список литературы**

1. Низовцев В.А., Постников А.В., Снытко В.А., Фролова Н.Л., Чеснов В.М., Широкова В.А., Широков Р.С. Исторические водные пути Севера России (XVII-XX вв.) и их роль в изменении экологической обстановки. – Москва: Типография «Парадиз», 2009. – 298 с.
2. Постников А.В. История водно-сухопутных транспортных путей Северо-Западной Руси в XVI – начале XX века и создание Беломорско-Балтийского канала. – Москва: ЛЕНАРД, 2018. – 248 с.
3. Широкова В.А., Снытко В.А., Чеснов В.М., Фролова Н.Л., Низовцев В.А., Дмитрук Н.Г., Широков Р.С. Вышневолоцкая водная система: ретроспектива и современность. Гидролого-экологическая обстановка и ландшафтные изменения в районе водного пути. – М.: ООО «ИПП «КУНА», 2011. – 248 с.
4. Широкова В.А., Снытко В.А., Низовцев В.А., Фролова Н.Л., Дмитрук Н.Г., Чеснов В.М., Озерова Н.А., Широков Р.С. Тихвинская водная система: ретроспектива и современность. Гидролого-экологическая обстановка и ландшафтные изменения в районе водного пути. – Москва: ООО «Акколитъ», 2013. – 376 с.
5. Озерова Н.А., Чеснов В.М., Собисевич А.В., Широкова В.А., Низовцев В.А., Эрман Н.М. В.А. Снытко – московский период // Валериан Афанасьевич Снытко. Выдающиеся географы Сибири. – Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. 2023. – С. 66-71.
6. Широкова В.А., Низовцев В.А., Снытко В.А., Постников А.В., Нестеров Е.М., Эрман Н.М., Романова О.С., Широков Р.С., Озерова Н.А., Собисевич А.В. 15 лет Комплексной экспедиции по изучению исторических водных путей России // Геология, геоэкология, эволюционная география: Коллективная монография. – СПб.: РГПУ им. А.И. Герцена. 2018. Т.17. – С. 268-273.
7. Эрман Н.М., Низовцев В.А., Широкова В.А., Постников А.В., Снытко В.А., Озерова Н.А., Широков Р.С. Методика составления электронного историко-географического атласа старинных водных путей России // Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. – 2016. – Т. 60, № 5. – С. 88-91.
8. Эрман Н.М., Широкова В.А., Низовцев В.А., Широков Р.С. Геоинформационная база виртуального музея исторических водных путей // Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова. Годичная научная конференция. – Москва: ИИЕТ РАН, 2016. – С. 582–585.
9. Эрман Н.М., Низовцев В.А., Широкова В.А., Снытко В.А., Широков Р.С. Концепция создания виртуального музея исторических водных путей // Вестник Академии наук Чеченской Республики. – 2017. – Т. 35, № 2. – С.121-124.
10. Nizovtsev V.A., Erman N.M., Shirokova V.A., Ozerova N.A. Geoinformation database is the basis of creation of virtual museums on historical waterways of Russia // International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. – 2018. – Vol. 18, no. 2.3. – P. 401–407.

### III. ГИДРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ: РЕАКЦИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ, СТРАТЕГИИ АДАПТАЦИИ

УДК 556.522 (1-925.16)

#### ИНДИКАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА РЕЧНЫХ СИСТЕМ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ВОДОНОСНОЙ СПОСОБНОСТИ

И.Ю. Амосова<sup>1,2</sup>, Е.А. Ильичева<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет», Иркутск  
*irinaamosova\_83@mail.ru, lenail3663@mail.ru*

#### INDICATIVE FEATURES OF RIVER SYSTEMS IN ESTIMATION OF THE EXTREME WATER BEARING CAPACITY

I.Y. Amosova<sup>1,2</sup>, E.A. Ilcheva<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk,

<sup>2</sup>Irkutsk State University, Irkutsk, *irinaamosova\_83@mail.ru, lenail3663@mail.ru*

Индикационные гидрографические исследования, представляющие концепцию системного подхода к изучению строения речных систем, сводятся к более полному пониманию структуры речной сети, выявлению взаимосвязей внутри этих речных систем и непосредственной оценке условий формирования стока. Каждый элементарный водосбор отличается индивидуальными и уникальными особенностями, нигде не повторяющимися в точности. Все звенья речной системы обладают закономерным чередованием и последовательностью слияния временных и постоянных водотоков от истока к устью, в узле слияния сходятся только два водотока, а две точки слияния сходятся только единственным образом.

Речной сток формируется под влиянием сложного взаимодействия физико-географических факторов и включает этапы поступления воды на поверхность водосбора, формирование и перемещение стока по водно-эрозионной сети. Информация о стоке, поступающая с гидрологических постов, по большей части предоставляется для замыкающего створа. В связи с этим, процесс формирования стока в элементарной сети остается практически не освещенным и менее изученным. Индикационные исследования, на основе строения речных систем и наблюдений на гидропостах, позволяют определить, как среднюю, так и максимальную водоносную способность в каждом узле слияния водотоков, а также выявить влияние гидрографической сети на формирование стока. Целью исследования является определение значимости каждого звена флювиальной системы в формировании, транзите и аккумуляции экстремального стока.

Исследование проведено для речных систем бассейна оз. Байкал. Основа методики исследования особенностей строения речных систем, как индикатора экстремальной водоносной способности, заключается в сопоставлении результатов статического (по топокартам) и динамического (ЦМР) моделирования. По топографическим картам выделялась речная сеть временных и постоянных водотоков, а по ЦМР – тальвеги линейных типов водно-эрозионных форм рельефа. Кроме рисунка русловой сети, учитывались уклоны и высоты водосборов и тальвегов.

Выделение областей формирования, транзита и аккумуляции стока проведено на основе структурно-гидрографического подхода строения речных систем [2].

К области формирования стока (ОФС) относятся приводораздельные части речного бассейна преимущественно с элементарной водно-эрозионной сетью и поверхностями склонов малых водосборов, где происходит формирование поверхностного стока, стекание его в ближайшие тальвеги и интенсивное наращивание порядка по длине реки за счет значительной склоновой и русловой эрозии в этой части водосборов. Так как суммарная протяженность временных и эпизодических водотоков достаточно велика, относительно суммарной длине средней и крупной русловой сети, на этапе формирования стока значительная часть воды собирается в элементарной сети.

Ниже ОФС расположена область транзита стока (ОТС) с выраженной главной рекой. В следствии того, что время добегания в элементарной сети невелико, основная масса воды оказывается здесь в водотоках ближайших младших порядков, которые выполняют транзитную роль, а также достаточное количество воды попадает в водотоки высоких порядков. При переходе от ОФС к ОТС сокращается количество водотоков первого порядка. Стеkanie воды к замыкающему створу неизбежно приводит к аккумуляции воды в русловой сети. Впоследствии большая часть концентрируется в реках наибольшего порядка, меньшая часть в водотоках ближайших младших порядков, и практически отсутствует в элементарной сети. Часть водосбора в нижнем течении реки называется областью аккумуляцией стока (ОАС). Здесь встречаются малые притоки, несопоставимые с главной рекой порядками, но формирующие местный объем стока. В замыкающем створе ОАС наблюдается максимальное значение стока.

В период максимального увлажнения множество временных и элементарных водотоков речной системы, преимущественно в области формирования стока, включаются в флювиальную систему, тем самым увеличивая сток в нижерасположенных областях. Опираясь на [3] в бассейне оз. Байкал выделены провинции и межгорные зоны, которые дренируются речными системами [1], а в рамках структурно-гидрографического подхода строения речных систем [2] выделяются области формирования, транзита и аккумуляции стока.

Исходя из индивидуальности строения речных систем, в областях стока выявляются региональные особенности. Например, в ОФС могут находиться бессточные озера или водотоки со слепыми устьями, в ряде случаев не входившие в общепринятые границы водосбора в меженный период, и характеризуются как локальное понижение рельефа и служат своего рода емкостью аккумуляции стока. В период максимального увлажнения такие объекты становятся проточными за счет эпизодических и временных тальвегов, что дает предпосылки для формирования дополнительного объема стока в виде достаточно крупных притоков (3–4 порядок). Или, в ОАС в период повышенного стока, из расположенных здесь проточных озер формируется местный сток, увеличивающий порядок системы. На некоторых реках может и вовсе отсутствовать ОАС за счет подруслового стока или, когда для устьевых областей характерно наличие пролювиально-делювиальных конусов выноса, а для речной системы в целом свойственно небольшая протяженность речной сети, малые размеры водосборного бассейна, значительные уклоны тальвегов и поверхности бассейна.

Значительный вклад в формирование экстремальной водоносности оз. Байкал приносят речные системы р. Селенги, Баргузина и Верхней Ангары. К основным зонам повышенного стокоформирования относятся речные системы хребтов Хамар-Дабан и Улан-Бургасы. По результатам исследования для бассейна оз. Байкал, включая монгольскую часть, создана картосхема пространственно-типологического распределения речных систем по областям стока.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания ИГ СО РАН им. В.Б. Сочавы (№ государственной регистрации АААА-А21-121012190059-5).*

#### **Список литературы**

1. Амосова И.Ю., Ильичева Е.А. Пространственное распределение структурно-гидрографических характеристик речных систем бассейна озера Байкал // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. – 2020. – Т.34. – С. 21-36. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2020.34.21>
2. Гарцман Б.И. Дождевые наводнения на реках юга Дальнего Востока: методы расчетов, прогнозов, оценок риска. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 223 с.
3. Гвоздецкий Н.А., Михайлов Н.И. Физическая география СССР. Азиатская часть. – М.: Мысль, 1978. – 512 с.

УДК 551.50

### **ОЦЕНКА ГИДРОКЛИМАТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВЫХ ХРОНОЛОГИЯХ ПРИХУБСУГУЛЬЯ**

**А.С. Бальбина**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы, Иркутск, balybina@irigs.irk.ru*

### **ASSESSMENT OF THE HYDROCLIMATIC SIGNAL IN TREE-RING CHRONOLOGIES OF THE COAST OF LAKE KHUBSUGUL**

**A.S. Balybina**

*V.B. Sochava Institute of Geography, Irkutsk, balybina@irigs.irk.ru*

Гидроклиматический сигнал – это регистрируемая в годичных кольцах информация о лимитирующем влиянии климата (температуры воздуха, атмосферных осадков, влажности, солнечной радиации, уровня воды в озерах и т.д.). Объектом данного исследования стали древесно-кольцевые хронологии лиственниц (*Larix sibirica Ldb.*), произрастающих на побережье озера Хубсугул, Монголия. Оз. Хубсугул расположено на севере Монголии примерно в 200 км к юго-западу от оз. Байкал. С Байкалом оз. Хубсугул связано реками Эгийн-Гол и Селенгой. Площадь водной поверхности оз. Хубсугул составляет около 2760 км<sup>2</sup>. Климат суровый, небольшое количество выпадающих осадков сочетается с высокой континентальностью климата. В среднем, уровень выпадающих в Прихубсугулье осадков равен  $\square$  300 мм/год, из которых около 80% приходится на летний период. Средняя годовая температура составляет  $-4,2^{\circ}\text{C}$  (по данным метеостанции Хатгал за период с 1963 по 2023 гг). Отбор образцов древесины производился в виде кернов посредством возрастного бурава на высоте 1.3 м по одному радиусу. В лабораторных условиях была произведена подготовка образцов к измерениям по общепринятой методике [1], измерена ширина годичных колец (ШГК) с точностью 0.01 мм при помощи измерительной установки LINTAB и специального программного пакета TSAP [2]. Схема расположения мест отбора проб представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Схема расположения мест отбора древесных кернов.

- – Метеостанции
- 1 – место отбора проб

Для оценки отклика климатического сигнала были использованы данные о температуре воздуха и суммах атмосферных осадков двух метеорологических станций, расположенных, примерно на равном расстоянии от места отбора кернов (удаление около 50 км) – м/с Монды (Россия) и м/с Хатгал (Монголия) ([www.pogodaiklimat.ru](http://www.pogodaiklimat.ru)). К сожалению, это самые ближние к месту исследования метеорологические станции. Средний возраст взятых кернов составил 148 лет (максимум 195, минимум 106 лет). Ряд наблюдений на метеостанциях: Монды (1949 – 2023 гг.), Хатгал (1963 – 2023 гг.). Кроме этого для оценки глобального геофизического сигнала в древесно-кольцевых хронологиях (ДКХ) рассчитывались функции отклика на числа Вольфа, показывающие солнечную активность.

Коэффициент корреляции между ДКХ каждого участка равняется 0,7-0,8, что говорит о хорошей сходимости серий древесных колец, и подверженности роста отдельных деревьев одинаковым условиям на определенном участке произрастания. При переводе абсолютных величин прироста древесины в относительные – индексы, происходит исключение наиболее крупных (возрастных) колебаний.

Проведённый корреляционный анализ ДКХ со средними температурами за каждый месяц, а также со средней температурой года, выявил климатический сигнал в серии годовичных приростов древесины: статистически значимые коэффициенты корреляции колеблются в пределах от  $r = |0,32|$  до  $r = |0,62|$ . На рисунке 2 (а) представлена динамика ширины годовичных колец (ШГК) модельного дерева Л4 (участок отбора 2) и многолетнего хода средней месячной температуры июля на метеостанции Хатгал. Как можно видеть при двухлетнем сглаживании визуально наблюдается хорошее сходство. Возможно это говорит о том, что эффект влияния проявляется в ширине годовичного кольца на следующий год. Кроме этого, на рисунке 2 (б) показаны коэффициенты корреляции некоторых ДКХ со средними месячными температурами марта-сентября, а также со средней годовой температурой воздуха на метеостанции Хатгал. Как можно видеть, отклик на летние температуры воздуха (июнь-август) довольно высок от  $r = |0,48|$  до  $r = |0,62|$ .

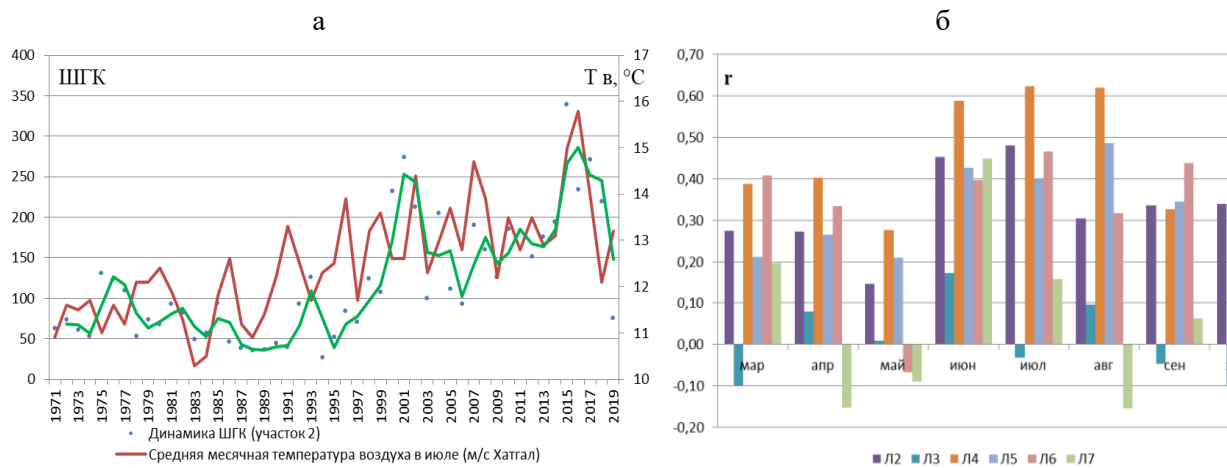


Рис. 2. Динамика ширины годовичных колец (а) и ее связь со средними месячными температурами воздуха (б) на метеостанции Хатгал.

Коэффициенты корреляции прироста ШГК с суммами атмосферных осадков на метеостанции Хатгал оказались статистически незначимы, в то время как динамика атмосферных осадков на метеостанции Монды нашла отклик в динамике ДКХ. Коэффициенты корреляции колеблются в пределах от  $r = |0,30|$  до  $r = |0,47|$  в июне.

Также, кроме оценки влияния на прирост локальных климатических условий, была сделана попытка оценить глобальный геофизический сигнал в ДКХ. Для этого были взяты числа Вольфа, показывающие солнечную активность, которую многие исследователи считают одним из главных климатообразующих факторов. При визуальном сопоставлении индексов ШГК с колебаниями солнечной активности можно отметить наличие связи между этими значениями (рис.3). Особенно хорошо это заметно в начале и в конце роста дерева (первые три и последние три цикла солнечной активности, показанные на рисунке 3).

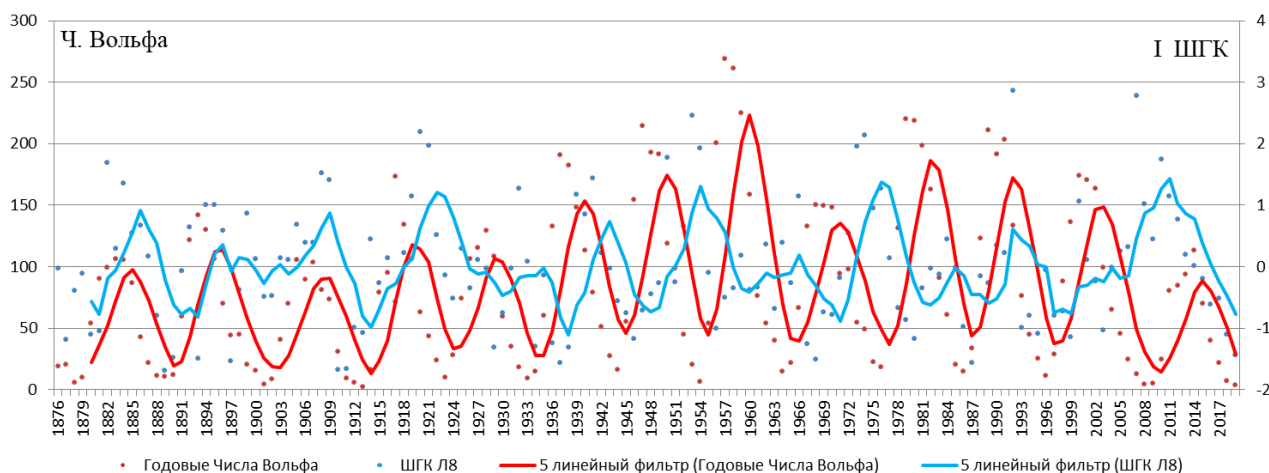


Рис.3. Сопоставленная динамика ширины годичных колец и ряда чисел Вольфа.

В заключение можно сказать о перспективном направлении в изучении отклика гидроклиматического сигнала в древесных растениях Прихубсугулья. Так как и было замечено ранее – в суровых условиях климатический сигнал проявляется наиболее ярко, что дает возможность достоверных климатических реконструкций.

*Работа выполнена в рамках темы НИР (АААА–А21–121012190059–5).*

### Список литературы

1. Шиятов С.Г. Дендрохронология верхней границы леса на Урале. М.: Наука, 1986 136 с.
2. Rinn F. TSAP. Version 3.0. Reference manual. Computer program for time series analysis and presentation. Heidelberg: Frank Rinn Distribution. p. 9.

УДК 632.78:551.583

## РАСЧЕТНЫЙ КЛИМАТИЧЕСКИЙ АРЕАЛ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ В XXI ВЕКЕ

**А.Ю. Богданович**

*Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, Москва,  
bogda-anton@yandex.ru*

## CALCULATION CLIMATIC RANGE OF SPONGY MOTH IN RUSSIA AND ITS CHANGES IN THE 21ST CENTURY

**A.Yu. Bogdanovich**

*Yu.A. Izrael Institute of Global Climate and Ecology, Moscow, bogda-anton@yandex.ru*

### Введение

Непарный шелкопряд *Lymantria dispar* (L.) – опасный вредитель лесных и садовых пород деревьев. Он имеет глобальное распространение и является полифагом. Массовое размножение непарного шелкопряда наносит большой ущерб лесному хозяйству. Вспышки этого вида насекомых могут занимать площади от нескольких десятков до более чем полумиллиона гектаров [5, 6, 7] и наносить серьезный ущерб лесному хозяйству [10, 11]. Исследователи выделяют несколько подвидов, которые встречаются в различных регионах России [3, 12].

В данной статье представлены результаты расчетного климатического ареала непарного шелкопряда на территории России и его возможные изменения в XXI в. при реализации сценария RCP4.5 изменения климата.

### Материалы и методы

Климатический ареал представляет собой область географического пространства, в которой климатические условия позволяют виду существовать устойчиво. Климатические предикторы определяют формирование ареала целевого объекта и могут быть количественно описаны прикладными климатическими индексами или метеорологическими величинами. Если пороговые значения климатических предикторов неизвестны, их можно выбирать на основе результатов фундаментальных исследований биологии целевого объекта, а конкретные значения порогов могут быть оценены по его фактическому ареалу [8].

Для оценки климатического ареала вида использовалась система RANGES, которая на основе данных моделирования климата и значений климатических предикторов позволяет получить вероятностную оценку уверенности в том, что заданная точка географического пространства принадлежит климатическому ареалу вида. Более подробно о работе системе RANGES можно посмотреть, например, в работах [1, 2].

При модельном описании климатического ареала *L. dispar* использовались следующие климатические предикторы и их предельные значения:

- сумма эффективных среднесуточных температур (СЭТ) за календарный год при пороговом значении  $+10.4^{\circ}\text{C}$  должна превышать  $500^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$ ;
- средняя месячная температура воздуха в приповерхностном слое воздуха в самый теплый месяц календарного года не должна превышать  $+27^{\circ}\text{C}$  [4].

В данной работе использовались климатические данные, рассчитанные с помощью региональной климатической модели (РКМ) Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова за периоды 1990—1999, 2030—2039 и 2050—2059 гг. [9]. Модельные оценки климата соответствуют сценарию RCP4.5, а расчетные данные по каждому периоду представлены 50 траекториями. Более подробные результаты для *L. dispar* для сценария RCP4.5, а также для сценария RCP8.5 были получены с участием автора ранее в работе [2].

### Результаты и обсуждение

На рис. 1 представлен расчетный климатический ареал непарного шелкопряда для периода 1990–1999 гг. Уверенность в принадлежности точки географического пространства ареалу характеризовалась категориями: «маловероятно» (балл – 0, цвет – белый), «средневероятно» (балл – 1, цвет – желтый), «вероятно» (балл – 2, цвет – светло-коричневый), «весьма вероятно» (балл – 3, цвет – коричневый), «практически достоверно» (балл – 4, цвет – темно-коричневый).

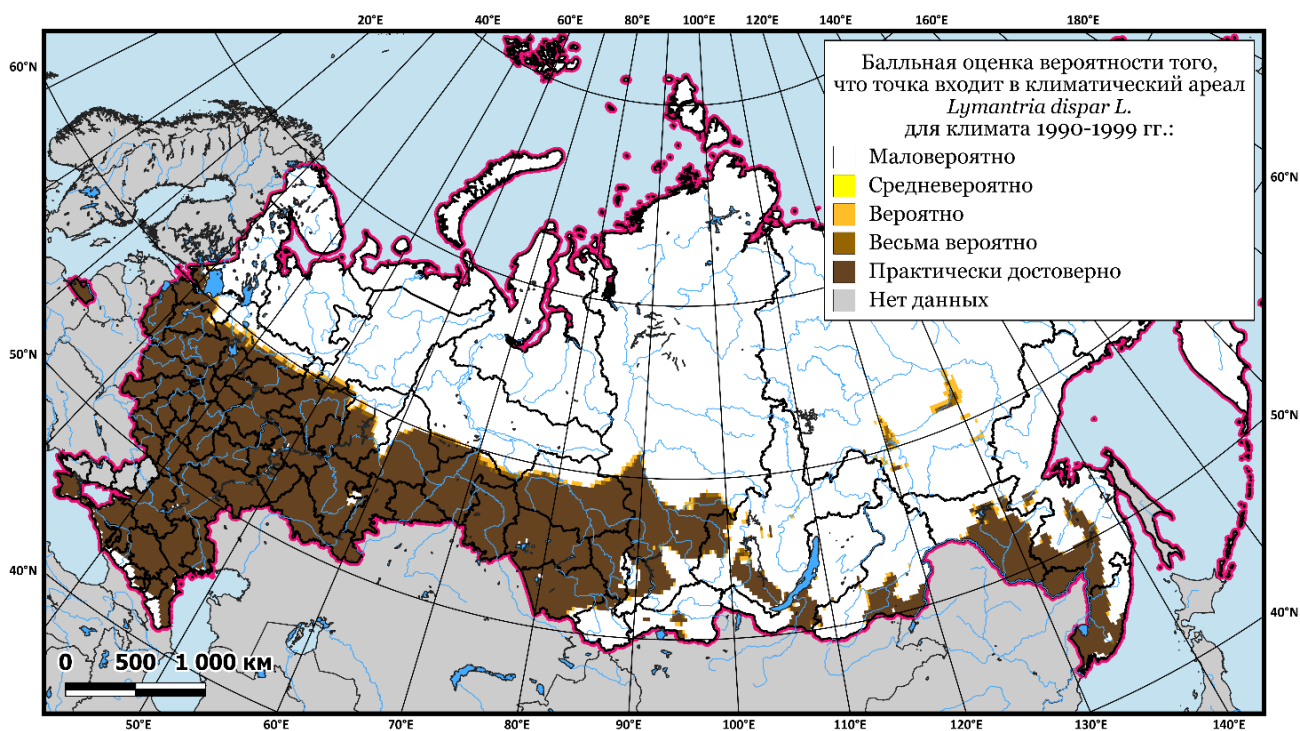


Рис. 1. Балльная оценка вероятности того, что точка входит в климатический ареал *L. dispar* на территории России, соответствующий климату 1990–1999 гг.

Согласно расчету, климатический ареал *L. dispar* в этот период представлен обширной областью от южных границ и вплоть до  $60^{\circ}$  с.ш. везде, кроме дальневосточной территории страны. На Дальнем Востоке в него входит территория Еврейской автономной области, юг Амурской области, Хабаровского и



Забайкальского краев и Республики Бурятия, а также юг и запад Приморского края. Кроме того, в некоторых субъектах имеются небольшие фрагменты климатического ареала, например, в Республике Саха (Якутия).

На рис. 2 и 3 представлено изменение балльной оценки уверенности в том, что точка входит в климатический ареал *L. dispar* на территории России для климатов 2030-2039 и 2050-2059 гг. по отношению к климату 1990-1999 гг. в условиях сценария RCP4.5. При этом использовались следующие словесная характеристика и цветовое воплощение изменений балльных оценок:

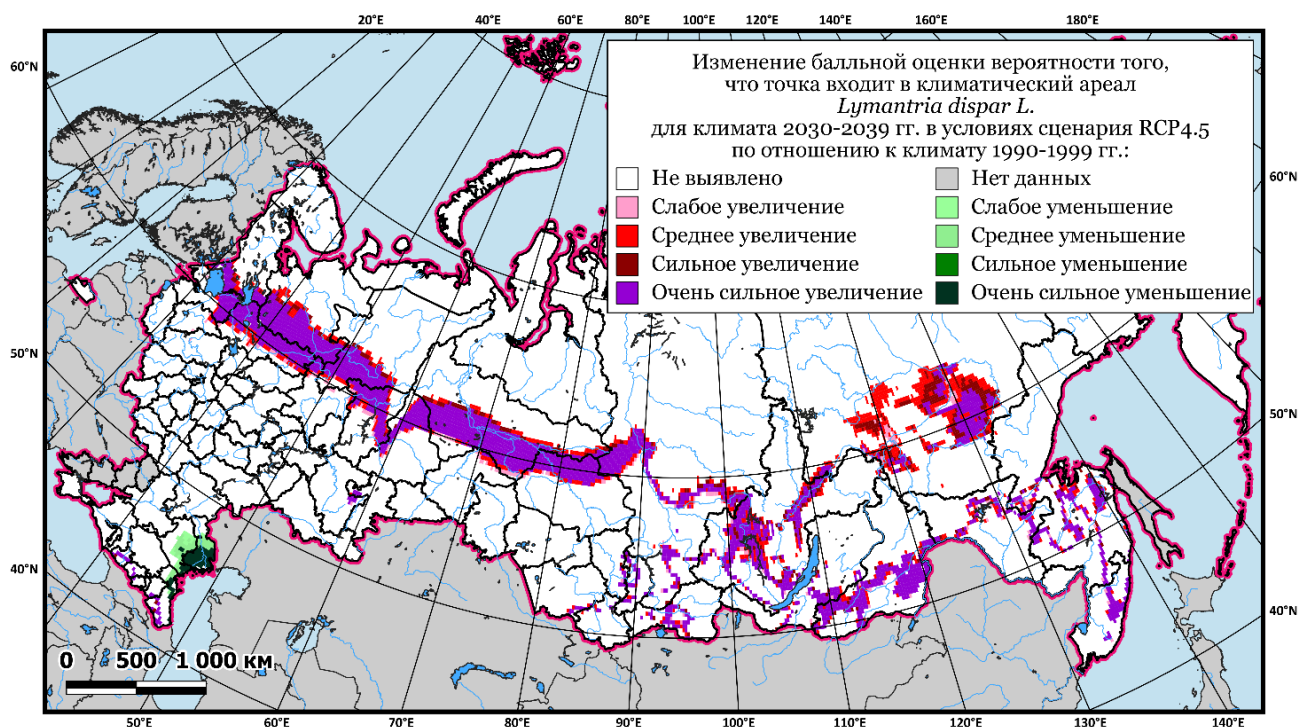


Рис. 2. Изменение балльной оценки вероятности того, что точка географического пространства входит в климатический ареал *L. dispar*, соответствующий климату 2030-2039 гг. по сравнению с климатом 1990-1999 гг. в условиях сценария RCP4.5

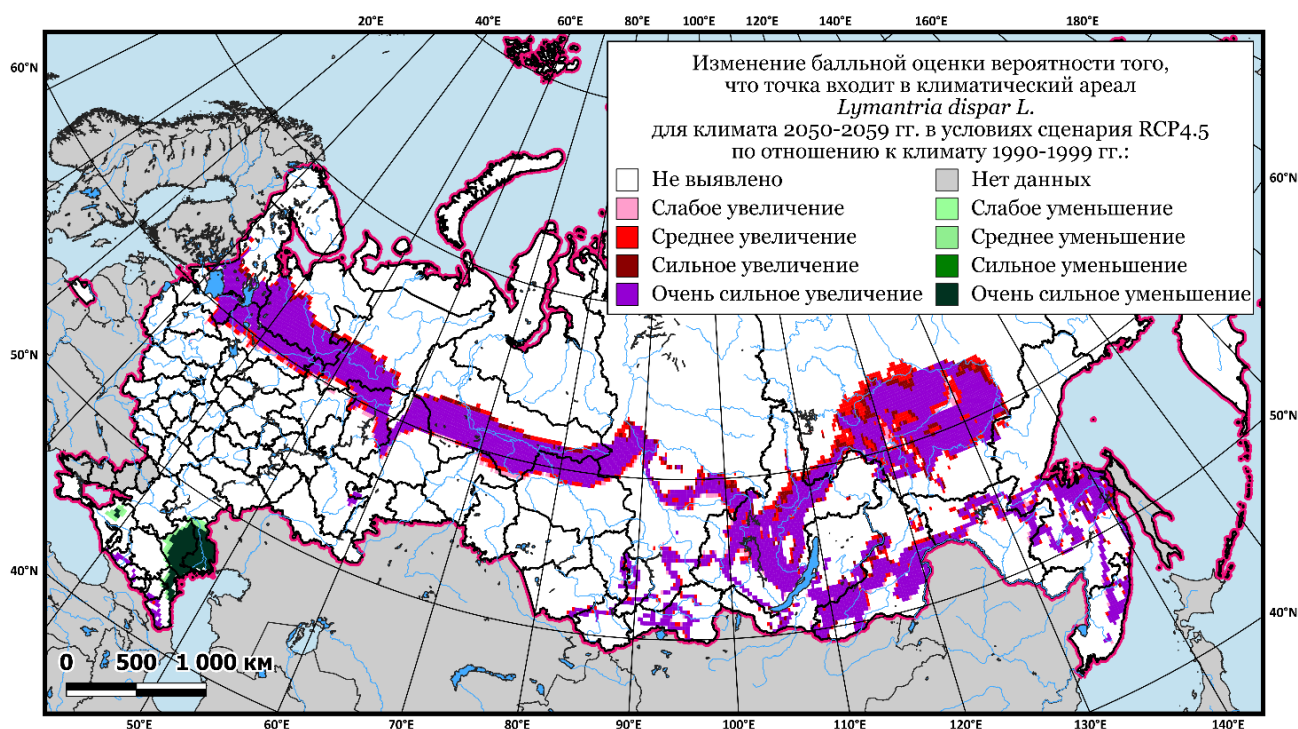


Рис. 3. Изменение балльной оценки вероятности того, что точка географического пространства входит в климатический ареал *L. dispar*, соответствующий климату 2050-2059 гг. по сравнению с климатом 1990-1999 гг. в условиях сценария RCP4.5

- увеличение: 4 – очень сильное, фиолетовый; 3 – сильное, темно-красный; 2 – среднее, красный; 1 – слабое, розовый;
- 0 – изменение не выявлено, белый;
- уменьшение: (-1) – слабое, салатовый; (-2) – среднее, светло-зеленый; (-3) – сильное, зеленый; (-4) – очень сильное, темно-зеленый.

Согласно полученным результатам, изменение на территории России расчетного климатического ареала непарного шелкопряда, соответствующего климатам середины XXI века, в Европейской части России будет выражаться в расширении в северном направлении, а также в направлении больших высот на Северном Кавказе. В Азиатской части России расширение ожидается как в северном, так и в восточном направлениях. Однако стоит заметить, что наблюдается и заметное сокращение климатического ареала непарного шелкопряда на юге Европейской территории России.

### Заключение

Таким образом, в условиях сценария RCP4.5 климату 2030-2039 гг. будет соответствовать северная граница климатического ареала непарного шелкопряда, продвинувшаяся на север вдоль 60-й параллели на 2-3 градуса в секторе 20-80° в.д., а также до 4 градусов в секторе 110-130° в.д. В 2050-2059 гг. продвижение будет более существенным.

Работа показывает, что данные системы мониторинга климата могут использоваться для оценки климатических ареалов биологических видов, включая те, которые имеют хозяйственное значение. Эта задача достаточно актуальна, поскольку систематический мониторинг фактических ареалов видов на уровне страны и в глобальном масштабе в настоящее время не проводится. Более широкое применение расчетных и модельных методов оценки климатических ареалов видов затруднено из-за отсутствия унифицированной методологии выбора климатических предикторов. Разработка такой методологии становится приоритетной задачей для специалистов в области геоинформатики, биогеографии и экологии.

### Список литературы

1. Богданович А.Ю., Семенов С.М. Оценка климатических ареалов видов с использованием системы RANGES // Сборник тезисов докладов международной конференции «Изменения климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования. Климат-2023» / М.: Физмат-книга – 2023. – с. 220-220. ISBN 978-5-89155-397-2
2. Богданович А.Ю., Добролюбов Н.Ю., Крыленко С.В., Баранчиков Ю.Н., Липка О.Н., Семенов С.М. Климатический ареал непарного шелкопряда на территории России, соответствующий климатам конца XX века и XXI века, Фундаментальная и прикладная климатология – 2023. – т. 9. – № 1. – с. 65-88.
3. Камаев И.О., Мазурин Е.С., Шипулин А.В. Непарный шелкопряд (*Lymantria dispar*): выделение внутривидовых комплексов и молекулярно-генетические подходы к идентификации азиатского подвида // Карантин растений. Наука и практика – 2015. – № 1. – с. 45-52.
4. Клобуков Г.И., Пономарёв В.И., Напалкова В.В. Адаптационные популяционные особенности эмбриональной стадии непарного шелкопряда *Lymantria dispar* L. (Lepidoptera: Erebidae) разного широтного происхождения, X Чтения памяти О.А. Катаева, Дендробионтные беспозвоночные животные и грибы и их роль в лесных экосистемах, т. 1. Насекомые и прочие беспозвоночные, материалы международной конференции. Санкт-Петербург, СПбГЛТУ. – 2018. – с. 48-49.
5. Колтунов Е.В. Экология непарного шелкопряда в лесах Евразии, Екатеринбург, УрО РАН, – 2006. – 259 с.
6. Лямцев Н.И. Прогнозирование массовых размножений непарного шелкопряда, угрозы повреждения дубрав и необходимости защитных мероприятий, ВНИИЛМ, Пушкино, – 2018. – 84 с.
7. Пономарев В.И., Ильиных А.В., Гниненко Ю.И., Соколов Г.И., Андреева Е.М. Непарный шелкопряд в Зауралье и Западной Сибири, Екатеринбург, УрО РАН. – 2012. – 320 с.
8. Попов И.О. Климатически обусловленные изменения аутоэкологических ареалов иксодовых клещей *Ixodes ricinus* и *Ixodes persulcatus* на территории России и стран ближнего зарубежья: дис. ... канд. биол. наук. – М.: РГАУ МСХА им. К.А. Тимирязева, 2016. – 112. с.
9. Школьник И.М., Ефимов С.В. Региональная модель нового поколения для территории северной Евразии. – Труды ГГО, 2015, вып. 576, с. 201-211.
10. Aukema J.E., Leung B., Kovacs K., Chivers C., Britton K.O., Jeffrey Englin J., Frankel S.J., Haight R.G., Holmes T.P., Liebhold A.M., McCullough D.G., Von Holle B. Economic Impacts of Non-Native Forest Insects in the Continental United States, PLoS ONE, 2011, 6(9), e24587.
11. Bradshaw C.J.A., Leroy B., Bellard C., Roiz D., Albert C., Fournier A., Barbet-Massin M., Salles J.M., Simard F., Courchamp F. Massive yet grossly underestimated global costs of invasive insects, Nature Communications, 2016, vol. 7, 12986.
12. Pogue M.C., Schaefer P.W. A review of selected species of *Lymantria* (Hubner 1819) (Lepidoptera: Noctuidae: Lymantrinae) from subtropical and temperate regions of Asia including the description of three new species, some potentially invasive to North America, Publication FHTET-2006-2007, USDA. Forest Service, Forest Health Technology Enterprise Team, Fort Collins., Colorado, 2007, 221 p.

**ДРЕЙФ ЯДРА ЗЕМЛИ И ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА 60° С.Ш.****В.И. Булатов<sup>1</sup>, А.Ю. Ретеюм<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Югорский государственный университет, Ханты-Мансийск, bulatov.40@mail.ru<sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Москва, aretejum@yandex.ru**DRIFT OF THE EARTH'S CORE AND GEOGRAPHICAL PROCESSES AT 60°N****V.I. Bulatov<sup>1</sup>, A.Ju. Retejum<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Yugra State University, Khanty-Mansiysk, bulatov.40@mail.ru<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, aretejum@yandex.ru**Введение**

В наши дни география призвана обратиться к целям предвидения, для чего необходимо прежде всего изучать процессы, протекающие с максимальными изменениями интенсивности в пространстве и во времени. С данной точки зрения особого внимания требуют последствия сосредоточенного выделения во внешних геосферах энергии недр при северном дрейфе центральной части Земли [1]. Как известно, тело планеты обладает грушевидной формой, и в результате давления со стороны расширяющегося Южного полушария пограничный слой между жидким ядром и мантией, согласно расчетам, проецируется у параллелей 60°. Геоморфологически этот эффект выражается на континентах Евразии и Северной Америке в распространении крупных широтно ориентированных впадин, которым к югу от экватора в соответствующем положении отвечает полное отсутствие суши.

Ниже представлены факты, которые свидетельствуют о протекании разветвленной цепной реакции, связанной с усиливающейся дегазацией глубинного водорода вдоль параллели 60°с.ш., в частности, на территории долины Средней Оби. Установлено, что эндогенное происхождение имеет широкий спектр явлений - от разрушения озона в стратосфере и потепления приземного слоя воздуха до увеличения урожаев сельскохозяйственных культур и сокращения расходов домашних хозяйств на электроэнергию и топливо.

**Материалы и методы**

В работе обобщены сведения, содержащиеся в базах данных по землетрясениям [7], атмосферному озону [8], климату и погодным условиям [6], пожарам [5], экономической статистике [2, 3].

Для обнаружения эффектов упорядоченности различных событий, обусловленных влиянием рассматриваемого фактора, авторы использовали прием пространственного и временного сканирования, суть которого заключается в прослеживании поведения величин ключевых показателей, определенных через некоторые интервалы, например, градусы по широте или годы. Сложная проблема доказательства действия именно внутренних сил решается применением метода критического эксперимента, когда мы планируем и проводим мысленный опыт, позволяющий дать только однозначное объяснение.

**Результаты и обсуждение**

Исходное предположение о развивающейся энергетической зоне глобального масштаба поддается проверке. Если оно соответствует реальности, на 60-й параллели должна быть обнаружена неизвестная ранее сейсмическая аномалия, которая отличается, во-первых, мощностью землетрясений, во-вторых, глубиной очагов и, в-третьих, трендом увеличения числа событий. Как показывает обработка информации по землетрясениям  $M \geq 6$ , рост сейсмической активности в последние 50 лет здесь превысил 10%. Другие два условия также полностью выполняются (рис. 1, 2).

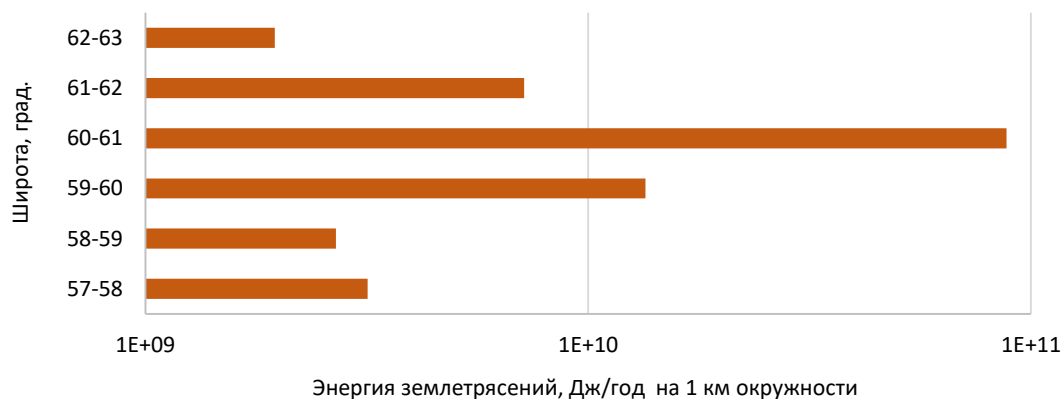


Рис. 1. Распределение сейсмической энергии по северным широтам в 2000-2021 гг. Суммирование по 5300 событиям. Удельная мощность землетрясений на 60-й параллели в 25 раз (!) больше средней для поясов 57-60° и 61-63°. Логарифмическая шкала. Источник: расчет по данным [7]

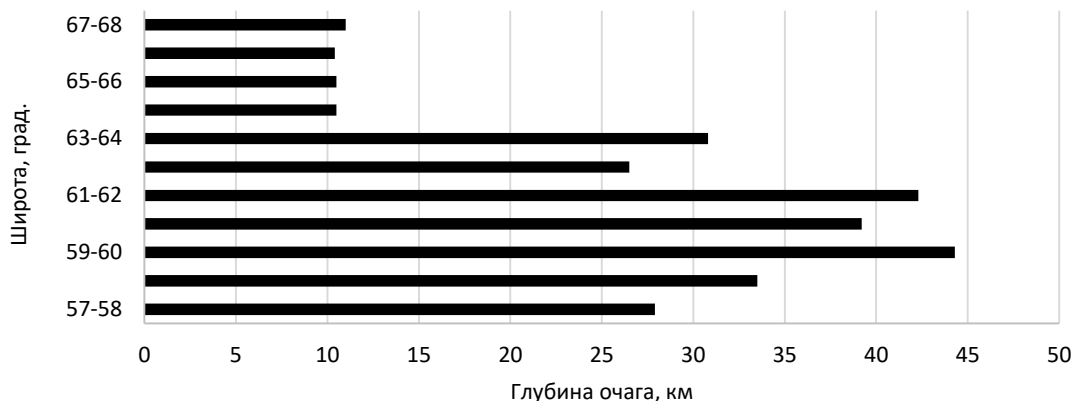


Рис. 2. Зависимость глубины очагов землетрясений  $M \geq 5$  от широты в Северном полушарии. Среднее по 1036 событий (2000-2021 гг.). Источник: Ibid.

Для диагностики современных физико-географических процессов важное значение приобретает открытие В.Л.Сывороткиным [4] эффекта локального разрушения озонового слоя при дегазации ядра. Создана система мониторинга за общим содержанием озона в атмосфере, и, таким образом, открывается возможность с помощью этого индикатора фиксировать весь комплекс следствий окисления глубинного водорода, включая генерирование энергии, расходуемой на землетрясения и прогрев среды (грунтов, воды и воздуха), образование воды и электромагнитное излучение.

Даже в спокойной тектонической обстановке Среднего Приобья эпизодически происходят землетрясения, которые, несмотря на малую мощность, сопровождаются хорошо наблюдаемыми возмущениями воздушной среды. Так, подземному толчку  $M < 3$ , зафиксированному 15 мая 2017 г. в 400 км от Ханты-Мансийска и 130 км от Нижневартовска, предшествовали глубокий дефицит озона, экстремальное повышение температуры воздуха, а также – что характерно – ливень с грозой (рис. 3). Эндемичные грозы, судя по материалам дистанционного мониторинга [5], часто служат источником пожаров.



Рис. 3. Продукты водородного выброса в середине мая 2017 г. на левобережье Оби (59,8°с.ш., 76,3° в.д.): озоновая депрессия в стратосфере над Ханты-Мансийском, резкое потепление воздуха, ливень и гроза в районе Нижневартовска. Источник: по данным [6] и [8]

Если восходящие потоки водорода, на существование которых, между прочим, указывает расположение в Среднем Приобье цепочки гигантских месторождений нефти и метана, в самом деле переживают этап усиления благодаря мобилизации ядра, то должен быть выявлен отрицательный тренд общего содержания озона в атмосфере. И в самом деле с 1999 г. до настоящего момента идет процесс разрушения озона на 60-й параллели (рис. 4), хотя Монреальский протокол вступил в действие более 40 лет назад.

Как и следовало ожидать, при большом осреднении найдена тесная отрицательная связь между общим содержанием озона в атмосфере и температурой приземного слоя воздуха. Иначе говоря, потепление местного климата на севере Западной Сибири есть природный процесс.

Интересно, что сезонный максимум многолетнего тренда температуры воздуха за период 1990-2023 гг., приходящийся на зиму, соответствует месяцам наибольшей сейсмической активности (обусловленной движением Земли у перигелия).

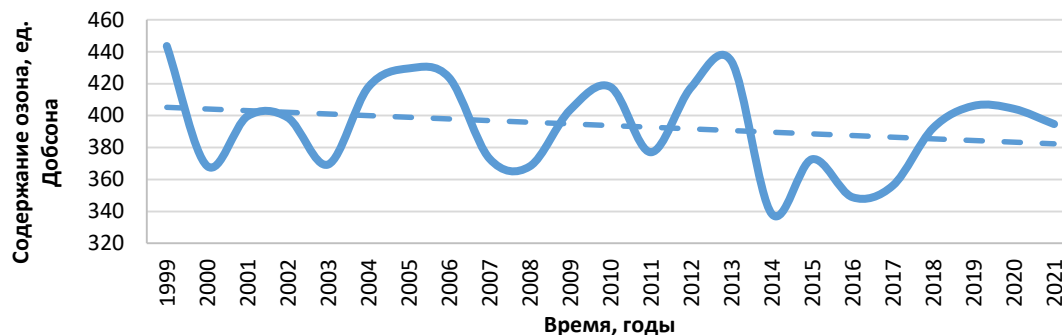


Рис. 4. Динамика общего содержания озона в атмосфере по наблюдениям на станции Ханты-Мансийск (март). Источник: расчет по данным [8]

При изучении эколого-экономических последствий потепления местного климата, особенно касающихся сельского и коммунального хозяйства, трудно разделить вклады повышения температуры воздуха и совершенствования технологий. Отмеченные выше сезонные колебания температурного тренда помогают решить задачу путем сопоставления условий перезимовки растений (рис. 5). Сходный вывод мы получаем при анализе расходов на электричество и топливо.

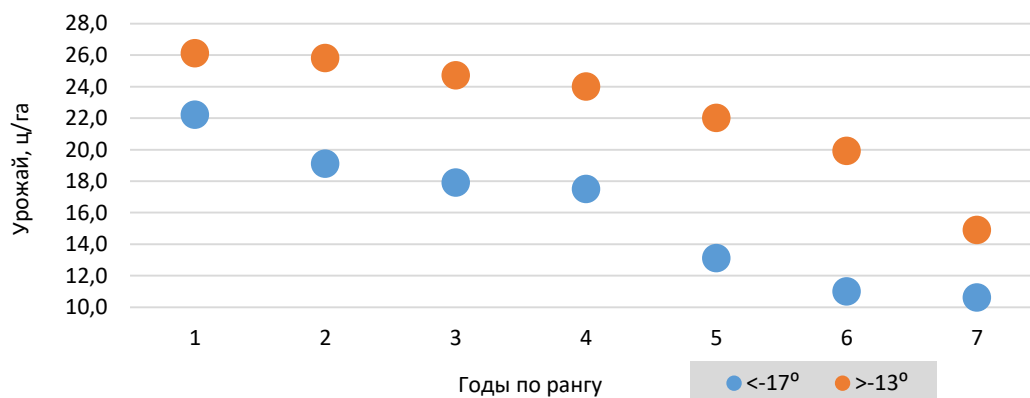


Рис. 5. Распределения урожаев озимой ржи в Ханты-Мансийском автономном округе в зависимости от минимальной (<-17°) и максимальной (>-13°) температуры (станция Ханты-Мансийск) за период декабрь-февраль 1990-2022 гг. Различия значимы по непараметрическому U-критерию Манна-Уитни. Вывод: определяющую роль для повышения урожайности культуры играет зимнее потепление. Источник: расчет по данным [2,3] и [6].

### Заключение

Географические публикации при всем их внешнем многообразии подчинены одному правилу – выбору почти исключительно темы анализа парных причинно-следственных связей, проводимому в рамках обособленной отрасли. Чрезвычайно показательным, например, что при обсуждении актуальнейшей проблемы изменений климата специалисты всегда ограничиваются рассмотрением процессов атмосферы и гидросферы, оставляя в стороне литосферу и забывая общеизвестный факт генетического единства оболочек планеты. Фрагментарная картина мира рождает неадекватные решения общества.

Нужен синтез, ориентированный на прослеживание разветвленных процессов, когда мы переходим мысленно из одной области знания в другую, не теряя из виду первопричину.

### Список литературы

1. Баркин Ю.В. Механизм эндогенной активности планетарных процессов // Земля и вселенная, № 3, с. 67-76.
2. Статистический ежегодник. Тюменская область. Часть I, том II, 2023.
3. Статистический ежегодник. Тюменская область. Часть II, 2023.
4. Сывороткин В.Л. Глубинная дегазация и глобальные катастрофы. М., Геоинформмарк, 250 с.
5. MODIS Active Fire Products. URL: <https://modis-fire.umd.edu/>
6. Pogodaiklimat. Ru. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/?ysclid=Izrrfms7me370539248>
7. The Bulletin of the International Seismological Centre. URL: <https://isc.ac.uk/iscbulletin/>
8. The Solar Backscatter Ultraviolet (SBUV). URL: [https://acd-ext.gsfc.nasa.gov/Data\\_services/merged/instruments.html](https://acd-ext.gsfc.nasa.gov/Data_services/merged/instruments.html)

**ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СНЕЖНЫХ ЛАВИН АЛТАЯ****Н.И. Быков, Н.В. Рыгалова, А.А. Шигимага***Институт водных и экологических проблем, Барнаул, nikolai\_bykov@mail.ru***DENDROCHRONOLOGICAL ANALYSIS OF SNOW AVALANCHES IN ALTAI****N.I. Bykov, N.V. Rygalova, A.A. Shigimaga***Institute of Water and Environmental Problems, Barnaul, nikolai\_bykov@mail.ru*

Снежные лавины являются характерным явлением для горных территорий, в которых формируется снежный покров [2]. Их сход обеспечивается как постоянными факторами лавинообразования (высотой, крутизной и экспозицией склонов, их ориентацией относительно основного направления переноса воздушных масс), так и переменными (интенсивностью снегопадов, продолжительностью и силой ветра, температурой воздуха и снега, наличием в снежном покрове разрыхленных горизонтов и корок). Дефицит информации о лавинной активности за последние столетия обуславливает необходимость использования индикационных методов исследований, в том числе дендрохронологический метод [19]. С его помощью исследования выполнены во многих регионах мира – Казахстане [22], Чехии [21], США [15], Канаде [11], Норвегии [14] Аргентине [16], Румынии [18], Турции [13] и других. Индикаторами схода снежных лавин при этом могут выступать возраст древостоев и вертикальных побегов наклоненных деревьев, значения коэффициентов крени (соотношение между креновой и тяговой древесины в годичных кольцах ксилемы), наличие реактивной (компрессионной) древесины, прекращение роста у деревьев (датировка погибших деревьев, их остатков и механических повреждений), наличие эффектов осветления (резкое увеличение прироста в результате ликвидации деревьев-конкурентов), нарушение анатомической структуры годичного кольца (травматические смоляные ходы) [4, 10, 17].

В полной мере это относится и к Алтаю, который характеризуется значительным разнообразием как постоянных, так и переменных факторов лавинообразования [6]. При этом дендрохронологические исследования лавин Алтая немногочисленны [1]. В основном они были приурочены к Центральному Алтаю [4, 6-8], в том числе в долине Актру [3,5] и, в меньшей степени, к Северному [4], Северо-Западному [6] и Северо-Восточному Алтаю [9].

Целью данного исследования является дендрохронологическое датирование схода максимальных снежных лавин в Северо-Западном и Центральном Алтае. Эти районы существенно отличаются по факторам лавинообразования. В Центральном Алтае одной из главных причин схода снежных лавин является трансформация снежной толщи по типу разрыхления, в то время как в Северо-Западном Алтае важнейшим фактором является накопление снежного покрова.

В Северо-Западном Алтае для дендрохронологического анализа были выбраны деревья трех рядом расположенных лавиносборов в верховьях р. Коргон (левый приток р. Чарыш), а в Центральном Алтае пять лавиносборов в бассейне р. Чуя, в том числе на Северо-Чуйском хребте три лавиносбора и на Курайском хребте – два. Во всех лавиносборах образцы (керны с живых деревьев и спилы с мертвых) отбирались не менее чем с 30 деревьев. Исключение составил один лавиносбор в долине р. Актру, где было отобрано лишь 5 спилов с поваленных деревьев. С целью датирования максимальных снежных лавин во всех лавиносборах дендрохронологические образцы отбирались с деревьев, расположенных в нижней части зоны транзита и в зоне аккумуляции. В Северо-Западном Алтае отбор образцов производился с лиственниц, пихт, кедров, елей и берез, а в Центральном Алтае с лиственниц, кедров и елей.

Анализ возраста живых деревьев в зоне транзита лавиносборов Северо-Западного Алтая показал, что он увеличивается от лотка к древостою за пределами лавинного прочеса. Ближе к лотку деревья начали произрастать в период 1988-2001 гг., по краю прочеса – 1919-1980 гг., за пределами прочеса – 1807-1983 гг. При этом в разных лавиносборах деревья из схожих местоположений близки по возрасту.

В зонах аккумуляции лавиносборов №№1 и 2 обнаружены живые и погибшие деревья двух возрастных категорий: 22–77 лет и 301–365. Однако в зоне аккумуляции лавиносбора №3 имеется только первая возрастная категория деревьев, что указывает на более высокую интенсивность лавинных процессов в данном лавиносборе. В целом можно утверждать, что современные границы лавинных прочесов изученных лавиносборов в бассейне р. Коргон были сформированы 97–106 лет назад. Максимальные лавины в пределах лавинных прочесов происходят с периодичностью 24–54 лет.

Механические повреждения (раны) обнаруживаются у деревьев лавиносборов Северо-Западного Алтая редко, также как эффекты осветления в индивидуальных хронологиях и реактивная древесина. Четкой синхронности в проявлении годичных колец с реактивной древесиной как у деревьев одного лавиносбора, так и деревьев разных лавиносборов не проявляется. Повышенная частота колец с реактивной древесиной отмечается у деревьев в раннем возрасте, что, возможно, обусловлено давлением снега на растение. В распределении травматических смоляных ходов в древесине пихт одного лавиносбора также отмечается

слабая синхронность. Крайне редко данный признак отмечается в кольцах одного года у деревьев различных лавиносборов.

Анализ синхронности прироста с креновой и тяговой сторон стволов деревьев, исследованных лавиносборов свидетельствует о том, что ее нарушение отмечается у деревьев один раз каждые 3–6 лет. При этом вызвана она может быть и другими причинами: ветром, сползанием снега по склону и т.д. С возрастом дерева, после воздействия на него лавины, увеличивается как период восстановления вертикальности ствола, так и период восстановления синхронности прироста с креновой и тяговой сторон. Поэтому наиболее достоверно характеризует сход лавины первый год наблюдаемой асинхронности прироста. Возможность датирования лавин последующих лет данного периода при этом ухудшается. Схожая ситуация отмечается и с коэффициентом крени.

В дальнейшем для анализа лавинной активности мы использовали комплексный показатель, который мы назвали дендроиндикационным индексом лавинной активности. Он учитывает соотношение числа случаев нарушений прироста (асинхронность прироста, резкое увеличение коэффициента крени, наличие реактивной древесины и травматических смоляных ходов, эффект осветления, дата гибели и дата образования раны) исследованных деревьев к числу данных деревьев.

Сравнительный анализ таких индексов за период равной обеспеченности дендрохронологическими образцами по исследованным лавиносборам показал относительную синхронность лавинных процессов в них. В лавиносборе №1 в период 1969–2022 гг. лавины сходили в 1973, 1974, 1977–1979, 1983, 1987, 1990, 1992, 2001, 2004, 2009 гг. В лавиносборе №2 сход лавин отмечался в 1991, 1992, 2006, 2008, 2021, 2022 гг. И, наконец, в третьем лавиносборе лавины сходили в 1969–1979, 1986, 1987, 1990, 1992, 1994, 2001, 2002, 2008, 2011, 2012, 2014, 2016, 2017, 2021 гг. Таким образом, в лавиносборе №3 лавины сходят чаще, чем в двух других лавиносборах, что вполне объяснимо, поскольку у него лавинные очаги располагаются выше и крутизна склонов в них больше. Наименее активным является лавиносбор №2. Однако рассматриваемый период он демонстрирует тенденцию нарастания активности лавинных процессов, а лавиносборы №№1 и 3 наоборот. Годы схода отмечаются часто в годы значительного выпадения зимних осадков за октябрь–апрель (по метеостанции Змеиногорск). Так было в 1969, 1972, 1987, 1990, 2001, 2017, 2021, 2022 гг. В эти годы за зимний сезон на метеостанции выпадало 450–580 мм осадков. Вместе с тем, в годы выпадения максимального количества осадков (более 600 мм по метеостанции Змеиногорск) за зиму (2013 и 2020 гг.) нарушений прироста у деревьев зоны аккумуляции и нижней части зоны транзита лавиносборов выявлено не было. Вероятно, это обусловлено тем, что в эти годы разгрузка лавинных очагов происходила неоднократно, поэтому лавины не достигли своего максимума. Тенденция увеличения снегозапасов здесь ведет к активизации схода максимальных лавин в лавиносборах с меньшими уклонами и их затуханию, за счет более частой разгрузки лавинных очагов, в лавиносборах с большими уклонами. Отмечается усиление лавинной активности в нижней части бассейнов рек Северо-Западного Алтая, что повышает риски жизнедеятельности человека.

Индекс лавинной активности, полученный по всем деревьям всех исследованных лавиносборов, свидетельствует о том, что максимальные лавины в бассейне р. Коргон сходили в 1585, 1602, 1604, 1618, 1619, 1629, 1630, 1636–1638, 1640, 1650, 1660, 1692, 1720, 1721, 1816, 1892, 1939, 1948, 1987, 1990, 1992, 2001, 2022 гг. Таким образом, в XVII и XX вв. максимальные лавины в исследуемом районе сходили чаще, чем в XVIII и XIX вв.

В Центральном Алтае большинство исследованных лавиносборов были лотковыми и воздействие лавин редко выходило за пределы лотка. В отличие от лавиносборов Северо-Западного Алтая здесь часто отмечаются механические повреждения стволов деревьев с тяговой стороны. Однако при этом требуются дополнительные индикационные признаки, чтобы разделить раны, причиной образования которой являлись лавины, от ран причиной появления которых были сели, либо обвалы.

Древесно-кольцевые хронологии, полученные с погибших деревьев лавиносборов Центрального Алтая, в целом значительно продолжительнее, что свидетельствует о том, что максимальные лавины здесь сходят реже, чем в Северо-Западном Алтае. В силу различий в экспозиции, уклонов и максимальных высот лавинных очагов лавинная активность существенным образом отличается, что не позволяет построить по ним обобщенную хронологию лавинной активности для бассейна р. Чуя. И, тем не менее, сход максимальной лавины редко отмечается лишь в одном лавиносборе. Как правило, подобное явление происходит еще хотя бы в одном из исследованных лавиносборов. При этом в Центральном Алтае сход максимальных лавин происходит как в годы с повышенным количеством зимних атмосферных осадков (1969, 2000, 2001, 2009, 2010, 2016 гг.), так и пониженным (1985, 1996, 2007 гг.). Вероятно, в последнем случае сход снежных лавин был обусловлен перекристаллизацией снежного покрова. В ряде случаев отмечается сочетание факторов схода лавин – и значительное количество осадков, и быстрая перекристаллизация снежного покрова за счет интенсивных морозов. Как, например, 8 января 2010 г. вблизи с. Чибит Улаганского района,

когда лавина сошла при антициклональном режиме погоды при температурах воздуха минус 30–40 градусов. Древесно-кольцевая индикация причин схода лавин за пределами периода инструментальных наблюдений в настоящее время не представляется возможной

Использование травматических смоляных ходов для датирования лавин в Центральном Алтае, в отличие от Северо-Западного, проблематично, поскольку это многократно увеличивает трудоемкость работ.

Таким образом, применение дендрохронологического метода датирования максимальных снежных лавин существенно варьирует от одной физико-географической провинции Алтая к другой и даже в пределах одного макросклона горного хребта.

*Благодарности: Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-27-00123 «Реакция лавиносборов внутриконтинентальной горной области на изменения климата», <https://rscf.ru/project/24-27-00123/>*

### Список литературы

1. Быков Н.И. Дендрохронология снежных лавин и циркуляционных процессов атмосферы зимнего и переходного периодов на Алтае // Проблемы реконструкции климата и природной среды голоцена и плейстоцена Сибири. Новосибирск: Изд-во Института археологии и этнографии СО РАН, 2000. Вып. 2. С. 56–60.
2. Гляциологический словарь / Под ред. В.М. Котлякова. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 526 с.
3. Королева Т.В. Оценка снежности и лавинной опасности Алтая в среднем масштабе: Автореф. дис....канд. географ. наук. М., 1993. 23 с.
4. Кравцова В.И. Особенности режима лавинной деятельности на Алтае по данным дендрохронологических наблюдений // Фитоиндикационные методы в гляциологии. М.: Изд-во Моск. гос. ун-та, 1971. С.103–123.
5. Николаева С. А., Савчук Д. А. Оценка методов дендроиндикации при датировании экзогенных гравитационных процессов прошлого в верховьях р. Актру (Горный Алтай) // Известия РАН. Серия географическая, 2021. Т. 85. № 3. С. 392–404.
6. Ревякин В.С., Кравцова В.И. Снежный покров и лавины Алтая. Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1976. 215 с.
7. Ревякин В.С. Природные льды Алтая-Саянской горной области. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 288 с.
8. Сурнаков И.В. Некоторые результаты фитоиндикации нивально-гляциальных процессов на Алтае // Тезисы докладов Всесоюзной конференции «Роль нивально-гляциальных образований в динамике горных экосистем». Барнаул: Изд-во Алтайск. гос. ун-та, 1985. С. 35–36.
9. Сурнаков И.В. Некоторые сведения об элементах нивально-гляциального комплекса верховьев реки Большой Абакан // Тезисы докладов научно-практической конференции «Ледники и климат Сибири». Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 1987. С. 178–179.
10. Турманина В.И. Дендрохронология лавин в верховьях Баксанской долины // Ритмы гляциальных процессов. М.: Изд-во МГУ, 1979. С. 128–134.
11. Germain D., Héту B., Filion L. Tree-Ring Based Reconstruction of Past Snow Avalanche Events and Risk Assessment in Northern Gaspé Peninsula (Québec, Canada) // Tree Rings and Natural Hazards: A State-of-the-Art, Advances in Global Change Research. 2010. V. 41. P. 51–73. doi: 10.1007/978-90-481-8736-2\_5.
12. Germain D. A statistical framework for tree-ring reconstruction of high-magnitude mass movements: case study of snow avalanches in Eastern Canada // Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography. 2016. V. 98. №4. P. 303–311. doi:10.1111/geoa.12138.
13. Köse N., Aydın A., Yurtseven H., Akkemik Ü. Using tree-ring signals and numerical model to identify the snow avalanche tracks in Kastamonu, Turkey // Natural Hazards. 2010. №54(2). P. 435–449. doi:10.1007/s11069-009-9477-x
14. Laute K., Beylich A.A. Potential effects of climate change on future snow avalanche activity in western Norway deduced from meteorological data. // Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography. 2018. V.100. №2. P.163–184. doi: 10.1080/04353676.2018.1425622.
15. Martin J.-P., Germain D. Can we discriminate snow avalanches from other disturbances using the spatial patterns of tree-ring response? Case studies from the Presidential Range, White Mountains, New Hampshire, United States // Dendrochronologia, 2016. V. 37. P. 17–32. doi.org/10.1016/j.dendro.2015.12.004.
16. Mundo I.A., Barrera M.D., Roig F.A. Testing the utility of *Nothofagus pumilio* for dating a snow avalanche in Tierra del Fuego, Argentina // Dendrochronologia. 2007. V. 25. №1. P. 19–28. doi.org/10.1016/j.dendro.2007.01.001.
17. Perov V. F., Turmanina I., Akifeva K. V. Indications of avalanches and mudflow by dendrochronology // Russian Papers on Dendrochronology and Dendroclimatology 1962, 1968, 1970, 1972. Research Laboratory for Archeology and history of Art. Oxford University, 1977. P. 49–51.
18. Pop O.T., Munteanu A., Flaviu M., Gavrilă I.-G., Timofte C., Holobăcă I.-H. Tree-ring-based reconstruction of high-magnitude snow avalanches in Piatra Craiului Mountains (Southern Carpathians, Romania) // Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography. 2017.V.100. №7. P.1–17. doi:10.1080/04353676.2017.1405715.
19. Schweingruber F.H. Jahrringe und Umwelt – Dendroökologie. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt fuer Wald, Schnee und Landschaft, 1993. 474 s.
20. Speer J.H. Fundamentals of Tree-Ring Research. Tucson: The University of Arizona Press, 2010. 509p.
21. Tumajer J., Tremel V. Reconstruction ability of dendrochronology in dating avalanche events in the Giant Mountains, Czech Republic // Dendrochronologia. 2015.V.34. P. 1–9. doi.org/10.1016/j.dendro.2015.02.002
22. Zubairov B., Lentschke J., Schröder H. Dendroclimatology in Kazakhstan // Dendrochronologia, 2019. V.56. Article 125602. doi.org/10.1016/j.dendro.2019.05.006.



**АДАПТАЦИЯ ОТРАСЛИ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ  
К ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ**

**Е.С. Волкова, К.А. Семенова**

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск,  
eevolko@yandex.ru, ksenia\_ska@mail.ru*

**THE POTATO SECTOR ADAPTATION IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA  
TO CHANGING CLIMATIC CONDITIONS**

**E.S. Volkova, K.A. Semenova**

*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk,  
eevolko@yandex.ru, ksenia\_ska@mail.ru*

**Введение**

Природно-климатические условия южно-таежной подзоны Западной Сибири и прилегающих к ней южных территорий благоприятствуют развитию отрасли картофелеводства. Во многих хозяйствах широко используются современные технологические приемы возделывания популярной у населения сельхозкультуры, отсюда уровень рентабельности производства картофеля в Сибири достаточно высок и достигает 58% [6]. Вместе с тем, в последние десятилетия изменения основных климатических параметров, выраженные в основном в росте температур и смене характера увлажнения, заставляют местных аграриев задуматься о проблеме адаптации многих отраслей растениеводства к этим тенденциям. Несмотря на то, что картофель является довольно неприхотливой культурой, эта проблема становится актуальной и для развития системы картофелеводства. Изменения климатических условий ведут к двойным последствиям. В целом для территории юга Западной Сибири наблюдается увеличение продолжительности вегетационного периода – устойчивый переход через +10 °С за 30-летний период отмечается на 3-5 дней раньше предыдущего среднесуточного показателя [4, 14]. В таких условиях возможна заблаговременная посадка и уборка картофеля, появляется перспектива культивировать более ранние сорта. Но при этом растет степень риска, связанного с увеличением количества опасных и неблагоприятных климатических явлений в период вегетации большинства сельхозкультур [15], не исключая картофель. С учетом этого проблема снижения рисков и адаптации отрасли картофелеводства на юге Западной Сибири становится действительно важной научно-практической задачей и требует комплексного пространственно-временного анализа тех природно-климатических факторов, которые оказывают наиболее негативное воздействие на развитие отрасли. Согласно Перечню лесорастительных зон РФ, к южно-таежной территории Западной Сибири относят южные районы Тюменской и Томской областей, северные и центральные районы Омской, Новосибирской и Кемеровской областей; дополнительно сюда относят и часть Красноярского края [9].

**Материалы и методы**

Для временного анализа из ряда климатических показателей, в наибольшей степени способных воздействовать на урожайность и качество картофеля в районе исследования, можно выделить следующие: дата наступления периода активной вегетации, продолжительность периода активной вегетации, сумма активных температур более 10°С (САТ), температура почвы на глубине 10 см, опасные заморозки (температура воздуха ≤ -1,5°С), низкая влажность воздуха (влажность воздуха ≤ 30%), жаркая погода (температура воздуха ≥ 30°С в течение не менее 5 суток), сильные осадки (осадки более ≥15 мм/сутки).

Пространственный анализ был сделан на основе метеоданных ООО «Расписание погоды» [10] и рядов данных, включенных в базу National Centers for Environmental Information [11] за период с 2005 по 2023 гг. по 30 метеостанциям, расположенным в южно-таежной подзоне Западной Сибири и на прилегающих к ней территориях. Временной интервал, учитывающий устойчивый переход среднесуточной температуры через +10°С в период активной вегетации выбран с 1 мая по 30 сентября. Оценка показателей наступления и продолжительности периода активной вегетации, а также суммы активных температур более 10°С базировалась на методике Д.А. Педь [8]. Многолетний термический режим почв на глубине 10 см анализировался для Томского района по выборке из массива базы данных лаборатории мониторинга лесных экосистем ИМКЭС СО РАН [5].

**Результаты и их обсуждение**

Расчеты показали, что на территории южной тайги Западносибирской равнины происходит изменение сроков устойчивых переходов среднесуточных температур через 0°С, +5°С и +10°С [3, 4, 14]. Так, наступление даты устойчивого перехода через +10°С, после которой посадка картофеля наиболее оптимальна, варьирует, начиная с первой декады мая и заканчивая концом первой декады июня. Для западной части исследуемой территории на ст. Ялуторовск вероятность сроков наступления устойчивого перехода через +10°С наиболее высокая в первой декаде мая и составляет 74%, во второй декаде мая снижается до 16%,

в конце мая и начале июня до 5%. Для более восточных станций Томск и Мариинск наибольшее значение вероятности перехода через +10°C сдвигается на вторую декаду мая, составляя 42% и 46% соответственно. На этом фоне отмечается увеличение сроков вегетационного периода, что согласуется с выводами ряда исследователей, сделанными для южных районов Западной Сибири [14, 13, 1].

В период вегетации величина САТ показывает на создание благоприятных условий для полноценного созревания многих сортов картофеля по всей исследуемой территории. Для западных районов среднемноголетние значения составляют 1925°C, для восточных – 1760°C. В некоторые годы величина САТ превышает среднемноголетние значения. Как пример можно привести 2015 год, когда на ст. Томск САТ была равна 2060°C, при этом среднесуточная температура (+17°C) и осадки (260 мм) были оптимальными для роста картофеля. В этих условиях урожайность достигла 200 ц/га (при средней урожайности в Томском районе 165 ц/га) [12].

Но на фоне повышения температурного оптимума увеличиваются случаи проявления неблагоприятных климатических факторов, отрицательно сказывающихся на конечной продуктивности картофеля. Вероятность их возникновения на территории исследования за время периода вегетации варьирует от 5% до 80%. Эти факторы по-разному проявляются для каждой фазы развития культуры и, соответственно, для каждого периода существует специфика мер адаптации. На рисунке на примере выращивания среднеранних сортов картофеля на территории Томского района Томской области с предполагаемым оптимальным сроком посадки в третьей декаде мая показаны значения вероятности проявления основных неблагоприятных факторов.

На фазе укоренения и появления всходов, несмотря на то, что картофель является холодостойкой культурой, лимитирующими факторами часто выступают весенние заморозки, частота которых колеблется год от года. При ранних сроках посадки вероятность наиболее опасных для всходов картофеля заморозков с температурой -1,5°C и ниже по всей территории максимальна в первой декаде мая и составляет на ст. Ялуторовск Тюменской области 78%, на ст. Томск 63%, Мариинск 79%. Снижение вероятности рисков проявления заморозков, как правило, происходит в третьей декаде мая, когда среднесуточная температура воздуха не опускается ниже +11°C, а температура почвы на глубине 10 см устойчиво достигает +7°C. На этой фазе развития культуры негативное влияние оказывает низкая влажность воздуха в совокупности с сильными ветрами, которые фиксируются в первой и второй декаде мая каждый день. Мерами адаптации могут служить более поздние сроки посадки в конце мая и начале июня, когда вероятность сильных заморозков снижается на всех станциях до 16,6% (рис. 1). Начиная с этих сроков, постепенно возрастает вероятность выпадения осадков, что благоприятно сказывается на раннем вегетативном росте и развитии столонов. На фазе образования клубней и цветения важным фактором устойчивого урожая является оптимальное количество влаги и тепла. В целом по региону за последние два десятилетия среднесуточная температура за период вегетации картофеля составляет от 16°C до 19°C, осадков выпадает в среднем от 115 до 310 мм.

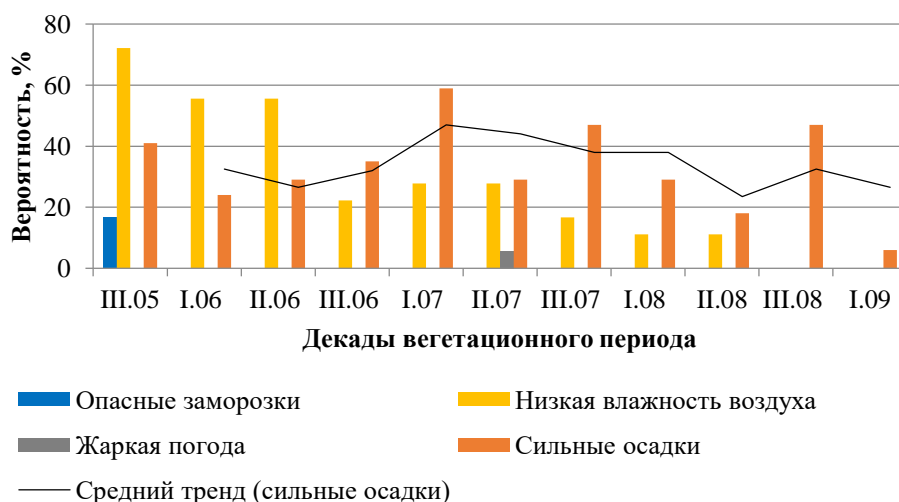


Рис.1. Значения вероятности проявления неблагоприятных факторов, воздействующих на продуктивность картофеля в Томском районе Томской области.

В первой декаде июля возрастают риски, вызванные сильными осадками, что ведет к росту инфекционных и грибковых заболеваний. В 2022 г. на ст. Томск фиксировалась серия продолжительных осадков, что сказалось на качестве и лежкости урожая картофеля того года. В подобных ситуациях мерами адаптации служат агротехнические приемы способов посадки, например, посадка в гребни, грядоленточная и голландская технологии [7]. Помимо этого, необходимы мероприятия по аэрации почвенного

покрова, внесению комплексных удобрений и фунгицидов, способы которых зависят от механического состава почвы. Большим абиотическим стрессом для развития культуры в фазу клубнеобразования является жаркая и сухая погода, в условиях которой урожайность картофеля может снизиться более чем на 10%. Так, в 2012 г. во время периода вегетации картофеля величина САТ достигала 2000°C при среднесуточной температуре воздуха 19°C, осадков выпало меньше нормы, при этих условиях урожайность картофеля снизилась до 145 ц/га [12]. Но такие климатические условия имеют крайне низкую вероятность, в среднем для исследуемого региона составляя не более 11%. Следовательно, адаптационные меры не предусматривают строительство оросительных систем, как это принято в южных регионах.

Необходимо добавить, что рост температур в южно-таежных территориях способствует продвижению инвазивных видов, паразитирующих на растениях картофеля, в северном и восточном направлениях. В частности, это касается колорадского жука, вредоносность которого чрезвычайно высокая, и потери урожая могут составлять 80-90%. Изменяющиеся климатические условия в последние десятилетия ведут к увеличению числа поколений за сезон [7]. Наибольший вред жук наносит картофелю в фазу бутонизации и цветения, которая приходится в регионе для среднеранних сортов на первую и вторую декаду июня. Мерами адаптации служат, прежде всего, мониторинг за динамикой популяции и своевременная обработка ядохимикатами.

### **Выводы**

Установлено, что в целом изменяющиеся климатические условия для возделывания картофеля благоприятствуют получению высоких урожаев. Отмечается, что границы картофелеводческих хозяйств в Западной Сибири смещаются в северном направлении. Но в то же время для местной системы картофелеводства возрастают риски, связанные с частотой проявления неблагоприятных природно-климатических явлений. Знания о пространственно-временных закономерностях проявления таких явлений предоставляют уникальную возможность заблаговременно продумывать меры адаптации. В частности, планировать график полевых работ, корректировать время посадки семян и сбора урожая, принимать экстренные меры для предотвращения потерь, оценивать возможную себестоимость и прибыль [2].

### **Список литературы**

1. Барашкова Н.К., Кужевская И.В., Носырева О.В. Климатические характеристики режима устойчивого перехода температуры воздуха через определенные пределы на юге Западной Сибири // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2015. – №1. – С.87-97. <https://doi.org/10.15356/0373-2444-2015-1-87-97>
2. Бородычев В.В., Бубер А.А., Добрачев Ю.П. Мониторинг гидротермического режима картофельного поля в условиях субаридной зоны с применением имитационной модели // Известия НВ АУК. – 2019. – №2(54). – 397-409. DOI: 10.32786/2071-9485-2019-02-47.
3. Волкова Е.С., Мельник М.А. Заморозки в южной тайге Западной Сибири как фактор риска для сферы растениеводства // География и природные ресурсы. – 2023. – № 1. – С. 67-75. DOI: 10.15372/GIPR20230108
4. Гордов Е.П., Богомолов В.Ю., Генина Е.Ю., Шульгина Т.М. Анализ региональных климатических процессов Сибири: подход, данные и некоторые результаты // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии. – 2011. – Т. 9. – №1. – С. 56-66.
5. Копысов С. Г., Дюкарев А. Г., Никифоров А. Н. Термический режим почв юга таёжной зоны Западной Сибири / Свидетельство о регистрации базы данных № 2022623086, 24.11.2022. Заявка № 2022622979 от 11.11.2022.
6. Логинов Ю.П., Казак А.А., Якубышина Л.И. Состояние и перспективы развития картофелеводства в Западной Сибири // Известия Оренбургского Государственного Аграрного Университета. – 2019. – № 1 (75). – С. 50-52.
7. Методологические рекомендации для сельскохозяйственных товаропроизводителей «Возделывание картофеля в Томской области» / СибНИИСХиТ – филиал СФНЦА РАН, Нарымский отдел селекции и семеноводства. – Томск, 2023. – 128 с.
8. Педь Д.А. Об определении дат устойчивого перехода температуры воздуха через определенные значения // Метеорология и гидрология. – 1951. – № 10. – С. 38–39.
9. Приказ Минприроды России от 18.08.2014 № 367 (ред. от 19.02.2019) «Об утверждении Перечня лесорастительных зон РФ и Перечня лесных районов Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://legalacts.ru/doc/prikaz-minprirody-rossii-ot-18082014-n-367/> (дата обращения: 02.11.2023).
10. Расписание погоды rp5.ru. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://rp5.ru/Архив\\_погоды](http://rp5.ru/Архив_погоды) (дата обращения: 28.03.2024).
11. NOAA's National Centers for Environmental information (NCEI). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <ftp://ftp.ncdc.noaa.gov/pub/data/g sod/> (дата обращения: 12.09.2023)
12. Регионы России. Социально-экономические показатели 2011 г. Федеральная служба государственной статистики. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/B11\\_14p/IssWWW.exe/Stg/d02/15-21.htm](https://rosstat.gov.ru/bgd/regl/B11_14p/IssWWW.exe/Stg/d02/15-21.htm) (дата обращения: 18.04.2024).
13. Ромашова Т. В. Филандышева Л. Б., Юркова К. Д. Анализ динамики временных характеристик сезонов года в подтайге Западно-Сибирской равнины за период с 1936 по 2015 г. // Геосферные исследования. – 2017. – № 3. – С. 16–25. DOI: 10.17223/25421379/4/3

14. Фомин Э.С., Фомина Т.И. Изменение фенологии многолетних растений в Западной Сибири на фоне глобального потепления климата // Сибирский экологический журнал. – 2021. – Т. 28. – № 5. – С. 543-556. DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.15372/SEJ20210504>

15. Харюткина Е.В., Логинов С.В., Усова Е.И., Мартынова Ю.В., Пустовалов К.Н. Тенденции изменения экстремальности климата Западной Сибири в конце XX – начале XXI веков // Фундаментальная и прикладная климатология. – 2019. – №2. – С. 45-65. DOI: 10.21513/2410-8758-2019-2-45- 65

УДК 551.89+631.4 (571.5)

**ОТРАЖЕНИЕ ДИНАМИКИ АТМОСФЕРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ  
ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЯ И ГОЛОЦЕНА В ВАРИАЦИЯХ  $\delta^{13}\text{C}$  ОРГАНИЧЕСКОГО  
ВЕЩЕСТВА ПАЛЕОПОЧВ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ**

**В.А. Голубцов**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, tea\_88@inbox.ru*

**RECORD OF THE PALEOPRECIPITATION DYNAMICS DURING LATE GLACIAL  
AND HOLOCENE IN VARIATIONS OF ORGANIC MATTER  $\delta^{13}\text{C}$  OF PALEOSOLS  
IN WESTERN TRANSBAIKALIA**

**V.A. Golubtsov**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk*

На протяжении последних десятилетий применение методов геохимии стабильных изотопов углерода вносит существенный вклад в понимание ландшафтно-климатических изменений прошлого. Одним из основных архивов таких изменений является органическое вещество (ОВ) почв, состав стабильных изотопов углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ ) которого служит важным показателем, позволяющим реконструировать динамику увлажнения в прошлом [11, 13, 14].

Территория Байкальской Сибири в настоящее время характеризуется существенной ландшафтно-климатической неоднородностью, проистекающей, в частности, из неоднородности атмосферного увлажнения. Динамика увлажнения в позднем плейстоцене и голоцене также существенно различается в различных районах Байкальской Сибири и по-разному трактуется в зависимости от источника палеоклиматической информации [11]. Основными источниками информации о региональных палеоклиматических изменениях и отклике на них различных компонентов ландшафтов являются озерные архивы и рыхлые отложения различных генетических типов [11]. Почвы, являющиеся важнейшим архивом природных изменений, исследованы в значительно меньшей степени [6].

Исходя из сказанного, исследование  $\delta^{13}\text{C}$  ОВ разновозрастных почв региона представляется актуальной задачей, решение которой будет способствовать углублению знаний об истории развития природной среды Байкальской Сибири. Подобные работы в регионе до настоящего времени единичны [3, 5]. Цель данной работы - количественная реконструкция увлажнения в Западном Забайкалье в позднеледниковье и голоцене на основании анализа  $\delta^{13}\text{C}$  ОВ разновозрастных почв и сопоставление полученных данных с другими источниками палеоклиматической информации.

Исследуемые разрезы сложены рыхлыми делювиальными, эоловыми и аллювиальными отложениями, сменяющими друг друга в вертикальном профиле и включающими многочисленные профили погребенных почв. Почвенно-седиментационные серии сформированы в различных ландшафтных условиях, характеризующих исследуемую территорию, и расположены в высотном градиенте 575-825 м, вскрывая строение различных форм рельефа (заполнения древних эрозионных форм, конусы выноса, предгорные делювиальные шлейфы, низкие речные террасы).

Наличие палеопочв, а вместе с ними и изотопных данных, четко привязано к определенным хронологическим интервалам. За пределами перечисленных временных промежутков мы сталкиваемся с неполнотой почвенной летописи и этапами активного осадконакопления. Значения  $\delta^{13}\text{C}$  органического вещества исследуемых палеопочв колеблются от -20.99 до -27.00 ‰ и не демонстрируют каких-либо различий в зависимости от форм рельефа. При этом максимальные значения фиксируются под степями, тогда как органическое вещество лесостепных и таежных почв обеднено  $^{13}\text{C}$ . Наиболее низкие значения  $\delta^{13}\text{C}$  отмечаются для органического вещества позднеледниковых почв, формировавшихся 14-15 и 12 тыс. кал. л.н., а также почв позднего голоцена (3.5-2.0 и 1.0-0.3 тыс. кал. л.н.). Обогащено  $^{13}\text{C}$  органическое вещество почв среднего голоцена (9.0-4.0 тыс. кал. л.н.) и временного интервала 13-14 тыс. кал. л.н.

Минерализация органического вещества со временем приводит к утяжелению его изотопного состава, что особенно характерно для полноразвитых автоморфных почв [7]. В исследуемых разрезах, состав стабильных изотопов часто обеднен  $^{13}\text{C}$  в более древних почвах, по сравнению с более молодыми. В отличие от полноразвитых почв, длительное время экспонированных на дневную поверхность, рассматриваемые

почвы формируются по синседиментационной модели с меньшим временем формирования и быстрым погребением. Относительная кратковременность пребывания таких почв в условиях дневной поверхности и активного оборота углерода могла ограничивать интенсивность процессов трансформации органического вещества. Учитывая тесную корреляцию изотопного состава углерода ОВ почв с  $\delta^{13}\text{C}$  биомассы продуцирующих его растений [9, 14] и допуская подчиненное значение внутрпочвенного фракционирования изотопов углерода, можно предполагать, что наибольшее влияние на  $\delta^{13}\text{C}$  ОВ почв в рассматриваемом случае оказывали климатические условия, реализующиеся через фотосинтетические эффекты растений, формирующих органическое вещество. Такое предположение вполне согласуется с представлениями о том, что изотопный состав углерода является достаточно стабильным маркером и в основном отражает фотосинтетические эффекты [9].

Привлекая климат, в качестве ведущего фактора изотопной неоднородности стоит обратиться к специфике аккумуляции исследуемых толщ, в значительной степени отражающих морфолитоогенный отклик ландшафтов на изменения климата. Почвы в таких условиях служат маркером стабилизации экзогенных процессов рельефообразования, которая происходит, в частности, благодаря развитию устойчивого плотного растительного покрова [5]. Учитывая современные условия территории исследования, характеризующиеся дефицитом атмосферного увлажнения, такое развитие возможно преимущественно вследствие роста количества осадков и равномерности их выпадения. Привязка этапов почвообразования в пределах генетически различных форм рельефа к определенным временным интервалам позволяет считать данные периоды не локальными проявлениями развития индивидуальных форм рельефа, а рассматривать их в качестве обусловленных региональными ландшафтно-климатическими изменениями.

Региональный масштаб отклика исследуемых почв на ландшафтно-климатические изменения последних 15 тыс. лет подчеркивается сходным распределением значений  $\delta^{13}\text{C}$  во времени в пределах разных ландшафтных зон. При этом амплитуда колебаний во времени различна. Наиболее контрастные изменения значений  $\delta^{13}\text{C}$  отмечены в степи, наименьшая амплитуда значений  $\delta^{13}\text{C}$  характерна для таежных почв. Промежуточный вариант характерен для лесостепных условий. Подобная неоднородность отклика почв в разных ландшафтных зонах может дополнительно указывать на динамику увлажнения как один из основных факторов изменения состава стабильных изотопов углерода во времени, т.к. лимитированная по осадкам степь будет демонстрировать максимальный отклик на изменения условий увлажнения, тайга – наименьший. Данное предположение правомерно с учетом доминирования С3 растений, демонстрирующих максимальный отклик на условия увлажнения, в фитоценозах региона [3].

Тесная связь изотопного состава углерода органического вещества почв региона [4] и прилегающих территорий [10] с влагообеспеченностью дает возможность выполнить реконструкцию количества осадков вегетационного периода для различных временных промежутков. Наибольшей суммой осадков вегетационного периода на исследуемой территории характеризуется ранний голоцен (рис. 1). Значительным увлажнением характеризуются интервалы, соответствующие кратковременным потеплениям в пределах позднеледниковья. Минимальная сумма осадков характерна для интервала 10.0-4.2 тыс. кал. л.н. с наименьшим увлажнением в конце данного временного отрезка. В дальнейшем вплоть до 2.0 тыс. кал. л.н. наблюдался рост увлажнения, сменившийся этапом аридизации около 1.0 тыс. кал. л.н. и дальнейшим ростом сумм осадков. В целом полученные результаты неплохо укладываются в представления о дифференциации современных ландшафтов территории по суммам осадков вегетационного периода (рис. 1). Хорошо сопоставимы они и с данными о динамике климатических изменений в позднеледниковье и голоцене в Байкальской Сибири и на прилегающих территориях, выявленной с использованием различных архивов [11].

Анализ полученных на данном этапе результатов в совокупности с иной палеогеографической информацией позволяет высказать сомнения в трактовке среднего голоцена, как климатического оптимума на исследуемой территории с точки зрения формирования почв [2]. Более перспективным кажется подход [1], позволивший выделить два крупных оптимальных периода в голоцене (влажностного и термического). Тем не менее, временные рамки этих периодов видятся в несколько иных границах для территории Западного Забайкалья.

К оптимальным с точки зрения увлажнения мы относим интервалы 11.7-10.0 и 4.0-1.5 тыс. кал. л.н., тогда как термический максимум соответствует среднему голоцену, особенно его второй половине (рис. 2). Однако, сложно назвать его оптимальным с точки зрения формирования почв на территории Западного Забайкалья с ее незначительным атмосферным увлажнением. Почвы этого времени характеризуются малой мощностью, незначительной дифференциацией профиля, низким содержанием органического углерода. Важнейшей причиной этого мы считаем аридизацию климата, способствовавшую активному протеканию экзогенных процессов рельефообразования, которые в свою очередь, обусловили малую длительность фаз педогенеза [5].

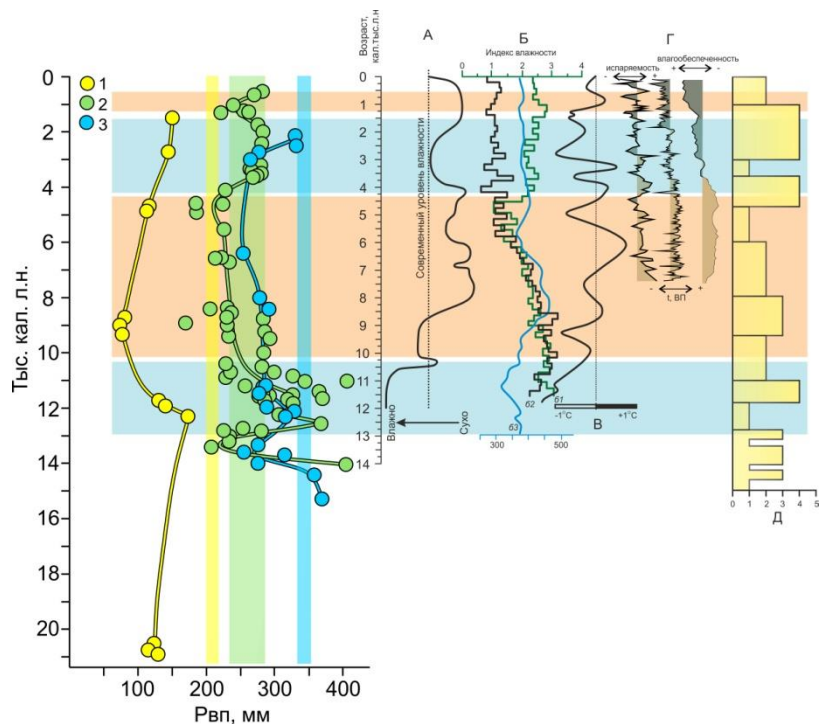


Рис. 1. Реконструированные значения сумм осадков вегетационного периода в течение последних 15 тыс. лет и их сопоставление с региональными палеоклиматическими данными. А – уровень увлажнения, реконструированный по данным изучения колебаний озер севера Монголии [12]; Б – динамика увлажнения на севере Монголии (61) [16] и в Байкальском регионе (62 [16], 63 [15]); В – реконструкция температур в Байкальском регионе [2]; Г – динамика увлажнения и изменения температур вегетационного периода [8]; Д – интенсивность педогенеза [6]. Условные обозначения: 1 – степь; 2 – лесостепь; 3 – тайга. Вертикальные прямоугольники желтого, зеленого и голубого цветов указывают на современные суммы осадков вегетационного периода в степных, лесостепных и таежных ландшафтах исследуемой территории, соответственно.

*Работа выполнена в рамках государственного задания АААА-А21-121012190055-7 (FWEM-2021-0002).*

### Список литературы

1. Безрукова Е.В., Кривоногов С.К., Абзаева А.А., Вершинин К.Е., Летунова П.П., Орлова Л.А., Такахара Х., Миеша Н., Накамура Т., Крапивина С.М., Кавамуро К. Ландшафты и климат Прибайкалья в позднеледниковье и голоцене по результатам комплексных исследований торфяников // Геология и геофизика. – 2005. – Т. 46. – № 1. – С. 21-33.
2. Воробьева Г.А. Почва как летопись природных событий Прибайкалья: проблемы эволюции и классификации почв. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 2010. – 205 с.
3. Голубцов В.А. Состав стабильных изотопов углерода органического вещества позднеледниковых и голоценовых почв Байкальского региона // Почвоведение. – 2020. – № 6. – С. 673-690.
4. Голубцов В.А., Вантеева Ю.В., Воропай Н.Н. Влияние влагообеспеченности на состав стабильных изотопов углерода органического вещества почв Байкальского региона // Почвоведение. – 2021. – № 10. – С. 1182-1194.
5. Голубцов В.А., Рыжов Ю.В. Реконструкция ландшафтно-климатических изменений позднеледниковья и голоцена в центральной части Селенгинского среднегорья на основании данных изотопного состава органического вещества // Почвоведение. – 2017. – № 2. – С. 195-204.
6. Голубцов В.А., Рыжов Ю.В., Кобылкин Д.В. Почвообразование и осадконакопление в Селенгинском среднегорье в позднеледниковье и голоцене. Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2017. 139 с.
7. Acton P., Fox J., Campbell E., Rowe H., Wilkinson M. Carbon isotopes for estimating soil decomposition and physical mixing in well-drained forest soils // J. Geophys. Res. Biogeosci. – 2013. – Vol. 118 (4). – P. 1532–1545.
8. Bliedtner M., Strobel P., Struck J., Prochnow M., Bazarradnaa E., Zech R. Mid to Late Holocene moisture evolution of semi-arid Mongolia and its anti-phase relationship with monsoonal Asia // Quaternary Science Reviews. – 2023. – Vol. 313. – 108201.
9. Camino-Serrano M., Tifafi M., Balesdent J., Hatté C., Peñuelas J., Cornu S., Guenet B. Including stable carbon isotopes to evaluate the dynamics of soil carbon in the land-surface model ORCHIDEE // Journal of Advances in Modeling Earth Systems. – 2019. – Vol. 11. – P. 3650–3669.
10. Feng Z.D., Wang L.X., Ji Y.H., Guo L.L., Lee X.Q., Dworkin S.I. Climatic dependency of soil organic carbon isotopic composition along the S–N transect from 34°N to 52°N in central-east Asia // Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. – 2008. – Vol. 257. – P. 335–343.
11. Khenzykhenova F., Dorofeyuk N., Shchetnikov A., Danukalova G., Bazarova V. Palaeoenvironmental and climatic changes during the Late Glacial and Holocene in the Mongolia and Baikal region: A review // Quaternary International. – 2021. – Vol. 605-606. – P. 300-328.

12. Orkhonselenge A., Krivonogov S., Mino K., Kashiwaya K., Safonova I., Yamamoto M., Kashima K., Nakamura T., Kim J. Holocene sedimentary records from Lake Borsog, eastern shore of Lake Khuvsul, Mongolia, and their paleoenvironmental implications // *Quaternary International*. – 2013. – Vol. 290-291. – P. 95-109.
13. Rao Z.G., Chen F.H., Cheng H., Liu W.G., Wang G.A., Lai Z.P., Bloemendal J. High resolution summer precipitation variations in the western Chinese Loess Plateau during the last glacial // *Sci. Rep.* – 2013. – Vol. 3. – 2785.
14. Stein R.A., Sheldon N.D., Smith S.Y. Soil carbon isotope values and paleoprecipitation reconstruction // *Paleoceanography and Paleoclimatology*. – 2021. – Vol. 36. – 2020PA004158.
15. Tarasov P., Bezrukova E., Karabanov E., Nakagawa T., Wagner M., Kulagina N., Letunova P., Abzaeva A., Granoszewski W., Riedel F. Vegetation and climate dynamics during the Holocene and Eemian interglacials derived from Lake Baikal pollen records // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2007. – Vol. 252. – P. 440–457.
16. Wang W., Feng Z. Holocene moisture evolution across the Mongolian Plateau and its surrounding areas: A synthesis of climatic record // *Earth-Science Reviews*. – 2013. – Vol. 122. – P. 38-57.

УДК551.50

## ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ УЯЗВИМОСТИ РАЙОНОВ ЮЖНОЙ СИБИРИ

С.А. Грига, Ю. Н. Курочкин

*Санкт-Петербургский государственный университет,  
Санкт-Петербург, zsemyon.griga@yandex.ru*

## ASSESSMENT OF THE SOCIO-CLIMATIC VULNERABILITY OF THE REGIONS OF THE SOUTHERN SIBERIA

S.A. Griga, Yu.N. Kurochkin

*Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, zsemyon.griga@yandex.ru*

### Введение

Климатическая уязвимость – это вероятностная предрасположенность природно-общественной системы понести ущерб, обусловленный неблагоприятными климатическими воздействиями. В основу многих исследований положено определение индекса или степени уязвимости. Это безразмерный параметр, характеризующий в целом уязвимость любой системы. Индекс климатической уязвимости обычно выводится посредством сочетания (со взвешиванием или без) нескольких показателей, которые, как предполагается, представляют уязвимость.

Расчет климатической уязвимости производится путем перехода к безразмерным климатическим индексам. Этот метод был предложен в 2016 году в Гидрометцентре РФ и применялся различными авторами [1]. Стабильное состояние любой природно-общественной системы определяется минимальными отклонениями от её среднего показателя. Любые отклонения климатических факторов, выходящие за определенные пределы в одну или обе стороны (климатические аномалии), будут нарушать это стабильное состояние и чем их больше, тем больше уязвимость этой системы и в первую очередь её природной составляющей, в любом случае опосредованно вызывающей и общественно-социальный отклик.

### Материалы и методы

В данной работе был использован авторский статистический подход, основанный на определении количества отклонений значений конкретной климатической характеристики от её средней величины и их последующего интегрального суммирования для всего спектра характеристик. Использовались четыре основных климатических параметра: осадки, температура воздуха, толщина снежного покрова и скорость ветра. Для осадков, температуры и снежного покрова брались их годовые и сезонные показатели, как носители интегрального эффекта. Критерием для скорости ветра служила его предельная граница, после которой она переходят в разряд ОЯП. В нашем случае статистической границей аномалий было определено отклонение более 1,5 СКО для максимальной суммы годовых осадков (только в положительную сторону), средней годовой температуры более  $\pm 1,5$  СКО и максимальной сезонной мощности снежного покрова более 1,5 СКО (только в положительную сторону) от их средней величины, рассчитанной за период с 1991 по 2021 год. Для учета ветрового влияния на уязвимость системы бралось общее количество случаев превышения его максимальной скорости более 25 м/с, как показателя перехода в состояние ОЯП. В общем виде расчеты производились по следующему алгоритму:

$$\text{ИКУ} = \left( \sum C(P_{\text{макс.}} - P_{\text{ср.}}) \geq 1,5 \text{ СКО} \right) + \left( \sum C|T_{\text{ср.}} - T_{\text{год.}}| \geq 1,5 \text{ СКО} \right) + \\ \left( \sum C(M_{\text{макс.}} - M_{\text{ср.}}) \geq 1,5 \text{ СКО} \right) + \left( \sum C V \geq 25 \text{ м/с} \right),$$

где ИКУ – индекс климатической уязвимости (общее количество аномальных случаев);  $\sum C$  – сумма случаев;  $P_{\text{макс.}}$  – максимальное значение годовых осадков за конкретный год (мм);  $P_{\text{ср.}}$  – средняя сумма годовых осадков за период 1991-2021 год;  $T_{\text{ср.}}$  – средняя годовая температура за период 1991-2021 гг. (°C);

$T_{\text{год}}$  – средняя годовая температура за конкретный год;  $M_{\text{макс}}$  – максимальная мощность снежного покрова за конкретный год (см);  $M_{\text{ср}}$  – средняя сезонная мощность снежного покрова за период 1991-2021 год;  $V$  – максимальная скорость ветра  $\geq 25$  м/с, зарегистрированная не чаще 1 раза в сутки.

В качестве примера ниже приводятся расчеты ИКУ для Алтайского региона, сделанные на основе приведенного выше алгоритма (табл. 1).

Таблица 1

Количество климатических аномалий и индекс климатической уязвимости, Алтайский регион

| М/станции   | Осадки | Температура | Снежный покров | Ветер | Сумма случаев (ИКУ) |
|-------------|--------|-------------|----------------|-------|---------------------|
| Солонешное  | 7      | 3           | 3              | 16    | 29                  |
| Кызыл-Озек  | 6      | 3           | 3              | 5     | 17                  |
| Усть-Кокса  | 6      | 2           | 3              | 4     | 15                  |
| Яйлю        | 5      | 4           | 3              | 5     | 17                  |
| Змеиногорск | 7      | 3           | 4              | 7     | 21                  |
| Онгудай     | 4      | 3           | 3              | 1     | 11                  |
| Турочак     | 4      | 2           | 4              | 6     | 16                  |
| Усть-Кан    | 6      | 4           | 1              | 5     | 16                  |
| Чемал       | 7      | 2           | 2              | 4     | 15                  |
| Бийск       | 4      | 1           | 2              | 3     | 10                  |
| Рубцовск    | 2      | 5           | 1              | 7     | 15                  |
| Кош-Агач    | 1      | 5           | 0              | 4     | 10                  |
| Чарышское   | 7      | 4           | 3              | 9     | 23                  |

### Результаты и их обсуждение

В дальнейшем ИКУ рассчитывался для каждого административного района Республики Алтай, нескольких районов Алтайского края, Республики Тыва, нескольких районов Республики Хакасия, Красноярского края и Иркутской области. Были определены качественные градации, представленные на карте-схеме (рис. 1), на основе которых ИКУ распределялся по административным районам выше указанных территорий. Для расчетов использовались данные репрезентативных метеорологических станций с сайта ВНИИГМИ-МЦД с учетом близости или наличия на территории района конкретной метеостанции. По результатам этих расчетов была построена карта-схема региона с территориальным распределением степени климатической уязвимости (рис. 1).

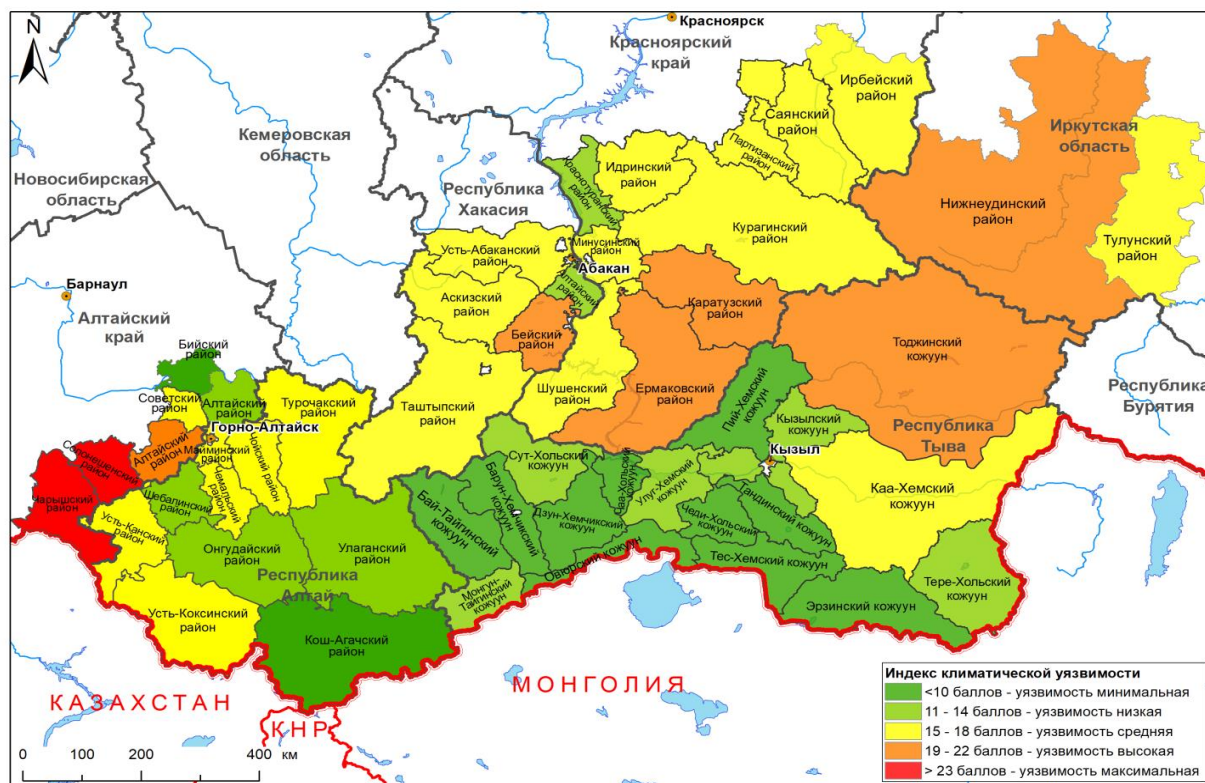


Рис. 1. Карта-схема районирования региона Южной Сибири по степени климатической уязвимости природной среды.



Кроме того, расчет ИКУ для некоторых районов рассматриваемых регионов за период 1961-1990 гг. и дальнейшее сравнение с результатами за современный период показали явное увеличение со временем степени климатической уязвимости исследованной территории в среднем более чем на 20% (табл. 2).

Таблица 2

Индексы климатической уязвимости за разные периоды времени

| М/станция  | ИКУ за период 1961 – 90 гг. | ИКУ за период 1991 – 21 гг. | В процентах |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|
| Солонешное | 25                          | 29                          | 16          |
| Кош-Агач   | 8                           | 10                          | 25          |
| Турочак    | 13                          | 17                          | 30          |
| Минусинск  | 14                          | 17                          | 21          |
| Кызыл      | 10                          | 13                          | 30          |
| Тоора-Хем  | 17                          | 20                          | 18          |
| Тулун      | 14                          | 17                          | 16          |

Индекс климатической уязвимости характеризует общую предрасположенность конкретной территории к климатическим отклонениям от нормы, за которыми, как правило, стоят высокие вероятности проявлений ОЯП. В свою очередь, эти отклонения влияют на людей, живущих на этой территории, на уровень и качество их производственной и общественной деятельности как напрямую в виде слишком большого количества осадков, слишком теплых или слишком холодных периодов, сильных снегопадов и ветров, так и опосредованно при трансформации этих аномалий в ОЯП [2]. Чем больше население, тем больше общая интегральная степень социально-климатической уязвимости. Исходя из этого посыла, для определения климатической уязвимости с учетом населения был предложен следующий подход к расчету индекса социально-климатической уязвимости (ИСКУ):

$$\text{ИСКУ} = \text{ИКУ} \times \text{Н},$$

где Н – население конкретного административного района в тыс. человек.

ИСКУ рассчитывался для тех же административных районов, что и ИКУ. На основе этих расчетов была построена соответствующая карта-схема (рис. 2).

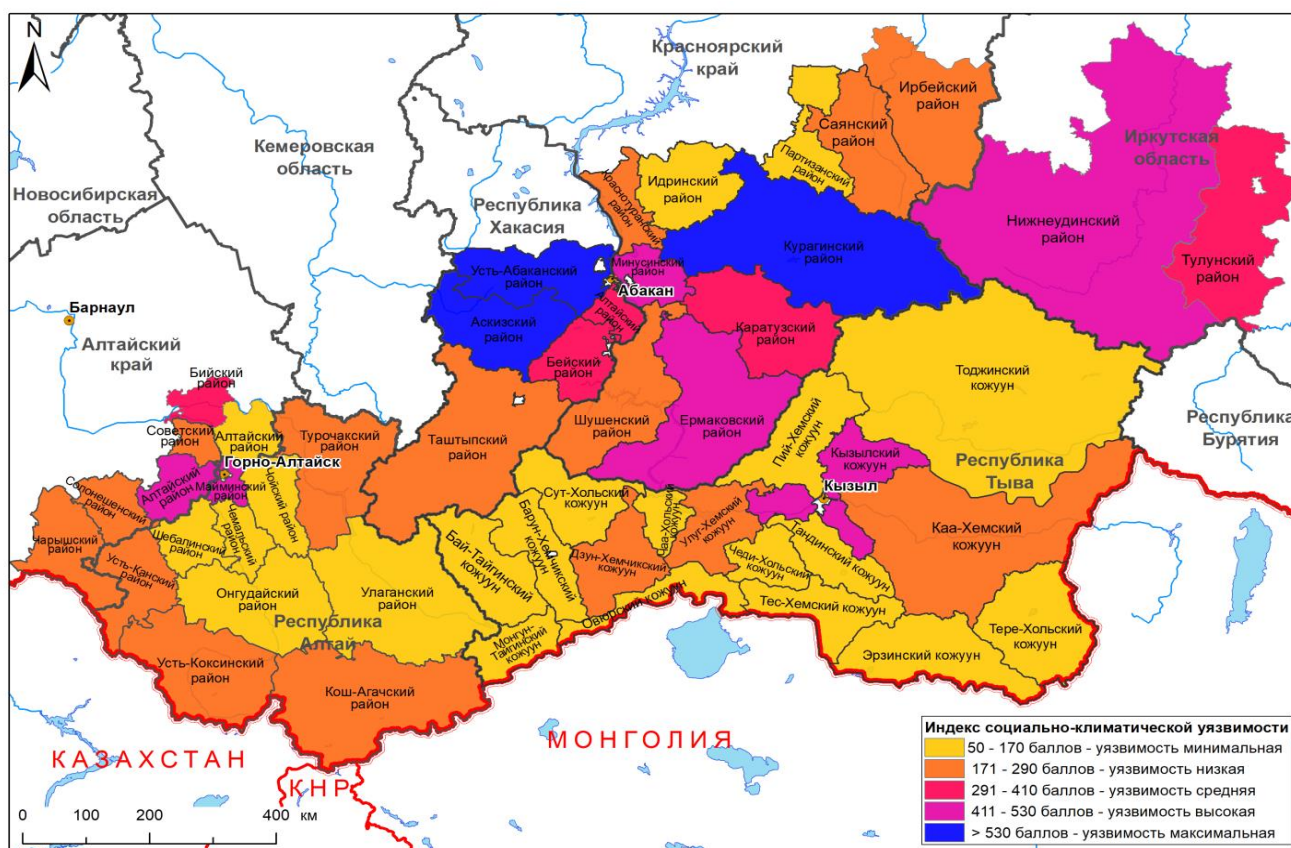


Рис. 2. Карта-схема районирования региона Южной Сибири по индексусоциально-климатической уязвимости среды.

## **Выводы**

Следует отметить, что рост количества климатических аномалий как правило провоцирует рост случаев опасных природных явлений на всей территории района исследования. Индекс климатической уязвимости со временем увеличивается практически на всей территории Южной Сибири, но с разной интенсивностью. При увеличении климатической уязвимости возрастает и индекс общественно-социальной уязвимости конкретных районов в зависимости от количества населения.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РГО, проект №45/2022-И «Климатические аномалии и опасные природные явления в Южной Сибири», руководитель проекта проф. К.В. Чистяков, д.г.н., директор ИНОЗ СПбГУ.*

## **Список литературы**

1. Оганесян В.В. Методика расчета климатической уязвимости территории на основе безразмерных климатических индексов // Труды Гидрометцентра России. – 2017. – Вып. 366. – С. 158-165.
2. Паспорт климатической безопасности Республики Алтай / Утвержден Распоряжением Правительства РА от 01 декабря 2022 года № 874-рГ. – Горно-Алтайск, 2022. – 165 с.

УДК 556.5

## **ОЦЕНКА МАКСИМАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТОКА БАССЕЙНОВ МАЛЫХ РЕК ГОРНОЙ КРИОЛИТОЗОНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ПЛЮВИОГРАММ**

**О.Р. Жунусова, О.М. Макарьева., Н.В. Нестерова**

*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург  
zhun.oksana@gmail.com*

## **ESTIMATION OF THE MAXIMUM RUNOFF CHARACTERISTICS OF SMALL RIVER BASINS IN THE MOUNTAIN PERMAFROST ZONE USING THE DATA OF PLUVIOGRAMS**

**O.R. Zhunusova, O.M. Makarieva, N.V. Nesterova**

*St. Petersburg State University, St. Petersburg  
zhun.oksana@gmail.com*

## **Введение**

Одним из последствий изменения климата является увеличение интенсивности ливней, что в свою очередь приводит к учащению катастрофических паводков. Чувствительность малых рек в зоне распространения мерзлоты к ливневым осадкам и вызванные ими паводки представляют существенную угрозу для населенных пунктов и инфраструктуры. Примером такого региона является Магаданская область, где в настоящее время опасные гидрологические явления фиксируются ежегодно. В 2013, 2014 и 2019 гг. в Магаданской области произошли катастрофические наводнения, вызванные экстремальными осадками, нанесшие ущерб домохозяйствам и инфраструктуре на суммы 600 миллионов, 700 миллионов и 1 миллиард рублей соответственно. Магаданская область, обладая огромными запасами природных ресурсов, играет важную роль в экономике России. Между тем, в этом регионе, как и по всей России, за последние десятилетия произошло существенное сокращение гидрометеорологической сети, что затрудняет изучение катастрофических паводков современными стандартными методами.

Целью исследования являлось изучение и расчет максимальных расходов воды в условиях изменения климата на территории Магаданской области с использованием данных плювиографов и математического моделирования.

## **Материалы и методы**

Моделирование производилось с использованием распределенной детерминированной гидрологической модели «Гидрограф» [1]. Модель применима для расчета стока малых рек в зонах многолетней мерзлоты, требует минимальной входной метеорологической информации (температура, влажность воздуха и количество осадков), а также наборы параметров, разработанные в аналоговых бассейнах, могут быть перенесены в неизученные бассейны без калибровки.

В работе была использована наиболее полная база данных плювиографов для Магаданской области, составленная на основе оцифрованных метеорологических ежемесячников, изданных в СССР [3] и материалов наблюдений за 1947–1997 годы Колымской водно-балансовой станции [4]. База данных включает данные 72 станций за период 47 лет (1950–1997) для диапазона высот от -8 до 1200 метров и насчитывает более 70 тысяч значений.

Для исследования были выбраны водосборы малых рек в Магаданской области, где наводнения могут представлять угрозу для инфраструктуры или населенных пунктов – рек Амбардах, Сусуман и ручья Кривуля. Все реки относятся к бассейну реки Колымы. Средняя годовая температура воздуха по данным бли-

жайших к гидрологическим постам метеостанций Сусуман и Кулу составляет -13.6 и -13.3°C соответственно. Годовое количество осадков – 255 и 271 мм соответственно. Данные с этих метеостанций были использованы в качестве входной метеорологической информации при моделировании. Основные характеристики водосборов и метеостанций представлены в таблице 1.

Таблица 1

Основные характеристики водосборов и метеостанций

| Река     | Площадь, км <sup>2</sup> | Средняя высота водосбора, м | Максимальная высота водосбора, м | Метеостанция | Высота метеостанции, м |
|----------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------|------------------------|
| Кривуля  | 8.4                      | 880                         | 1282                             | Кулу         | 668                    |
| Сусуман  | 980                      | 1024                        | 2139                             | Сусуман      | 649                    |
| Амбардах | 139                      | 1021                        | 1732                             | Сусуман      | 649                    |

При подготовке к моделированию была проведена схематизация и параметризация водосборов. Параметры модели были заимствованы из работ [2, 5, 9, 10].

### Результаты и их обсуждение

Для верификации модели было проведено моделирование процессов формирования стока на суточном интервале за периоды 1966-1987 гг. (реки Сусуман и Амбардах) и 1966-1994 гг. (ручей Кривуля). Для водосборов были проведены непрерывные расчеты расхода с использованием разработанного набора параметров. Для оценки эффективности гидрологического моделирования был выбран коэффициент Нэша-Сатклиффа (NSE) [7]. Основные характеристики водного баланса, а также расчетные значения критерия Нэша-Сатклиффа (NSE) представлены в таблице 2.

Таблица 2

Водный баланс и значения NSE

| Река        | Y <sub>o</sub> | Y <sub>s</sub> | P   | E   | Q <sub>o</sub> (год) | Q <sub>s</sub> (год) | NSE (ср/мед) | NSE (max, год) | NSE (min, год) |
|-------------|----------------|----------------|-----|-----|----------------------|----------------------|--------------|----------------|----------------|
| р. Кривуля  | 165            | 168            | 317 | 147 | 2.2 (1984)           | 5.75 (1984)          | 0.38/0.52    | 0.86 (1988)    | -2.21 (1976)   |
| р. Сусуман  | 285            | 298            | 424 | 124 | 282 (1986)           | 209 (1978)           | 0.59/0.61    | 0.90 (1983)    | -0.21 (1974)   |
| р. Амбардах | 266            | 290            | 412 | 112 | 31.4 (1982)          | 24 (1974)            | 0.07/0.55    | 0.87 (1978)    | -7.71 (1974)   |

где  $S$  - площадь водосбора, км<sup>2</sup>;  $H$  - средняя высота водосбора, м;  $Y_o$  и  $Y_s$  - наблюдаемый и рассчитанный среднегодовое количество годового стока, мм;  $P$  - осадки, мм;  $E$  - испарение, мм;  $Q_o$  и  $Q_s$  - максимальный наблюдаемый и рассчитанный расход, м<sup>3</sup>/с; ср и мед - среднее и медианное значение NSE; max и min - максимальное и минимальное значения NSE.

Для р. Амбардах наблюдается самый низкий средний показатель NSE (0.07) среди всех водосборов, что обусловлено в основном влиянием экстремально низкого значения NSE (-7.71) за 1974 год. Несмотря на это, медианные значения NSE для суточных расходов для всех рек варьируются от 0.52 до 0.62, а максимальные значения NSE для всех водосборов - от 0.82 до 0.9. Таким образом, в основном результаты моделирования удовлетворительные, а рассчитанные гидрографы стока хорошо согласуются с наблюдаемыми как по фазам, так и по абсолютным значениям расходов. Занижение значений NSE обусловлено удаленностью метеостанций от водосборов, также они имеют существенно меньшие высоты – на 200-400 метров ниже средних высот бассейнов (табл. 1). Также факторами, обуславливающими погрешность, можно признать низкую точность гидрометеорологических измерений и недостаточную оценку доли участия подземных горизонтов в питании рек [6, 10].

Для моделирования максимальных характеристик были выбраны паводки с максимальным расходом, для которых имеются данные об осадках с плювиографов. Для рек Сусуман и Амбардах это паводки 16 августа 1986 года с суточными расходами 282 и 22.4 м<sup>3</sup>/с соответственно, для ручья Кривуля – 26 июля 1984 с суточным расходом 5.75 м<sup>3</sup>/с. Результаты моделирования приведены в табл. 3 и на рис. 1.

Таблица 3

Результаты моделирования катастрофических паводков

| Река     | Дата паводка | Набл. суточный расход (м <sup>3</sup> /с) | Набл. макс. суточный расход (м <sup>3</sup> /с) | Рассчит. суточный расход (м <sup>3</sup> /с) | Рассчит. средний суточный расход по данным плювиографов (м <sup>3</sup> /с) | Рассчит. макс. часовой расход (м <sup>3</sup> /с) |
|----------|--------------|---|---|--|---|---|
| Сусуман  | 16.08.1986   | 282                                       | 393   | 129  | 422   | 908   |
| Амбардах | 16.08.1986   | 22.4                                      | 74.7  | 22.4   | 61.5  | 70  |
| Кривуля  | 26.07.1984   | 5.75                                      | 14.2  | 2.2  | 5.65  | 13.5  |

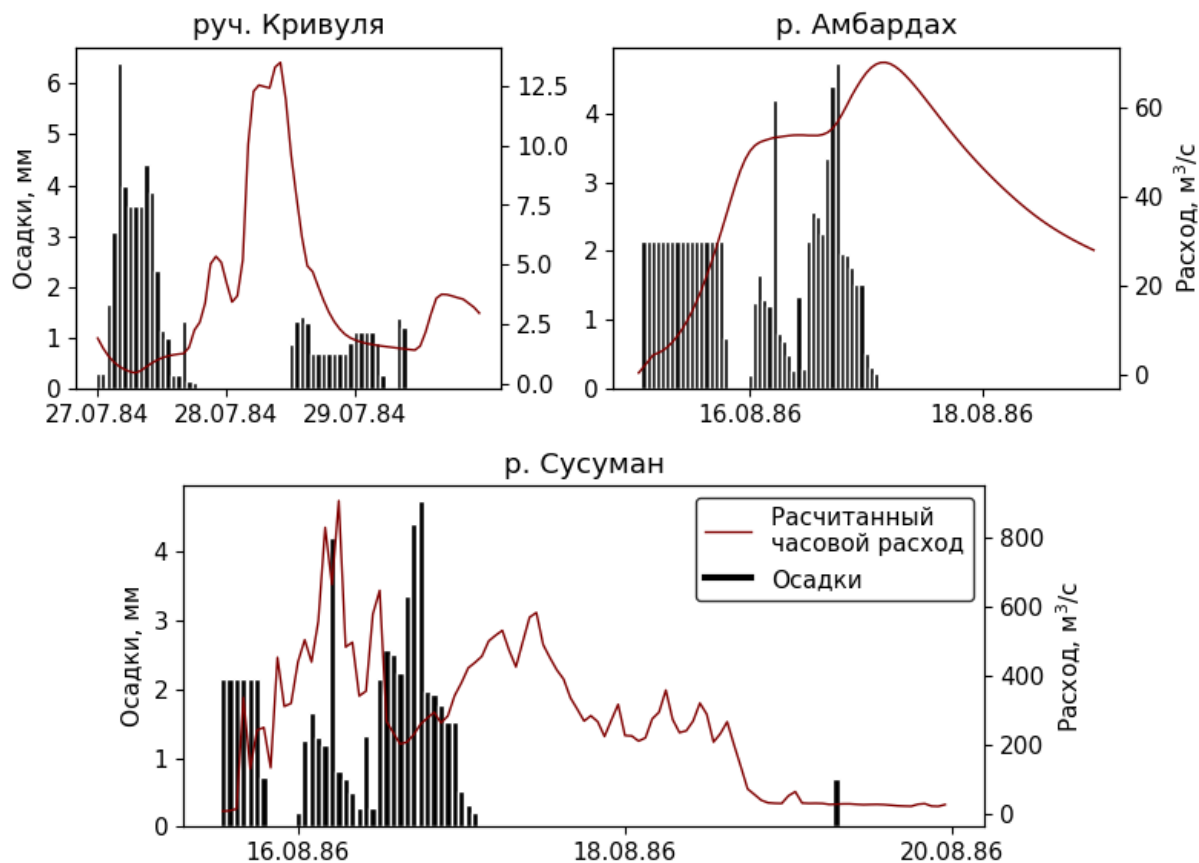


Рис. 1. Результаты моделирования паводков.

В ходе моделирования были получены максимальные расходы, близкие к наблюдаемым для реки Амбардах (рассчитанный –  $70 \text{ м}^3/\text{с}$ , наблюдаемый –  $74.7 \text{ м}^3/\text{с}$ ) и ручья Кривуля (рассчитанный –  $13.5 \text{ м}^3/\text{с}$ , наблюдаемый –  $14.2 \text{ м}^3/\text{с}$ ). Однако максимальные расходы для реки Сусуман были в два раза выше наблюдаемых (рассчитанный –  $908 \text{ м}^3/\text{с}$ , наблюдаемый –  $393 \text{ м}^3/\text{с}$ ). Для анализа данных о расходах, полученных из суточных данных об осадках и данных pluviографа, были сопоставлены интенсивности осадков. Средняя интенсивность осадков на основе суточных данных об осадках была рассчитана как отношение количества осадков к их продолжительности.

На основе данных pluвиографов средняя интенсивность осадков, вызвавших наводнения, составила 0.04 и 0.05 для метеорологических станций Сусуман и Кулу соответственно. Хотя это и не сильно отличается от средней интенсивности, основанной на суточных данных об осадках, данные pluвиографа показывают неравномерное распределение осадков и интенсивности во времени с максимальной интенсивностью осадков равной 0.11 мм/мин и 0.12 мм/мин для метеостанций Сусуман и Кулу соответственно, в отличие от максимальных интенсивностей, рассчитанных по суточным данным (0.04 мм/мин для обеих метеостанций). На станции Кулу наиболее интенсивные осадки наблюдались 27 июля с 4 до 10 часов утра, когда за 6 часов выпало 23.4 мм осадков. График осадков станции Сусуман имеет два пика, 16 июля в 6 часов утра и после 3 часов дня, когда за 3 часа выпало 14.8 мм осадков. В то же время сумма осадков по pluвиографам и суточным данным схожи: суточные данные – 58.7 мм, данные pluвиографов – 55.2 мм на метеостанции Сусуман; и 48.1 мм и 45.2 мм на метеостанции Кулу соответственно.

В целом результаты моделирования удовлетворительны и подтверждают возможность использования моделирования для расчета максимальных расходов по данным pluвиографов в горной зоне многолетней мерзлоты.

#### Выводы

Выполненная работа показывает возможность оценки характеристик максимального стока для малых неизученных рек в горной зоне многолетней мерзлоты с ограниченными метеорологическими данными на примере рек Магаданской области. Результаты работы могут быть полезны для изучения катастрофических паводков и проведения гидрологических расчетов в исследуемом регионе, которые могут быть использованы при проектировании и строительстве инфраструктуры.

**Благодарность.** Работа выполнена при поддержке Санкт-Петербургского государственного университета в рамках проекта «Разработка методики оперативного прогноза опасных гидрометеорологических явлений в условиях Дальневосточного федерального округа (на примере Магаданской области)» (ID PURE 116160863).

## Список литературы

1. Виноградов Ю.Б., Виноградова Т.А. Математическое моделирование в гидрологии. — М.: Академия, 2010. — 304 с.
2. Макарьева О. М., Лебедева Л. С., Виноградова Т. А. Моделирование процессов формирования стока на малых горных водосборах криолитозоны (по материалам Колымской водно-балансовой станции) // Криосфера Земли. — 2020. — Т. 24. — №. 1. — С. 43-56.
3. Метеорологический ежемесячник. Часть 2. Выпуск 33. — Магадан, 1974–1990.
4. Материалы наблюдений Колымской водно-балансовой станции, Вып. 1–40, 1948–1997. — Магадан: Колымское УГМС, 1959–1998.
5. Lebedeva L., Semenova O., Vinogradova T. Simulation of Active Layer Dynamics, Upper Kolyma, Russia, using the Hydrograph Hydrological Model // Permafrost and Periglacial Processes. — 2014. — Vol. 25. — № 4. — P. 270-280.
6. Makarieva O.M., Nesterova N.V., Lebedeva L.S., Vinogradova T.A. Modeling runoff formation processes in the high-mountain permafrost zone of Eastern Siberia (A case study of Suntar-Khayata Range). // Geography and Natural Resources. — 2019.
7. Nash J.E., Sutcliffe J.V. River flow forecasting through conceptual models part I — A discussion of principles // Journal of Hydrology. — 1970. — Vol. 10. — № 3. — P. 282-290.
8. Nesterova N., Makarieva O., Post D.A. Parameterizing a hydrological model using a short-term observational dataset to study runoff generation processes and reproduce recent trends in streamflow at a remote mountainous permafrost basin // Hydrological Processes. — 2021. — Vol. 35. — № 7.
9. Nesterova N.V., Makarieva O.M., Post D.A. Methods of mathematical modelling for calculating flow characteristics of ungauged rivers in engineering design tasks (by the example of the Khemchik River, Tyva Republic, Russia) // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. — 2019. — Vol. 381. — № 1. — P. 012068.
10. Semenova O., Lebedeva L., Vinogradov Y. Simulation of subsurface heat and water dynamics, and runoff generation in mountainous permafrost conditions, in the Upper Kolyma River basin, Russia // Hydrogeology Journal. — 2013. — Vol. 21. — № 1. — P. 107-119.

УДК 004.94 : 519.219 : 519.254

### **КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА «СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ» - СОВОКУПНОСТЬ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И НЕ ТОЛЬКО**

**А.В. Игнатов**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, ignatov19521121@yandex.ru*

### **COMPUTER PROGRAM «STOCHASTIC MODELING» – A SET OF ALGORITHMIC TOOLS TO SUPPORT SOLVING PROBLEMS IN THE FIELD OF HYDROMETEOROLOGY AND NOT ONLY**

**A.V. Ignatov**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, ignatov19521121@yandex.ru*

Большую часть задач в области гидрометеорологии и не только можно условно разделить на два класса – поиск закономерностей изменчивости состояния исследуемых объектов и получение практически полезных следствий из этих закономерностей. Первая группа задач связана с накоплением и анализом данных и высказыванием объясняющих их гипотез, вторая – с преобразованием накопленных материалов в форму, в которой они непосредственно применяются на практике. В рамках этих задач всегда приходится использовать модели, то есть те или иные приближенные информационные отображения реальных объектов. В качестве таких отображений могут выступать натурные модели, текстовые описания, таблицы данных, графики, математические соотношения, компьютерные программы, географические карты и так далее. Построение различных моделей часто требует использования достаточно сложных, громоздких и специфических методов. Поэтому параллельно с решением самих названных выше задач всегда ведется работа по созданию технологий, облегчающих процесс этого решения. В настоящем докладе приводятся некоторые сведения об одной из таких технологий, реализованной в виде компьютерной программы, названной автором «Стохастическое моделирование».

При использовании этой программы любой реальный объект рассматривается как система сосредоточенными параметрами. Подобное представление объекта – это первый шаг к построению его искомой модели, необходимой для решения выбранной задачи. Примеры таких объектов в гидрометеорологии: точка, у поверхности земли (метеостанция), речной створ или весь замыкаемый им водосбор, географический регион (допустим, Восточная Сибирь) и т.д. Понятно, что таким же образом могут рассматриваться и любые другие объекты: вся планета Земля, ландшафтный выдел, административный район, промышленное предприятие, человек, живая клетка и прочее. Состояние выбранного объекта моделирования описывается конечным, хотя возможно и достаточно большим (тысячи и более) количеством параметров. Используемое в конкретном случае число таких параметров отражает подробность описания состояния

объекта. Однако не имеет смысла формально гнаться за увеличением подробности этого описания, значительно важнее использовать потенциально наиболее существенные для решаемой задачи характеристики объекта.

При разработке модели можно рассматривать один и тоже реальный объект, параметры которого изменяются во времени. В такой ситуации говорят о динамике состояния объекта, описываемой временными рядами (дискретными или непрерывными) совместной изменчивости его контролируемых характеристик (или переменных). Можно рассматривать также множество различных реальных объектов, но описываемых группой одних и тех же по своему смыслу переменных. В рамках модели такие реальные объекты различаются между собой только значениями этих переменных, отражающими изменчивость состояния одного и того же, но уже абстрактного объекта.

Набор оценок совместных значений контролируемых характеристик объекта (или его модели как системы с сосредоточенными параметрами), содержащий сведения об их изменчивости во времени, в пространстве или просто у разных объектов - это первая необходимая часть (исходные данные) информационного обеспечения решаемой задачи. Вторая часть (исходные знания об объекте) содержится в голове у разработчика модели. В процессе решения задачи моделирования обе эти части объединяются. Привязка модели к конкретному объекту осуществляется через два этих типа сведений о нём при постановке задачи моделирования и при интерпретации результатов её решения. Сама же программа «Стохастическое моделирование», как и любой подобный продукт, работает с загружаемой в компьютер абстрактной числовой информацией, и просто позволяет реализовать процесс решения задачи математически более корректно и менее трудоемко для её пользователя.

Количество информации, доступной для использования в конкретной задаче моделирования, как правило, ограничено, к тому же не вся и не всегда она является точной или даже истинной. В результате нужно говорить не об обязательном достижении априори намеченной цели исследования, а только о некотором наилучшем к ней приближении. Вследствие этого, задачи такого рода являются оптимизационными, а их результат имеет вероятностный (или стохастический) характер. Названные обстоятельства обусловили многие аспекты алгоритмической реализации программы «Стохастическое моделирование». В частности, в её рамках закономерности совместной изменчивости параметров объекта рассматриваются как совокупность вероятностных ограничений на их возможные значения, а приближенные расчетные результаты представляются в форме оценок условных распределений вероятности. Применение такого аппарата позволяет получать более объективные и надежные результаты моделирования. Тем не менее, субъективный элемент, связанный с используемыми исходными данными, авторскими особенностями программы, а также вносимый её пользователем в процессе решения задачи, в них всегда присутствует.

Программа «Стохастическое моделирование» ориентирована на людей, обладающих, определенными знаниями и данными о реальном исследуемом объекте. Это позволяет им более полно обеспечивать задачу моделирования информацией, осознанно формулировать её постановку и интерпретировать результаты решения. Детальное же знакомство с используемыми методами моделирования, теории вероятности и математической статистики не столь обязательно. Достаточно иметь только общие представления об этих областях, так как значительную часть рутинной работы по использованию названных методов при реализации процесса решения задачи берет на себя программа.

Программа «Стохастическое моделирование» работает под операционной системой «Windows». Для подготовки и редакции исходных данных и просмотра табличных результатов расчетов рекомендуется использовать «Microsoft Office Excel». Текстовые материалы, поясняющие работу программы, написаны в формате файлов «Microsoft Office Word». Графические материалы сохраняются в формате файлов «.bmp». Описания построенных моделей сохраняются в виде файлов в формате «.txt». Потребности программы в вычислительных и иных ресурсах укладываются в возможности большинства современных персональных компьютеров. Программа имеет русскоязычный графический интерфейс. Управление её работой осуществляется путем нажатия кнопок, выполнения пунктов меню, выбора элементов списков и т.д. Интерфейс программы позволяет контролировать весь путь решения задач от их постановки до получения конечных результатов.

Наиболее полную версию программы со всеми исправлениями и дополнениями можно **свободно** скачивать через официальный сайт <https://igsbras.ru> Института географии СО РАН в разделе Наука / Интеллектуальная собственность / Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ / Программа «Стохастическое моделирование». В состав скачиваемого информационного пакета в файле формата «.doc» входит и подробное «Руководство пользователя». В тексте «Руководства» описаны правила работы с программой и основные методологические и математические принципы, заложенные в реализующие её алгоритмы. За консультациями по программе и по задачам, решаемым с её использованием, можно также обращаться к автору по электронному адресу, указанному в заголовке статьи.

**ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ РЕЧНЫХ СИСТЕМ СЕЛЕНГИ В ГОРНЫХ  
И СРЕДНЕГОРНЫХ ЧАСТЯХ БАСЕЙНА**

**Е.А. Ильичева<sup>1</sup>, М.В. Павлов<sup>1</sup>, А.А. Ушкалов<sup>1</sup>, И.Ю. Амосова<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск,*

<sup>2</sup>*Иркутский государственный университет, Иркутск*

*lenail3663@mail.ru, maksimpavlov\_v@mail.ru, lolitamen@mail.ru, irinaamosova\_83@mail.ru*

**STRUCTURE FEATURES OF THE SELENGA RIVER SYSTEMS IN MOUNTAIN  
AND MID-MOUNT PARTS OF THE BASIN**

**E.A. Picheva<sup>1</sup>, M.V. Pavlov<sup>1</sup>, A.A. Ushkalov<sup>1</sup>, I.Yu. Amosova<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*V.B. Sochava Institute of Geography, SB RAS, Irkutsk*

<sup>2</sup>*Irkutsk State University, Irkutsk*

*lenail3663@mail.ru, maksimpavlov\_v@mail.ru, lolitamen@mail.ru, irinaamosova\_83@mail.ru*

**Введение**

Исследования речных систем для оценки их водоносности опираются на индикационные параметры, такие как порядок, рисунок, структурно-гидрографические, энтропийные характеристики и морфометрию, имеющие закономерности или отличия, проявляющиеся в различных орографических поясах. Бассейн р. Селенги располагается в частях Саянской, Прибайкальской и Забайкальской областей Гор Южной Сибири, согласно физико-географическому районированию СССР. Притоки верхнего и среднего течения дренируют орографические элементы и природные области, находящиеся на территории Монголии, но имеющие общие морфоструктурное и геолого-тектоническое строение с выделяемыми областями и провинциями на Российской части бассейна. Южная часть водораздела селенгинского бассейна входит в общий водораздел между реками бассейнов Северного Ледовитого и Тихого океанов и бессточных областей Центральной Азии (рр. Енисей, Лена, Амур, котловины Больших озер). Речная сеть, как результат длительного физико-географического процесса, отражает унаследованные черты геолого-тектонической истории региона, выраженной в морфоструктурном каркасе и морфоскульптурном облике водосборных бассейнов. Рисунок РС обусловлен условиями взаимодействия текучих вод с подстилающими породами, а также развитием гидрографической сети в связи с палеоклиматическими событиями. Выделяются разновысотные открытые и внутренние системы, которые отличаются между собой функциональным значением: внешние системы осуществляют дренаж и транзит стока; внутренние обеспечивают транзит стока, поступающего из гипсометрически вышерасположенных внешних систем. В замыкающем звене сложной системы происходит аккумуляция и распределение стока всего бассейна. Таким образом, главнейшими предпосылками развития особенностей строения речных систем (РС) могут служить геоморфологические пояса, по которым распределены основные типы рельефа в соответствии с гипсометрическим положением. Выделение геоморфологических поясов и природных зон рассматриваемого бассейна обосновано в фундаментальных работах по геоморфологии, природных и социально-экономических условий, результатах эколого-географических исследований.

В данном исследовании поставлена цель научно обосновать особенности строения РС в высокогорьях, среднегорьях и нагорьях и определить структурно-гидрографические и морфологические индикаторы формирования стока.

**Объекты и методы**

Объектом исследования является речная система Селенги, дренирующая различные орографические пояса бассейна, и рассматривается на примере суббассейнов рр. Эгийн, Джида, Чикой, Хилок, а также рассмотрены их притоки V-го порядка в сравнении с некоторыми суббассейнами оз. Хубсугул. Особенности строения речных систем выявлены при сравнительном морфометрическом анализе и при помощи структурно-гидрографического подхода.

**Результаты и обсуждение**

В масштабе физико-географических областей, выделенных по морфоструктурным и природно-зональным критериям бассейн Селенги дренирует три группы провинций, занимающих разновысотные геоморфологические пояса, в пределах которых проявляются различия структурно-гидрографических характеристик на иерархических уровнях суббассейнов. Центральную часть бассейна принадлежит Орхоно-Селенгинскому среднегорью, в пределах которого РС Селенги набирает IX порядок по из основных притоков VII и VIII порядков. Хангайское и Хэнтэй-Даурское нагорья и Витимское плоскогорье формируют юго-восточную и северные границы водосбора и верховья крупных правобережных притоков. Отроги хребтов Хамар-Дабан и Восточного Саяна, включая Прихубсугульское нагорье, образуют высокогорную группу провинций на севере и северо-западе бассейна и притоки VII -го порядка. При сравнении орогра-

фического положения бассейнов притоков Селенги и структурно-гидрографических индикаторов стокоформирования определены закономерности, позволяющие на основе отношения среднемноголетних расходов ( $Q_{\text{ср}}$ ) и рассчитанной структурной меры ( $M_{\text{энт}}$ ), районировать суббассейны по трем основным и одной переходной линейной зависимости.

Наибольшие значения структурного модуля ( $M_{\text{стр}} > 0,45$ ) характерны для бассейнов рек в высокогорьях Восточного Саяна и хр. Хамар-Дабан. РС имеют сравнительно небольшие бассейны с крутыми бортами и руслами рек, средние значения водно-эрозионного расчленения ( $0,57 \text{ км/км}^2$ ), суммарную протяженность речных систем (до 10 тыс. км) и магнитуду (около 6 тыс.), и наименьшее для всего бассейна значение гидроморфологического коэффициента  $166 \text{ км с/м}^3$ , что согласуется с максимальными амплитудами нектонических поднятий.

Для нагорий и плоскогорий выделяется две группы со структурным модулем в пределах  $0,35-0,45 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{бит})$  для высот  $2500 - 3000 \text{ м}$ . и ( $M_{\text{стр}} = 0,25-0,34$ ) до  $2000-2600 \text{ м}$ . Коэффициент эрозионного расчленения в среднем составляет  $0,62-0,66 \text{ км/км}^2$ . Суммарная протяженность речных систем до 76 тыс. км и магнитуда  $26-36$  тыс. элементов первого порядка, гидроморфологический коэффициент  $247-273 \text{ км с/м}^3$ , что соответствует стадии зрелости.

Реки Орхоно-Селенгинского среднегорья объединяются в особую группу ( $M_{\text{стр}} = 0,01-0,24 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{бит})$ ) с высотой водосборов  $800-2000 \text{ м}$ . Коэффициент эрозионного расчленения этой группы наибольший и составляет до  $0,80 \text{ км/км}^2$ . Нарастает и суммарная протяженность речных систем (более 100 тыс. км), и магнитуда до 70 тыс. элементов первого порядка. Максимальное значение гидроморфологического коэффициента в пределах  $1000 \text{ км с/м}^3$ , что говорит о древности речных систем.

При рассмотрении строения РС в более детальном масштабе, на иерархических уровнях VII-го и V-порядков, выявляются ряд морфометрических и структурно-гидрографических параметров, характеризующих сток с отдельных орографических поясов или физико-географических провинций. Речные системы для подробного анализа в рамках данной статьи выбраны произвольно.

Большинство рассмотренных РС V-порядка относятся к областям формирования стока и приурочены к высокогорному поясу Восточного Саяна, Хамар-Дабана и сильно расчлененным приводораздельным поверхностям Хэнтэй-Даурского нагорья и принадлежат бассейнам рр. Эгийн, Джиды и Чикоя. РС бассейна оз. Хубсугул, располагаются в пределах двух геоморфологических поясов и подпровинций Западного высокогорного с альпинотипным рельефом и Восточного Прихубсугуля со сглаженными водоразделами, характерными для всего Прихубсугульского и Хэнтэй-Даурского нагорий. Амплитуды высот бассейнов ( $1200 \text{ м}$ ) и уклоны (от  $8^\circ$  до  $17^\circ$ ) максимальные для всей РС Селенги. Площади бассейнов в высокогорьях до  $600 \text{ км}^2$ , длина главной реки наименьшая –  $45 \text{ км}$ , формирование русловой сети начинается с протяженности тальвега в  $0,2 \text{ км}$ , конфигурация бассейна вытянутая, обеспечивающая более интенсивное стекание водных масс, пятый порядок собирается из наименьшего количества элементарных водотоков от 115 до 250 в высокогорьях и нагорьях соответственно. Сложность структуры РС нарастает от высокогорных условий ( $\Sigma M_{\text{энт}} \geq 80 \text{ бит}$ ) к расчлененным нагорьям ( $\Sigma M_{\text{энт}} = 150 \text{ бит}$ ), структурный модуль уменьшается с высотой бассейна (от  $0,36$  до  $0,21 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{бит})$ ). Условия стекания воды обеспечивают наибольший модуль потенциально возможного расхода, как для РС V-го, так и для РС VII-го порядков, в среднем  $52-53 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$ . Стадийность эрозионного развития обусловлена неотектоническими процессами: в горах продольный профиль поверхности бассейнов выпуклый до профиля равновесия в нагорьях.

Области транзита стока занимают Орхоно-Селенгинское среднегорье с речными системами уже VII порядка и впадают непосредственно в р. Селенгу, являющейся местным базисом эрозии для этих притоков, где формируется область аккумуляции стока. В основном зоны аккумуляции стока приурочены к морфоструктурным элементам реликтов мезо-кайнозойских котловин, выраженных в рельефе пологими широкими долинами, занимающие наиболее низкие гипсометрические уровни. Русловые подсистемы V-го порядка располагаются на средних высотах около  $1000 \text{ м}$ . Уклоны РС варьируются около  $6^\circ$ , за счет малых амплитуд и более протяженных главных рек в отличие от высокогорных условий. Увеличивается водосборная площадь, длины бассейнов сокращаются, увеличивая время добегания. Руслу рек формируются при большей длине, в среднем  $0,68 \text{ км}$  и увеличивается количество элементарных входящих водотоков, что характеризует более сложную систему ( $\Sigma M_{\text{энт}} > 300 \text{ бит}$ ), с меньшим средним структурным модулем (до  $0,15 \text{ м}^3/(\text{с} \cdot \text{бит})$ ). Модуль максимально возможного стока в РС среднегорья ниже высокогорий и составляет  $22 \text{ л/с} \cdot \text{км}^2$ . Речные системы среднегорий имеют в основном равновесный профиль по гипсометрическому интегралу и находятся в стадии зрелости и древности в областях тектонических опусканий.

При статистическом и сравнительном анализе морфометрических и структурных параметров выявлено, что речные системы разных порядков не имеют тесных корреляционных связей ( $R^2 \leq 0,4$ ), как и РС различных орографических поясов. Тесные связи ( $R^2 = 0,9$ ) имеют параметры рек, расположенных в схожих геоморфологических условиях региона. Исключение составляют среднемноголетние расходы, которые зависят от климатических экспозиционных особенностей и продолжительности инструментальных наблюдений, по сравнению с историей заложения и развития речных систем.



## **Выводы**

Проведенное исследование показало, что речные системы в различных орографических поясах имеют ряд особенностей, которые не позволяют проводить сравнение параметров их строения между собой. Для построения моделей стока или прогнозирования опасных гидрологических процессов неизученных рек следует сравнивать условия стокообразования отдельно для рек высокогорий, среднегорий и равнинных территорий, в том числе устьевых областей. Определено, что не высота водосбора, а уклон русловой системы является основным индикатором и критерием принадлежности к орографическим поясам и условий стокообразования в равнопорядковых системах. Для бассейна Селенги определены диапазоны уклонов в разных гипсометрических уровнях. Выявлены различия параметров строения однопорядковых РС и морфометрии их бассейнов для каждой геоморфологической зоны. Отмечено, что в условиях высокогорий речные системы достигают своего порядка с меньшим количеством элементарных водотоков, при небольшой площади водосбора, русловая и временная сеть формируется при небольшой длине в сравнении с нижерасположенным орографическим поясом. Речная сеть среднегорий наиболее разветвленная, здесь отмечается двукратное увеличение магнитуды при том же порядке РС, что и в высокогорье. Составленная мультипараметрическая база параметров РС статистически достоверная и может быть применена при расчетах и прогнозах водоносности, как средней, так и максимальной, а также геоморфологическом районировании.

*Работа выполнена в рамках Государственного задания ИГ СО РАН им. В.Б. Сочавы, № государственной регистрации АААА-А21-121012190059-5.*

УДК 551.584 (528.8)

## **СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В СОСТОЯНИИ МИКРОКЛИМАТА ВЫСОКОГОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ АЛТАЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДЗЗ**

**В.А. Какорин**

*ФГБОУ ВО «Горно-Алтайский государственный университет», Горно-Алтайск,  
wittorio.kakorin@mail.ru*

## **CURRENT TRENDS OF CHANGES IN THE STATE OF MICROCLIMAT IN THE HIGH MOUNTAIN REGION OF ALTAI ACCORDING TO REMOTE SENSING DATA**

**V.A. Kakorin**

*Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, wittorio.kakorin@mail.ru*

## **Введение**

Климатические изменения на планете наблюдаются уже ни один десяток лет и каждый год приводятся новые числовые показатели протекающих процессов, но уже сейчас жители северного полушария ощущают последствия этих изменений на себе. Повышение температуры воздуха, эрозионные процессы, деградация мерзлотных толщ, рост числа аномальных погодных явлений – вот неполный список последствий, которые оказывают влияние на жизнь людей сегодня. Темпы климатических изменений особенно ощутимо быстрее растут в нашей стране, только лишь рост температуры воздуха за последний 100 лет превысил средние показатели глобального потепления почти в 2 раза [3].

По другим данным, Среднегодовая температура в России за последние 25 лет росла по некоторым климатическим контурам до 1,6°C/10 лет. Но изменение климата – это неоднородный процесс, как во времени, так и в пространстве, поэтому в региональном масштабе встречаются определенные различия [4]. Для изучения пространственной неоднородности активно используются ГИС технологии и продукты спутникового мониторинга или ДЗЗ (дистанционное зондирование земли). Практическое применение данных ДЗЗ в области исследования климата и оказываемого им влияния на сферы жизнедеятельности человека во всем мире стало достаточно распространено [1,9].

Однако, большинство спутниковых данных и исследований, имеют большой пространственный охват (более 5 км на пиксель), что затрудняет анализ климата небольших территорий, таких как узкие речные долины, предгорья или отдельно взятые межгорные котловины. При этом климатические характеристики местного масштаба, как и их изменение во времени, изучены недостаточно.

Вопрос подобных изменений в экосистемах, используемых в хозяйственной деятельности населения и представляющих потенциальный рекреационный ресурс, на фоне возрастающего интереса к Республике для внутреннего и международного туризма, является крайне актуальным в мировом научном сообществе.

## **Материалы и методы**

В статье приводятся результаты анализа среднемесячных температур приземного воздуха (высота 2 м) северо-западного участка Чуйской межгорной котловины с примыкающими горными склонами, на основании климатических данных CHELSA V2.1 за 2010 и 2019 годы. Выбор этих лет обусловлен тем, что это

начало и конец десятилетнего периода, доступного в наборе данных CHELSA. CHELSA – это набор данных о климате с высоким разрешением (30 угловых секунд), охватывающий участки земной поверхности по всему земному шару. Набор данных находится в свободном доступе [8].

Большая часть работы, такая как построение карт, пересчет растров, растровый анализ, сбор пространственной статистики, проводилась в свободной кроссплатформенной геоинформационной системе Quantum GIS [6]. Построение цифровой модели рельефа и ее зонирование основано на цифровой модели высот Земли SRTM [10].

Дополнительно, для верификации показателей температуры, использовались массивы данных о погоде ВНИИГМИ-МЦД [7]. Данные о температуре в слоях приводятся в Кельвинах, поэтому перед их извлечением был произведен пересчет растров в градусы Цельсия.

### Результаты и их обсуждение

При сравнении извлеченных из спутниковых снимков среднемесячных температур воздуха в целом по территории и данных, собранных ГМС в с.Кош-Агач (расположен на территории исследования), были выявлены различия. Извлеченная среднемесячная температура на несколько градусов ниже, чем по ГМС за тот же период. От максимального 5,61°C в зимний период до 1,3°C в летний. Вероятно, такие расхождения складываются из того, что ГМС находится на дне Чуйской котловины на высоте 1760м над уровнем моря и не охватывает горные хребты, температура воздуха на которых естественно отличается. Среднегодовая температура воздуха по ГМС: -4,88°C в 2010г и -3,64°C в 2019г. Среднегодовая температура по данным CHELSA для всей территории: -6,4°C в 2010г и -4,66°C в 2019г. В годовой динамике, при сравнении извлеченных температур воздуха 2010г и 2019г, наблюдается общая тенденция к росту температуры воздуха. Месяцами с наибольшими значениями являются февраль, март, ноябрь и декабрь. Так, март 2019 года был на 7,66°C теплее, чем март 2010 года. Относительно стабильными в этом отношении можно назвать месяцы май, июнь и сентябрь, где значение среднемесячных температур не превышало значений в 1°C в сравнении с 2010годом.

Для анализа температур местностей и их верификации было проведено зонирование по высотам, на основе цифровой модели рельефа. Всего было выделено 4 зоны. Зона 1 – в нее входит дно Чуйской котловины, представленное степью, и речная долина (до 2000м). Зона 2 – это переходная зона от степи к горам, представлена невысокими склонами (от 2000 до 2200м). Зона 3 – собственно горы (Диапазон высот 2200-2500м). Зона 4 – высокогорье (высота более 2500м) (рисунок 1).

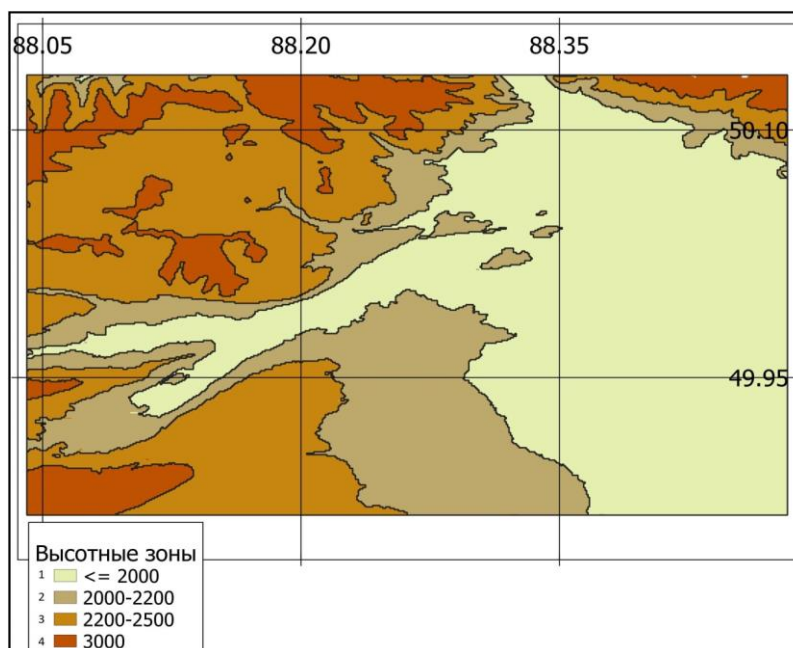


Рис 1. Высотное зонирование территории исследования (высота относительно уровня моря).

Так как ГМС находится в первой высотной зоне, логичным было провести сравнение показателей, с целью установки точности данных ДЗЗ. Полученный результат оказался на уровне 91,1%, что позволяет с высокой долей вероятности считать советующими действительности показатели температуры воздуха других высотных зон.

Среднегодовое распределение температур воздуха по высотным зонам следующее: -4,68°C, -6,14°C, -8°C и -9,51°C для зон с 1 по 4 соответственно в 2010 году; -2,97°C, -4,39°C, -6,24°C и -7,76°C для зон с 1 по 4 соответственно в 2019 году. Температура воздуха в высокогорье в среднем на 4,8°C ниже температуры дна котловины.

Изменение среднегодовой температуры всех зон от 2010 года к 2019 году составляет 1,75°C в сторону ее увеличения, что подтверждает данные ранее проведенного исследования [2]. Также наблюдается изменение в характере отклонений среднемесячной температуры воздуха зимой от многолетней нормы в 3 и 4 зонах, здесь они принимают положительный характер, что говорит о постепенном повышении температуры воздуха высокогорья.

### **Выводы**

Температура воздуха всех высотных зон растет. Более чувствительны к этим изменениям территории до 2000 м, представленные в основном степью. Вызывает опасение повышение температуры воздуха высокогорных территорий зимой и в начале весны, так как эти изменения могут привести к раннему таянию снегозапаса, его дефициту и ускорению эрозионных склоновых процессов. В случае дальнейшего роста температуры северного полушария в ближайшие десятилетия, в совокупности с представленными факторами, растительные сообщества территории деградируют, что приведет к опустыниванию Чуйской степи.

Регистрируется рост температур воздуха зимой и в переходные периоды, что согласуется с результатами исследований других авторов для территории Алтая [5]. Исходя из всего вышеописанного и приведенных результатов, использование данных спутникового продукта CHELSA для анализа динамики микроклимата горных территорий Алтая является возможным.

### **Список литературы**

1. Аухадеев Т. Р. Пространственно-временные изменения приземного давления воздуха в Северном полушарии в 1948-2013 гг // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки. – 2015. – Т. 157. – №. 3. – С. 20-34.
2. Какорин В. А. Динамика температуры воздуха перигляциальных областей-отражение изменения климата (на примере Кош-Агачского района Республики Алтай) / В.А. Какорин, Н.А. Кочеева // Фундаментальные и прикладные исследования в гидрометеорологии, водном хозяйстве и геоэкологии. – 2020. – С. 52-55.
3. Кириллина К. С. Современные тенденции изменения климата республики Саха (Якутия) // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – 2013. – №. 30. – С. 69-77.
4. Радцевич Г. А. Исследование тенденций изменения климата на Европейской части Российской Федерации за длительный период / Г.А. Радцевич, А.А. Черемисинов, А.Ю. Черемисинов // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2017. – №. 4. – С. 30-40.
5. Сыромятина М. В. Тенденции изменения климата на Алтае на фоне глобальных климатических изменений (по инструментальным и дендрохронологическим данным) / М.В. Сыромятина, И.Г. Москаленко, К.В. Чистяков // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2010. – №. 3. – С. 82-91.
6. Географическая информационная система с открытым кодом Quantum GIS. URL: <https://qgis.org/ru/site/> (Дата обращения 26.04. 2024).
7. Специализированные массивы для климатических исследований [Электронный ресурс] – URL: <http://aisori-m.meteo.ru> (дата обращения 15.06.2024).
8. Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas (CHELSA). URL: <https://chelsa-climate.org/> (дата обращения 20.06.2024).
9. Khaydarov M. Climate variability and change over Uzbekistan-an analysis based on high resolution CHELSA data // Central Asian Journal of Water Research. – 2019. – Т. 5. – №. 2. – С. 1-19.
10. NASA JPL (2013). NASA Shuttle Radar Topography Mission Global 1 arc second [Data set] // NASA EOSDIS Land Processes Distributed Active Archive Center. URL: <https://doi.org/10.5067/MEASURES/SRTM/SRTMGL1.003> (дата обращения 07.06.2024).

УДК 911.6-911.

## **ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СНЕГОЗАПАСОВ ПРИ СОВРЕМЕННОМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ ЕВРАЗИЙСКОЙ СУБАРКТИКИ**

**Л.М. Китаев, М.А. Алешина**

*Институт Географии РАН, Москва, Старомонетный пер. 29, lkitaev@mail.ru*

## **FEATURES OF CHANGES IN EXTREME SNOW STORAGE ACCORDING MODERN METEOROLOGICAL REGIME OF EURASIAN SUBARCTIC**

**L.M. Kitaev, M.A. Alechina**

*Institute of Geography RAS, Moscow, Staromonetny per. 29, lkitaev@mail.ru*

### **Введение**

Оценка частоты возникновения и значимости экстремальных гидрометеорологических явлений в настоящее время проводится в первую очередь, и в основном, в рамках изучения особенностей хода приземной температуры воздуха и осадков [1]. Так, уже в конце 1990-х годов появились первые рекомендации по унификации оценок экстремумов, в частности для интервалов в процентах распределения [5, 6]. По-

добные работы в рамках исследования снеготолщин проводятся в меньшей степени, при том, что формирование и продолжительность залегания снежного покрова определяет его важную роль в изменениях климата и подстилающей поверхности. Значимость оценок изменчивости снеготолщин связана также с неопределенностью сезонных и многолетних оценок региональной неоднородности распределения снежного покрова, скорости и направленности его изменений, определяемых особенностями климатических изменений [2, 3]. Основная задача проведенных исследований состоит в выявлении закономерностей изменчивости экстремумов толщины снежного покрова с учетом изменений региональных особенностей климата Евразийской субарктики.

Анализ проводился с использованием суточных данных наблюдений за толщиной снежного покрова, температурой воздуха и осадками реперных метеорологических станций, расположенных севернее 60° с.ш. Восточно-Европейской равнины, западного, центрального и восточного секторов Сибири – список станций приведен в табл. 1-3; их количество невелико, но расположение соответствует ландшафтным условиям территории.

Рассмотрены особенности зимнего сезона (январь-март) для периода потепления 1976-2022 гг.: рассчитаны значения сезонных средних и пороговых процентилей 5 и 95 % (далее минимальный и максимальный экстремумы), величина стандартного отклонения их многолетних рядов.

### Результаты и обсуждение

Средняя сезонная температура воздуха, снижается с усилением континуальности с запада к востоку от -15.4 °С в Европейском секторе Субарктики до 31.0 °С в зоне влияния Сибирского антициклона; снижение значений вариабельности и экстремумов происходит соответственно. Значимые положительные коэффициенты линейных трендов характеристик температуры воздуха отмечены только в центре и на востоке Сибири (табл. 1). Средние за сезон осадки также уменьшаются от 1.2 до 0.4 мм с запада к востоку при аналогичном пространственном распределении значений стандартного отклонения, количества дней без дождей и максимальных экстремумов. Значимые тенденции увеличения осадков обнаружены в западном и центральном секторах Сибири (табл. 2)..

Соответственно пространственному распределению осадков происходит снижение средних за сезон толщин снежного покрова – с максимумами на севере Восточно-Европейской равнины и западе Сибири – 49 и 70 см, при меньших значениях – 37 и 35 см в центре и востоке Сибири с соответствующим пространственным распределением стандартного отклонения и экстремумов. Значимое многолетнее увеличение толщины снега выявлено в пределах центрального и восточного секторов Сибири (табл. 3).

Таблица 1

Многолетняя изменчивость сезонных характеристик температуры воздуха

| Метеорологическая станция                      | Значение, °С / Коэффициенты линейных трендов, °С / 10 лет |               |                |                        |
|--|---|---------------|----------------|------------------------|
|  | Среднее   | Процентиль 5% | Процентиль 95% | Стандартное отклонение |
| Краснощелье, 22235<br>37.05° в.д., 67.35° с.ш. | -15.4 / 0.14  | -31.3 / 0.17  | -3.2 / 0.13    | 8.93 / 0.09            |
| Игарка, 23274<br>86.57° в.д. 67.47° с.ш.       | -23,5 / 0,142   | -40.5 / 0,241 | -7.8 / 0,831   | 10,41 / 0,185          |
| Оленёк, 24125<br>112,43° в.д. 68,50° с.ш.      | -30,4 / 0,940   | -46,9 / 0,893 | -13,4 / 1,291  | 13,49 / 0,188          |
| Чокурдах, 21946<br>147,88° в.д. 70,62° с.ш.    | -31,0 / 0,492   | -44,7 / 1,192 | -3,1 / 0,364   | 20,11 / 0,816          |

Примечания: курсивом выделены коэффициенты линейного тренда менее 95%

Таблица 2

Многолетняя изменчивость сезонных характеристик

| Метеорологическая станция                      | Значение, °С / Коэффициенты линейных трендов, мм / 10 лет |                |                |                        |
|--|---|----------------|----------------|------------------------|
|  | Среднее   | Дни без дождей | Процентиль 95% | Стандартное отклонение |
| Краснощелье, 22235<br>37.05° в.д., 67.35° с.ш. | 1.2 / -0.064  | 34 / -1.508    | 4.2 / 0.132    | 1.57 / -0.384          |
| Игарка, 23274<br>86.57° в.д. 67.47° с.ш.       | 1,1 / 0,108   | 60 / 0,193     | 3,8 / 0,463    | 1,40 / 0,157           |
| Оленёк, 24125<br>112,43° в.д. 68,50° с.ш.      | 0,4 / 0,024   | 44 / -2,288    | 1,6 / 0,164    | 0,65 / 0,059           |
| Чокурдах, 21946<br>147,88° в.д. 70,62° с.ш.    | 0,4 / -0,001  | 37 / 1,926     | 1,5 / 0,013    | 1,95 / 0,026           |

Примечания: курсивом выделены коэффициенты линейного тренда менее 95%

Многолетняя изменчивость сезонных характеристик толщины снега

| Метеорологическая, станция, источник данных    |       | Значение, см / Коэффициенты линейных трендов, см / 10 лет |               |                |                        |
|--|-------|---|---------------|----------------|------------------------|
|  |       | Среднее   | Процентиль 5% | Процентиль 95% | Стандартное отклонение |
| Краснощелье, 22235<br>37.05° з.д., 67.35° с.ш. | м / с | 49 / -0.642   | 35 / -1.508   | 62 / -0.350    | 10.8 / 0.174           |
|  | ERA   | 52 / -2.675   | 34 / -3.961   | 66 / -2.264    | 11.0 / -2.590          |
| Игарка, 23274<br>86.57° в.д. 67.47° с.ш.       | м / с | 70 / 2.499  | 56 / 2.190    | 83 / 3.861     | 12.12 / 0.786          |
|  | ERA   | 89 / -10.469  | 72 / -10.922  | 105 / -10.444  | 105 / -10.444          |
| Оленёк, 24125<br>112,43° в.д. 68.50° с.ш.      | м / с | 37 / -0.494   | 31 / -0.934   | 43 / -0.329    | 5.94 / 0.082           |
|  | ERA   | 43 / -4.662   | 33 / -4.081   | 51 / 4.597     | 8.88 / -0.169          |
| Чокурдах, 21946<br>147.88° в.д. 70.62° с.ш.    | м / с | 35 / 3.102  | 28 // 1.115   | 57 / 1.292     | 7.07 / 0.840           |
|  | ERA   | 48 / 1.166  | 37 / 2.928    | 81 / 0.169     | 10.24 / 1.439          |

Примечания: курсивом выделены коэффициенты линейного тренда менее 95%

Как показывает регрессионный анализ, от климатических факторов повсеместно в большей степени зависит ход максимальные экстремумов толщины снега. Соответственно соотношению значений бета коэффициентов больший вклад в динамику толщины снежного покрова имеют осадки. Теснота корреляционных зависимостей увеличивается с запад на восток (табл. 4).

Таблица 4

Зависимость многолетнего хода экстремумов толщины снежного покрова от хода температуры воздуха и осадков

| Метеорологическая станция               | Регрессионные характеристики процентиль 5% / процентиль 95 % |                        |                         |
|---|--|------------------------|-------------------------|
|   | Коэффициент регрессии  | Бета - коэффициенты    |                         |
|   |  | Температура воздуха    | Осадки                  |
| Краснощелье<br>37.05° в.д., 67.35° с.ш. | <i>0.124 / 0.339</i>   | <i>0.269 / -1.163</i>  | <i>3.122 / 16.699</i>   |
| Игарка,<br>86.57° з.д., 67.47° с.ш.     | <i>0.145 / 0.411</i>   | <i>0.294 / 0.701</i>   | <i>4.955 / 17.522</i>   |
| Оленёк,<br>112.43° з.д., 68.50° с.ш.    | <i>0.257 / 0.310</i>   | <i>-0.534 / -0.690</i> | <i>-21.002 / -6.035</i> |
| Чокурдах,<br>147.88° з.д., 70.62° с.ш.  | <i>0.381 / 0.427</i>   | <i>5.496 / 6.432</i>   | <i>10.333 / 26.579</i>  |

Примечания: курсивом выделены коэффициенты линейного тренда менее 95%

\* вместо персентилья 5 % использовано количество дней без дождей.

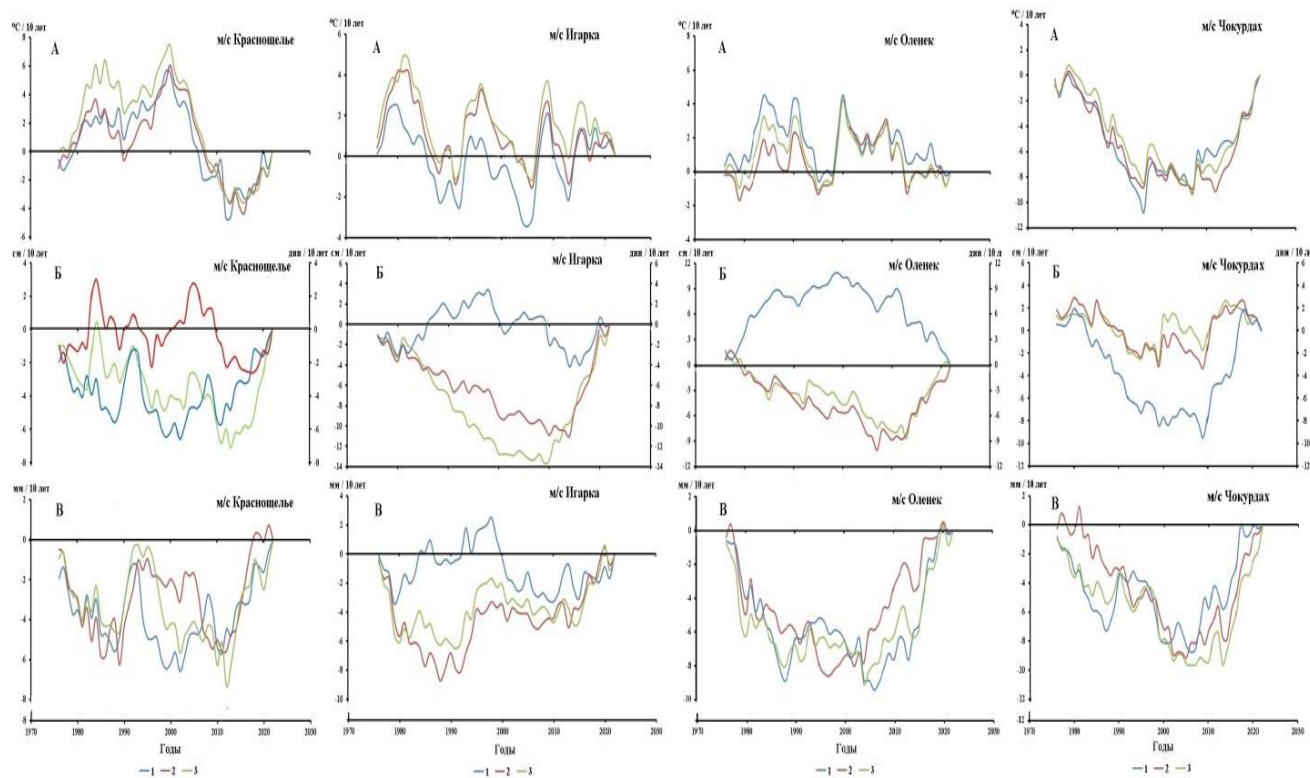


Рис. 1. Разностные интегральные кривые средних сезонных значений температуры воздуха (А), осадков (Б) и толщины снега (В) по данным наблюдений реперных метеорологических станций.

Уточнена неоднородность хода многолетних изменений средних и экстремальных значений характеристик в период 1976-2022 гг. – с использованием разностных интегральных кривых. Так, с 1976 г., на фоне потепления, в ходе кривых имеются отрицательные фазы значений характеристик температуры и осадков в периоды 1980-1995 гг. и 2000-2015 гг.; аналогичный ход кривых наблюдается и для толщины снежного покрова – что повторяет ход разностных интегральных кривых индексов NAO и AO: положительные фазы в ходе индексов соотносятся с теплыми и влажными условиями зимнего периода, отрицательные фазы индексов соответствует более прохладным и сухим зимам [4].

Проведена оценка точности воспроизведение средних значений и экстремумов толщины снега и температуры воздуха и осадков реанализом ERA 5-Land [5, 7]. Анализ показал повсеместное превышение, в значительном диапазоне ошибок, данными реанализа данных наблюдений – от 6 до 27% для средних значений, от 7 до 32 % для минимальных, от 6 до 42 % для максимальных экстремумов (табл. 3). Теснота связи многолетней динамики измеренных и рассчитанных данных реанализа высока, с коэффициентами корреляции не ниже 0.6. При этом величина коэффициентов линейных трендов данных реанализа в 3-5 раз выше коэффициентов линейных трендов данных наблюдений. Таким образом, оценка пространственно-временных изменений толщины снежного покрова с использованием реанализа ERA 5-Land должна проводиться с должной осторожностью.

*Работа выполнена при поддержке темы MWS-2024-0001, 1021051403088-5 “Изменения климата, их причины и последствия для окружающей среды и жизнедеятельности населения на территории России” Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук.*

### Список литературы

1. Бардин М. Ю. Платова Т. В. Изменения порогов экстремальных значений температур и осадков на территории России в период глобального потепления // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – 2013. – Т. 25. – С. 71–93.
2. Китаев Л. М., Данилович И. С., Акентьева Е. М. Особенности региональной неоднородности средних и экстремальных метеорологических характеристик северо-запада Восточно-Европейской равнины // Изменения климата и погодные аномалии: механизмы и эффективность фенологических гомеостатических реакций. Екатеринбург: УрГПУ. – 2022. – С. 53-63.
3. Попова В.В., Морозова П.А., Титкова Т.Б., Семенов В.А., Черенкова Е.А., Ширяева А.В., Китаев Л.М. Региональные особенности современных изменений зимней аккумуляции снега на севере Евразии по данным наблюдений, реанализа и спутниковых измерений // Лёд и Снег. 2015. Т. 55, № 4. С. 54-62.
4. Попова В.В. Современные тренды осадков и атмосферной циркуляции в речных бассейнах европейской части России // Известия Российской академии наук. Серия географическая. – 2023. – Т. 87, № 1. – С. 60-76.
5. Brown R.D., Derksen C. Is Eurasian October snow cover extent increasing? // Environ. Research Letters. – 2013. – No 8. – P. 024006.
6. Folland C. K., Miller C., Bader D., Crowe M., Jones P., Plummer N., Richman M., Parker D. E, Rogers J., Scholefield P/ Breakout group C: temperature indices for climate extremes // Clim Change. – 1999. – Vol 42, No 1. – PP. 31-43.
7. Muñoz Sabater J. ERA5-Land monthly averaged data from 1981 to present. Copernicus Climate Change Service (C3S) Climate Data Store (CDS). (<date of access>). – 2019.

УДК 556.53

## РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕТАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ НА ГОРНЫХ РЕКАХ ПРИБАЙКАЛЬЯ

**Н.В. Кичигина, М.Ю. Опекунова, А.А. Юрьев, А.А. Рыбченко**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, nkichigina@mail.ru*

## RESULTS OF DETAILED MONITORING OF RAIN FLOODS ON MOUNTAIN RIVERS OF CISBAIKALIE

**N.V. Kichigina, M.Yu. Opekunova, A.A. Yuriev, A.A. Ribchenko.**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, nkichigina@mail.ru*

### Введение

Анализ специфики формирования дождевых паводков на речных бассейнах горной территории с высоким временным разрешением представляют интерес для раскрытия особенностей формирования опасных гидрологических событий, таких как наводнения и сели. Представлена характеристика паводков на реках за летние сезоны с 2019 по 2024 гг. Определены сроки прохождения, продолжительность, высота подъёма уровня и его амплитуда, скорость подъёма и спада и др. Для экстремальных паводков, которые могут стать причиной наводнений выполнена оценка паводкообразующих осадков, а также особенности отклика речного стока.

## Объекты и оборудование

Высокая опасность экстремальных паводков в Прибайкалье наблюдается в бассейнах левых притоков Ангары и на реках Южного Байкала. Формирование стока этих рек характеризуется специфическими условиями, такими как горный характер рельефа и сейсмичность, определяющими высокую вероятность наводнений и селевых потоков. В формировании дождевых паводков основная роль принадлежит характеру и интенсивности дождей, которые определяются синоптическими условиями летнего сезона.

В ИГ СО РАН проводятся работы по оборудованию постов высокодетального мониторинга характеристик речного стока и атмосферных осадков с использованием современного автоматического оборудования. Автоматические приборные комплексы САМ-ГПР, САМ-ГО (ИМКЭС, г. Томск), используемые для оборудования мониторинговой сети на водных объектах хорошо зарекомендовали себя в ходе предыдущих исследований [1-4]. Автоматический приборный комплекс САМ-ГПР оснащен датчиками для измерения уровня, температуры и удельной электропроводности воды, САМ-ГО – осадкомером Davis Rain Collector II для измерения жидких атмосферных осадков и датчиками для измерения температуры воздуха и поверхности почвы. В настоящий момент в горных районах Восточного Саяна и Хамар-Дабана на реках оборудовано и функционирует 12 постов мониторинга характеристик стока и 12 постов для мониторинга жидких атмосферных осадков, температуры воздуха и поверхности почвы. На реках ведется непрерывная запись уровня, температуры воды и удельной электропроводности в створе наблюдений с интервалом 15 или 30 минут (96, 48 измерений в сутки). Измерение жидких атмосферных осадков, температуры воздуха и поверхности почвы выполняется с 1-часовым интервалом (24 измерения в сутки).

## Результаты и их обсуждение

Установлено, что всего за паводочный сезон на реках проходит до 10 дождевых паводков разной величины. Прослеживается синхронность в прохождении высоких паводков на левых притоках р. Ангары. Чаще всего максимальные в году паводки происходили в июле, реже в августе (рис. 1). Продолжительность подъема паводка в среднем в 2–3 раза меньше, чем спада, а средняя скорость подъема уровня в три раза выше, чем скорость спада. Продолжительность стояния наивысших уровней во время паводков измеряется несколькими часами. Для небольших паводков, происходящих в середине лета, она составляет 15–30 мин и равна заданному шагу измерений на постах (таблица).

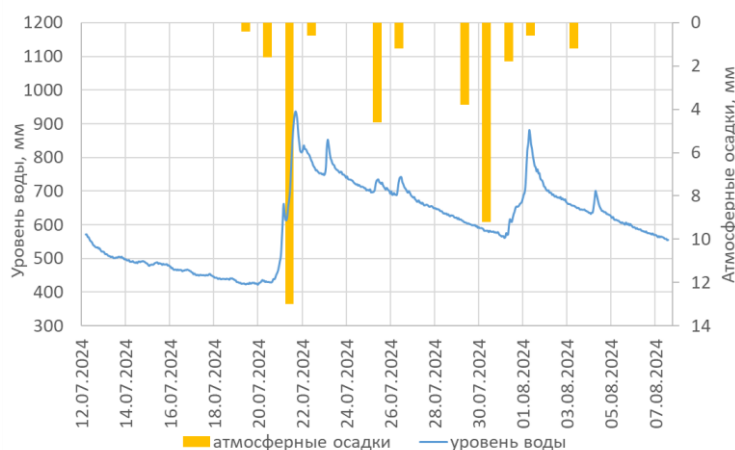


Рис. 1. Гидрограф уровня воды р. Солзан и атмосферные осадки в г. Байкальске во время паводков в июле-августе 2024 г.

Таблица

Продолжительность стояния пиковых значений уровней

| Река - створ             | Период измерений | Частота измерений уровня, час:мин | Продолжительность стояния максимальных уровней, час:мин |                                      |               |
|--------------------------|------------------|-----------------------------------|---|--------------------------------------|---------------|
|                          |                  |                                   | средняя   | Максимальная / дата                  | минимальная   |
| Кынгарга - Аршан         | 2019-2023        | 0:30-0:15                         | 0:26  | 1:00 / 31.08.2020                    | 0:15 ежегодно |
| Белая - Мишелевка        | 2019-2023        | 0:30-0:15                         | 1:30  | 4:30 / 02.08.2020                    | 0:15 ежегодно |
| Солзан – г. Чертов палец | лето 2024        | 0:15                              | 0:15  | 0:15 / 6,9,12,22.07.2024, 02.08.2024 | 0:15          |
| Большая Осиновка - створ | лето 2024        | 0:15                              | 0:15  | 1:00 / 01.08.2024                    | 0:15          |

Проводимость воды в реках, в основном, имеет тенденцию к увеличению в течении летнего сезона видимо за счет постепенного протаивания сезонной мерзлоты и увеличения вклада в питание реки подземных вод, имеющих более высокую минерализацию. При этом, во время паводков минерализация резко падает за счет поступления в реку дождевых вод с низкой минерализацией (рис. 1). Продолжительность этого снижения составляет от 2 до 7 дней и сопоставима с продолжительностью дождевого паводка.

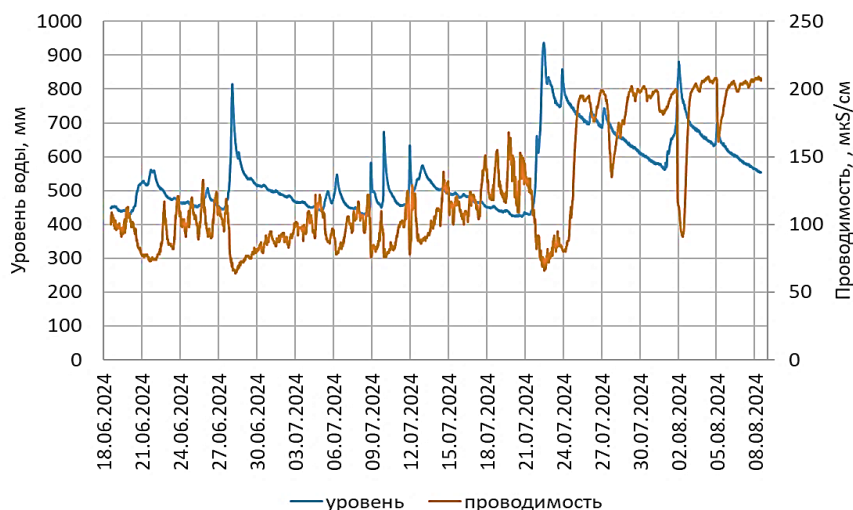


Рис. 2. Гидрограф уровня и проводимости воды р. Солзан летом 2024 г.

В практическом плане при оценке опасности паводочных наводнений наиболее важны свойства высоких паводков, которые могут стать причиной наводнений. Максимальные высоты подъема уровня, близкие к уровням выхода воды на пойму и затоплению прибрежных территорий зафиксированы в конце июня и в конце июля 2019 года, когда на территории Прибайкалья прошли экстремальные паводки и паводочные наводнения. Уровень выхода воды на пойму ( $H_{п}$ ) определялся как начальный уровень при установке прибора ( $H_0$ ) плюс высота пойменного уступа (расстояние от пойменного уступа до поверхности воды на момент установки прибора).

Паводок 27 июня 2019 г. на р. Белая - д. Мишелевка. Максимальный уровень составил 6217 мм, амплитуда подъема 3879 мм. Выход воды на пойму и затопление прилегающих к посту прибрежных территорий ( $H_{п}$ ) происходит при уровне около 3,7 м. В эти даты на левобережных притоках Ангары – реках Ия, Уда, Ока, Бирюса прошел катастрофический дождевой паводок, приведший к человеческим жертвам и огромному материальному ущербу, пострадали восемь районов Иркутской области [5]. По информации Росгидромета на р. Белой уровень воды также приближался к опасным отметкам.

Паводок отличался стремительным подъемом и спадом (121 и 66,5 мм/час соответственно). Уровень начал стремительно подниматься 25 июня в 18:00, и после небольшого спада достиг максимального значения 29 июня в 4:20. Второй высокий паводок прошел с 25 июля по 10 августа с максимумом уровня 4401,7 мм 30 июля. Он был существенно меньше июньского паводка по высоте и амплитуде подъема, а также по скорости подъема и спада уровня.

Паводок 19 июля-4 августа 2019 г. на р. Кынгарга - п. Аршан. Максимальный уровень составил 2059 мм, при амплитуде 1685 мм. Были сорваны навесные мосты через р. Кынгаргу в ущелье выше 1-го водопада. По данным осадкомера на Пике Любви дожди начались 19 июля, общее количество выпавших осадков до пика паводка составило 122,6 мм, средняя интенсивность осадков 0,57 мм/час. При этом 26-28 июля за 52 часа выпало 101,6 мм осадков, их средняя интенсивность составила 1,95 мм/час. Расстояние от осадкомера на Пике Любви до гидропоста р. Кынгарга - пос. Аршан – 1,97 км [6].

### Заключение

В целом, параметры паводка зависят от площади водосбора реки, а также от формы русла, высоты берегов в месте установки, рельефа и уклонов русла и наличия крупных притоков выше по течению. Влияние оказывает и характер (интенсивность, площадь охвата, продолжительность) дождей. При этом, общее количество выпавших осадков до пика паводка и их интенсивность изменяется в широких пределах.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 24-27-20059.*

### Список литературы

1. Korolkov V.A., Pustovalov K.N., Tikhomirov A.A., Telminov A.E., Kurakov S.A. Autonomous weather stations for unmanned aerial vehicles. Preliminary results of measurements of meteorological profiles // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference and Early Career Scientists School on Environmental Observations, Modeling and Information Systems, ENVIROMIS – 2018. – С. 012069.
2. Зуев В.В., Кураков С.А., Уйманова В.А. комплексный мониторинг погодно-климатического и гидрологического режима бассейна р. Майма (Горный Алтай): первые результаты // Ползуновский вестник. – 2017. – №3. – С. 70-75.
3. Тихомиров А.А., Корольков В.А., Смирнов С.В., Азбукин А.А., Богусевич А.Я., Кальчихин В.В., Кобзев А.А., Кураков С.А., Тельминов А.Е., Богомолов В.Ю., Кабанов М.М., Капустин С.Н., Репина И.А., Пашкин А.Д., Степаненко В.М. Метеорологические наблюдения и их приборное обеспечение в ИМКЭС СО РАН // Оптика атмосферы и океана. 2022. – Т. 35. №2(397). – С. 122-131.



4. Кичигина Н.В. Организация гидрометеорологического мониторинга на селеопасных водотоках в окрестностях п. Аршан. / Мат. IV Межд. конф. Россия, г. Иркутск – пос. Аршан (Республика Бурятия) 6-10 сентября 2016 г. «Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита». – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2016. – С. 94-97.

Цена наводнения

5. . Interfax-Russia.ru (23 авг. 2019 г.) [Электронный ресурс]. – <http://www.interfax-russia.ru/Siberia/view.asp?id=1058665> (дата обращения 26.05.2023).

6. Кичигина Н.В., Опекунова М.Ю. Анализ дождевых паводков на восточносибирских притоках Ангары по данным высокодетального гидрометеорологического мониторинга // География и природные ресурсы 2024. – № 3. – С. 132–145.

УДК 55.578.4+911.51.7

## ЭВОЛЮЦИОННАЯ ТЕОРИЯ В НАУКЕ О СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ

Э.Г. Коломыц

Пушчинский научный центр РАН, Институт фундаментальных проблем биологии, [egk2000@mail.ru](mailto:egk2000@mail.ru)

## THEORY OF EVOLUTION IN SNOW COVER SCIENCE

E.G. Kolomyts

Institute of Basic Biological Problems, Russian Academy of Sciences, Pushchino, [egk2000@mail.ru](mailto:egk2000@mail.ru)

Эволюция сезонного снежного покрова рассматривается на основе его трактовки как *природного сообщества разнокачественных индивидов – кристаллических форм*. Это позволяет провести анализ структуры и метаморфизма снега с помощью *методов кристалломорфологии* и на основе *фундаментальных законов природной симметрии*, которые широко используются в генетической минералогии и минералогической кристаллографии. В свете известного принципа симметрии–диссимметрии Пьера Кюри [5, 9] развитие структуры снега представляет собой необратимый во времени процесс, который состоит из последовательных этапов суперпозиции (взаимного наложения) кристаллохимической (гексагональной) симметрии льда как минерала (генотипа) и диссимметрии векторного гидротермического поля снежной толщи, а также поля релаксации в ней механических напряжений. В результате формируется множество реальных (вынужденных, ложных – тригональных, ромбических, моноклинных и триклинных) кристаллических форм (фенотипов) как способа приспособления растущих кристаллов к условиям среды. Проблемы развития наиболее полно разработаны в биологических науках, поэтому при интерпретации полученных результатов использованы достижения эволюционной биологии [4, 5, 8, 9], которые уже нашли воплощение в кристаллографии и генетической минералогии [2, 6, 7, 11 и др.]. Известно, что «... явления зарождения и роста кристаллов по своему многообразию могут быть поставлены в сравнение только с явлениями настоящей жизни» [10, с. 7]. Речь идет о таких процессах, как рост и регуляция, саморазвитие и самовоспроизведение, борьба за источники питания и естественный отбор.

На основе многолетних стационарных наблюдений, проведенных автором в средней тайге Западной Сибири, а затем в горной тайге Нижнего Приамурья и в высокогорье Центрального Кавказа (Приэльбрусье), установлено [3], что время (возраст снежного горизонта) является главным фактором, по которому необходимо рассматриваться закономерности и результаты метаморфизма снега. Основной эволюционной единицей снежного покрова является *генетически единый снежный горизонт* (СГ) как элементарное саморазвивающееся сообщество кристаллов различной формы. Эволюция каждого горизонта есть направленный процесс возникновения и исчезновения последовательно сменяющих друг друга кристаллических форм при энергетическом воздействии окружающей снег среды как необходимом условии этой эволюции. Истоки эволюции СГ сосредоточены в системах кристалл–пар и кристалл–кристалл.

Автором разработана эмпирическая детерминированная модель, описывающая эволюционный незамкнутый сублимационно-метаморфический цикл сезонного снежного покрова и региональные (полиморфные) варианты этого цикла. Цикл состоит из трех периодов метаморфизма (рис. 1): I – *деструктивного* (подготовительного), II – *конструктивного* (восходящего, экспоненциального) и III – *регрессивного* (нисходящего, асимптотического). В течение первого периода идет процесс, аналогичный выветриванию горных пород. Первично идиоморфные (атмосферные) кристаллы превращаются в ксеноморфные (округленные) частицы. Степень перекристаллизации снега (развитие глубинной изморози, по традиционной гляциологической терминологии) определяется конструктивным метаморфизмом, который занимает в континентальных районах большую часть зимы. На начальных стадиях гранного роста (II<sub>1</sub> и II<sub>2</sub>) кристаллы имеют ещё сравнительно малые размеры (средний радиус от 0,3–0,5 до 0,8–1,0 мм), поэтому преобладает тенденция к простоте, и совершенству формы, с их гексагональной симметрией (рис. 2 а, б) – по принципу Гиббса-Кюри-Вульфа [8]. Кристаллы образуют сравнительно однородные классы форм, подчиняющиеся законам нормального распределения.

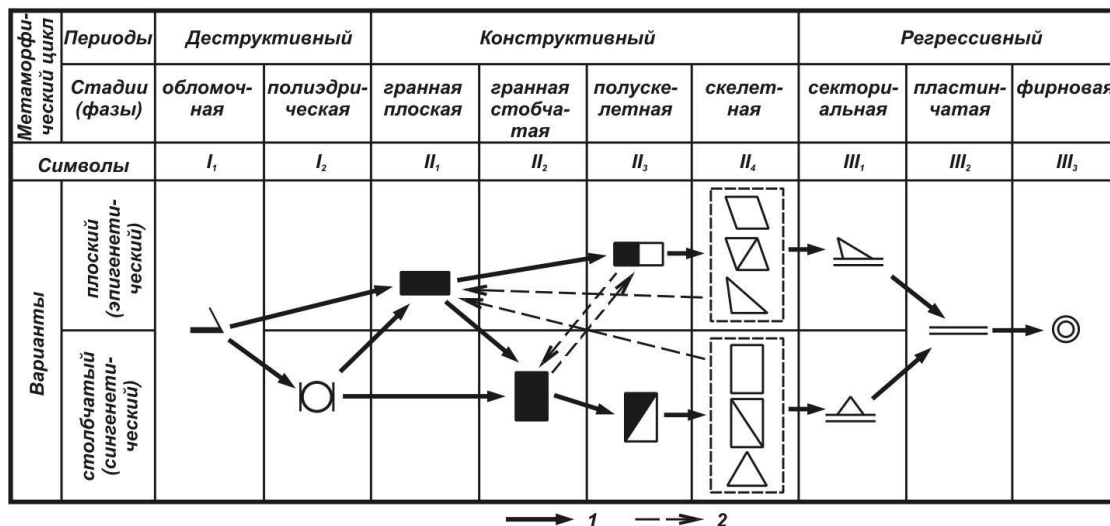


Рис. 1. Принципиальная схема сублимационно-метаморфического цикла сухого снега в его полиморфных вариантах: 1 – переходы основной (элементарной) цепи преобразований форм кристаллов и снежных горизонтов; 2 – переходы возрастного усложнения структуры горизонтов и смещения их с одного варианта (программы) метаморфизма на другую.

Появление и развитие скелетных кристаллов (ажурных, пустотелых, огрубленно-ступенчатых) – первый качественный скачок в метаморфическом цикле (стадии  $II_3$  и  $II_4$ , см. рис. 1). Преобладающей становится приспособительная тенденция роста (по принципу максимальной скорости завершения процесса кристаллизации), которая дает большое разнообразие скелетных форм. Развиваются «... структуры, растущие в условиях «погони» за веществом в ущерб заполнению пространства» [11, с. 27]. Скорость метаморфизма резко возрастает. Кристаллы достигают в среднем радиусе 2,0–3,5 мм. Благодаря структурному отбору [3], гранные формы интенсивно превращаются в полускелетные, а затем и скелетные.

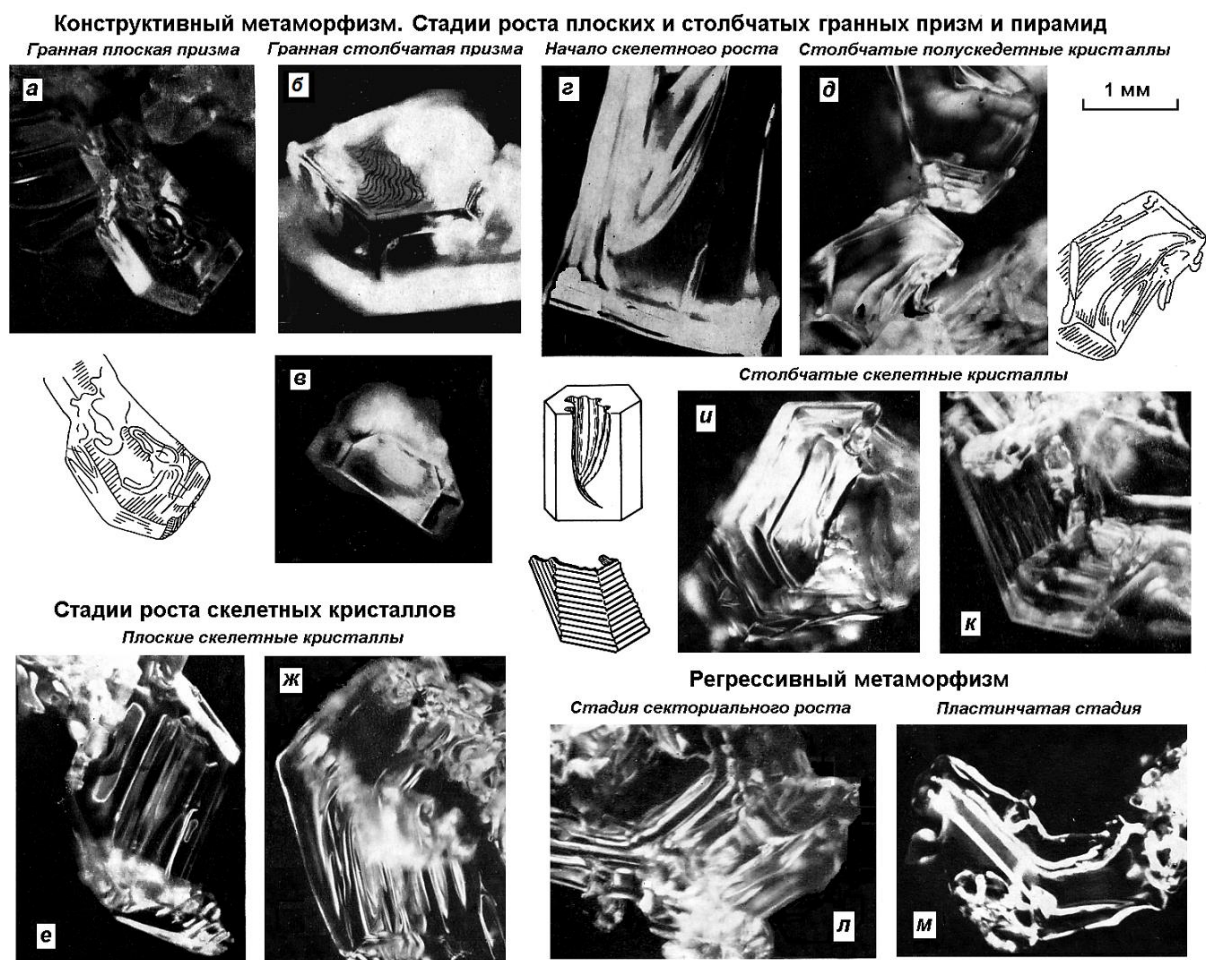


Рис. 2. Некоторые формы роста и разрушения снежных кристаллов, характеризующие периоды и стадии сублимационно-метаморфического цикла в снежной толще. Объяснения в тексте.

Этот процесс обусловлен адаптацией кристаллов к диссимметричной среде, обеспечивающей их дальнейший рост в соответствии с принципом Кюри. Вслед за пирамидальными усложнения на гранях кристаллов (рис. 2, в) возникают и расширяются незамкнутые полости (каверны, рис. 2 з, д), что означает постепенное вхождение парообразной среды в состав кристаллов [6]. Одновременно идет массовое снижение их реальной симметрии, вплоть до моноклинной планальной (рис. 2 е, ж) и триклинной примитивной (рис. 2 и, к). Соответственно идет увеличение процентного содержания этих форм по всем СГ, хотя и с разной скоростью. Все это характеризует «углубление специализации» индивидов, по терминологии [5], т.е. повышение избирательности точек их дальнейшего роста (от гранного роста к реберному).

Сублимационно-метаморфический цикл в своих главных чертах является инвариантным и характеризует процесс саморазвития снежного покрова, которое можно выразить известной логистической (сигмоидальной) кривой. Инвариантность метаморфического цикла выражена стадийной сменой классов форм кристаллов. Типы же форм в пределах каждого класса характеризуют различные варианты этого цикла, обусловленные регулирующим внешним воздействием – гидротермическим режимом всей системы почва–снег–воздух. Выделено три варианта развития (см. рис. 1): *столбчатый, плоский и смешанный*. Первый вариант имеет цепь смены кристаллических форм  $I_1 \rightarrow I_2 \rightarrow \Pi_1 \rightarrow \Pi_2^C \rightarrow \Pi_3^C \rightarrow \Pi_4^C$ . Он свойствен районам с умеренно континентальными и мягкими зимами, однако при достаточно быстром нарастании снега может развиваться в нижних и средних горизонтах и при суровых зимах. Второму, плоскому, варианту скелетного роста свойственна стадийная последовательность:  $I_1 \rightarrow \Pi_1 \rightarrow \Pi_3^{\Pi} \rightarrow \Pi_4^{\Pi}$ . Отсутствуют полиэдрическая и гранная столбчатая стадии, что существенно ускоряет процесс «созревания» глубинной изморози. Плоские скелетные кристаллы образуются в результате роста низких ступеней на базисной плоскости или косоугольного их наращивания. Призмы и пирамиды приобретают вид косых многогранников (рис. 2, е, ж). Такие кристаллы развиваются преимущественно в верхних горизонтах, с их нестационарным температурным полем, однако в резко континентальных районах могут охватывать всю снежную толщу. Столбчатый и плоский варианты (программы) перекристаллизации снега – это проявление *адапционного полиморфизма* эволюционных процессов, по терминологии [5]. Скелетные кристаллы во многих случаях являются формами «ступенчатой, или криволинейной симметрии» (см. рис. 2 ж, л), или гомологии, которая широко распространена среди живых организмов [7].

Регрессивный метаморфизм как заключительный этап сублимационно-метаморфического цикла есть «движение» кристаллических индивидов и снежных горизонтов вспять, по линии упрощения их структуры и приближения к состоянию с наибольшей энтропией. Это второй качественный скачок в метаморфическом цикле. Появляются секториальные выросты по ребрам кристаллов, затем последние расщепляются и распадаются на отдельные чешуйчатые пластинки (рис. 2 л, м). Постепенно пластинки также исчезают, и горизонт переходит в *стадию сублимационной фирнизации*. Снег становится мучнистым и состоит исключительно из мельчайших зернистых частиц. Этот процесс может быть назван «старением» снега. Наступает состояние, аналогичное гиперморфозу живых организмов – переразвитию индивидуума, которое свойственно очень быстрой эволюции [11], что и наблюдается обычно в припочвенных слоях снега. На протяжении секториальной и пластинчатой стадий средний радиус частиц уменьшается до 1,2–0,8 мм. Состав форм в горизонте резко обедняется (исчезают многие скелетные и гранные формы). В конечных индивидах уже не остается следов и приближенной симметрии, полностью преодоленной асимметрией неупорядоченной среды.

Регрессивный метаморфизм вызван, по-видимому, двумя причинами. Во-первых, приспособление растущего кристалла к среде и специализация его механизмов роста достигают своего предела и оказываются в неразрешимом противоречии с его внутренним стремлением к совершенству формы. В конце концов кристалл теряет свою индивидуальность как целостное образование: «... при максимальной специализации организм идет навстречу вымиранию» [8, с. 404], поскольку более специализированные формы менее адаптированы к изменениям во внешней среде [4]. Во-вторых, в нижних горизонтах при возрастающей нагрузке вышележащими слоями снега развиваются хрупкие деформации кристаллов – одна из причин старения и разрушения минеральных индивидов. Аналогичные процессы подмечены в мире минералов. «Химические и физические изменения минерала, способные привести его к полному уничтожению, – вот что старит минерал и подводит его к гибели» [2, с. 165–166].

Как известно, «краеугольным камнем» дарвинизма является положение о том, что «... направление эволюции определяется не прямым влиянием внешних условий, а сложными противоречиями, разрешающимися в процессе естественного отбора, т.е. взаимодействиями между особями внутри популяции, между популяциями, а также с абиотической средой» [8, с. 42]. То же самое можно сказать и об эволюционных процессах в толще снега. Скелетные индивиды возникают как результат внутренних взаимодействий – постоянного разрешения противоречия между стремлением растущего кристалла к созданию совершенной постройки, с одной стороны, и условиями окружающей его среды, к которым он вынужден приспособляться в процессе своего роста, – с другой [6]. Это придает сублимационному метаморфизму

снега определенные черты независимости – инвариантности. «Независимость – это такое же фундаментальное явление природы, как наличие взаимозависимости» [1, с. 10). Внешняя среда играет роль стрелочного механизма, переключающего траекторию метаморфического цикла снега на ту или иную программу (вариант) развития. Адаптация – не главная движущая сила эволюции, а только регулирующий механизм процессов саморазвития, лежащих в основе всякой эволюции [8].

«Закономерности эволюции определяются взаимодействием сил внутри данной системы; ... организация системы с ее внутренними силами вводит массовые случайные явления в русло закономерных, строго направленных процессов. Это положение получило огромное значение в современной физике» [8, с. 85] и оно, несомненно, должно найти достойное место в теории снеговедения.

Таким образом, развитие снежных структур по своей форме подчинено тем же фундаментальным закономерностям, которые свойственны биосистемам. Это открывает широкие перспективы использования основных положений теории эволюции, разработанных биологическими науками и уже нашедших эффективное применение в генетической минералогии, при изучении структуры и метаморфизма снежного покрова. Проявление всеобщего закона эволюции как процесса саморазвития географических систем убедительно показали В.М. Дэвис и Л. Кинг в геоморфологических циклах эрозии и развития рельефа, В.В. Докучаев в процессах почвообразования, А.Е. Ферсман – в генезисе минералов, Б.Б. Полюнов – в стадийности выветривания горных пород, наконец, В.Н. Сукачев – в сукцессионной динамике биогеоценозов. Этот же закон отчетливо проявляется и в сублимационно-метаморфических преобразованиях сезонного снежного покрова.

### Список литературы

1. Берг Р.Л., Ляпунов А.А. Предисловие к книге И.И. Шмальгаузена «Кибернетические вопросы биологии». Новосибирск: Наука, 1968. – С. 5–13.
2. Жабин А. Г. Жизнь минералов. М.: Сов. Россия, 1976. – 221 с.
3. Коломыц Э.Г. Теория эволюции в структурном снеговедении. М.: ГЕОС, 2013. – 482 с.
4. Тимофеев-Ресовский Н.В., Воронцов Н.Н., Яблоков А.В. Краткий очерк теории эволюции. М.: Наука, 1977. – 301 с.
5. Шафрановский И.И. Лекции по кристалломорфологии. М.: Высшая школа, 1968. – 174 с.
6. Шефтал Н.Н., Коломыц Э.Г. Эволюция конечных форм роста кристаллов в зависимости от вхождения среды в их состав // Acta Physica Academiae Scientiarum Hungaricae. 1973. Vol. 33. № 3–4. – P. 335–351.
7. Шмальгаузен И.И. Кибернетические вопросы биологии. Новосибирск: Наука, 1968. – 223 с.
8. Шмальгаузен И.И. Проблемы дарвинизма. Л.: Наука, 1969. – 493 с.
9. Шубников А.В., Парвов В.Ф. Зарождение и рост кристаллов. М.: Наука, 1969. – 210 с.
10. Юшкин Н.П. Теория и методы минералогии. Л.: Наука, 1977. – 291 с.

УДК 551.586

### ВЛИЯНИЕ ПОГОДЫ НА ОБОСТРЕНИЕ БОЛЕЗНЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ В Г. ТОМСКЕ.

<sup>1</sup>О.Ю. Лихачева, <sup>1</sup>О.Е. Нечепуренко, <sup>1</sup>И.В. Кужевская, <sup>1,2</sup>Н.Н. Чердыко

<sup>1</sup>НИ Томский государственный университет, Томск, [oksanalihacheva17138@gmail.com](mailto:oksanalihacheva17138@gmail.com),  
[o.e.nechepurenko@gmail.com](mailto:o.e.nechepurenko@gmail.com), [ivk@ggf.tsu.ru](mailto:ivk@ggf.tsu.ru).

<sup>2</sup>Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, . Томск, [atnik3@rambler.ru](mailto:atnik3@rambler.ru).

### WEATHER INFLUENCE ON EXCERNATION OF THE CIRCULATORY SYSTEM DISEASES IN TOMSK

<sup>1</sup>Lihacheva O.Yu., <sup>1</sup>Nechepurenko O.E., <sup>1</sup>Kuzhevskaya I.V., <sup>1,2</sup>Cheredko N.N.

<sup>1</sup>Tomsk State University, Tomsk, [oksanalihacheva17138@gmail.com](mailto:oksanalihacheva17138@gmail.com), [o.e.nechepurenko@gmail.com](mailto:o.e.nechepurenko@gmail.com),  
[ivk@ggf.tsu.ru](mailto:ivk@ggf.tsu.ru).

<sup>2</sup>Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, [atnik3@rambler.ru](mailto:atnik3@rambler.ru).

Проблема климатических изменений характеризуется множеством смежных проблем, касающихся различных сфер жизни и деятельности населения планеты. Так, с ростом экстремальности погодных климатических условий в последние десятилетия актуализируется проблема профилактики, предупреждения и коррекции метеобусловленных заболеваний населения различных регионов. Состояние здоровья человека определяется широким спектром факторов, как природных, так и техногенных, что существенно усложняет любой анализ. Наиболее чувствительны к метеорологическим изменениям люди с сердечно-сосудистыми заболеваниями или имеющие к ним предрасположенность. По данным для 2018–2022 гг. была проведена оценка возможной погодной обусловленности повышенного числа госпитализаций в кардиоцентр г. Томск.

По данным «Регистр острого инфаркта миокарда» (РОИМ) ФГБНУ «Научно-исследовательский институт кардиологии» были выбраны данные ежедневных госпитализаций пациентов старше 65 лет в кардиоцентр Томска с диагнозом «острый инфаркт миокарда» (ОИМ) и «острая коронарная недостаточность» (ОКН). Погодные характеристики взяты из базы данных ВНИИГМИ МЦД для метеостанции Томск [1].

Распределение числа госпитализаций по градам эквивалентно-эффективной температуры (ЭЭТ) [2] (таблица), наиболее распространенной характеристики погодного стресса, показало, что минимальное число госпитализаций закономерно было в дни с комфортной погодой, наибольшее, 440 дней, – в дни с наиболее экстремальными условиями (класс погоды по ЭЭТ «существует риск обморожения при работе на открытом воздухе»). При таких погодных условиях наблюдалось и максимальное число дней с повышенным числом госпитализаций за сутки (шесть и более в день). Также, число госпитализаций было повышено в погодных условиях классов «прохладно» и «умеренно прохладно». Как правило, такая погода характерна для переходных сезонов года в Западной Сибири, отличающихся повышенной неустойчивостью режимов атмосферного давления и температуры. Девять случаев с числом госпитализаций 6, 7 и 9 за день пришлось на «комфортную умеренно теплую» погоду, хотя для летнего сезона такие условия, как правило, характеризуют похолодание в связи с приходом в регион фронтальной системы, сопровождающимся перепадами значений метеорологических характеристик. Два случая с десятью госпитализациями за день были при «очень прохладной» (06.06.2022) и «умеренно холодной погоде» (07.04.2019). Эти дни характеризовались высокой суточной амплитудой температуры и давления, повышенной упругостью водяного пара.

В целом, в условиях резких изменений температуры, атмосферного давления, влажности воздуха, атмосферного электрического поля метеопатические реакции развиваются наиболее часто [например, 3, 4]. В рассмотренный период в большинстве дней, когда в несколько предыдущих дней или в данный день наблюдалось прохождение фронтальной системы, число госпитализаций возрастало. Тем не менее, не всегда резкие межсуточные и внутрисуточные изменения атмосферного давления и температуры сопровождалась ростом числа госпитализаций. Во многих случаях отмечались их фоновые и промежуточные значения, главным образом, когда проявлялся только один из факторов или пересечения патогенных характеристик атмосферного давления и температуры были однодневными. По-видимому, организм населения, адаптированного к резкому континентальному климату, не реагирует на такие кратковременные «напряжения».

Таблица

Число госпитализаций в кардиоцентр г. Томска в 2018-2022 гг. пациентов старше 65 лет с диагнозом ОИМ и ОКН в разных градах ЭЭТ

| интервал ЭЭТ, °С           | уровень комфорта по ЭЭТ   | число госпитализаций за день |     |     |     |     |     |    |    |   |   |    | дней |      |
|----------------------------|---------------------------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|---|---|----|------|------|
|                            |                           | 0                            | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6  | 7  | 8 | 9 | 10 |      |      |
| выше 30,0                  | тепловая нагрузка сильная | 0                            | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0    | 0    |
| 24,1 ... 30,0              | тепловая нагрузка умерен. | 0                            | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0    | 0    |
| 18,1 ... 24,0              | комфортно - тепло         | 1                            | 1   | 2   | 1   | 1   | 0   | 0  | 0  | 0 | 0 | 0  | 0    | 6    |
| 12,1 ... 18,0              | комфорт (умерен. тепло)   | 18                           | 38  | 41  | 36  | 18  | 6   | 5  | 3  | 0 | 1 | 0  | 0    | 166  |
| 6,1 ... 12,0               | прохладно                 | 31                           | 63  | 67  | 57  | 27  | 17  | 4  | 1  | 0 | 1 | 0  | 0    | 268  |
| 0,1 ... 6,0                | умеренно прохладно        | 12                           | 49  | 65  | 43  | 29  | 17  | 3  | 1  | 1 | 1 | 0  | 0    | 221  |
| -6,0 ... 0,0               | очень прохладно           | 13                           | 45  | 38  | 38  | 30  | 10  | 11 | 2  | 0 | 0 | 1  | 0    | 188  |
| -6,1 ... -12,0             | умеренно холодно          | 13                           | 41  | 45  | 34  | 28  | 9   | 2  | 2  | 0 | 0 | 1  | 0    | 175  |
| -12,1 ... -18,0            | холодно                   | 21                           | 31  | 46  | 46  | 20  | 12  | 4  | 5  | 0 | 0 | 0  | 0    | 185  |
| -18,1 ... -24,0            | очень холодно             | 12                           | 33  | 42  | 40  | 23  | 17  | 7  | 3  | 0 | 0 | 0  | 0    | 177  |
| ниже -24,0                 | угроза обморожения        | 37                           | 83  | 98  | 110 | 46  | 42  | 11 | 11 | 1 | 1 | 0  | 0    | 440  |
| Сумма числа госпитализаций |                           | 158                          | 384 | 444 | 405 | 222 | 130 | 47 | 28 | 2 | 4 | 2  | 0    | 1826 |

Примечание: цветом выделены случаи с повышенным числом госпитализаций.

Прямые корреляции повышения числа госпитализаций с тем или иным метеорологическим показателем за период исследования не выявлены. Сложный комплекс факторов, специфичных для высокоширотных и континентальных районов, формирует неоднозначные зависимости. Вероятно, постоянно напряженный метеорологический фон умеренного континентального климата Западной Сибири формирует у населения адаптационные механизмы, а метеорологические факторы чаще являются триггером для заболеваний, возникших или обострившихся под действием других факторов. Тем не менее, устойчивые жесткие погодные события, когда пересекаются патогенные режимы атмосферного давления и температуры, такие как волны жары и волны холода, вызывают пролонгированные метеотропные реакции: на 4-5 дни от начала установления таких погодных условий отмечается резкое увеличение числа приступов ОИМ и ОКН, а на протяжении всего периода «волны» число приступов более 6.

В ряде работ обнаруживается сезонность обострений сердечно-сосудистых заболеваний как следствие сезонности умеренного континентального климата [5, 6]. Для г. Томска существенных сезонных различий числа госпитализаций не выявлено, можно отметить лишь незначительное их снижение в летние сезоны.

### Список литературы

1. Архив данных ВНИИГМИ–МЦД. — Обнинск. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.meteo.ru> (дата обращения 15.03.2024).
2. Андреев С.С. Интегральная оценка климатической комфортности на примере территории Южного Федерального округа России. Монография. – СПб: Изд. РГГМУ, 2011. – 304с.
3. Яковлев М.Ю. Анализ основных проявлений метеопатических реакций у лиц с болезнями системы кровообращения и построение математической модели развития метеопатических реакций // *Russian journal of rehabilitation medicine*. – 2020. – № 1. – С. 42–53.
4. Колягина Н.М., Бережнова Т.А., Мамчик Н.П., Клепиков О.В., Епринцев С.А. Оценка связи обострений болезней сердечно-сосудистой системы с метеорологической обстановкой // *Гигиена и санитария*. – 2021. – Вып. 100 (12). – С. 1350–1358. <https://doi.org/10.47470/0016-9900-2021-100-12-1350-1358>.
5. Хаснулин В.И., Гафаров В.В., Воевода М.И., Разумов Е.В., Артамонова М.В. Влияние метеорологических факторов в различные сезоны года на частоту возникновения осложнений гипертонической болезни у жителей г. Новосибирска // *Экология человека*. – 2015. – № 7. – С. 3–8.
6. Носков С.Н., Бузинов Р.В., Сюрин С.А., Еремин Г.Б., Карелин А.О., Гудков А.Б., Попова О.Н., Никанов А.Н. Современные представления о влиянии земной и космической погоды на здоровье человека (обзор) // *Журнал микробиологических исследований*. – 2023. – Т. 11, № 2. – С. 232–247. DOI: 10.37482/2687-1491-Z143.

УДК 551.589

## АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ДЛЯ АВИАЦИИ

Е.А. Лузгина, А.М. Небышинец, Ю.А. Гледко

*Белорусский государственный университет, Минск,  
gledko74@mail.ru, elllizabetha@gmail.com, arinanebyshinec@gmail.com*

## ANALYSIS OF THE TEMPORAL PATTERNS OF THE DISTRIBUTION OF DANGEROUS METEOROLOGICAL PHENOMENA FOR AVIATION

E.A. Luzgina, A.M. Nebyshinec, Yu.A. Hledko

*Belarusian State University, Minsk,  
gledko74@mail.ru, elllizabetha@gmail.com, arinanebyshinec@gmail.com*

Опасные явления (ОЯ) погоды могут значительно влиять на полеты самолетов, включая взлет и посадку, как на территории Беларуси, так и в любой другой стране. Для обеспечения безопасности полетов авиакомпании и аэропорты следят за погодными условиями с помощью специализированных метеорологических служб и принимают решения о возможных задержках, отменах или переносах рейсов в случае опасных погодных условий. Чрезвычайные ситуации на борту самолета или за его пределами происходят под влиянием совокупности факторов (человеческий фактор, неисправность оборудования), в том числе опасных явлений погоды [2].

Для предупреждения авиационных происшествий, а также оценки экономических рисков, связанных с опасными явлениями, следует четко представлять закономерности их возникновения и пространственного распределения. В связи с быстрыми темпами роста объемов пассажиро- и грузооборота в авиации необходимо иметь возможность в реальном режиме получать и предоставлять фактическую метеорологическую информацию, а также обладать качественным и заблаговременным прогнозом погоды.

Данная работа направлена на изучение временных закономерностей распределения опасных явлений погоды, и их влияния на деятельность авиации. Для исследования были выбраны следующие явления:

грозы, гололед, туманы, высокие скорости ветра (более 15 м/с, включая порыв). Исходными данными являлись данные фактических авиационно-метеорологических наблюдений, проводившихся на аэродроме Минск-2 в период 2009–2022 гг. [1]. Выбор аэродрома Минск-2 в качестве изучаемой территории обусловлен наличием большого количества фактических материалов, собранных по данному объекту за длительный период наблюдений, а также важностью подобных исследований для авиации. Исследование включало несколько последовательных этапов: выборку исходных данных, анализ полученной информации, поиск взаимосвязей и закономерностей. На первом этапе было посчитано количество дней в году, когда наблюдались опасные явления погоды, после чего построены таблицы распределения явлений по годам.

Прогноз конвективных явлений – актуальная и важная проблема, с которой сталкиваются не только гражданские, но и авиационные синоптики. В частности, в условиях современного глобального потепления климата отмечается увеличение количества случаев такого опасного явления, как гроза. Грозы опасны интенсивной турбулентностью в облаках, сильным обледенением на высотах, где температура воздуха ниже 0°C; возможностью поражения самолета молниями, интенсивными ливневыми осадками.

В связи с этим был проведен анализ повторяемости и возникновения гроз за период 2009-2022 гг. на примере аэродрома Минск-2. За данный период было посчитано количество дней в месяце, когда наблюдались грозы (табл. 1). Желтым цветом отмечено количество грозовых дней в промежутке 1-4, красным – 5-9, фиолетовым – 10-15 дней.

Анализируя количества дней с грозой за 2009–2022 гг., можно отметить, что грозовой период в течение года начинается в апреле и завершается в октябре, т.е. характерен только для весенне-летнего навигационного периода.

Таблица 1

Количество грозовых дней за период 2009-2022 гг.

| Год  | Месяц |   |   |   |    |    |    |   |   |    |    |    | за год |
|------|-------|---|---|---|----|----|----|---|---|----|----|----|--------|
|      | 1     | 2 | 3 | 4 | 5  | 6  | 7  | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |        |
| 2009 | 0     | 0 | 0 | 2 | 7  | 5  | 2  | 3 | 1 | 0  | 0  | 0  | 20     |
| 2010 | 1     | 0 | 0 | 1 | 11 | 9  | 13 | 6 | 2 | 0  | 1  | 0  | 44     |
| 2011 | 0     | 0 | 0 | 0 | 5  | 1  | 10 | 1 | 0 | 0  | 0  | 0  | 17     |
| 2012 | 0     | 0 | 0 | 2 | 6  | 5  | 6  | 1 | 1 | 1  | 0  | 0  | 22     |
| 2013 | 0     | 0 | 0 | 0 | 11 | 10 | 4  | 2 | 1 | 0  | 0  | 0  | 28     |
| 2014 | 0     | 0 | 0 | 1 | 8  | 9  | 9  | 7 | 0 | 0  | 0  | 0  | 34     |
| 2015 | 0     | 0 | 0 | 1 | 6  | 2  | 10 | 0 | 3 | 0  | 0  | 0  | 22     |
| 2016 | 0     | 0 | 0 | 3 | 5  | 6  | 11 | 3 | 0 | 0  | 0  | 0  | 28     |
| 2017 | 0     | 0 | 0 | 1 | 1  | 1  | 4  | 5 | 3 | 0  | 0  | 0  | 15     |
| 2018 | 0     | 0 | 0 | 3 | 2  | 8  | 4  | 1 | 0 | 0  | 0  | 0  | 18     |
| 2019 | 0     | 0 | 0 | 1 | 3  | 8  | 4  | 3 | 0 | 0  | 0  | 0  | 19     |
| 2020 | 1     | 1 | 1 | 0 | 1  | 11 | 5  | 7 | 1 | 1  | 0  | 0  | 29     |
| 2021 | 0     | 0 | 0 | 0 | 4  | 4  | 4  | 4 | 0 | 0  | 0  | 0  | 16     |
| 2022 | 0     | 0 | 0 | 2 | 1  | 2  | 3  | 4 | 0 | 0  | 0  | 0  | 18     |

Гололед осложняет деятельность авиации по двум причинам. Во-первых, затрудняется подготовка самолета к полету, а аэродрома – к выпуску и приему самолетов. Во-вторых, в результате отложения льда на самолете становятся опасными взлет и посадка, а также возрастает вероятность дальнейшего его обледенения при полете в переохлажденных облаках. Температура воздуха у поверхности земли при гололеде чаще всего находится в пределах от 0 до –3°C, в отдельных случаях до –16°C.

В ходе работы было проанализировано количество дней, когда наблюдался гололед за период 2009-2019 гг. (табл. 2). В таблице отмечено количество дней с гололедом в месяце, а также годовое количество: 1-2 дня – желтый цвет, 3-4 – красный, 5-6 - фиолетовый.

Исходя из таблицы следует отметить, что наименьшее количество дней с гололедом отмечено в 2010 г. (6 дней). После чего отмечается увеличение явлений до 2016 г., где наблюдается наибольшее количество дней за исследуемый период (16 дней).

На деятельность авиации существенное влияние оказывает ветер как в приземном слое, так и ветер на высотах. Приземный ветер влияет на взлет и посадку самолетов и вертолетов, а ветер на высотах - на их навигацию. Сильный ветер при взлете и посадке, кроме изменения взлетных и посадочных характеристик, может привести к летным происшествиям. Не учет или неправильный учет ветра при навигационных расчетах может привести к нарушению безопасности полетов или к невыполнению летного задания.

Таблица 2

## Количество дней с гололедом за период 2009-2019 гг.

| Год  | Месяц |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | за год |
|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--------|
|      | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |        |
| 2009 | 4     | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 3  | 12     |
| 2010 | 0     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 5  | 6      |
| 2011 | 5     | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 9      |
| 2012 | 3     | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2  | 0  | 2  | 8      |
| 2013 | 1     | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 2  | 4  | 8      |
| 2014 | 1     | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 4  | 9      |
| 2015 | 5     | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 2  | 3  | 14     |
| 2016 | 2     | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1  | 4  | 6  | 16     |
| 2017 | 3     | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 1  | 3  | 7      |
| 2018 | 3     | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 2  | 6  | 14     |
| 2019 | 2     | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0  | 0  | 0  | 4      |

Взлет и посадка летательного аппарата являются исключительно важными и ответственными этапами полета. Каждый самолет имеет взлетные и посадочные характеристики, к которым относятся длина разбега, скорость отрыва при взлете, посадочная скорость и длина пробега при посадке. Эти характеристики зависят от метеорологических условий на данном аэродроме [3].

В ходе данной работы было проанализировано количество дней с высокими скоростями ветра (более 15 м/с). Данный показатель выбран т.к. на аэродроме Минск-2 при скорости ветра более 15м/с, с учетом порыва, выписывается предупреждение. В таблице 3 отмечены: желтым цветом 1-2 дня с высокими скоростями ветра, красным - 3-4 дня, фиолетовым -5 и более дней.

Исходя из таблицы, следует отметить увеличение количества дней с высокими скоростями ветра. После 2020 г. количество дней со скоростями ветра больше 15 м/с составляет больше 20 дней, а в 2020 – 33 дня, что говорит об увеличении риска для полета воздушных судов.

Таблица 3

## Количество дней со скоростями ветра более 15 м/с за период 2009-2022 гг.

| Год  | Месяц |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | за год |
|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--------|
|      | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |        |
| 2009 |       |   |   | 1 | 5 | 1 | 2 |   |   | 4  |    |    | 13     |
| 2010 |       |   |   | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |   |    |    |    | 8      |
| 2011 |       | 6 | 2 | 3 | 2 |   | 2 |   |   | 1  |    |    | 16     |
| 2012 |       |   | 9 | 1 |   |   |   | 1 |   | 1  | 1  | 2  | 15     |
| 2013 |       |   | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 |    | 2  | 1  | 16     |
| 2014 | 1     |   | 3 |   | 2 | 1 | 2 | 1 |   |    |    | 1  | 11     |
| 2015 | 4     |   |   | 9 |   |   | 1 |   |   |    | 1  | 3  | 18     |
| 2016 | 1     |   | 1 |   |   | 1 | 2 |   |   | 3  | 1  | 1  | 10     |
| 2017 |       | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 3  |    | 2  | 21     |
| 2018 | 2     | 1 |   | 4 |   | 1 | 2 | 1 | 2 | 1  |    |    | 14     |
| 2019 | 1     | 2 | 2 | 3 | 1 | 5 | 5 | 1 | 3 | 2  | 2  |    | 27     |
| 2020 | 3     | 5 | 3 | 6 | 5 | 4 | 2 | 3 |   | 1  | 1  | 2  | 33     |
| 2021 |       | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 1 | 3 | 1 |    | 4  | 2  | 24     |
| 2022 | 3     | 3 | 4 | 6 | 4 | 1 | 1 | 1 |   | 3  |    |    | 26     |

Одним из опасных явлений погоды, особенно для авиации, является туман, так как он уменьшает видимость, а в условиях плотного тумана ухудшает видимость до минимума, усложняет взлет и посадку воздушного судна, приводит к задержкам и переносам рейсов, приводит к закрытию аэродрома и, как следствие, перенаправлению воздушного судна на запасной аэродром. Все перечисленное говорит нам о том, что туман является важным метеорологическим явлением, требует глубокого рассмотрения условий, которые приводят к его образованию и разработки метода его прогноза.

В ходе данной работы, было рассмотрено количество дней в году, когда наблюдался туман (табл. 4). Желтым цветом отмечено менее 10 дней с туманом, красным от 10 до 20 дней, фиолетовым более 20 дней. Наибольшее количество дней с туманами наблюдалось в 2009 году (175 дней), далее отмечено уменьшение в 2011 г. (134 дня). В 2013 г. количество дней с туманами увеличилось, после чего наблюдается значительное сокращение дней, с минимальным значением в 2021 г. (82 дня).



Количество дней с туманами за период 2009-2022 гг.

| Год  | Месяц |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | за год |
|------|-------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|
|      | 1     | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |        |
| 2009 | 11    | 16 | 14 | 5  | 7  | 15 | 20 | 22 | 19 | 12 | 23 | 11 | 175    |
| 2010 | 0     | 12 | 10 | 16 | 21 | 12 | 20 | 20 | 16 | 12 | 13 | 7  | 159    |
| 2011 | 10    | 0  | 4  | 12 | 14 | 13 | 24 | 22 | 10 | 19 | 6  | 0  | 134    |
| 2012 | 10    | 5  | 7  | 19 | 14 | 12 | 15 | 15 | 12 | 15 | 18 | 4  | 146    |
| 2013 | 11    | 10 | 4  | 10 | 17 | 19 | 18 | 22 | 13 | 11 | 16 | 8  | 159    |
| 2014 | 8     | 15 | 8  | 12 | 11 | 9  | 16 | 10 | 21 | 11 | 7  | 11 | 139    |
| 2015 | 11    | 11 | 6  | 7  | 13 | 6  | 6  | 3  | 17 | 11 | 8  | 12 | 111    |
| 2016 | 7     | 4  | 5  | 5  | 9  | 5  | 6  | 9  | 18 | 7  | 8  | 9  | 92     |
| 2017 | 7     | 9  | 15 | 6  | 4  | 5  | 10 | 7  | 3  | 6  | 11 | 14 | 97     |
| 2018 | 7     | 1  | 10 | 5  | 2  | 1  | 4  | 8  | 4  | 15 | 14 | 17 | 88     |
| 2019 | 8     | 6  | 1  | 6  | 6  | 6  | 4  | 9  | 9  | 13 | 9  | 11 | 88     |
| 2020 | 12    | 4  | 4  | 0  | 3  | 8  | 11 | 12 | 14 | 11 | 7  | 15 | 101    |
| 2021 | 6     | 7  | 5  | 4  | 5  | 7  | 6  | 15 | 10 | 0  | 9  | 8  | 82     |
| 2022 | 3     | 3  | 0  | 4  | 3  | 10 | 11 | 3  | 10 | 16 | 12 | 10 | 85     |

Анализ временных закономерностей распределения опасных явлений для авиации показал, что наиболее часто они возникают в определенные сезоны или месяцы. Количество среднегодовых дней с грозами уменьшается, однако отмечены случаи возникновения гроз не только в весенне-летний период, но и в осенне-зимний, что следует учитывать при подготовке к полетам. Также отмечен небольшой рост количества дней с гололедом и значительное увеличение дней с высокими скоростями ветра. После 2020 г. количество дней со скоростями ветра больше 15 м/с составляет более 20 дней, а в 2020 – 33 дня, что говорит о увеличении риска для полета воздушных судов. Количество дней с туманами значительно сократилось относительно 2020 г.

### Список литературы

1. ГКК. (1961-2022 гг). Государственный климатический кадастр: материалы наблюдений Государственной сети гидрометеорологических наблюдений Республики Беларусь. № свид-ва 0870100021. Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды.
2. Гледко Ю. А., Лузгина Е. А. Гроза как опасное метеорологическое явление для авиации // Материалы I Белорусского географического конгресса: к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества, Минск, 8–13 апр. 2024 г. [Электронный ресурс]. В 7 ч. Ч. 1. Современные проблемы гидрометеорологии / Белорус. гос. ун-т; редкол.: Е. Г. Кольмакова (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БГУ, 2024. – С. 102-107.
3. Синоптическая и авиационная метеорология, часть 2, Воениздат, 1985, с 77-86, 220-222. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://elib.rshu.ru/files\\_books/pdf/img-090599.pdf](http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/img-090599.pdf) - Дата доступа: 11.04.2023

УДК 556.13:551.57 (571.76)

## ОЦЕНКА ИСПАРЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ ГРУНТОВ И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

**В.Н. Макаров**

*Институт мерзлотоведения СО РАН, Якутск, [vnmakarov@mpi.ysn.ru](mailto:vnmakarov@mpi.ysn.ru); [zhirkov\\_af@mail.ru](mailto:zhirkov_af@mail.ru)*

## EVALUATION OF EVAPORATION FROM THE SURFACE OF SOILS AND PRECIPITATION IN CENTRAL YAKUTIA

**V.N. Makarov**

*Institute of Permafrost Science SB RAS, Yakutsk, [vnmakarov@mpi.ysn.ru](mailto:vnmakarov@mpi.ysn.ru), [zhirkov\\_af@mail.ru](mailto:zhirkov_af@mail.ru)*

### Введение

Процесс испарения является одним из основных звеньев в круговороте воды на земном шаре и важнейшим фактором теплообмена на поверхности грунта. Теория вопроса испарения влаги с поверхности грунтов имеет большое научное и практическое значение для сельского хозяйства, оценки безопасности гео-

технических сооружений в периоды засухи др. [4, 6, 10]. Для исследования процесса испарения были разработаны различные экспериментальные подходы, система тестирования столба почвы, лизиметр, экологическая камера и др. [5, 9]. Процесс испарения можно оценить также по временным и пространственным вариациям содержания влаги в почве [8]. Однако остается мало прямых измерений испарения влаги из грунтов, особенно в отдаленных районах Восточной Сибири.

Почво-грунты, расположенные в различных климатических условиях и на разных элементах рельефа, испаряют неодинаковое количество воды. В частности, мало изученным остается взаимоотношение системы испарение-осадки в мерзлотных районах. Практически неисследованным остается влияние влаги, испаряющейся с поверхности грунтов, на химический состав атмосферных осадков.

Цель настоящей работы – оценка и анализ закономерностей динамики испарения воды грунтами, изучение влаги испаряющейся с поверхности грунтов и их роли в формировании химического состава атмосферных осадков в Центральной Якутии.

#### Материалы и методы исследования

Изучение объема испарения с поверхности грунтов и атмосферных осадков проведено на комплексном геоэкологическом стационаре Института мерзлотоведения СО РАН «Туймаада» (КГСТ), в теплые периоды 2015-2016 и 2019 гг. Главной целью эксперимента была оценка количества испарения с поверхности почв в теплый период года, количества и химического состава выпадающих атмосферных осадков.

КГСТ расположен в Центральной Якутии, на II надпойменной террасе р. Лены в пригородной юго-западной части г. Якутска и представляет собой почти горизонтальную поверхность с альтитудой около 110 м.

Среднегодовая температура грунтов на глубине 1 и 2 м на стационаре «Туймаада» составляет соответственно минус 2,4 и 2,0 °С (таблица).

Таблица

Температура грунтов на КГСТ за 1995–2019 гг. (°С)

| Глубина, м | Среднегодовая |         |            | Абсолютный максимум | Абсолютный минимум | Амплитуда |
|------------|---------------|---------|------------|---------------------|--------------------|-----------|
|            | наибольшая    | средняя | наименьшая |                     |                    |           |
| 1          | -1,3          | -2,4    | -4,0       | 8,8                 | -14,5              | 23,3      |
| 2          | -1,3          | -2,0    | -3,2       | 0,2                 | -8,1               | 8,3       |

Годовое количество осадков варьирует от 140 до 250 мм, коэффициент увлажнения 0,8-1,0. В период наблюдений количество осадков колебалось от мм до мм и было непостоянным

Продолжительность холодного периода (ниже 0°С) около 220 дней. Средняя температура зимних месяцев составляет -35...-45 °С (табл. 2). Продолжительность теплого периода (выше 0°С) около 145 дней. Средняя температура июля 18-19 °С.

Индекс сухости для летнего сезона равен 3,0. Особенно недостаточное увлажнение отмечается весной и в начале лета. Испарение с поверхности почвы почти в 1,5-2 раза превышает количество осадков (350-450 мм), поэтому в Центральной Якутии летом происходит сильное иссушение почвы [3].

Район КГСТ отличается повышенными ресурсами солнечной энергии. Это связано с соответствующими циркуляционными условиями, определяющими значительную повторяемость антициклональной погоды (с малой облачностью и высокой прозрачностью атмосферы). С влажностью воздуха и ее дефицитом тесно связаны процессы испарения. Средняя годовая испаряемость колеблется от 400 до 450 мм [2]. Высокая испаряемость вызвана летним прогревом и отношением годового количества осадков к испаряемости, величина коэффициента увлажнения, составляет 0,2-0,3.

При исследованиях использовался испаритель почвенный типа ГГИ-500-50М предназначенный для измерения испарения с почвы весовым способом (соответствует ТУ МЕКР.416314.001). Оценка суммарного испарения производилась путем измерения и расчета всех основных компонентов водного баланса: количества выпавших атмосферных осадков, дренажа поверхностных вод, изменения запаса воды грунтового монолита [1].

Наблюдения за изменением веса грунтового монолита проводились раз в два дня. Через каждые 30 дней грунтовой монолит менялся, что бы избежать пересыхания при испарении.

Испарение определялось по изменению веса грунтового монолита, помещенного в испаритель, при одновременном учете выпавших осадков и количества воды, просочившихся через монолит по формуле (Рейфер и др., 1976):

$$W = \frac{10}{S} (P_1 - P_2) + r_1 - r_2, \quad 1$$

где S – площадь поперечного сечения цилиндра-испарителя (500 см<sup>2</sup>); P<sub>1</sub> – вес испарителя в предыдущее время, в граммах; P<sub>2</sub> – вес испарителя в настоящее время, в граммах; r<sub>1</sub> – осадки, в мм; r<sub>2</sub> – вода просочившаяся в водосборнике, в мм.

Натурные наблюдения за количеством испарения с поверхности почв проводились в теплые периоды 2015-2016 и 2019 гг. Для изучения объема и химического состава атмосферных осадков на территории КГСТ была смонтирована установка по сбору осадков.

В месте установки аппаратуры отсутствуют деревья и кустарники, источники загрязнения атмосферы, ландшафт исключает высокое запыление воздуха. Аппаратура установлена в центре выбранного участка на высоте 1,2 м над поверхностью земли. Отбор проб осуществляется один раз в месяц.

Химический анализ осадков выполняется в лаборатории подземных вод и геохимии криолитозоны ИМЗ СО РАН. В образцах осадков определяется содержание макрокомпонентов:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ; микроэлементов – Cs, Li, Sr, Ba, F, P; измеряется величина pH, Eh и электропроводности.

Количество выпадений из атмосферы (P) поступающих с осадками на земную поверхность рассчитывалось по формуле:

$$P = \frac{100 \cdot C \cdot V}{\pi \cdot r^2}, \text{ мг/м}^2/30 \text{ дней}, \quad 2$$

где C - концентрация в растворе образца, мг/мл; V - исследуемый объем, мл; r - радиус горлышка сосуда с образцом, мм.

### Результаты, их обсуждение и выводы

Натурные наблюдения за количеством испарения с поверхности почв, осадками и их химическим составом проводились в теплые периоды 2015, 2016 и 2019 гг. на КГСТ Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН.

Установлено, что в районе КГСТ испарение превышает количество выпадающих летних атмосферных осадков в среднем на 58 мм и равны, соответственно, 208 и 150 мм.

Геокриологические условия определяют высокую влажность грунтов деятельного слоя, поэтому на первый безморозный месяц – май, приходится от 33 до 46% суммарного испарения теплого времени года. Интенсивность испарения в мае колеблется в пределах  $2,79 \text{ мм сут}^{-1}$  (2,26-3,13). Средняя величина испарения за трехлетний период составила  $1,37 \text{ мм сут}^{-1}$  [1].

Поступление осадков начинает преобладать над испарением во второй половине теплого периода в августе и сентябре. Интенсивность испарения снижается до  $0,41 \text{ мм сут}^{-1}$  (0,33-1,74).

Наблюдается функциональная зависимость количества испарения влаги от температуры воздуха в теплый период года.

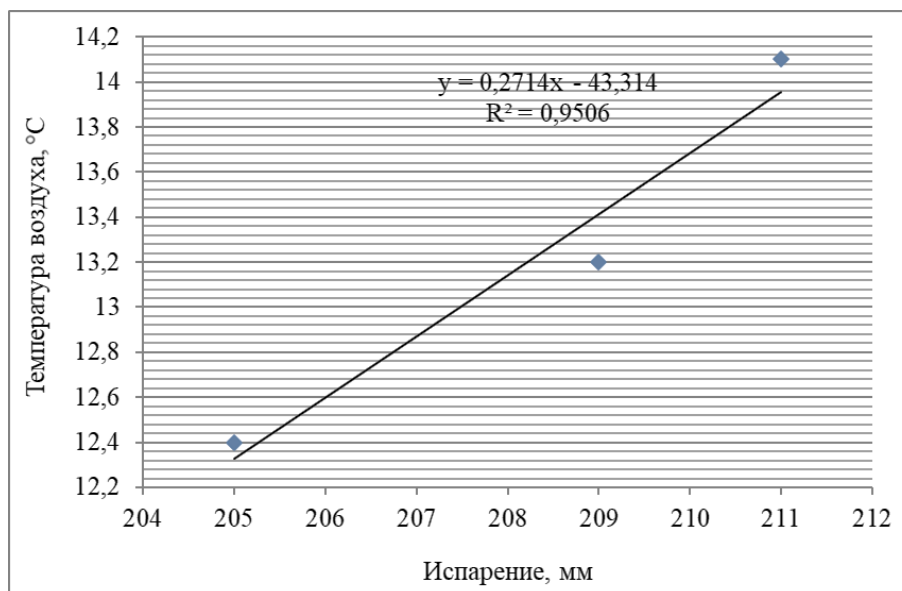


Рис. 6. Регрессия суммы испарения от температуры воздуха на КГСТ.

Средняя величина коэффициента увлажнения, в период наблюдений составляет 0,72. Величина коэффициента увлажнения закономерно повышается от начала к концу теплого периода: май - 0,26, сентябрь - 1,36. Такая неравномерность испарения связана с большим количеством влаги, которая образуется при таянии мерзлых грунтов и просачивании снеговой воды в весенний период.

Для дождевых вод характерна отрицательная корреляция, величины минерализации и объема выпадающих осадков. В начале теплого периода года, особенно в мае, минерализация осадков практически не зависит от количества осадков.

Превышение испарения над осадками сопровождается и повышением минерализация атмосферных осадков. Для минерализации осадков характерно в целом равномерное уменьшение при возрастании объема выпадения дождевых вод. Однако, в мае-июне, когда в балансе испарение-осадки преобладает испарение, минерализация дождевых вод увеличивается до 23-35 мг/л. Повышение минерализации осадков, в это время обусловлено поступлением в атмосферу относительно минерализованных паров испаряющейся воды и влиянием конвекции. Содержание пыли в дождевых водах в мае-июне почти в 4 раза выше, чем в июле-сентябре.

С мая по сентябрь химический состав атмосферных осадков остается стабильным гидрокарбонатно-кальциевым, слабominерализованным (13-34 мг/л), преимущественно слабокислым (рН=6,1), близким по химическому составу почвенным водам. При постоянстве химического состава, минерализация осадков понижается к осени на 20-40%, до 13-20 мг/л в сентябре.

Содержание большинства химических элементов в осадках выше в мае-июне и понижается во второй половине теплого времени. Максимальная контрастность поступления с осадками в различные периоды теплого времени года (весна/осень) характерна для хлоридов, сульфатов, натрия и аммония: КК = 3,1-4,7. Относительно более равномерно в течение теплого времени года поступление с осадками гидрокарбонатов КК = 1,1.

По изменению контрастности выпадений в начальный и конечный периоды теплого времени года (май, июнь – август, сентябрь) компоненты группируются в следующий ряд (по уменьшению КК):

Cl (4.7) > SO<sub>4</sub> (3,7) > Na (3.4) > NH<sub>4</sub> (3.1) > Mg (2.3) > Ca (2.5) > NO<sub>3</sub> (2.2) > HCO<sub>3</sub> (1.1) > рН (1.1)

Высокое содержание хлоридов, сульфатов, аммония и других ионов в осадках начала лета (май, июнь) обусловлено интенсивным испарением водорастворимых солей, насыщающих грунты, в атмосферу.

Средняя величина испарения на КГСТ за трехлетний период составила 1,37 мм сут<sup>-1</sup> (помесячный показатель 0,33-3,13) и находится выше предела диапазона оценок испарения почвы: (0,17–0,89 мм сут<sup>-1</sup>), полученных на основе оперативных моделей земной поверхности [7]. Превышение средних оценок обусловлено геоэкологическими условиями, определяющими высокую влажность грунтов деятельного слоя в начале теплого времени года.

*Исследования выполнены при поддержке комплексной программы фундаментальных научных исследований ИМЗ СО РАН (Проект СО РАН АААА-А20-120111690008-9).*

### Список литературы

1. Жирков А.Ф. Влияние инфильтрации летних атмосферных осадков и внутрigrунтовой конденсации на формирование температурного режима грунтов в условиях Центральной Якутии. Автореф...дисс. канд. тех. наук. - Якутск: 2019. - 47 с.
2. Климат Якутска. - Л.: Гидрометеиздат, 1982. - 246 с.
3. Мониторинг теплового режима грунтов Центральной Якутии / С. П. Варламов, Ю. Б. Скачков, П. Н. Скрябин. – Якутск: Изд-во ФГБУН Институт мерзлотоведения им. П. И. Мельникова СО РАН, 2021. – 156 с. ISBN 978-5-93254-201-9
4. Павлов А.В. Теплообмен почвы с атмосферой в северных и умеренных широтах территории СССР. Якутск: Кн. Изд-во, 1975. 302 с.
5. Рейфер А.Б., Алексеенко М.И., Бурцев П.И., Застенкер А.И., Белогуров Ю.А., Непомнящий С.И. Справочник по гидрометеорологическим приборам и установкам. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1976. - 431 с.
6. Шумова Н.А. Оценка и анализ испарения, транспирации и запасов воды в почве полей яровой пшеницы за безморозный период в различные по водности годы. - Экосистемы: экология и динамика. Оценка экосистем и их компонентов. 2018, том 2, № 2, с. 65-88.
7. Abolafia-Rosenzweig, R., Badger, A.M., Small, E.E. et al. A continental-scale soil evaporation dataset derived from Soil Moisture Active Passive satellite drying rates. *Sci Data* 7, 406 p. (2020). <https://doi.org/10.1038/s41597-020-00748-z>.
8. Dolman, A. J. & de Jeu, R. A. M. Evaporation in focus. *Nature Geoscience* 3, p.296–296 (2010).
9. Miralles, D. G. et al. The WACMOS-ET project – Part 2: Evaluation of global terrestrial evaporation data sets. *Hydrology and Earth System Science*, 20, p. 823–842 (2016). doi:10.5194/hess-20-823-2016.
10. Teng Jidong, Yasufuku Noriyuki, Liu Qiang, Liu Shiyu. Experimental evaluation and parameterization of evaporation from soil surface. - *Natural Hazards*, 2014. Volume 73, Number 3, p. 1405-1418. DOI 10.1007/s11069-014-113.

**ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОЙ КРИОЛИТОЗОНЫ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ  
В МЕНЯЮЩЕМСЯ КЛИМАТЕ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ СТАЦИОНАРА  
«АНМАНГЫНДИНСКАЯ НАЛЕДЬ», 2020-2024**

**О.М. Макарьева<sup>1,2</sup>, А.А. Землянскова<sup>1,2</sup>, А.А. Осташов<sup>3</sup>, Н.В. Нестерова<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Северо-Восточный государственный университет, г. Магадан

<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург,

<sup>3</sup>Государственный гидрологический институт, г. Санкт-Петербург

omakarieva@yandex.ru

**NATURAL PROCESSES OF THE MOUNTAIN PERMAFROST ZONE OF THE NORTH-EAST  
OF RUSSIA ACCORDING TO THE OBSERVATIONS FROM THE ANMANGYNDA  
AUFEIS STATION, 2020-2024**

**O.M. Makarieva<sup>1,2</sup>, A.A. Zemlianskova<sup>1,2</sup>, A.A. Ostashov<sup>3</sup>, N.V. Nesterova<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>North-Eastern State University, St. Petersburg

<sup>2</sup>St. Petersburg State University, St. Petersburg

<sup>3</sup>State Hydrological Institute, St. Petersburg

omakarieva@yandex.ru

В 2020 г. в Тенькинском муниципальном округе Магаданской области в целях фонового мониторинга и изучения природных процессов горной криолитозоны бассейна р. Колымы в современном климате заложен комплексный научный стационар, объединяющий два ключевых объекта исследования – бассейн р. Анмангынды и район Колымской водно-балансовой станции, на которых в прошлом веке также проводились исследования и накоплен значительный объем данных наблюдений. К 2024 г. на стационаре круглогодично функционируют 2 автоматические метеостанции, 9 термометрических и 3 гидрогеологические скважины глубиной до 15 м, 3 гидрологических поста, сеть наблюдений за снежным покровом и наледными процессами.

В 2022 и 2023 гг. заложены две площадки CALM. Регулярно отбираются пробы воды, льда, снежного покрова на изотопный и гидрохимический анализ. По данным изотопной геохимии проб осадков определены траектории движения воздушных масс. Получены актуальные данные о состоянии криолитозоны исследуемой территории, средняя годовая температура пород на глубине нулевых температур изменяется от -0.1 до -3.2°C.

На основе данных гидрогеологических скважин установлено, что динамика уровня и температуры подземных вод в разных частях наледной поляны имеет разный характер. В зоне активного формирования наледи наблюдаются резкие колебания уровня воды в зимний период при температуре +0.01°C. Скважина, оборудованная в долине руч. Солонцового, позволила показать типичный режим подземных вод в таликовой зоне.

В 2020-2024 гг. с помощью БПЛА проведены режимные съемки Анмангындинской наледи для установления динамики ее морфометрических характеристик наледи, анализ данных дистанционного зондирования показал, что размеры наледи значительно уменьшились по сравнению с периодом 1962-1990 гг., а также изменился ее режим. Геофизические исследования наледной поляны и наледи методами георадиолокации и бесконтактным электропрофилированием позволили установить каналы фильтрации подземных вод из аллювия под лед, а также выделить границу сезонно-мерзлого слоя, верхнюю границу мерзлоты. Составлены ландшафтные карты ключевых участков.

Несмотря на короткий срок работы стационара, нами получены значимые научные результаты, а также осуществлен задел для дальнейшего роста качества и количества наблюдаемых характеристик. С 2021 г. в работах участвуют студенты ведущих ВУЗов – МГУ, СПбГУ, РГГМУ, а также школьники пос. Усть-Омчуг.

За три года построена действующая сеть мониторинга и специальных исследований природных процессов в горной криолитозоне. По охвату, степени разнообразия природных условия, комплексности используемых методов научный стационар Магаданской области не имеет аналогов в России.

*Исследование выполнено в рамках проекта РНФ и правительства Магаданской области № 23-17-20011 «Оценка рисков опасных явлений для инфраструктуры Магаданской области, вызванных климатически- и антропогенно-обусловленной трансформацией многолетнемерзлых пород».*

## **ОПАСНОСТЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Е.В. Максютова, Л.Б. Башалханова, А.А. Сороковой**

*Институт географии имени В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск  
emaksyutova@irigs.irk.ru; ldm@irigs.irk.ru; geomer@irigs.irk.ru*

## **THE DANGER OF CLIMATE RISKS IN THE IRKUTSK REGION**

**E.V. Maksyutova, L.B. Bashalkhanova, A.A. Sorokovoi**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk  
emaksyutova@irigs.irk.ru; ldm@irigs.irk.ru; geomer@irigs.irk.ru*

Опасные природные явления, обусловленные климатическими процессами способными нанести ущерб жизнедеятельности человека, определяются совокупностью факторов: метеорологических, гидрологических, геоморфологических. Они тесно связаны с увеличением частоты экстремальных погодных явлений, которые заметно активизировались в связи с современными колебаниями климата и ростом приземной температуры воздуха [7].

Для планирования упреждающих мероприятий и разработки адаптационных мероприятий важно оценить климатические риски по уровню опасности, подверженности территории и продолжительности воздействия для муниципальных районов Иркутской области. Для оценки климатических рисков для объектов системы МЧС России выделяются уровни опасности: чрезвычайно опасный, весьма опасный, опасный, умеренно-опасный [1]. Внутриконтинентальное положение Иркутской области, ее значительная широтная протяженность (от 52 до 61° с.ш.), сложный рельеф с окаймлением с юго-запада, юга и востока горными системами (Восточного Саяна и Хамар-Дабана, Приморского и Байкальского хребтов, Северо-Байкальского и Патомского нагорий), создают предпосылки для формирования существенных пространственных различий в возникновении экстремальных погодных явлений.

Метеорологические факторы опасных природных явлений включают очень сильный ветер, сильный дождь, заморозки, пожарную опасность, засуху, а также сильные морозы и аномально-жаркую погоду. Оценка уровня опасности атмосферных явлений по 33 административным районам Иркутской области выявила, что чрезвычайно опасного уровня риска по влиянию на жизнь и хозяйственную деятельность населения области достигают из метеорологических явлений - сильный ветер, из опасных агрометеорологических явлений - заморозки. Выделены 9 районов с чрезвычайно опасным уровнем (более 33 м/с) климатического риска по сильному ветру. Большая вероятность заморозков способствует весьма опасному уровню климатического риска, а для отдельных районов она достигает чрезвычайно опасного [4].

Сильным атмосферным осадкам (опасный уровень) подвержена Иркутская область, за исключением Ольхонского района (умеренно опасный уровень). Экстремальное выпадение атмосферных осадков летом способствует катастрофическим паводочным наводнениям, нанесшим наибольший ущерб экономике и населению Иркутской области за последние десятилетия. К сильным атмосферным осадкам относятся сильный ливень, очень сильный дождь, продолжительный сильный дождь и выделяются два уровня опасности: умеренно опасный (более 20 мм за 1 час; более 35 мм за 12 ч.) и опасный (более 30 мм за 1 час; более 50 мм за 12 час, более 120 мм за 18 ч.). Критерии опасного явления различаются для селеопасных и неселеопасных районов области [6].

В настоящей работе рассмотрены наиболее опасные климатические риски - сильный ветер и сильные атмосферные осадки, которые по интенсивности, а также по подверженности территории административного района и продолжительности воздействия. могут представлять угрозу жизни и здоровью людей, приносить значительный материальный ущерб. Подверженность территории административного района опасному явлению оценивалась экспертно с учетом закономерностей формирования погодно-климатических особенностей в условиях сложного рельефа. Продолжительность явления нами рассматривалась как число случаев за год. В качестве источников информации использовались Государственные доклады [3], данные наблюдений за 1991-2020 гг. [2], справочник [5], материалы Иркутского управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Наименьшей подверженностью территории административного района (<30%) сильным ветрам отличаются Слюдянский, Нижне-Удинский, Мамско-Чуйский, Казачинско-Ленский районы. При этом скорости ветра в последних трех районах достигают весьма опасного уровня (до 33 м/с). Большинство административных районов области с сочетанием разнородных шероховатостей подстилающей поверхности и сложным рельефом, включающим предгорья, перепады высот, вытянутые в меридиональном направлении подвержены изменению опасных скоростей ветра от 30 до 70% на ее территории.

Территории относительно небольших по площади административных районов, а также больших по площади, но преимущественно с однотипной шероховатостью подстилающей поверхности отличаются наибольшей подверженностью (>70%) сильным ветрам. Так, к одинаковой подверженности территории отнесены, например, Шелеховский, Ангарский, Братский, Катангский и ряд других районов.

Однако, несмотря на существенные различия в подверженности административных районов сильным ветрам, экономический ущерб от их воздействия будет зависеть от числа случаев и их скорости, а также от плотности населения и инфраструктурной обустроенности территории. Среднее число дней с сильным ветром и порывами более 40 м/с отмечено на западном побережье оз. Байкал (Ольхонский район, часть Иркутского района, ст. Большое Голоустное), остепненных районах (Эхирит-Булагатский район), и в горных долинах Патомского нагорья (Бодайбинский район), на Иркутско-Черемховской равнине (Черемховский, Аларский, Заларинский, Зиминский, районы, в западных районах (Усть-Илимский, Тайшетский) [5].

Среднее число дней со скоростью ветра более 20 м/с достигает в Тайшете (30,6), на Иркутско-Черемховской равнине и долинах рек Патомского нагорья области колеблется от 10 до 20 дней, на остальной территории – менее 10 дней [5]. Среднее число дней со скоростью ветра более 20 м/с на западном побережье оз. Байкал изменяется от 24,1 в Большом Голоустном до 73 на Солнечной, а число дней со скоростью ветра более 30 м/с – от 1,5 до 24 соответственно. На метеостанции Солнечная до 12 дней возможны ветры со скоростью более 40 м/с.

При рассмотрении подверженности территории административных районов сильным атмосферным осадкам было выявлено их возможное наименьшее проявление (<30%) в Катангском, Эхирит-Булагатском районах. Большинство административных районов области с сочетанием разнородного рельефа подвержены сильным атмосферным осадкам от 30 до 70% на ее территории.

Сильными осадками (более 70% территории административных районов) охватываются территории горных и предгорных районов: Мамско-Чуйский, Нижнеудинский, и небольших по площади, расположенных в сухостепной зоне (Ольхонский) и левых притоков Ангары и прилегающих к ним: Осинский, Шелеховский, Аларский, Ангарский, Боханский, Бодайбинский, Заларинский, Нукутский, Усольский, Черемховский.

Рассмотрены пространственные различия по общему числу случаев опасного явления сильные атмосферные осадки за период 1991-2020 гг. Так, продолжительный сильный дождь и очень сильный дождь характерны для предгорий и горных районов Восточного Саяна и Хамар-Дабана, Прибайкальского хребтов, где значительную роль играет эффект вынужденного восхождения воздушных масс по наветренным горным склонам. Продолжительный сильный дождь и очень сильный дождь также часто отмечаются в горных долинах Патомского нагорья и на юге области. Сильные ливни наиболее часты в Присяянье (Верхняя Гутара), южных районах области (Иркутск, обсерв; Тулун), горном районе Хамар-Дабан, что связано преимущественно с выходом южных циклонов во вторую половину лета.

Полученные результаты имеют практическую значимость для принятия решений в сфере адаптации населения и экономики к климатическим рискам. Они помогут в процессе планирования и повышения эффективности действий по снижению уязвимости и возможного ущерба здоровью населения и экономике от воздействий, обусловленных изменчивостью и изменением климата. При изучении географического распространения опасных природных процессов следует учитывать, что в пределах отдельных территорий возможно проявление совокупности таких процессов и явлений. Выделение и оценка сочетания экстремальных природных процессов представляется отдельной важной задачей.

*Работа выполнена в рамках Плана НИР № АААА-А21-121012190059-5, АААА-А21-121012190018-2, АААА-А21-121012190055-7*

## **Список литературы**

1. Акимов В.А., Арефьева Е.В., Иванова Е.О., Сушев С.П. Предварительная оценка климатических рисков в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера // Технологии гражданской безопасности. – 2021. – Т. 18, № 2. – С.4-8.
2. Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – Мировой центр данных (ВНИИГМИ-МЦД) - URL: <http://www.meteo.ru/> (Дата обращения: 10.01.2023).
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2019 году». Иркутск: Минприроды и экологии Иркутской области, 2020. – 314 с.; 2019. – 307 с.; 2018. – 249 с.; 2017. – 274 с.; 2016. – 160 с.; 2015. – 175 с.; 2014. – 400 с.; 2013. – 337 с.; 2012. – 227 с.; 2011. – 400 с.; 2010. – 585 с.; 2009. – 488 с.; 2008. – 357 с.; 2004. – 295 с.; 2001. – 383 с.
4. Максютова Е.В., Башалханова Л.Б. Погодно-климатические опасности на территории Иркутской области // Пятнадцатое Сибирское совещание и школа молодых ученых по климато-экологическому мониторингу: Материалы докладов всероссийской конференции с международным участием / Под ред. Е. А. Головацкой. – Томск, 2023. – С. 72-75. ISBN 978-5-6050499-1-3
5. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Вып. 22. – Л.: Гидрометеоиздат. – 1991. – 590 с.
6. Перечень и критерии ОЯ | ФГБУ Иркутское УГМС <https://www.irmeteo.ru/index.php?id=37> (Дата обращения: 16.07.2024).
7. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб.: Наукоемкие технологии, 2022. – 124 с.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ И АНАЛИЗ МНОГОЛЕТНИХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЯДОВ НА ПРИМЕРЕ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ В 1934-2022 ГГ.

А.А. Матюхина<sup>1</sup>, Н.Н. Воропай<sup>1,2</sup>

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск,*

*<sup>2</sup>Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск*

*matyukhina\_nastya08@mail.ru, voropay\_nn@mail.ru*

## RECONSTRUCTION AND ANALYSIS OF LONG-TERM TEMPERATURE SERIES USING THE EXAMPLE OF THE TUNKA DEPRESSION 1934-2022

A.A. Matyukhina<sup>1</sup>, N.N. Voropay<sup>1,2</sup>

*<sup>1</sup> Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk*

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk*

*matyukhina\_nastya08@mail.ru, voropay\_nn@mail.ru*

Повышение уровня температуры воздуха фиксируется по всей планете. Данные Всемирной метеорологической организации показывают, что сегодняшняя глобальная температура составляет 14,9°C, что на 1,2°C выше, чем в промышленную эпоху [1]. Изучение динамики температуры воздуха в горных районах становится все более важным в условиях изменения климата. Горные регионы особенно чувствительны к воздействию как природных, так и антропогенных факторов. Понимание этих изменений необходимо для адаптации к новым условиям окружающей среды. Поэтому предметом исследования является Тункинская котловина – система межгорных понижений в Восточном Саяне, ограниченная с юга хребтом Хамар-Дабан.

В работе использованы данные наблюдений температуры воздуха на метеорологической станции Тунказа период 1934-2022 гг. [2-4]. Высота метеостанции 721 м над уровнем моря. Данные с указанной станции описывают климатические условия днища котловины, но не дают представления о режиме метеорологических характеристик в высокогорных формах рельефа.

Для мониторинга климатических характеристик на локальном уровне в Тункинской котловине сотрудниками Института географии СО РАН им В.Б. Сочавы (ИГ СО РАН) организовано 45 модельных площадок, на которых были установлены автоматические термографы и термогигрографы [5]. Площадки наблюдения расположены таким образом, чтобы полученные данные характеризовали климатический режим основных типов ландшафтов, представленных на территории, с учетом особенностей рельефа и высотной поясности.

Измерения на модельных площадках проводятся с 2007 г. по настоящий момент и некоторые ряды данных имеют пробелы, поэтому было проведено восстановление пропусков в данных с помощью программы «Стохастическое моделирование», разработанной А.В. Игнатовым в Институте географии СО РАН им В.Б. Сочавы [7].

Идея алгоритма основана на построении и использовании множества частных моделей для вычисления отсутствующих оценок одной и той же переменной. Каждая модель использует разные предикторы для одной и той же зависимой переменной, так что для восполнения отдельного пробела вероятность подобрать, по крайней мере, одну модель, становится достаточно высокой.

Восстановление пропусков значений температуры воздуха на модельных площадках проводилось для 8 сроков каждого дня каждого месяца за период 2009-2022 гг. Процент заполненности ячеек увеличился с 60 до 90%. Наилучшее восстановление значений температуры воздуха в ячейках наблюдается в зимний период, при критерии восстановления  $\pm 0,5^\circ\text{C}$  заполнение пропусков происходит на 80%.

С помощью программы реконструированы средние суточные значения температуры с 2009 до 1934 года для каждого месяца по 38 модельным площадкам. Для дальнейшей работы были рассчитаны средние месячные значения температуры.

Общая тенденция распределения температуры воздуха в горно-котловинных ландшафтах Тункинской котловины положительная, указывает на рост температуры за период 1934-2022 гг., равный  $0,2^\circ\text{C}/10$  лет при общей тенденции роста средней годовой температуры по территории России  $0,5^\circ\text{C}/10$  лет [6].

Средняя годовая температура воздуха на модельных площадках Тункинской котловины последних 30 лет (1991-2022 гг.) выше, чем средняя годовая температура периода начала измерений (1934-1960 гг.) на  $1,5^\circ\text{C}$ . Продолжительность периода с температурой выше  $0^\circ\text{C}$  на высоте 1200-1400 м в последние годы достигла температуры, которая была в 30-е годы прошлого века в центре котловины. Суммы температур выше  $1500^\circ\text{C}$  в первой половине XX в. наблюдались до высоты 1400 м, в начале XXI в. суммы температур выше  $1500^\circ\text{C}$  отмечаются на высоте до 1750 м. Граница теплого периода сдвигается на более ранние сроки, то есть переход через  $0^\circ\text{C}$  в сторону положительных температур происходит раньше. На склонах котловины тенденции сдвигов интенсивнее ( $1,7$  дней/10 лет), в отличие от днища ( $1,3$  дней/10 лет).



Полученные в ходе исследования данные могут использоваться для выявления изменений климата в данном районе, а также для проведения многомерного анализа и параметризации в различных численных моделях глобального и регионального климата.

*Работа выполнена в рамках госзадания ИГ СО РАН им. В.Б. Сочавы тема № АААА-А21-121012190059-5 и госбюджетной темы ИМКЭС СО РАН № 121031300158-9.*

### Список литературы

1. State of the Global Climate 2023. WMO-No. 1347, 53 p.
2. Булыгина О.Н., Веселов В. М., Разуваев В.Н., Александрова Т. М «Описание массива срочных данных об основных метеорологических параметрах на станциях России»
3. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Александрова Т. М. «Описание массива данных суточной температуры и количества осадков на метеорологических станциях России и бывшего СССР (TTTR)».
4. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Трофименко Л.Т., Швец Н.В. «Описание массива данных среднемесячной температуры воздуха на станциях России».
5. Василенко, О.В. Автоматический мониторинг температуры и влажности воздуха в горно-котловинных ландшафтах Прибайкалья / О.В. Василенко, Н.Н. Воропай // География и природные ресурсы. – 2022. – Т. 43, № 4. – С. 59-69. – DOI 10.15372/GIPR20220407. – EDN IROGGR.
6. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2023 год. – Москва, 2024. – 104 стр.
7. Пакет программ Стохастическое моделирование. Версия 01 Формулировка и проверка гипотез. [Электронный ресурс]. – <http://irigs.irk.ru/science/im.html> (дата обращения: 20.03.2023).

УДК 551.583

## АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

**Е.В. Носкова, И.Л. Вахнина**

*Институт природных ресурсов, экологии и криологии СО РАН, Чита, elena-noskova-2011@mail.ru*

## AGROCLIMATIC RESOURCES OF WESTERN TRANSBAIKALIA

**E.V. Noskova, I.L. Vakhnina**

*Institute of Natural Resources, Ecology and Cryology, SB RAS, Chita, elena-noskova-2011@mail.ru*

Соотношение тепла и влаги определяет агроклиматические ресурсы территории и ее благоприятность для ведения сельского хозяйства. В условиях климатических изменений представляется важным выявление региональных тенденций агроклиматических параметров. Результаты исследования могут составить научную основу для планирования отраслевых и региональных стратегий адаптации к современным изменениям климата. Анализ выполнен для Селенгинского среднегорья как территории доминирующей в сельскохозяйственном производстве Республики Бурятия (Западное Забайкалье) [2].

В работе были проанализированы суммы средних суточных температур воздуха выше 10 °С; показатели, интегрально характеризующие тепло- и влагообеспеченность территории, в том числе условия увлажнения (засушливости); продолжительность устойчивых периодов свыше 5 и 10 °С, рассчитанные по данным 5 метеорологических станций, расположенных на территории Селенгинского среднегорья (Республика Бурятия), за период с 1950 по 2022 гг. Градация показателей приведена по [1].

Изменения рассматриваемых характеристик на исследуемых станциях происходят достаточно согласованно между метеостанциями, что позволило усреднить данные и далее рассматривать их в целом для исследуемой территории.

Продолжительность периодов свыше 5 и 10 °С в среднем за 73 года составила 158 (с 26 апреля по 1 октября) и 121 (с 15 мая по 13 сентября) дней соответственно. Наблюдается тенденция к увеличению продолжительности периодов. Для 5 °С рост продолжительности обеспечен преимущественно за счет более раннего перехода весной, для 10 °С – как более раннего перехода весной, так и позднего осенью. Линейный тренд данных изменений статистически достоверен за исключением осеннего перехода через 5 °С.

Важным показателем, определяющим удовлетворенность территории в тепле, необходимом для вызревания сельскохозяйственных культур, является сумма активных (выше 10 °С) температур воздуха. Ее значение на территории Селенгинского среднегорья в среднем составляет 1996 °С. За рассматриваемый в работе период суммы температур варьировали от 1613 °С (1957 г.) до 2381 °С (2002 г.). Многолетние изменения суммы активных температур описываются достоверным положительным трендом, рост составил 42 °С/10 лет.

В среднем исследуемая территория за 1950-2022 гг. характеризуется полусухими условиями по коэффициенту увлажнения Высоцкого-Иванова ( $KУ=0,46$ ); достаточной (оптимальной) влагообеспеченностью по гидротермическому коэффициенту увлажнения Селянинова ( $ГТК=1,04$ ) и нормальными услови-

ями увлажнения по значениям индекса засушливости А.Д. Педея ( $S_i=0,00$ ). По индексу биологической эффективности климата (ИБЭК) Селенгинское среднегорье относится к территориям с низким уровнем экологического потенциала (9), что по шкале устойчивости геосистем определяет ее как неустойчивую.

Годы с условиями повышенного увлажнения по всем трем показателям (КУ – полувлажные (семигумидные); ГТК – избыточная влагообеспеченность;  $S_i$  – влажные (слабое избыточное увлажнение)) фиксировались в 1959, 1973 и 1985 гг. Наиболее высокие значения ИБЭК, характеризующие средний уровень экологического потенциала и умеренно устойчивые условия, отмечались в 1959, 1962, 1964, 1967, 1973, 1985, 1990, 2000 и 2021 гг.

Засушливые условия по всем трем показателям (КУ – сухие (аридные); ГТК – очень низкая влагообеспеченность (средняя засуха);  $S_i$  – засушливые условия (слабая засуха)) выявлены только в 1980 г. По  $S_i$  практически все годы с засушливыми условиями (слабая засуха) приходятся только на XXI век (2002, 2007, 2010, 2015, 2017, 2019 гг.) в то время как в предыдущий период 1950-2000 гг. выделяется только один год со слабой засухой (1980 г.).

Коэффициенты КУ, ГТК и ИБЭК имеют большую значимую связь с атмосферными осадками, коэффициенты корреляции за теплый период находятся в пределах 0,92-0,94, в то время как  $S_i$  значимо связан как с атмосферными осадками ( $r=-0,65$ ) так и температурами воздуха ( $r=0,86$ ).

В многолетнем ходе рассматриваемых параметров прослеживается цикличность, свойственная режиму выпадения атмосферных осадков [3]. По результатам анализа Фурье для КУ, ГТК,  $S_i$  и ИБЭК были выделены значимые циклы на периодах около 3, 8-15, 18-24 лет, выявление более продолжительных циклов ограничено длиной используемых в работе рядов данных.

На территории Селенгинского среднегорья с середины XXI века ресурсы тепла за вегетационный период имеют тенденцию к увеличению. Рост температуры приводит к повышению испаряемости, что на фоне цикличности в режиме выпадения атмосферных осадков вызывает значительное снижение увлажненности территории в годы с наименьшим количеством осадков. За 73-летний период наблюдений большое число засушливых лет отмечалось с начала XXI века.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИППЭК СО РАН по теме «Механизмы обеспечения экономической устойчивости и экологической безопасности в новой модели развития регионов Востока РФ в условиях трансграничных отношений и глобальных вызовов 21 в.» (№ гос. регистрации 121032200126-6).*

### **Список литературы**

1. Галимова Р.Г., Переведенцев Ю.П., Яманаев Г.А. Агроклиматические ресурсы Республики Башкортостан // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. – 2019. – № 3. – С. 29–39.
2. Макаров А.В. Экономико-географическое обоснование территориальной организации сельского хозяйства Республики Бурятия: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук. – Улан-Удэ, 2004. – 22 с
3. Обязов В.А., Носкова Е.В. Многолетние изменения агроклиматических ресурсов Забайкалья // Вестник Забайкальского государственного университета. – 2015. – № 8(123). – С. 20–29.

УДК 556.53

## **ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ НАВОДНЕНИЯХ В ПРИБАЙКАЛЬЕ**

**О.П. Осипова, Н.В. Кичигина**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, olga@irigs.irk.ru, nkichigina@mail.ru*

## **FEATURES OF ATMOSPHERIC CIRCULATION DURING EXTREME FLOODS IN THE BAIKAL REGION**

**O.P. Osipova, N.V. Kichigina**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, olga@irigs.irk.ru, nkichigina@mail.ru*

### **Введение**

С конца XX века все чаще наблюдаются различные погодные экстремумы на всей планете. В последние десятилетия отмечается увеличение числа катастрофических паводков во многих регионах России. Одним из основных факторов, влияющих на рост количества наводнений и других стихийных бедствий, связанных с осадками, является циркуляция атмосферы. В настоящее время наиболее опасными среди всех наводнений Иркутской области являются паводочные (дождевые) наводнения. Они имеют наибольшую повторяемость, площади затопления и силу воздействия и характеризуются наибольшими экономическими ущербами, количеством эвакуированных людей и принесенных человеческих жертв. К тому же в настоящее время прогнозируемость таких наводнений, определяемая степенью успешности прогнозов

осадков, как правило, достаточно низкая. Западные районы Иркутской области, включающие хребты и предгорья Восточного Саяна в бассейнах левых притоков Ангары Оки, Ии, Уды и Бирюсы, относятся к самым паводково опасным территориям области. Здесь располагается наибольшее количество затапливаемых населенных пунктов, в том числе, города: Тулун, Нижнеудинск, Иркутск, Зима, Ангарск. Ущерб населенным пунктам, сельскохозяйственным и промышленным предприятиям на этих плотно заселенных и хорошо освоенных территориях может быть очень большим [1, 2]. Основная цель настоящего исследования состоит в оценке особенностей атмосферной циркуляции при формировании экстремальных осадков и паводочных наводнений на реках Прибайкалья.

### **Материалы и методы**

Объектами исследования стали бассейны левых притоков Ангары – Иркутка, Китоя, Белой, Оки, Ии, Уды, Бирюсы, а также реки Южного Байкала. Рассмотрены экстремальные паводочные наводнения на реках Прибайкалья в 1971 и два наводнения в 2019 гг., принесшие наибольший материальный ущерб и человеческие жертвы. Были использованы данные Росгидромета по уровням на гидропостах [3] и по атмосферным осадкам на метеостанциях (meteo.ru). Для данных наводнений определено превышение на гидропостах критических уровней воды Нкр, соответствующих началу наводнения [4] и выполнен анализ атмосферных осадков. В качестве исходных данных для анализа поля приземного давления, высоты геопотенциала (AT-850, AT-700, AT-500, AT-300), полей содержания потенциально накопленной влаги строились композитные карты за разные периоды (<https://www.esrl.noaa.gov>). Для анализа направлений переноса воздушных масс, поступавших в район исследования, использовалась модель обратных траекторий HYSPLIT (<http://ready.arl.noaa.gov/hypub-bin/trajsrc.pl>) [5, 6]. В качестве метеорологического архива модели использовались данные реанализа NCEP/NCAR [7]. Для идентификации типов погоды мы использовали объективную классификацию Дженкинсона и Коллисона (ДК) [8]. Ее преимуществами являются объективность и возможность использования данных реанализов. Метод Дженкинсона и Коллисона может быть применен к любому региону средних и высоких широт (~30–70°) [9, 10].

### **Результаты и обсуждение**

**Особенности синоптической ситуации (24-28.07.1971).** Погода у поверхности земли в районе исследования 24-25 июля определялась влиянием ложбины с юга от циклона, с центром над Монголией. 26 июля на территорию исследования произошёл сильный заток холода с севера в приземном слое, и с запада – на уровне средней тропосферы. Очаг холода сохраняется до конца июля. У поверхности земли центр циклона смещается на районы Забайкалья, где стационарирует, так как его блокирует барический гребень, распространявшийся с западного побережья Тихого океана. Циклон, интенсивность которого поддерживалась двухсторонней адвекцией температуры, находясь в очаге тропосферного холода, способствовал сильным и очень сильным осадкам, выпавшим на территорию исследования 25-28 июля. Максимальное количество осадков (260 мм) было зафиксировано на метеостанции Хамар-Дабан 26 июля, что стало максимумом за все годы для июля. Такие сильные осадки и спровоцировали дождевой паводок на реках.

**Особенности синоптической ситуации (дождевой паводок 24-30.06.19).** В нижних слоях тропосферы 24 июня сформировался циклон с центром над севером Монголии, а к западу Иркутской области сместился холодный атмосферный фронт. Города Тулун и Нижнеудинск оказались на северной периферии циклона под влиянием северных и северо-восточных воздушных потоков. Малоподвижный холодный атмосферный фронт с волной в районе Тулуна наблюдался 25 – 26 июня у поверхности земли в глубокой ложбине, ориентированной с юго-востока. После прохождения холодного атмосферного фронта на территорию исследования произошёл сильный заток холода.

Во всей тропосфере 24-26 июня наблюдалась область интенсивных восходящих движений с центром в районе бассейна рек Уда и Ия. Параллельно над районом сформировался очаг высокого содержания потенциально накопленной влаги. В тандеме с восходящими вертикальными движениями накопленная влага выпала в виде сильных осадков. Максимальное количество осадков наблюдалось на территориях Нижнеудинского (106–140 мм) и Тулунского (85–218 мм) районов, что составило 1,5 и 4 месячные нормы соответственно. Это были фронтальные осадки, которые и стали триггером для катастрофического дождевого паводка.

**Особенности синоптической ситуации (дождевой паводок 25-30.07.19).** Над районом исследования с 25 июля в средней тропосфере наблюдался антициклон. 26 июля у поверхности земли была область малоградиентного циклонического поля, а на картах AT-500 прослеживался небольшой высотный циклон. С запада с 26 по 29 июня в район исследования перемещался холодный атмосферный фронт со скоростью 12-18 км/час. Как в приземном слое, так и на высотах преобладало циклоническое поле, что способствовало формированию интенсивных восходящих вертикальных движений в области циклона. Над бассейнами Уды и Ии 26-29 июля общее количество влаги в столбе воздуха достигало 30 мм, что реализовалось при восходящих движениях в интенсивные осадки. На территории Тулунского района выпало 122–136 мм осадков (106–143 % от месячной нормы). В Нижнеудинске выпало 112 мм осадков, что составило 108 % от месячной нормы.

**Синоптическая классификация.** Во второй половине июля 1971г. наблюдалось 6 типов погоды, согласно классификации ДК. Наибольшая повторяемость была у типов С (5 дней, 29 %), U (5 дней, 29 %) и А (3 дня, 17 %). Остальные 3 типа (адвективные N, NE и циклонический CNE) наблюдались всего 1 или 2 дня. Непосредственно для периода дождевого паводка (26-28.07.1971 г.) наблюдался циклон (тип С). В июне – июле 2019 г. (первая и вторая волна паводков) наблюдалось 15 типов погоды согласно классификации ДК. Наибольшая повторяемость была у типов А (16 дней, 26 %), U (16 дней, 26 %) и С (12 дней, 20 %), а также адвективного типа NE (3 дня, 5 %). Остальные 11 типов наблюдались всего 1 или 2 дня. Такое распределение типов погоды в целом соответствует каталогу типов погоды, составленному для Восточной Сибири [11]. Для первой волны паводка с 24 по 26 июня наблюдался циклон (тип С), который сменили адвективный тип NE (27.06) и циклонический CSE (28.06). Для второй волны паводка с 24 по 27 июля также наблюдался циклон (тип С), который сменил адвективный тип N (28 и 29 июля).

**HYSPLIT анализ траекторий воздушных масс (ВМ).** Для анализа траекторий направления переноса воздушных частиц, ассоциируемых с воздушными массами (ВМ), поступавшими в район исследования, использовалась модель обратных траекторий HYSPLIT. Были построены 120 ч обратные траектории, соответствующие центрам районов исследования. Выбрано 3 уровня: приземный слой – 500 м, нижняя тропосфера – 1500 м, средняя тропосфера – 5500 м.

Для случая июля 1971 г. траектории построены для бассейна Иркутка. В приземном слое атмосферы воздушные массы поступали с севера и северо-востока, а на уровне средней тропосферы – с запада. Такая ориентация воздушных потоков в приземном слое относительно горной гряды Восточных Саян могла вызвать вынужденную конвекцию в потоках, натекающих на горные склоны, что спровоцировало выпадение интенсивных осадков. Для июня 2019 г. траектории строились для бассейнов рек Ии и Уды в районе Тулуна и Нижнеудинска. За пять суток, предшествующим сильным осадкам, воздух в нижней и средней тропосфере перемещался в район исследования с юго-запада, в том числе и из субтропических районов Средней Азии, в приземном слое – из районов юга Западной Сибири.

Для случая июля 2019 г. ситуация с переносом воздушных масс несколько другая. Для бассейнов Ии и Уды на разных уровнях происходило перемещения ВМ из разных районов. В предшествующие 5 суток до 27 июля 2019 г. в приземном слое воздух перемещался с востока, с побережья Охотского моря, принося морской, насыщенный влагой воздух. В нижней тропосфере ВМ циркулировала в районе исследования с небольшими скоростями, не трансформировалась за счет адвекции, а в средней тропосфере присутствовал интенсивный западно-восточный перенос, с которым поступал трансформированный над континентом воздух. Для бассейна Иркутка на всех трех уровнях воздушные массы перемещались из южных и юго-западных районов Монголии.

### **Заключение**

Одной из основных причин экстремально высоких значений осадков, а впоследствии, и наводнений в бассейнах левых притоков Ангары и рек южного Байкала, стали особенности развития синоптических процессов. Интенсификация осадков в первом паводке 2019 года связана с активным участием во фронтальных процессах термически контрастных воздушных масс. В целом основные факторы, определившие интенсивность катастрофических паводков следующие: 1) активный процесс циклогенеза; 2) резкое усиление меридиональных залоков холода и тепла и развитие блокирующих процессов; 3) наличие высокого содержания потенциально накопленной влаги, поля восходящих вертикальных движений и вынужденной конвекции в предгорьях; 4) местные орографические условия.

*Работа выполнена в рамках темы НИР № АААА-А21-121012190059-5.*

### **Список литературы**

1. Кичигина Н.В. Опасность паводочных наводнений в бассейнах левых притоков Ангары // География и природ. ресурсы. – 2020. – № 4. – С. 45–55. – DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2020-4(45-55)
2. Кичигина Н.В. Опасность наводнений на реках Байкальского региона // География и природ. ресурсы. – 2018. – № 2. – С. 41–51.
3. Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водных объектов (АИС ГМВО) [Электронный ресурс]. – <https://gmvo.skniivh.ru> (дата обращения 26.06.2024).
4. Ресурсы поверхностных вод СССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – Т. 16, вып. 2. – 586 с.; 1973. – Т. 16, вып. 3. – 400 с.
5. Rolph G., Stein A., Stunder B. Real-time Environmental Applications and Display system: READY // Environmental Modelling & Software. – 2017. – Vol. 95. – P. 210–228.
6. Stein A., Draxler R., Rolph G., Stunder B. and Cohen M. NOAA's HYSPLIT atmospheric transport and dispersion modeling system // Bulletin of the American Meteorological Society. – 2015. – Vol. 96. – P. 2059–2077.
7. Kalnay E., Kanamitsu M., Kistler R., Collins W., Deaven D., Gandin L., Iredell M., Saha S., White G., Woollen J., Zhu Y., Leetmaa A., Reynolds R., Chelliah M., Ebisuzaki W., Higgins W., Janowiak J., Mo K.C., Ropelewski C., Wang J., Jenne R., Joseph D. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project // Bulletin of the American Meteorological Society. – 1996. – Vol. 77. – P. 437–471.

8. Jenkinson A.F., Collison F.P. An Initial Climatology of Gales over the North Sea // Synoptic Climatology Branch Memorandum. – 1977. – Vol. 62. – P. 18.
9. Jones P.D., Hulme M., Briffa K.R. A comparison of Lamb circulation types with an objective classification scheme // Intern. Journ. of Climatology. – 1993. – Vol. 13. – P. 655–663.
10. Jones P.D., Harpham C., Briffa K.R. Lamb weather types derived from reanalysis products // Intern. Journ. of Climatology. – 2013. – Vol. 33. – P. 1129–1139.
11. Osipova O.P., Osipov E.Y. Objective classification of weather types for the Eastern Siberia over the 1970–2020 period using the Jenkinson and Collison method // Atmospheric Research. – 2022. – Vol. 277. – P. 106291.

УДК 504.45

**К ПРОБЛЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ СОДОВЫХ ОЗЕР ЗАБАЙКАЛЬЯ:  
МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ И ГАЗОВЫЙ СОСТАВ ВОД**

**А.М. Плюснин, Р.С. Черниговский**

*Федеральное бюджетное учреждение науки Геологический институт им. Н.Л. Добрецова СО РАН,  
г. Улан-Удэ, plusnin@ginst.ru*

**ON THE PROBLEM OF THE FORMATION OF SODA LAKES IN TRANSBAIKALIA:  
GAS AND TRACE ELEMENT COMPOSITION OF WATERS**

**A.M. Plyusnin, R.S. Chernigovski**

*Federal Budgetary Institution of Science N.L. Dobretsov Geological Institute SB RAS, Ulan-Ude  
plyusnin@ginst.ru*

**Введение**

Образование содовых минеральных озер в Забайкалье многими исследователями связываются с процессами взаимодействия воды с алюмосиликатными горными породами и процессами испарительного концентрирования [1, 3]. С.Л. Шварцев указывал, что их формирование определяется процессом «равновесно-неравновесного» взаимодействия воды с породой, при котором достигается равновесие воды с вторичными минералами, но не достигается с эндогенными минералами и, поэтому продолжается неограниченно длительное время [8]. В результате формируются твердые фазы гидроксидов алюминия, железа, глинистых минералов, карбонатов кальция, магния и др. химических элементов. Происходит стадийное образование вторичных минералов по мере достижения произведения растворимости относительно химических элементов слагающих твердую фазу.

Считается, что образование содовых вод происходит, когда за счет гидролиза алюмосиликатов в растворе накапливаются щелочноземельные элементы, устанавливается щелочная среда, за счет разложения растительного детрита накапливается карбонат-ион. В результате протекания этих не связанных друг с другом процессов достигается произведение растворимости относительно карбонатных минералов, они кристаллизуются, из раствора постепенно исчезает кальций и магний. После высаживания из раствора карбонатов доминирующим катионом в содовых озерах становится натрий (от 66 до 99 мг-экв. %), а в анионном составе гидрокарбонат и карбонат-ионы (41-93 мг-экв. %).

В зависимости от степени взаимодействия воды с породой с ними могут конкурировать сульфат-ион и хлорид-ион. Наиболее распространены озера с  $pH > 9$ , что объясняется доминированием в анионном составе продуктов диссоциации слабой угольной кислоты. Качественный и количественный состав микрокомпонентов в озерах варьирует в очень широких пределах. Максимальные значения (свыше 1 мг/л) характерны для Br, Fe и Sr. До первых мг/л концентрируются Li, U; содержание Al, V, As, Se, Ge составляет сотни мкг/л; W, Mo, Ba, Y, Sc, Rb, Zn – десятки мкг/л [1]. Многообразие микроэлементного состава вод объясняется различным химическим составом выветривающихся на водосборной территории пород, а устойчивость в растворе – образованием комплексных соединений.

Но минеральные озера существуют длительное время, которое исчисляется тысячами лет. Так по данным радиоуглеродного датирования карбонатного вещества в озере Верхнее Белое (Западное Забайкалье) установлен возраст 10800 лет [7]. Длительное существование озер в меняющихся климатических условиях невозможно без подземного питания за счет разгрузки трещинно-жильных вод, так как режим разгрузки подземных вод не подвергается значительным колебаниям и обеспечивает постоянное наполнение озера. Поэтому направленность метаморфизации химического состава озер, которая происходит при испарении и вымораживании, не может не испытывать воздействия газового и химического состава разгружающихся в них трещинно-жильных вод. Известно, что метаморфизации химического состава воды по содовому направлению благоприятствует присутствие в воде избыточного количества углекислого газа [4].

На рассматриваемой территории происходит разгрузка более 240 источников углекислых минеральных вод [2]. Под воздействием углекислоты в минеральной воде происходит интенсивное химическое разрушение полевых шпатов, кварца, серицита, биотита с образованием гидрокарбоната кальция, магния, натрия,

кремниевой кислоты. Кислая среда в результате реакции гидролиза становится нейтральной, затем щелочной, из раствора высаживаются вторичные минералы – каолинит, карбонаты кальция, магния. В районе разгрузки источников за счет протекания химических и микробиологических процессов формируются травертиновые отложения. В последние годы установлено, что углекислый газ, поступающий из недр, может находиться в состоянии флюида. В этом состоянии он, как жидкость, способен растворять в себе химические элементы, имеющие с ним близкое химическое родство. Поэтому в углекислых минеральных водах обнаруживается ассоциация химических элементов Mn, Nb, Hf, Zr, высокие содержания этих элементов, не соответствуют их содержанию в горных породах [5]. Некоторые из них практически не растворимы в воде.

Необходимо отметить, что выходы углекислого газа могут и не сопровождаться формированием источников минеральных вод из-за отсутствия воды в горных породах. Такие выходы «сухих» струй встречаются в окрестностях месторождений углекислых вод «Дарасун», «Кука», в районе Халютинского, Романовского источников, в окрестностях г. Балей и др. местях. Вероятно, это широко распространенное явление в рассматриваемом регионе, на которое исследователи не обратили еще достаточного внимания. Сухие струи углекислого газа движутся с большой глубины по разрывным нарушениям и могут оказывать воздействие на химический состав воды в озерах.

В представленной работе на примере содового озера Нижнее Белое, расположенного в Западном Забайкалье, сделана попытка объяснить некоторые закономерности формирования микроэлементного, газового состава вод минеральных озер Забайкалья.

### Материалы и методы

Для отбора проб газа была использована специально созданная установка, с помощью которой удалось опробовать газ из нижней части зоны аэрации. Установка представляет собой трубу с помещенным в нее стержнем со шлицом, к которому подсоединен насос. Поток откачиваемого газа с помощью переключателя может направляться в емкость для отбора пробы. Также взяты пробы спонтанно выделяющегося газа из донных отложений озера. Кроме того произведено опробование жидкого аэрозоля, выделяющегося из почвы. Этот аэрозоль собирался в виде конденсата, по профилю, заложенному в крест простирания разрывного нарушения, в местах опробования газа, расстояния между точками >100 м. Методика отбора была описана ранее [6]. Также произведено опробование озерной воды. Исследование химического состава водных проб проведено методом ИСП МС.

### Результаты и их обсуждение

Состав газов в нижней части зоны аэрации отличается от атмосферного воздуха (рис.1).

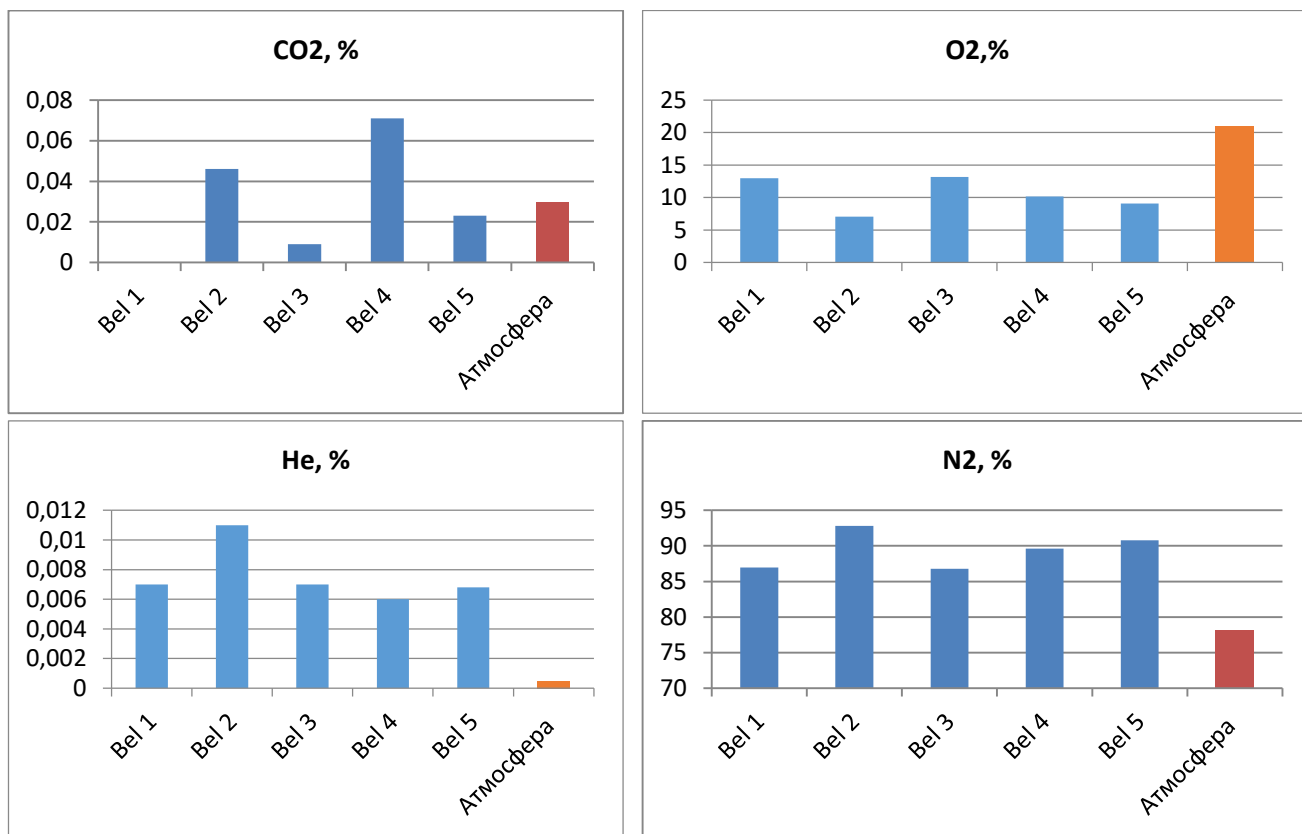


Рис. 1 Гистограмма распределения содержания некоторых газов в нижней части зоны аэрации.

Во всех пробах содержание гелия и азота выше, чем в воздухе. В двух пробах установлено повышенное содержание углекислого газа. Содержание кислорода во всех пробах меньше атмосферного. Метан в этих пробах не обнаружен. На распределение газов, несомненно, оказывает влияние разрывное нарушение, по которому в озеро разгружаются трещинно-жильные воды. Газ, выделяющийся из донных отложений, представлен в основном азотом, в небольших количествах присутствуют другие газы, в том числе метан.

Общая минерализация в озере составляет 13 г/дм<sup>3</sup>, в конденсационных водах изменяется от 8 до 73 мг/дм<sup>3</sup>. В анионном составе доминирует гидрокарбонат-ион, в значимых количествах присутствуют сульфат-ион и хлорид-ион. Среди катионов в озерной воде и трех пробах конденсата доминирует натрий в одной пробе конденсата – кальций (Bel-5). Микроэлементный состав конденсационных вод в значительной степени отличается от озерной воды (таблица). Они характеризуют химический состав трещинно-жильных вод.

Таблица

Микроэлементный состав конденсационных вод и озера Нижнее Белое, мкг/дм<sup>3</sup>

| Проба                | Al  | Cr   | Mn   | Fe   | Sr  | Zr    | Sn    | ∑PЗЭ  | Ni   | Cu   | Zn   | Mo   | W     | Pb   |
|----------------------|-----|------|------|------|-----|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|------|
| П.О.                 | 20  | 1    | 0.4  | 50   | 0.4 | 0.2   | 0.1   | 0.202 | 0.7  | 5    | 8    | 0.2  | 0.03  | 0.2  |
| Bel-1                | 186 | 0.89 | 13   | 210  | 7.2 | 0.24  | 0.136 | 1.226 | 0.81 | 2.3  | 7.2  | 7.9  | 0.089 | 2    |
| Bel-2                | 67  | 0.87 | 10.2 | 79   | 6.3 | 0.135 | 0.84  | 0.394 | 0.85 | 3.4  | 10.5 | 0.34 | 0.086 | 1.85 |
| Bel-4                | 169 | 2    | 45   | 155  | 24  | 0.35  | 1.31  | 0.777 | 3.9  | 34   | 52   | 1.58 | 0.23  | 4.6  |
| Bel-5                | 7.3 | 0.73 | 23   | 17.3 | 2.6 | 0.021 | 0.049 | 0.243 | 0.52 | 0.56 | 4    | 0.15 | 0.117 | 1.56 |
| Нижнее Белое (Bel-8) | 230 | 3.8  | 28   | 420  | 620 | 42    | 0.17  | 2.158 | 3.2  | 21   | 26   | 57   | 3.6   | 4.3  |

Конденсационные воды характеризуются относительно высоким содержанием ряда микроэлементов, среди которых выделяются марганец, олово, никель, медь, цинк, свинец, концентрация которых в пробе конденсата, отобранной в пределах разлома с аномально высоким содержанием углекислого газа, превышает концентрацию, установленную в озерной воде. В целом можно видеть, что содержание микроэлементов в конденсате изменяется в значительных пределах. Это может быть связано с различной проницаемостью зоны разлома, в пределах которого могут быть практически непроницаемые участки (Bel-5). Вероятно, распределение микроэлементов в составе конденсационных вод отражает геохимические особенности вод разгружающихся в различных частях разлома. Судя по дисперсии распределения микроэлементов, их поступление в раствор связано с протеканием различных процессов. Синим цветом выделены микроэлементы, которые могут быть привнесены потоком углекислого газа. Красным цветом выделены элементы, поступающие из пород в результате гидролиза алюмосиликатов.

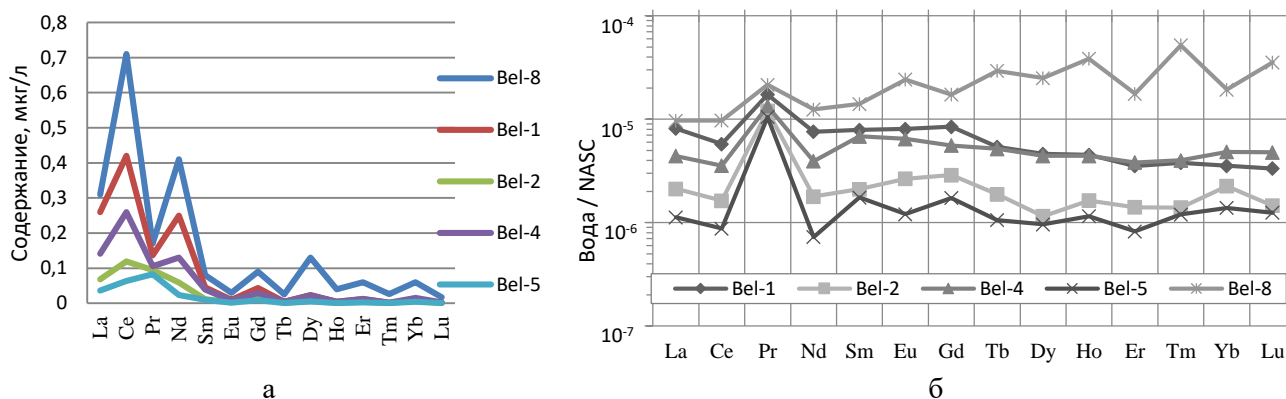


Рис. 2. Гистограмма распределения РЗЭ в конденсационных водах и озерной воде (А) и их значения, нормированные по северо-американскому сланцу (Б).

РЗЭ в воде озера и конденсационных водах имеют разный характер распределения (рис.2). В озерной воде преобладают тяжелые, а в конденсационных водах легкие РЗЭ. Это указывает на различные источники их поступления в воды.

### Выводы

Содовые минеральные озера представляют собой полигенетические образования. Формирование ресурсов и химического состава, заключенной в них воды происходит под воздействием нескольких факторов. Среди них можно выделить сток поверхностных вод, разгрузку трещинно-жильных вод, воздействие эманаций потока флюидов из недр земли. Соотношение между этими факторами определяет микроэлементный и газовый состав озерных вод.

*Работа выполнена в рамках проекта ААА-А21-121011890033-1. Геоэкологические риски и экстремальные природные явления Сибири и Дальнего Востока.*

## Список литературы

1. Борзенко, С.В. Геохимия соленых озер Восточного Забайкалья. Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. Томск, 2018, 42 с.
2. Кулаков В.В., Сидоренко С.В. Минеральные воды и лечебные грязи Приамурья. Хабаровск: Изд-во ДВГМУ, 2017. – 474 с.
3. Минеральные воды южной части Восточной Сибири. В 2 т. Т. 1. Гидрогеология минеральных вод и их народнохозяйственное значение / АН СССР. Сиб. отд-ние Вост.-Сиб. геол. ин-т; под ред. В.Г. Ткачук, Н.И. Толстихина. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – 346 с.
4. Плюснин А. М., Украинцев А. В., Чернявский М. К., Перязева Е. Г., Ангахаева Н. А. Факторы и процессы образования соленого озера на берегу Байкала. Водные ресурсы, 2021, том 48, № 2, с. 194–206. DOI: 10.31857/S0321059621020097
5. Плюснин А.М. Воздействие глубинных геологических процессов на химический состав углекислых минеральных вод северо-восточной Азии. Добрецовские чтения: Наука из первых рук: Материалы первой Всероссийской научной конференции, посвященной памяти Н.Л. Добрецова. – Новосибирск: СО РАН, 2022. – 378 с. С. 250-253.
6. Плюснин А. М., Воронина Ю. С., Украинцев А. В., Чернявский М. К., Перязева Е. Г., Чебыкин Е. П. Загрязнение атмосферы от хранилищ отходов добычи и переработки вольфрам-молибденовых руд. Геохимия, 2023, том 68, № 12, с. 1295–1311. DOI: 10.31857/S0016752523110092
7. Солотчина Э.П., Скляр Е.В., Солотчин П.А., Вологина Е.Г., Столповская В.Н., Склярова О.А., Ухова Н.Н. Реконструкция климата голоцена на основе карбонатной осадочной летописи малого соленого озера Верхнее Белое, Западное Забайкалье // Геология и геофизика – 2012. – Т. 53. – № 12. – С. 1756-1775.
8. Шварцев, С.Л. Гидрогеохимия зоны гипергенеза / С.Л. Шварцев. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Недра, 1998. – 366 с.

УДК 551.345:551.350.54

### РЕАКЦИЯ ЛЬДИСТЫХ БЕРЕГОВ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО МОРЯ НА КРАТКОВРЕМЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ШТОРМОВОГО ВОЛНЕНИЯ

С.О. Разумов

*Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, Якутск, razum55@mail.ru*

### THE RESPONSE OF THE ICY-RICH COST OF THE EAST SIBERIAN SEA TO THE SHORT-TERM IMPACT OF STORM SURGE

S.O. Razumov

*Melnikov Permafrost Institute SB RAS, Yakutsk, razum55@mail.ru*

Одним из факторов термоабразии исследуемых берегов являются штормовые ветры морских румбов, возникающие вследствие формирования резких градиентов давления в атмосфере. Эти ветры индуцируют сгонно-нагонные колебания уровня моря и поток волновой энергии в сторону берега. Указанные гидрометеорологические возмущения - единственный источник энергии для активного развития деструктивных береговых криогенных процессов. В восточных арктических морях России пространственные масштабы этих возмущений составляют от десятка до первых сотен километров, временные – от нескольких часов до первых сотен часов. Они носят непериодический пульсирующий характер в течение безледного времени, причем импульсы активности местной атмосферной циркуляции и, следовательно, гидродинамических процессов, весьма кратковременны.

Наблюдения за реакцией льдистых берегов на воздействия моря в экстремальных штормовых условиях 12-13 августа 1990 г. проведены автором в районе мыса Крестовского Восточно-Сибирского моря. Разрушаемый морем береговой уступ высотой 2 м сложен озерно-термокарстовыми супесчано-суглинистыми осадками с объемной льдистостью 50%. В течение всего шторма проводились измерения гидрометеорологических характеристик (таблица), а также скорости термоабразионного отступления исследуемого участка берега. Это единственный пример наблюдений за отступанием берега Восточно-Сибирского моря во время разрушительного шторма. Прямые многочасовые измерения отступления берегов во время штормов в восточных арктических морях не проводились, кроме описываемого случая.

Измерения скорости ветра, колебания уровня моря и температуры воздуха и воды проведены автором с помощью ручного анемометра, мерной рейки, установленной в ближайшем к участку ручье, и специализированных ртутных термометров, и термисторов. Высота  $h$ , длина  $\lambda$ , период  $\tau$  и частота  $\omega$  волн рассчитывались по формулам:  $h = 0,0151 \cdot z^{0,342} \cdot v \cdot \sqrt[3]{X}$ ,  $\lambda = 0,104 \cdot z^{0,573} \cdot v \cdot \sqrt[3]{X}$ ,  $\tau = \sqrt{\lambda}$  и  $\omega = 2\pi/\tau$ , где  $v$  – скорость ветра, м/с,  $X$  – длина разгона волн (на мелководье не более 10 км),  $z$  – глубина моря вблизи берегового уступа. Приведенные выражения для высоты, длины и периода волн сформулированы на основе установленных закономерностей развития волнения на мелководье [5]. Величина отступления берега измерялась с помощью ранее выставленной реперной сети.



Гидрометеорологические условия динамики берегов в районе мыса Крестовского Восточно-Сибирского моря 12-13 августа 1990 г.

| Время, час | Скорость ветра, м/с | Отклонение уровня моря, м | Температура воздуха, °С | Температура воды, °С | Высота волн, м | Длина волн, м | Частота волн, рад/с |
|------------|---------------------|---------------------------|-------------------------|----------------------|----------------|---------------|---------------------|
| 0          | 9                   | 0,3                       | 9                       | 12,0                 | 0,2            | 1,0           | 6,2                 |
| 2          | 13                  | 0,6                       | 9                       | 2,7                  | 0,4            | 2,2           | 4,3                 |
| 4          | 20                  | 1,5                       | 7,1                     | 1,8                  | 0,7            | 5,4           | 2,7                 |
| 6          | 20                  | 1,5                       | 6,2                     | 2,0                  | 0,7            | 5,6           | 2,6                 |
| 8          | 18                  | 1,4                       | 5                       | 2,7                  | 0,7            | 5,1           | 2,8                 |
| 13         | 16                  | 1,1                       | 5                       | 1,8                  | 0,5            | 3,8           | 3,2                 |
| 18         | 14                  | 0,9                       | 5,2                     | 1,8                  | 0,5            | 3,0           | 3,6                 |
| 24         | 15                  | 0,9                       | 4,8                     | 1,8                  | 0,6            | 3,2           | 3,5                 |
| 26         | 15                  | 0,8                       | 5,3                     | 2,0                  | 0,5            | 3,0           | 3,6                 |
| 32         | 13                  | 0,6                       | 5,2                     | 2,0                  | 0,4            | 2,2           | 4,3                 |
| 37         | 11                  | 0,4                       | 4,6                     | 2,7                  | 0,3            | 1,5           | 5,2                 |
| 40         | 10                  | 0,3                       | 5                       | 2,7                  | 0,2            | 1,1           | 5,9                 |
| 44         | 10                  | 0,3                       | 5                       | 2,7                  | 0,2            | 1,1           | 5,9                 |
| 48         | 6                   | 0,1                       | 4,9                     |                      | рябь           |               |                     |

Через 2 часа после начала шторма были полностью смыты оттаявшие отложения, покрывающие береговой уступ, мощность которых, по измерениям автора, составляла до шторма 0,7-0,8 м. Средняя скорость разрушения берега в это время 0,4 м/час. Затем в течение 42 часов разрушались многолетнемерзлые породы берегового уступа с постепенно снижающейся скоростью термоабразии (рис. 1). Известно, что развитие шторма (изменения скорости ветра и элементов волн, колебания уровня моря) обычно начинается с фазы усиления, которая длится от нескольких часов до первых десятков часов. Затем наступают поочередно фазы стабилизации и затухания шторма, продолжительность которых составляет от нескольких десятков часов до нескольких суток. В рассматриваемом случае фаза усиления шторма продолжалась 8 часов от его начала. В течение этого времени берег отступил на 3,8 м со скоростью 0,4-0,54 м/час. В фазу стабилизации, которая имела место в интервале 8-26 часов от начала шторма, берег отступил на 3,2 м со скоростью 0,1-0,3 м/час, в фазу затухания (интервал 26-44 часа) – на 1,5 м со скоростью 0,03-0,1 м/час. В течение всего шторма берег отступил на 8,5 м.

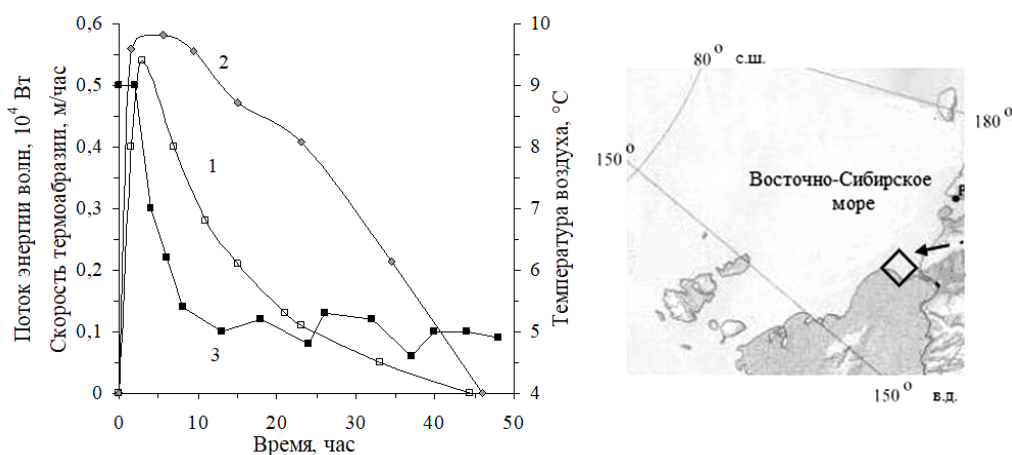


Рис. 1. Динамика ледистых берегов в районе мыса Крестовского Восточно-Сибирского моря в связи с изменениями их устойчивости к внешним воздействиям и потока энергии волн вблизи берега. 1 – скорость термоабразии, м/час, 2 – секундный поток энергии волн на 1 м береговой линии,  $10^4$  Вт, 3 – температура воздуха, °С.

Изменения скорости термоабразии в интервале от кульминации фазы усиления шторма до его окончания (интервал 3-44 часа от начала шторма) описывается приблизительно уравнением

$$v(t) = v_0 \exp[-0,08(t - t_0)],$$

$t$  – время, час,  $v_0$  – скорость во время кульминации фазы усиления шторма  $t_0$ . В рассматриваемом случае:  $t_0 = 3$ ,  $t \geq 3$ ,  $v_0 = 0,54$  м/час.

Анализ данных измерений показал, что наблюдаемые морские ледистые берега наиболее интенсивно разрушаются в течение фазы усиления шторма. При переходе шторма в фазу стабилизации скорость термоабразии снизилась более чем в 2 раза, хотя скорость ветра и высота нагонного уровня моря были вполне

достаточны для более интенсивного разрушения берегов (см. табл. 1). Отметим, температура воды, омывающая льдистое обнажение берегового уступа в процессе термоабразии, после 2 часов от начала шторма уже мало изменялась. Вариации температуры воды, вовлекаемой в термоабразионный процесс, в пределах 1,8-2,7°C в принципе не могли заметно повлиять на значительные изменения скорости отступления берега. По-видимому, эти изменения связаны с резким понижением температуры воздуха от 9 до 5°C, которое произошло в фазе усиления шторма, в интервале 2-8 часов от его начала. При этом температура воздуха и скорость термоабразии понижались синхронно (см. рис. 1). Следовательно, в течение фазы усиления шторма происходит повышение устойчивости берегового уступа к воздействиям моря в связи с понижением температуры воздуха. Именно этим обусловлено снижение скорости разрушения берега, поскольку в указанных условиях поток энергии волн оставался практически неизменным, 5,6-5,8 кВт.

Закономерности изменений устойчивости термоабразионных берегов под воздействием положительной температуры воздуха рассматривались в работах Института мерзлотоведения СО РАН [1]. Например, установлено, что с понижением средней температуры воздуха безледного времени устойчивость льдистых береговых уступов возрастает. Во время стабилизации и затухания шторма температура воздуха мало изменялась, в пределах 4,6-5,3°C. В это время понижение скорости отступления берегов было обусловлено уменьшением потока энергии волнения в связи с изменениями скорости ветра и уровня моря, особенно заметными в фазе затухания шторма. Поток энергии волн при подходе их к берегу рассчитан по волноэнергетическому методу для рассматриваемых штормовых условий (с использованием приведенных в таблице элементов волн) [2].

При подходе волн к берегу с очень пологим дном отношение их высоты к локальной глубине моря возрастает. По наблюдениям автора в Восточно-Сибирском море, в условиях штормовых нагонов северной половины горизонта при скоростях ветра от 13 до 22 м/с и глубине моря перед береговым уступом 0,6-1,5 м это отношение составляет в среднем 0,5-0,7. То есть, во время шторма высота волн перед береговым уступом находится в пределах 0,3-1 м. Такие волны окончательно обрушиваются вблизи берегового уступа, сохраняя до этого момента значительную мощность. Возникающий в результате разрушения волн прибойный поток ударяется о береговой уступ.

В волновом потоке, распространяющемся к берегу с глубокой части акватории, под воздействием дна будут затухать низкочастотные (менее 1,6 рад/с) составляющие спектра поверхностных волн, в то время как короткопериодные остаются почти без изменения [4]. Энергия волнового потока в целом уменьшается, а частота волнения увеличивается, так как максимум спектральной плотности смещается в область более высоких частот. Поэтому частота волн, воздействующих на льдистое обнажение, во время рассматриваемого шторма достигала 3-6 рад/с. Это относительно высокая частота волн. В отдалении от берега на глубинах моря 6-12 м частота волн не превышала 1,3-1,6 рад/с.

Высокая частота волн на отмелом подводном береговом склоне способствует почти непрерывному контакту льдистых обнажений с постоянно перемешиваемой морской водой положительной температуры. Для развития термоабразии берегов в большей мере важна не сила удара волн о льдистый береговой уступ, а высокая частота контакта его поверхности с постоянно перемешиваемой морской водой положительной температуры и постоянного контакта с теплым воздухом. Это способствует относительно быстрому оттаиванию мерзлых пород и в итоге более активному их отступанию. Вместе с тем, небольшие вариации положительной температуры морской воды, непосредственно воздействующей на береговые уступы в течение кратковременных штормов, не могут существенно изменять деструктивную эффективность волнения и повлиять на пространственно-временную изменчивость темпов разрушения льдистых берегов.

Ключевым фактором термоабразионного разрушения берегов является температура воздуха в безледное время, от которой зависит устойчивость льдистых береговых уступов к воздействиям моря, а также размеры пространства открытой воды, необходимого для разгона волн, и повторяемость разрушительных штормов. При этом, зависимость темпов термоабразии берегов от температуры воздуха проявляется не только в масштабах десятков лет [1], но и в течение кратковременных (десятков часов) воздействий моря.

В результате теплового воздействия атмосферы темпы разрушения арктических льдистых берегов в несколько раз превышают скорости абразии аналогичных по строению и составу пород берегов морей вне криолитозоны [3], несмотря на очень короткий безледный период и кратковременный процесс термоабразии.

### Список литературы

1. Григорьев М.Н., Разумов С.О., Куницкий В.В., Спектор В.Б. Динамика берегов восточных арктических морей России: основные факторы, закономерности и тенденции // Криосфера Земли. – 2006. – Т. X. – № 4. – С. 74-94.
2. Морская геоморфология. Терминологический справочник. Береговая зона: процессы, понятия, определения / Под. ред. В.П. Зенковича и Б.А. Попова. М.: Мысль, 1980. – 280 с.
3. Разумов С.О. Мерзлота как фактор динамики береговой зоны восточных арктических морей России // Океанология. – 2010. – Т. 50. – № 2. – С. 285-291.

4. Рутковский В.А. Некоторые особенности ветрового волнения в глубинной и мелководной части залива // Океанология. – 1971. – № 1. – С. 35-43.

5. Шишов Н.Д. К вопросу о расчете элементов ветровых волн на ограниченной глубине // Метеорология и гидрология. – 1949. – № 1. – С. 66-75.

УДК 556

## **РОЛЬ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ**

**И.Л. Ревуцкая, Т.М. Позднякова**

*Приамурский государственный университет имени Шолом-Алейхема, Биробиджан,  
irina.etx@mail.ru*

## **THE ROLE OF NATURAL FACTORS IN THE FORMATION OF SURFACE WATER COMPOSITION IN THE JEWISH AUTONOMOUS REGION**

**I.L. Revutskaya, T.M. Pozdnyakova**

*Sholom-Aleichem Priamursky State University, Birobidzhan, irina.etx@mail.ru*

Вода как химическое вещество является тем компонентом природно-территориального комплекса, который, в силу множественности своих проявлений, обладает высокой реакционной активностью и подвижностью. Поэтому поверхностные водотоки, как никакие другие природные объекты, ярко отражают природные и генетические особенности конкретных территорий. Это обстоятельство важно учитывать, как при определении гидрохимических показателей водотоков, так и при планировании стратегий регионального экономического развития территорий.

Одним из важнейших показателей, характеризующих качество вод, является химический состав. Согласно этому показателю, воды можно классифицировать по минерализации; оценивать обеспеченность водных объектов питательными веществами, необходимыми для развития водной флоры и фауны; устанавливать степень загрязненности воды; выявлять источники загрязнения и др. Распределение химических элементов в природных водах определяется типом природной системы (геохимической среды), свойствами самих элементов и в целом подчиняется как основным геохимическим, так и географическим закономерностям смены природных зон. В настоящее время в процессе формирования химического состава поверхностных вод становится довольно значимым антропогенный фактор, который выступает наряду с природными геохимическими и биологическими процессами.

Еврейская автономная область (ЕАО) является биогеохимической провинцией, дефицитной по I, F, Ca, Mg, Cu, Se и избыточной по ряду элементов, в том числе Fe и Mn, что является следствием весьма сложного взаимодействия комплекса природных факторов на её территории [9]. ЕАО обладает мощным и разнообразным природно-ресурсным потенциалом, что делает её уникальным регионом Российской Федерации. Именно ресурсный потенциал является одним из ведущих факторов, определяющих перспективы развития региона и его место в российской экономике.

При этом объекты горнодобывающей промышленности, возводимые на территории области, являются одним из наиболее мощных факторов антропогенного преобразования окружающей среды. В том числе, разработка месторождений полезных ископаемых приводит к изменению качества и химического состава природных вод на прилегающих территориях. Активное освоение территории, сопровождаемое интенсивным антропогенным воздействием на поверхностные воды ЕАО, может привести к нарушению экологического состояния водных экосистем, ухудшению качества водной среды. Поэтому в условиях современной интенсификации развития горнодобывающих производств на территории области для последующей оценки их влияния на объекты окружающей среды необходимо иметь представление о естественных факторах, определяющих состав поверхностных водотоков.

Цель данной работы - выявить решающие природные факторы в формировании поверхностных вод автономии и их химического состава.

Формирование химического состава природных вод определяют в основном две группы факторов: прямые факторы, непосредственно воздействующие на воду (т.е. действие веществ, которые могут обогащать воду растворенными соединениями или, наоборот, выделять их из воды): состав горных пород, живые организмы, хозяйственная деятельность человека; косвенные факторы, определяющие условия, в которых протекает взаимодействие веществ с водой: климат, рельеф, гидрологический режим, растительность и пр. [3].

По характеру своего воздействия факторы, определяющие формирование химического состава природных вод, делятся на следующие группы: физико-географические (рельеф, климат, выветривание, почвенный покров); геологические (состав горных пород, тектоническое строение, гидрогеологические

условия); физико-химические (химические свойства элементов, кислотнощелочные и окислительно-восстановительные условия, смешение вод и катионный обмен); биологические (деятельность растений и живых организмов); антропогенные (все факторы, связанные с деятельностью человека).

Гидрологические особенности области формируются при сочетании ряда природных факторов: геологической основы, рельефа, климата и биоценологических показателей. Территория Еврейской автономной области имеет весьма сложную геологическую основу. Здесь встречаются выходы горных пород всех геологических эр и периодов - от архея до наших дней. История формирования территории и особенности геологического строения отражены в рельефе области, наборе и размещении полезных ископаемых. Важной закономерностью геологического строения ЕАО является его «омоложение» с запада на восток. Наибольшую часть территории области занимает Буреинский срединный массив – структура платформенного типа, фундамент которой сложен кристаллическими образованиями докембрийского возраста. Буреинский массив обрамляют более молодые складчатые образования эффузивных и осадочных (преимущественно молассовых) отложений каледонско-герцинско-киммерийской складчатости.

Территория области многократно вовлекалась в интенсивную тектоническую деятельность, что привело к образованию складчатых и разрывных структур. Древние геологические структуры здесь перекрыты мощным осадочным чехлом из рыхлых озёрно-аллювиальных отложений четвертичного возраста. С внедрениями магмы в комплексы осадочных отложений связаны крупные гранитные массивы, а с её излияниями на поверхность – покровы вулканических пород. Вследствие посткембрийской тектоно-магматической активизации на территории области происходило внедрение в уже сформированные платформенные образования плагиогранитов и гранодиоритов. С ними связано формирование месторождений многих полезных ископаемых. В частности, в результате минерагенического цикла позднепротерозойской - раннепалеозойской эпохи на территории нашей области сформировались мощные железомарганцевые месторождения [6].

Юго-восточная часть ЕАО приурочена к Среднеамурской впадине. Её фундамент состоит из палеозойских пород, а осадочный чехол сложен осадочными и вулканогенно-осадочными отложениями позднего мезозоя и кайнозоя. На них также оказала влияние тектоно-магматическая активность соседних складчатых систем. Такие отложения бывают угленосными.

Для всей территории ЕАО было характерно не только интенсивное смятие пород фундамента, но и развитие протяжённых глубинных разломов. Крупнейшим из них является разлом Тан-Лу. Он протягивается в северо-восточном направлении (начинается на территории Китая и уходит в сторону Сахалина) и разветвляется на территории области на целую серию разломов. К приразломным зонам также приурочены проявления различных полезных ископаемых.

Территория ЕАО является частью Амурской металлогенической провинции. С древнейшими породами архея и протерозоя связаны месторождения золота, графита, мрамора. Более молодые нижнепалеозойские богаты месторождениями железа, марганца, доломитов, известняков. С мезозойскими эффузивами и гранитами связаны месторождения олова, вольфрама, редких и цветных металлов. Самые молодые кайнозойские отложения содержат огромные запасы строительных материалов и россыпные залежи золота. Большая часть имеющихся месторождений содержит значимые или дефицитные для России полезные ископаемые и является перспективными для промышленного освоения.

Геологическое строение территории области нашло свое отражение и в рельефе. Рельеф автономии представлен двумя генетическими типами: денудационным и аккумулятивным. Горные области являются южной частью обширной Хингано-Буреинской горной системы. Направление ее хребтов совпадает с общим направлением горных систем Дальнего Востока. Наиболее высокой для области являются северо-западная и северная части, занятые средневысокими горами. Для них характерны четко выраженные водоразделы и крутые склоны. Глубокие речные долины чередуются с плоскими днищами внутригорных впадин. Водотоки неширокие, имеют относительно небольшую глубину, каменистое дно и быстрое течение. В местах залегания карбонатных пород развиты карстовые формы рельефа — пустоты, трещины, воронки. Низкогорный рельеф имеет вид холмистой страны с небольшими превышениями нечетко выраженных водоразделов и наряду с мелкосопочником является переходной зоной к равнинному рельефу (20–100 м) [5].

Южную и юго-восточную части автономии занимает западная окраина Среднеамурской низменности, которая характеризуется постепенным понижением от подножий горного района к пойме Амура, в связи с чем все основные левые притоки Амура первого порядка в этой части области направлены с севера на юг. Среднеамурская низменность представляет собой аккумулятивную впадину, сложенную озерно-аллювиальными, песчано-суглинистыми толщами, поэтому дно русел преимущественно песчаное. Спокойное течение способствует накоплению веществ, вымываемых из горных районов.

С геологическим строением территории связано формирование современной речной сети и отложений речных долин, представленных галечниками, песками и глинами. Пониженные места заболочены, здесь

накапливаются илы, суглинки, глины, торф [8]. В новейшее время продолжается довольно быстрое опускание фундамента Средне-Амурской впадины на фоне локальных относительно приподнятых блоков горстов, обуславливающих меандрирование Амура и других рек. С прогибанием грабенов связано наличие большого количества озер, заболоченных стариц [4].

В реках, протекающих по заболоченным участкам равнины, в период активизации микробиологических процессов может увеличиваться содержание общего железа [7]. Накоплению железа в болотных водах (в основном в форме  $Fe^{2+}$ ) способствует слабовосстановительная геохимическая среда, характерная для болот, в которой отсутствуют осадители железа ( $CO_3^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $H_2S$ ). Как следствие, на заболоченной территории повышенные содержания железа (до 10–15 мг/дм<sup>3</sup>) наблюдаются не только в грунтовых водах, но и в реках, протекающих по таким территориям (р. Унгун – 2,1 мг Fe/дм<sup>3</sup>, р. Солонечная – 2,4 мг Fe/дм<sup>3</sup>); содержание железа в реках равнинной части ЕАО превышает ПДК в 2–8 раз [1]. Река Сутара – правый приток Биры, является одним из ее истоков, расположена на северо-западе области и протекает по территории, где находятся россыпи золота [8] и месторождения железных руд.

Реки области относятся к трем типам: горные, полугорные и равнинные. Для крупных рек автономии характерно сочетание всех трех типов (за исключением Унгуна), что является следствием сочетания горного и равнинного форм рельефа. Особенности муссонного климата влияют на питание и режим водотоков. Питание рек преимущественно дождевое, особенно в летне-осеннее время; снеговое и грунтовое питание играет незначительную роль.

В зависимости от характера питания в течение года выделяют три периода в гидрологическом режиме рек области. Весеннее половодье незначительно, так как малоснежная зима не способствует образованию весенних разливов, поэтому они небольшие и проходят очень быстро. Иногда данная закономерность может нарушаться, либо вследствие скопления большого количества снега к концу зимы и его быстрого таяния, либо вследствие заторов льда, что вызывает подъем уровня воды до десятка метров. В общем же большие отметки весенних половодий для рек области не типичны. Летне-осенний паводок образуется в связи с обильными муссонными дождями, приходящимися на вторую половину лета – первую половину осени. Паводки рек, вызванные ливневыми осадками, приводят к разливу рек. Это происходит вследствие того, что русла большинства рек области слабоврезанные, они не могут вместить всю поступающую воду. Максимальный расход воды в половодье может в 10 раз превышать её средний годовой сток. В период половодья увеличивается количество химических и органических компонентов в речных водах. Так, например, в нормальном состоянии средняя концентрация общего железа в р. Бира составляет 0,40 мг/дм<sup>3</sup>, а при разливе реки летом 2009 г. она поднялась до 1,33 мг/дм<sup>3</sup> [2]. Зимняя межень – минимальный уровень воды в реках – обусловлена, во –первых, отсутствием достаточного питания грунтовыми водами, во –вторых, – гидротермическими особенностями рек.

Таким образом, данные факты свидетельствуют о том, что геологическое строение и рельеф территории в сочетании с климатом являются решающими факторами в формировании поверхностных вод автономии и их химического состава.

*Работа выполнена при поддержке субсидии на выполнение государственного задания Минобрнауки России № FSNZ-2024-0004 ФГБОУ ВО «ПГУ им. Шолом-Алейхема» по проекту «Трансформация химического состава поверхностных вод Еврейской автономной области под влиянием развития добывающих производств».*

## Список литературы

1. Болотова Т.Н. Государственный мониторинг состояния недр. Информационный бюллетень о состоянии недр на территории Еврейской автономной области за 2002 г. Вып. 7. – Биробиджан-Хабаровск, 2003. 98 с.
2. Бондарева Д.Г., Христофорова Н.К. Экологическое состояние водотоков бассейна Амура, расположенных в пределах ЕАО // Проблемы региональной экологии. 2010. № 4. С. 12 – 17.
3. Двинских С. А. Факторы формирования и элементы химического состава поверхностных вод [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / С. А. Двинских ; Пермский государственный национальный исследовательский университет. – Электронные данные. – Пермь, 2020. – 1,42 Мб ; 77 с.
4. Ивашов П.В География, минералогия и геохимия почв восточного участка зоны БАМ // Отв. ред. Е. С. Петров. РАН. Дальневост. отд-ние. ин-т вод. и экол. проблем. – Владивосток: Дальнаука, 2004. 149 с.
5. Клинская Е.О. Химические элементы в окружающей среде Еврейской автономной области: учебное пособие / сост.: Е.О. Клинская, М.С. Антонова, Д.Г. Бондарева и др. – Биробиджан: Изд-во ФГБОУ ВПО «ПГУ им. Шолом-Алейхема», 2014. 203 с.
6. Макаренко В.П., Позднякова Т.М., Поляков В.Ю., Ревуцкая И.Л., Христофорова Н.К., Касатова Е.А. Марганец в речных водах Еврейской автономной области // III Международный научно-образовательный форум «Хэйлуцзян-Приамурье»: сборник материалов Международной научной конференции, Россия, Биробиджан, 3 октября 2019 г. / Приамур. гос. ун-т им. Шолом-Алейхема. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 17,1 Мб). – Биробиджан: ИЦ ПГУ им. Шолом-Алейхема, 2019. С. 201–209.
7. Погадаев Г.И. Содержание биогенных и органических элементов в речных водах бассейна р. Амур // Формирование вод суши юга ДВ. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. С. 127 – 140.

8. Природные ресурсы Еврейской автономной области / В.И. Журнист, Р.М. Коган, Т.Е. Кодякова и др. – Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН, 2004. 112 с.

9. Христофорова Н.К. Еврейская автономная область как биогеохимическая провинция: монография / под общ. ред. Н.К. Христофоровой. – Биробиджан: Изд-во ФГБОУ ВПО «ПГУ им. Шолом-Алейхема», 2012. 250 с.

УДК 551.583.4

## **ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ**

**Н.В. Рыгалова**

*Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск, natalia.ml@mail.ru*

## **APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN DENDROCLIMATIC RESEARCH IN THE STEPPE ZONE**

**N.V. Rygalova**

*Institute of Archaeology and Ethnography of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, natalia.ml@mail.ru*

Дендрохронологический метод, который применяют в ретроспективных экологических исследованиях, используется более 100 лет. В рамках дендроклиматического направления выполнялись первые работы и сейчас здесь сосредоточена значительная часть исследований в этой области. Оно позволяет по параметрам годовых колец деревьев определять изменение климатических условий, лимитирующих рост того или иного древостоя. Существует два условных предела распространения бореальных лесов, где рост деревьев ограничивают климатические факторы: наиболее четко выраженный – температурный (северный (зональный) и верхний (высотный)) и гидротермический (так называемый, южный по широте и нижний в горах). Лесостепная и степная зоны являются южным пределом распространения хвойных деревьев умеренных широт. В этих природных зонах ширина годовых колец деревьев содержит смешанный (температура и осадки) климатический сигнал, который сложно выделить и провести его реконструкцию в прошлое.

Традиционно используется ширина годовых колец как основа индикации экологических процессов, которая измерялась ранее вручную, затем на специальных полуавтоматических установках (Lintab, Velmex). Следующим технологическим шагом стало внедрение цифровизации в дендрохронологические и дендроклиматические исследования, что расширило возможности метода. Использование цифрового изображения высокого разрешения с одной стороны облегчает работу с образцами: позволяет использовать многократное увеличение, проверять измерения с целью выявления возможных проблем, которые могут возникнуть в процессе (неправильно измеренные / неизмеренные / выпавшие / ложные годовые кольца). Особенно важен момент контроля при измерении ширины поздней древесины, когда ее границы на переходе от ранней размываются. С другой стороны, цифровизация открывает новые методические возможности: специальная предварительная подготовка (физико-химическая обработка для экстракции смол из древесины) и использование соответствующего программного обеспечения позволяют определять оптическую плотность древесины годовых колец (прежде всего, интенсивность отражения синего цвета (Blue intensity) поздней древесины). Blue intensity является более информативным индикатором, чем ширина годовых колец хвойных [9, 14] для дендроклиматических исследований на территориях со смешанным (степная зона) [5] и слабым климатическим сигналом (лесостепь) [6].

В настоящей работе представлен анализ некоторых параметров годового прироста, полученных с оцифрованных изображений ядер сосны обыкновенной: ширины кольца, ранней и поздней древесины. Модельная площадка Буканское была заложена в 2018 году в Касмалинском ленточном бору (Мамонтовский район Алтайского края), пробы взяты с 20 наиболее старых доминантных деревьев. Территория исследования находится на юге Западно-Сибирской физико-географической страны в подзоне умеренно-засушливой степи, в Верхнеобской провинции, Приобской Левобережной подпровинции [1]. Согласно климатическому районированию [8] относится к умеренно-засушливой колючей степи. По данным ГМС Ребриха, расположенной в 40 км северо-восточнее заложеной модельной площадки, здесь в среднем выпадает 400 мм осадков в год, средняя годовая температура составляет 2,3°C (за период 2023-1994 гг.) [2, 3].

Сбор образцов проводился по двум радиусам дерева на высоте 1-1,3 метра возрастным буравом Haglof. После приклеивания на подложку керны были отшлифованы для получения гладкой поверхности. Сканирование выполнялось на сканере Epson Perfection V850 Pro с разрешением от 3600 до 4800 DPI. Камеральная обработка образцов проводилась на базе лаборатории СибДендро в г. Красноярске (<https://www.sibdendro.com/>).

Измерение ширины параметров годичного прироста было выполнено в программе CooRecorder 9.8.1. [12]. Контроль измерений осуществлялся в программах TSAP [13] и COFESHA [11]. Стандартизация рядов произведена в программе ARSTAN [10] с применением негативной экспоненты и сплайн-функции 2/3 от длины ряда в качестве аппроксимирующих кривых. В работе использованы остаточные (res) древесно-кольцевые хронологии (ДКХ) для трех параметров годичного кольца. Для остаточной хронологии характерно отсутствие автокорреляционных шумов (зависимости радиального прироста от условий прошлого года) (табл.). Для определения дендроклиматических зависимостей были рассчитаны коэффициенты корреляции Пирсона в программе Statistica 13. В качестве климатических данных использованы открытые данные Росгидромета по ГМС Ребриха [2, 3].

Таблица

Характеристика древесно-кольцевых хронологии Буканское

| Название ДКХ | Параметр          | Количество образцов/ деревьев | Длина хронологий, лет | К чувств.* | Стандартное отклонение |
|--------------|-------------------|-------------------------------|-----------------------|------------|------------------------|
| 18Buk_TR     | годовые кольца    | 34/18                         | 215 (1803-2017 гг.)   | 0,24       | 0,21                   |
| 18Buk_E      | ранняя древесина  |                               |                       | 0,28       | 0,23                   |
| 18Buk_L      | поздняя древесина |                               |                       | 0,37       | 0,31                   |

\* Коэффициент чувствительности демонстрирует пригодность ДКХ для дендроиндикации. Минимальный порог 0,2 [4]

Корреляционный анализ ДКХ за период 70 лет (с 1945 по 2014 гг.) показал типичные для ленточных боров [7] и в целом для засушливых территорий дендроклиматические связи (рис.). Наибольшее значение для всех параметров имеют осадки (положительная зависимость) и температура (отрицательная зависимость) за период май-июль, на который приходится наиболее интенсивный рост дерева. Причем для формирования ранней древесины (как и всего кольца в целом, в связи с тем, что на раннюю древесину приходится большая его часть) значимо увлажнение в первой половине вегетационного периода. На это указывают как высокие положительные коэффициенты корреляции с осадками мая и июня (отрицательные с температурой этих же месяцев), а также с осадками февраля (запас потенциальной влаги через снегонакопление) и с температурой воздуха в ноябре прошлого года (промерзание почвы в начале зимы приводит к нарушению доступности почвенной влаги в начале вегетации). Для поздней древесины наиболее значим гидротермический режим июля, что указывает на то, что ее формирование приходится на этот период. Причем осадки играют большую лимитирующую роль, чем температура. Все параметры демонстрируют положительную зависимость от увлажнения территории: коэффициент корреляции с ГТК Селянинова колеблется от 0,42 до 0,47.

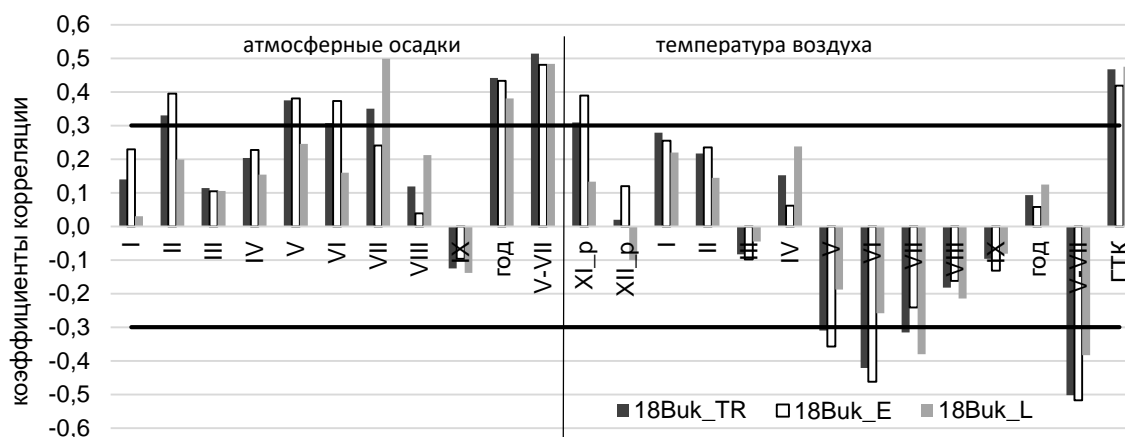


Рис. Коэффициенты корреляции Пирсона климатических параметров (по ГМС Ребриха) с древесно-кольцевыми хронологиями по ширине годичных колец (18Buk\_TR), ранней (18Buk\_E) и поздней древесины (18Buk\_L) за период 1945-2014 гг. Римские цифры обозначают на месяц года, а приписка "р" означает значение прошлого года. Черные горизонтальные линии соответствуют порогу статистической достоверности коэффициентов при уровне значимости  $p < 0,01$ .

Проведенное дендроклиматическое исследование, выполненное с применением цифровых технологий, продемонстрировало классический результат, полученные связи физиологически объяснимы. Однако предполагалось (на уровне рабочей гипотезы), что хронология поздней древесины покажет более высокие связи, по сравнению с хронологиями ширины годичного кольца. Предполагаем, что оптическая плотность поздней древесины может являться лучшим индикатором режима увлажнения территории в степной зоне, что даст статистическую возможность для ее реконструкции.

*Публикация подготовлена в рамках работы по проекту Российского научного фонда №23-78-10118 «Цифровая дендроархеология: новейшие методики пробоподготовки и датирования археологической древесины и углей бореальной зоны Евразии».*

### **Список литературы**

1. Алтайский край. Атлас. Т. I. – М., Барнаул: ГУГК, 1978. – 222 с.
2. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Коршунова Н.Н., Швец Н.В. Описание массива данных месячных сумм осадков на станциях России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015620394 от 27 февраля 2015 г. URL: <http://meteo.ru/data> (дата обращения: 30.07.2024 г.)
3. Булыгина О.Н., Разуваев В.Н., Трофименко Л.Т., Швец Н.В. Описание массива данных среднемесячной температуры воздуха на станциях России. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2014621485 от 23 октября 2014 г. URL: <http://meteo.ru/data> (дата обращения 30.07.2024 г.)
4. Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазепа В.С. Дендроклиматические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. – Новосибирск: Наука. Сибирская издательская фирма РАН, 1996. – 246 с.
5. Вахнина И.Л., Мыглан В.С., Ларин В.С., Носкова Е.В. Оптическая плотность поздней древесины сосны в степной зоне Забайкалья // Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов: сборник статей XIX Международной научно-практической конференции. В 3 ч., Чита, 28–30 ноября 2019 года / ответственный редактор: А. В. Шапиева. Том Часть 2. – Чита: Забайкальский государственный университет, 2019.
6. Долгова Е. А. Связь с засушливостью ширины кольца ранней и поздней древесины и оптической плотности колец сосны (на примере Калужской области) // Засухи Восточно-Европейской равнины по гидрометеорологическим и дендрохронологическим данным. – СПб.: Нестор-История, 2017. – С. 208–222
7. Малышева (Рыгалова) Н.В., Быков Н.И. Дендрохронологические исследования ленточных боров юга Западной Сибири. – Барнаул: Азбука, 2011. – 125 с.
8. Сляднев А.П., Фельдман Я.И. Важнейшие черты климата Алтайского края (без Горно-Алтайской АО) // Природное районирование Алтайского края. – Т. 1.: Труды комплексной экспедиции. – М.: Изд-во АН СССР, 1958. – С. 9-61.
9. Campbell R., McCarroll D., Loader N. J., Grudd H., Robertson I., Jalkanen R. Blue intensity in *Pinus sylvestris* tree-rings: developing a new palaeoclimate proxy // Holocene. – 2007. – Vol. 17(6). – P. 821–828
10. Cook E.R., Holmes R.L. User's manual for computer program ARSTAN. In Holmes, R.L., Adams, R.K. and Fritts, H.C., editors, Tree-ring chronologies of western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin. Chronology Ser 6. University of Arizona, 1986. P. 50–56.
11. Holmes R.L. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement item // Tree-Ring Bulletin. – 1983. – Vol. 43. – P. 69–78.
12. Maxwell S.M., Larsson L.-A. Measuring tree-ring widths using the CooRecorder software application // Dendrochronologia. – 2021. – Vol. 67. – 125841.
13. Seftigen K., Fuentes M., Ljungqvist F.C., Björklund J. Using Blue Intensity from drought-sensitive *Pinus sylvestris* in Fennoscandia to improve reconstruction of past hydroclimate variability // Climate dynamics. – 2020. – Vol. 55(3). – P. 579–594.
14. Rinn F. TSAP-Reference Manual. Computer program for tree-ring analysis and presentation. –Heidelberg, 1996. – 262 p.

УДК 556.314.6(282.256.1)

## **УСЛОВИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ И ИХ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ГОЛОЦЕНЕ**

**О.Г. Савичев**

*Томский политехнический университет, г. Томск, OSavichev@mail.ru*

## **CONDITIONS OF INTERACTION OF SURFACE AND GROUNDWATER IN THE SOUTHEAST OF THE WEST SIBERIAN PLAIN AND THEIR TRANSFORMATION IN THE HOLOCENE**

**О.Г. Савичев**

*Tomsk polytechnic university, Tomsk, OSavichev@mail.ru*

### **Введение**

В голоцене на территории современной Западной Сибири произошли существенные изменения состояния окружающей среды, связанные с деградацией оледенения в горных районах и в Арктике и последующим заболачиванием равнины пределах современной таежной зоны [3–5, 7–10, 15]. При этом должны были неизбежно меняться и условия взаимодействия поверхностных и подземных вод и как причина, и как следствие заболачивания [3, 8–11], что и было отмечено в ряде публикаций [12, 15]. С учетом этого автором были рассмотрена трансформация этих условий с точки зрения изменения уровней грунтовых вод как одного из основных нижних уровней ландшафтов согласно [2].



Цель работы – ориентировочная оценка изменений уровней грунтовых вод на юго-востоке Западно-Сибирской равнины (примерно в рамках Томской области Российской Федерации) в голоцене как причины и следствия заболачивания. Изложенные ниже результаты получены в рамках дополнительного анализа материалов, изложенных в [12, 13].

### Материалы и методы

Исследование выполнено на основе анализа режимных гидрологических (Росгидромет) и гидрогеологических (ФГБУ «Гидроспецгеология») наблюдений на территории Томской области и прилегающих территориях [4, 10, 12, 13–15] и включало: 1) анализ картографического материала, включая данные геологоразведочных работ и космоснимки [1, 5, 9]; 2) оценка среднемноголетних уровней подземных вод  $H_{gr}$  (первого от поверхности водоносного горизонта) с использованием уравнения Дюпюи (1):

$$H_{gr,x} = \sqrt{H_{r,1}^2 - \frac{H_{r,1}^2 - H_{r,2}^2}{L_{12}} \cdot x + \frac{Inf}{K_f} \cdot (L_{12} - x) \cdot x}, \quad (1)$$

где  $H_{r,1}$  и  $H_{r,2}$  – среднемноголетние месячные или годовые уровни воды смежных рек  $p_1$  и  $p_2$ ;  $H_{gr,x}$  – уровень подземных (или болотных) вод на расстоянии  $x$  от уреза реки  $p_1$ ;  $L_{12}$  – расстояние между объектами  $p_1$  и  $p_2$ ;  $K_f$  – средний по профилю коэффициент фильтрации;  $Inf$  – средняя по профилю инфильтрация.

В том числе, в рамках второго этапа были выполнены: 2.1) расчет уровней на водоразделах на водоразделах рек Томской области (рр. Обь, Томь, Чулым, Яя, Кия, Кеть, Пайдугина, Тым, Васюган, Чижалка, Чузик, Чая, Андарма, Галка, Бакчар, Икса, Шегарка) с предварительной оценкой отношения  $Inf/K_f$  по средним уровням подземных вод на скважинах ФГБУ «Гидроспецгеология» (ранее АО «Томскгеомониторинг» и Томской геолого-разведочной экспедиции); информация о постах Росгидромета и ФГБУ «Гидроспецгеология» приведена в [13]; 2.2) расчет положения грунтовых вод на профиле между постами Росгидромета р. Андарма у с. Панычево и р. Обь у п. Победа (рис. 1, 2) при допущении о примерном равенстве инфильтрации и подземной составляющей речного стока в среднем за многолетний период с учетом материалов гидрогеологических исследований [12].

### Результаты и их обсуждение

По материалам расчетов составлена схема изолиний среднемноголетних уровней грунтовых вод на равнинной территории Томской области (рис. 1), структура которой примерно соответствует крупнейшим орографическим элементам рельефа Западно-Сибирской плиты по В.Т. Трофимову (в редакции, приведенной в [10]), но, как правило, с некоторым смещением. В частности, изолиния 40 м (в Балтийской системе высот) в целом соответствует Среднеобской низменности, но захватывает часть Обь-Тымской низменности. Последняя примерно находится внутри площади. Ограниченной изолинией 60 м с учетом прилегающих территорий Васюганской возвышенности (левобережье Оби) и Кеть-Тымской наклонной приподнятой равнины (правобережье Оби), в пределах которых уровни грунтовых вод изменяются ориентировочно от 60 до 100 м. Изолинии 100 м в правобережной части Обского бассейна примерно соответствуют границам Чулымской и Приаргинской наклонных приподнятых равнин, а в левобережье – южной границе Васюганской возвышенности с Барабинско-Пихтовской наклонной равниной, расположенной в границах так называемого Большого Васюганского болота (рис. 1).

Дополнительно к оценке общей картины пространственного распределения уровней грунтовых вод (рис. 1) были восстановлены кривые депрессии по профилю от р. Андарма у с. Панычево до р. Обь у п. Победа (рис. 1, 2) с учетом материалов геолого-разведочных работ, государственного мониторинга недр и многолетних исследований болот, выполняемых в Томском политехническом университете с 1960-х гг. [1, 5, 9, 12, 15]. Методика и полученные результаты подробно изложены в [12]. Здесь лишь отметим, что возникновение и эволюция болот на рассматриваемой территории представляет собой комплекс эрозионно-аккумулятивных процессов, развитие которого до современного периода проходило в три стадии: 1) от начала интенсивной деградации оледенения до 4...6 тыс. лет назад – трансформация первичной гидрографической сети примерно к современному виду и распространение торфяных болот с мощностью торфяной залежи 0.3 м и выше; режим подземных вод близок к режиму подземных вод криолитозоны на севере современной Западной Сибири; 2) от 4...6 тыс. лет назад до 1.5...3 тыс. лет назад – широкомасштабное распространение низинных болот и деградация части первичной речной сети; уровни подземных вод на водоразделах рек в целом ниже, чем в настоящее время, но амплитуда их колебаний высока, а значительная часть водосборов в половодье и паводки затоплена, а в межень – подтоплена; по сравнению с современным состоянием, уровень грунтовых вод на профиле АР-ОР (рис. 1, 2) был ниже в среднем на 1.2–0.2 м при максимуме до 8.6 м; 3) от 1.5...3 тыс. лет назад – деградация значительной части первичной речной сети, широкое распространение верховых болот, формирование на болотах вторичной гидрографической сети; на водоразделах происходит подъем уровней подземных вод, но амплитуда их колебаний снижается, а водообмен с болотами существенно сокращается; в долинах средних и больших рек водообмен между поверхностными и подземными водами наиболее интенсивный; по сравнению с современным

состоянием, уровень грунтовых вод на профиле AP-OP (рис. 1, 2) был ниже в среднем на  $4.8 \pm 0.6$  м при максимуме до 14.6 м. С учетом этого в первом приближении можно сделать вывод о том, что изолинии уровней грунтовых вод за последние 4 тыс. лет несколько сместились севернее по сравнению с исходным состоянием (рис. 1).

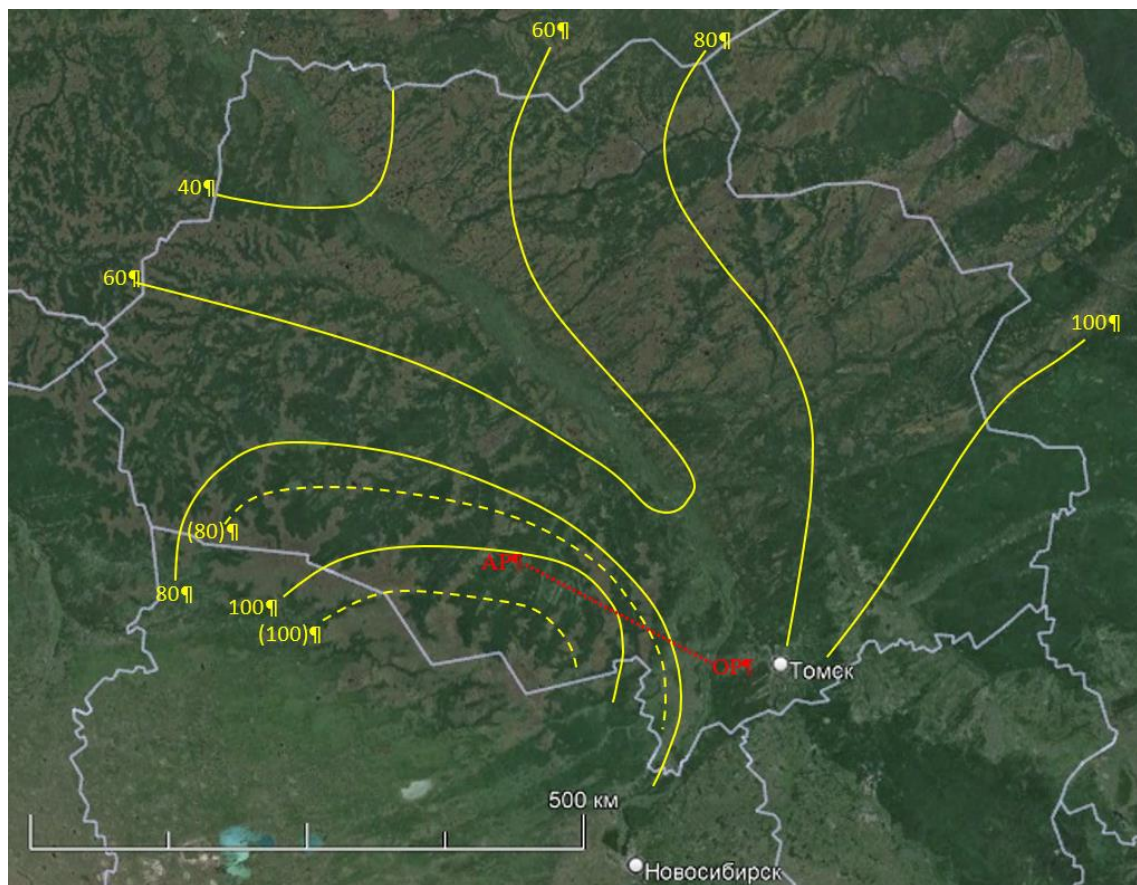


Рис. 1. Схема изолиний среднеголетних уровней грунтовых вод (в метрах Балтийской системы высот) на равнинной территории Томской области; условные обозначения: сплошная линия желтого цвета «—» соответствует средним уровням за период с 1960-х гг., а пунктир «-----» – периоду около 4 тыс. лет назад с учетом расчетов по профилю AP – OP от р. Андарма у с. Панычево до р. Обь у п. Победа (основа – снимок Google Earth).

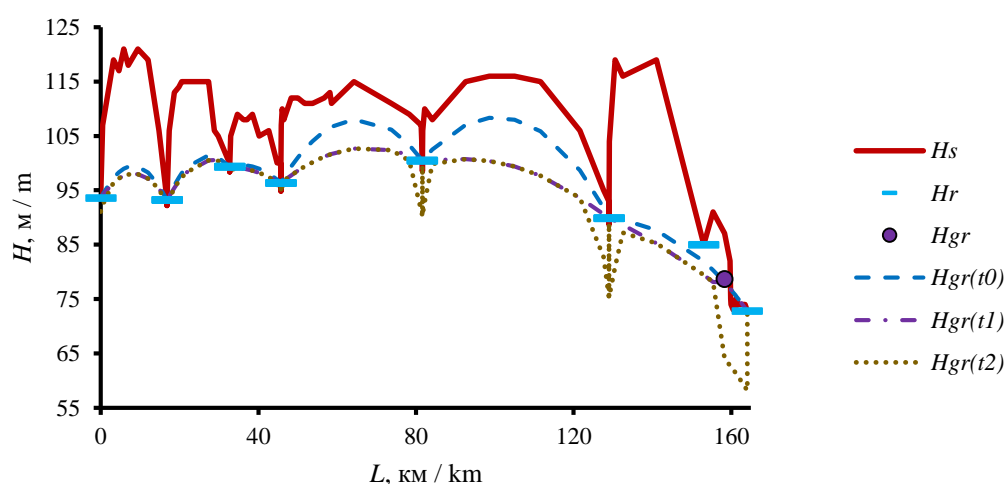


Рис. 2. Профиль AP–OP (рис. 1) и уровни подземных вод в голоцене:  $H_s$  – поверхность водосбора или дна рек;  $H_r$  – современный среднеголетний уровень речных вод;  $H_{gr}$  – современный среднеголетний уровень воды в скважине 63р в с. Мельниково;  $H_{gr}(t_0)$  – расчетный среднегодовой уровень подземных вод в среднем за 1967–2005 гг.;  $H_{gr}(t_1)$  – расчетный уровень подземных вод при условии, что все болота низинного типа, а их площадь в 1.7 раз больше, чем в настоящее время (ориентировочно 1.5...2.0 тыс. лет назад);  $H_{gr}(t_2)$  – расчетный уровень подземных вод при условии, что все болота низинного типа с глубиной не более 0.3 м, а их площадь в два раза меньше, чем в настоящее время (ориентировочно 4 тыс. лет назад) [12].

## Выводы

Анализ полученных материалов показал, что, во-первых, положение уровней грунтовых вод как одного из водных видов нижней границы ландшафтов целесообразно учитывать при выделении их горизонтальных границ. Во-вторых, границы ландшафтов на карте – скорее полосы, чем линии, что также целесообразно учитывать при районировании территорий с различными целями, особенно для схематизации гидрологических и гидрогеологических расчетов [6, 8, 11]. В-третьих, южной и юго-западной частях Томской области при сохранении современных климатических условий в ближайшие десятилетия наиболее вероятно ситуация, соответствующая указанной выше третьей стадии.

Если же произойдет более существенное потепление, сопровождающееся уменьшением атмосферного увлажнения, то возможно приближение к условиям, характерным для северных частей Новосибирской и Омской областей, – деградация части верховых болот, вертикальный прирост торфяной залежи которых обычно приурочен к отрицательным температурам атмосферного воздуха до  $-3.5^{\circ}\text{C}$  [11], и устойчивое функционирование низинных болот в речных долинах, что, скорее всего, негативно скажется на качестве речных и гидравлически связанных подземных вод.

*Исследование выполнено за счет гранта РНФ (проект № 23-27-00039).*

## Список литературы

1. Альбом аэрофотоснимков растительного покрова торфяных месторождений центральной части Западной Сибири. – М.: Геолторфразведка, 1973. – 83 с.
2. Беручашвили Н.Л. Геофизика ландшафта / Н.Л. Беручашвили. – М.: «Высшая школа», 1990. – 287 с.
3. Болотные системы Западной Сибири и их природоохранное значение / О.Л. Лисс, Л.И. Абрамова, Н.А. Аветов, Н.А. Березина, Л.И. Инишева, Т.В. Курнишкова, З.А. Слука, Т.Ю. Толпышева, Н.К. Шведчикова / под ред. В.Б. Куваева. – Тула: Гриф и К, 2001. – 584 с.
4. Гидрогеология СССР. Т. 16. Западно-Сибирская равнина (Тюменская, Омская, Новосибирская и Томская области) / под ред. В.А. Нуднера. – М.: Недра, 1970. – 368 с.
5. Карта торфяных месторождений Западной Сибири. Масштаб 1:1000000: объяснительная записка / под ред. Р.Г. Матухина. – Новосибирск: Изд-во СО РАН: Филиал «Гео», 2000. – 33 с.
6. Корытный, Л.М. Бассейновая концепция в природопользовании / Л.М. Корытный. – Иркутск: Ин-т географии СО РАН, 2001. – 163 с.
7. Малолетко А.М. Эволюция речных систем Западной Сибири в мезозое и кайнозое. – Томск: Изд-во Томск. гос. ун-та, 2008. – 288 с.
8. Нечаева, Е.Г. Ландшафтно–геохимическое районирование Западно–Сибирской равнины / Е.Г. Нечаева // География и природные ресурсы. – 1990. – № 4. – С. 77–83.
9. Рассказов Н.М. Основные гидрогеологические и гидрогеохимические особенности торфяных месторождений центральной части Обь-Иртышского междуречья и некоторые вопросы гидрогеохимических исследований болот / Н.М. Рассказов, П.А. Удодов, Т.Я. Емельянова, А.Д. Назаров, В.А. Шамолин // Подземные воды Сибири и Дальнего Востока / отв. ред. И.С. Ломоносов, Н.А. Маринов, Е.В. Пиннекер. – М.: Наука, 1971. – С. 229–232.
10. Ресурсы пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна. – М.: Недра, 1991. – 262 с.
11. Савичев О.Г. Гидроэкологическое обоснование водохозяйственных решений. – Томск: Изд-во Томск. политехн. ун-та, 2021. – 167 с.
12. Савичев О.Г. Изменения условий взаимодействия подземных, речных и болотных вод при заболачивании Западно-Сибирской равнины в голоцене // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2024. – Том 335, № 2, С. 170-186. DOI: 10.18799/24131830/2024/2/4535.
13. Савичев О.Г., Лобурь Я.Н. Количественная оценка взаимосвязей речных и грунтовых вод в бассейне Средней Оби (Западная Сибирь) // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – Т. 334. – № 1. – С.106-115. DOI 10.18799/24131830/2023/1/3998.
14. Состояние геологической среды (недр) территории Сибирского федерального округа в 2021 г. Информационный бюллетень, выпуск 18. – Томск: филиал «Сибирский региональный центр ГМЧН», 2022. – 204 с.
15. Savichev, O., Moiseeva, J., Guseva, N. Changes in the groundwater levels and regimes in the taiga zone of Western Siberia as a result of global warming // Theoretical and Applied Climatology, 2022, 147(3-4), стр. 1121–1131. DOI:

**ПРОГНОЗЫ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ  
КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ Р. ОБЬ У Г. БАРНАУЛА)****С.Ю. Самойлова***Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, bastet@iwep.ru***FORECASTS OF MAXIMUM RUNOFF IN A CHANGING CLIMATE  
(THE OB RIVER NEAR THE CITY OF BARNAUL AS A CASE STUDY)****S.Yu. Samoilova***Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, 1, Barnaul, bastet@iwep.ru*

Климатические изменения последних десятилетий, проявляющиеся, в первую очередь, интенсивным ростом температуры воздуха, вызывают изменения годового, сезонного и максимального стока рек. Для рек со значительной долей снегового питания эти изменения проявляются в увеличении доли меженного стока, в основном зимнего, и сокращении стока половодья [4]. Уменьшение талой составляющей в стоке рек приводит к снижению предсказуемости объема и максимальных уровней половодья от снеготаяния [1, 3]. В работе представлена физико-статистическая модель прогноза максимальных уровней воды от снеготаяния р. Обь у г. Барнаула, разработанная с учетом изменения талой составляющей в стоке половодья вследствие климатических изменений.

**Исходные данные и методы**

В качестве исходной информации использовались: максимальные уровни воды р. Оби по данным наблюдений на гидрологическом посту в г. Барнауле; суммы осадков по данным метеостанций на территории Верхнеобского бассейна с месячным разрешением за период с 1967 по 2020 гг.

Прогноз максимальных уровней выполнен с использованием физико-статистических методов на основе связи с осадками в зимний период. Сумма зимних осадков рассчитана при помощи распределенной модели, разработанной В.П. Галаховым [6].

**Результаты и обсуждение**

Ранее нами выполнен предварительный статистический анализ однородности сезонных, максимальных расходов и максимальных уровней воды с определением момента нарушения однородности рядов. Установлено, что в связи с ростом температуры произошло перераспределение стока внутри года, которое проявляется в статистически значимом увеличении базового и уменьшении талого стока, начиная с 1982 года. При этом значимых изменений максимальных уровней не было выявлено.

Физико-статистическая модель прогноза максимальных уровней разработана на основе корреляционной связи максимальных уровней воды от снеготаяния и суммы зимних осадков (с ноября по март, включительно), рассчитанных с помощью орографической добавки к скорости вертикальных движений. При этом период с 1967 по 1983 (до нарушения однородности рядов гидрологических характеристик) выбран в качестве базового. Связь суммы зимних осадков и максимальных уровней воды за период с 1967 по 1984 годы характеризуется коэффициентом детерминации 0,78 (рис. 1, а). Перенос зависимости на современный период (рис. 1, б), показал, в целом, удовлетворительный результат (уравнения аналогичные, коэффициент детерминации 0,71), но при этом в отдельные годы, начиная с 1994-95 г., максимальные наблюдаемые уровни оказались ниже прогнозируемых на 60-100 см и более. Особенностью этих лет являются метеоусловия осенне-зимнего периода (в первую очередь, начальной стадии формирования снежного покрова), способствующие слабому промерзанию почвогрунтов. Снежный покров при этом формируется до начала сильных морозов (достаточно слоя снега до 20-25 см высотой), при этом количество зимних осадков и/или температура зимы часто выше нормы. В такие годы значительная часть талых вод расходуется на впитывание грунтами и пополнение запасов подземных вод. Аналогичная закономерность описана нами ранее на примере р. Чарыш. В годы со слабым промерзанием почвогрунтов максимальные уровни воды формируются на 1 метр ниже [5]. При разработке прогнозной модели такие годы в зависимость не включались и анализировались отдельно.

Качество модели оценивалось по критерию Нэша-Сатклиффа и стандартного показателя отклонения среднеквадратической погрешности прогнозов к среднеквадратическому отклонению прогнозируемой величины  $S/\sigma$  [2].

Отношение  $S/\sigma$  для уравнения (рис. 1,а) составило 0,46, а для уравнения (рис. 1,б) – 0,5, что характеризует качество модели как «хорошее» [2]. При проверке модели на независимом материале отношение  $S/\sigma$  ожидаемо ниже и составило 0,53 и 0,58, что характеризует качество модели как «удовлетворительное» [2]. Критерий Нэша-Сатклиффа составил для уравнения 1 – 0,65, уравнения 2 – 0,71, что также характеризует модель как «удовлетворительную».

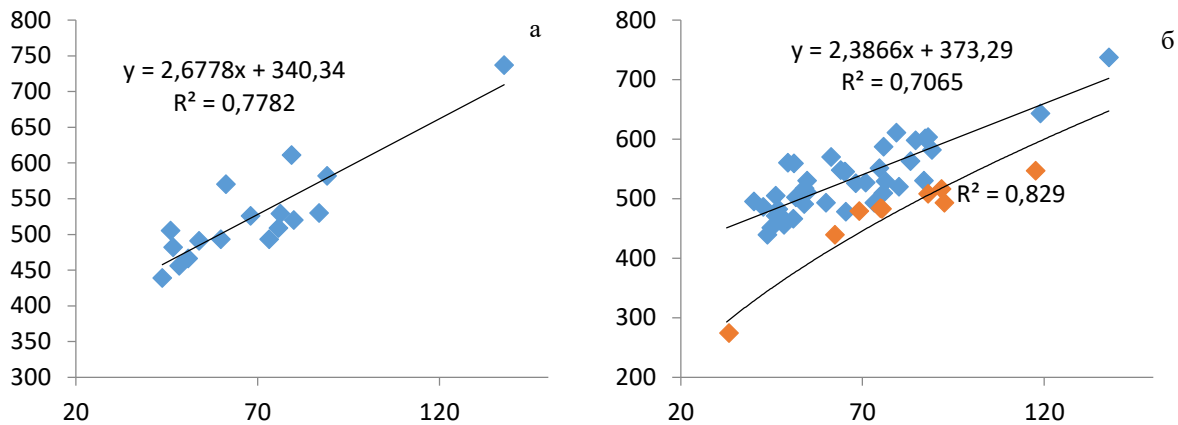


Рис.1. Связь суммы зимних осадков (горизонтальная ось) и максимальных уровней воды от снеготаяния (вертикальная ось): а - 1967-1983 гг.; б - 1967-2020 гг. Красным цветом показаны годы без значительного промерзания почвогрунтов.

### Выводы

садки за зимний период являются главным фактором формирования максимальных уровней воды в р. Оби у г. Барнаула, что подтверждается высокими коэффициентами детерминации (более 0,7), характеризующими связь этих характеристик. Полученные зависимости могут использоваться для прогнозирования наводнений на территории г. Барнаула.

аспделенная модель, основанная на связи твердых осадков с орографической добавкой к скорости вертикальных движений, разработанная В.П. Галаховым [6], позволяет с достаточной точностью оценить сумму зимних осадков в бассейне с неоднородными геоморфологическими условиями.

результате климатических изменений, связанных с ростом температуры и специфическими условиями формирования снежного покрова, с начала 90-х гг. XX в. в отдельные годы максимальные уровни бывают ниже прогнозируемых, в среднем на 1 метр. Это связано с увеличением водопоглощающей емкости бассейна из-за слабого промерзания почвогрунтов. Таким образом, в годы, когда снежный покров более 25 см сформировался до установления морозов (ниже 10°C в течение нескольких дней), в расчет максимальных уровней необходимо вносить соответствующую поправку.

*Исследование выполнено за счет гранта РФФ (проект № 24-27-00157).*

*Автор выражает благодарность В.П. Галахову за поддержку при проведении исследования и помощь в расчете зимних осадков.*

### Список литературы

1. Wieder W. R., Kennedy D., Lehner F., Musselman K. N., Rodgers K. B., Rosenbloom N., Yamaguchi R. Pervasive alterations to snow-dominated ecosystem functions under climate change // Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2022. – Т. 119. – №. 30. – Р. e2202393119.
2. Борщ С.В., Христофоров А.В. Оценка качества прогнозов речного стока // Труды Гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации. – 2015. – № 355. – С. 3–195.
3. Варенцова Н.А., Киреева М.Б., Харламов М.А., Варенцов М.И., Фролова Н.Л., Повалишников Е.С. Формирование весеннего стока рек ЕТР: основные факторы и способы их учета. II. Переоценка с учетом современных условий на примере рек бассейна Дона // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. – 2022. – №. 2. – С. 117-146.
4. Водные ресурсы России и их использование / под ред. И.А. Шикломанова. – СПб.: ГГИ, 2008. – 600 с.
5. Галахов В. П., Мардасова Е. В., Люцигер Н. В., Самойлова С. Ю. Влияние осеннего промерзания на максимальные уровни бассейна реки Чарыш // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. – 2018. – № 2(49). – С. 54-57.
6. Галахов В.П. Условия формирования и расчет максимальных снегозапасов в горах (по результатам исследований на Алтае). - Новосибирск, Наука, 2003. – 104 с.

**ИЗОТОПНАЯ ( $^{18}\text{O}$ ,  $^2\text{H}$ ) ИНДИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕРЗЛОТНЫХ УСЛОВИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОПРОБОВАНИЯ РЕК ВОСТОЧНОЙ ЯКУТИИ**

**И.В. Токарев<sup>1</sup>, Р.Г. Сысолятин<sup>2</sup> и Е.Ю. Яковлев<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Научный парк Санкт-Петербургского государственного университета, Санкт-Петербург, *i.tokarev@spbu.ru*;

<sup>2</sup>Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова. СО РАН, Якутск, *robertseesaw@gmail.com*;

<sup>3</sup>Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики им. Н.П. Лаверова, УрО РАН, Архангельск, *evgeny.yakovlev@fciarctic.ru*

**ISOTOPE ( $^{18}\text{O}$ ,  $^2\text{H}$ ) INDICATION OF MODERN PERMAFROST CONDITIONS BY SAMPLING OF RIVERS OF EASTERN YAKUTIA**

**I.V. Tokarev<sup>1</sup>, R.G. Sysolyatin<sup>2</sup> and E.Yu. Yakovlev<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Research Park of St. Petersburg State University, St. Petersburg, *i.tokarev@spbu.ru*;

<sup>2</sup>P. Melnikov Permafrost Institute, Siberian Branch of RAS, Yakutsk, *robertseesaw@gmail.com*;

<sup>3</sup>N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, Ural Branch of RAS, Arkhangelsk, *evgeny.yakovlev@fciarctic.ru*

Современное таяние мерзлоты может быть зафиксировано по изотопному составу (содержаниям дейтерия и кислорода-18) речного стока [Шамов и др., 2022; Tokarev et al., 2024].

В августе 2023 г. выполнено опробование ряда рек восточной Якутии (таблица и рисунок 1). Пробы отбирались в пластиковые толстостенные герметично закрывающиеся флаконы объемом 5–10 мл и хранились в темном прохладном месте до начала анализа в промежуточном герметичном контейнере. Измерения выполнены в Ресурсном центре «Рентгенодифракционные методы исследования» Научного парка СПбГУ на лазерном спектрометре Picarro L2130i с использованием стандартов USGS45 и USGS46. Воспроизводимость измерения составила  $\pm 0,023\%$  по  $\delta^{18}\text{O}$  и  $\pm 0,1\%$  по  $\delta^2\text{H}$ , все результаты даны на шкале относительно V-SMOW-2.

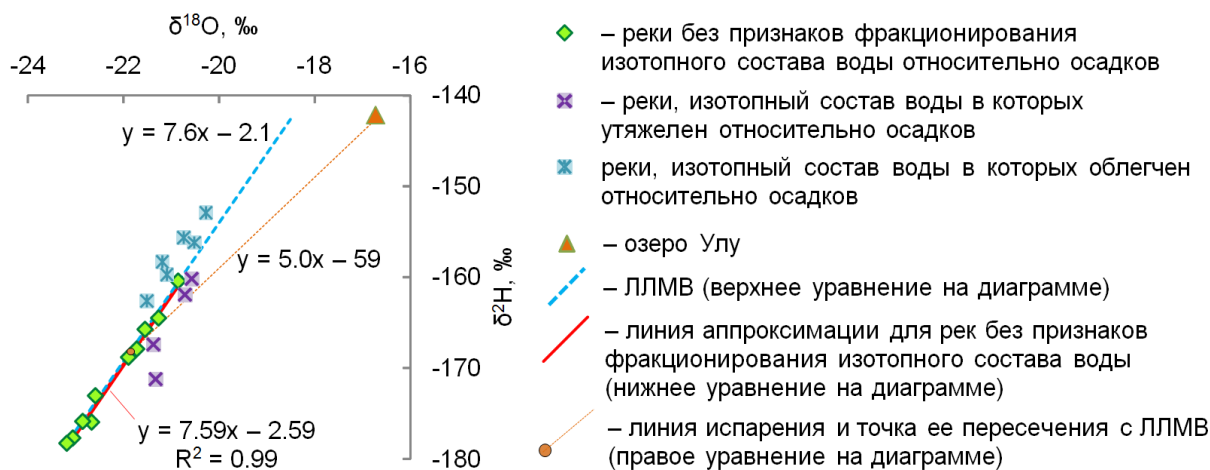


Рис. 1. Изотопный состав ряда рек восточной Якутии по данным опробования в августе 2023 г. Локальная линия метеорных вод (ЛЛМВ) была рассчитана по данным базы Global Net of Isotope in Precipitations (GNIP) МАГАТЭ для г. Якутска и имеет уравнение  $\delta^2\text{H} = 7,60 \times \delta^{18}\text{O} - 2,10$ .

Все полученные данные об изотопном составе воды в водотоках восточной Якутии достаточно уверенно подразделяются на три группы:

1) реки, сток которых сформирован преимущественно современными атмосферными осадками, выпавшими на их водосборах – 10 точек;

2) реки, в составе стока которых отмечается присутствие компонента, имеющего признаки неравновесного изотопного фракционирования в виде утяжеления состава водорода и кислорода относительно ЛЛМВ – 4 точки;

3) реки, в которых также отмечается присутствие изотопно фракционированного компонента, но в виде облегчения состава водорода и кислорода – 6 точек.

Изотопный состав ряда рек восточной Якутии по данным опробования в августе 2023 г.

| Sample ID | Data     | Description                                  | N°        | E°         | $\delta^{18}\text{O}$ , ‰ | $\delta^2\text{H}$ , ‰ |
|-----------|----------|--|-----------|------------|---------------------------|------------------------|
| Из-01     | 18.08.23 | озеро Улу                                    | 63.330002 | 141.056664 | -16.72                    | -142.3                 |
| Из-02     | 18.08.23 | протока р. Индигирки, пос. Оймякон           | 63.465608 | 142.789174 | -23.05                    | -177.7                 |
| Из-04     | 18.08.23 | р. Агаякан                                   | 63.339369 | 141.748197 | -23.19                    | -178.2                 |
| Из-05     | 18.08.23 | р. Сунтар                                    | 63.336682 | 141.133693 | -22.59                    | -173.0                 |
| Из-07     | 19.08.23 | р. Тирех-Юрях, приток                        | 63.351287 | 140.969071 | -22.67                    | -176.0                 |
| Из-08     | 19.08.23 | р. Кюбеме                                    | 63.434202 | 140.594291 | -21.71                    | -167.9                 |
| Из-09     | 20.08.23 | р. Делянжир                                  | 63.829486 | 145.605611 | -21.26                    | -164.5                 |
| Из-12     | 20.08.23 | р. Хара-Юрях                                 | 64.262543 | 145.116490 | -20.86                    | -160.5                 |
| Из-13     | 20.08.23 | р. Вурустах, приток                          | 64.424492 | 144.706844 | -21.55                    | -165.8                 |
| Из-14     | 20.08.23 | р. ндыгычан прав. Рукав                      | 64.467499 | 144.504878 | -21.90                    | -168.8                 |
| Из-16     | 20.08.23 | р. Нера                                      | 64.545184 | 143.132144 | -22.85                    | -175.9                 |
| Из-16/1   | 21.08.23 | руч. Эликан, приток р. Вост.Хандыга          | 63.249290 | 139.653315 | -20.52                    | -156.2                 |
| Из-17     | 21.08.23 | р. Сатарым, приток р. Вост.Хандыга           | 63.114122 | 139.158063 | -21.09                    | -159.8                 |
| Из-18     | 22.08.23 | р. Кюрбелях, приток р. Вост.Хандыга          | 63.114762 | 139.066138 | -21.51                    | -162.6                 |
| Из-19     | 22.08.23 | р. Сиегнях, приток р. Вост.Хандыга           | 63.044642 | 137.953705 | -20.28                    | -153.0                 |
| Из-20     | 22.08.23 | р. Атыр-Баса, приток р. Вост.Хандыга         | 63.070157 | 137.659353 | -20.74                    | -155.6                 |
| Из-21     | 22.08.23 | р. Томпорок, приток р. Томпо                 | 62.926725 | 137.286264 | -21.19                    | -158.3                 |
| Из-06     | 18.08.23 | приток р. Сунтар выше по долине лежит наледь | 63.335702 | 141.197960 | -21.32                    | -171.3                 |
| Из-03     | 18.08.23 | р. Учюгей-Юрях, приток р. Агаякан            | 63.344361 | 141.793744 | -21.36                    | -167.4                 |
| Из-10     | 20.08.23 | приток р. Нижн. Делкан                       | 64.030193 | 145.360620 | -20.70                    | -162.0                 |
| Из-11     | 20.08.23 | приток р. Артык лев.рукав                    | 64.194031 | 145.126999 | -20.57                    | -160.2                 |

Первая группа рек при среднем составе  $\delta^{18}\text{O} = -22.16$  ‰ и  $\delta^2\text{H} = -170.8$  ‰ аппроксимируется уравнением вида  $\delta^2\text{H} = 7,59 \times \delta^{18}\text{O} - 2,59$  ( $R^2 = 0,99$ ), которое практически идентично уравнению ЛЛМВ. Все реки в этой группе являются крупными водотоками, при этом 5 рек, имеющих наиболее легкий изотопный состав (менее -22 ‰ по  $\delta^{18}\text{O}$  и -170 ‰ по  $\delta^2\text{H}$ ), – это основные региональные дрены.

Вторая группа – это относительно небольшие реки с изотопным составом воды смещенным вправо относительно ЛЛМВ. По-видимому, они имеют вклад воды, образованной в ходе таяния льда, при формировании которого происходит утяжеление изотопного состава за счет накопления дейтерия и кислорода-18. Вблизи устья одного из притоков р. Сунтар (точка Из-06 в таблице) с максимальным сдвигом относительно ЛЛМВ наледь обнаружена при полевом обследовании. Для остальных трех рек можно предположить, что смещенный изотопный состав формируется вследствие таяния подземных льдов (мерзлоты) так как их истоки лежат на высотах свыше 1 км, а долины имеют простирающиеся преимущественно восток-запад. Вследствие этого таяние сезонных наледей и подземного льда на северных склонах задерживается до конца теплого сезона.

Третья группа точек также представлена относительно небольшими реками, однако их долины имеют простирающиеся преимущественно север-юг, а истоки лежат на высотах менее 1 км. Для них можно уверенно предположить, что период времени, когда сток формировался за счет таяния сезонных наледей и подземных льдов в активном слое к моменту проведения полевых работ уже закончился. Поэтому, вероятнее всего, во время опробования в этих реках обнаруживается компонент, представляющий собой остаточные воды не замёрзшие в предыдущую зиму. Такие воды должны иметь обедненный дейтерием и кислородом-18 состав и в ходе промерзания отжимаются вниз по разрезу.

Таким образом, постановка регулярных наблюдений за изотопным составом речного стока позволяет диагностировать процессы таяния мерзлоты и поверхностных льдов.

*Аналитические измерения выполнены при поддержке СПбГУ, шифр проекта АААА-А19-119091190094-6.*

### Список литературы

1. Шамов В.В., Токарев И.В., Михайлик Т.А., Козачек А.В. Динамика изотопного состава ( $^2\text{H}$ ,  $^{18}\text{O}$ ) вод малых речных бассейнов южного Сихотэ-Алиня в летне-осенний период. Гидросфера. Опасные процессы и явления. 2022. Т. 4. № 2. С. 202-215.
2. Tokarev I., Yakovlev E., Erokhin S., Tuzova T., Druzhinin S., Puchkov A. Reflection of daily, seasonal and interannual variations in runoff of a small river in the water isotopic composition ( $\delta^2\text{H}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ): a case of the Ala-Archa mountain river basin with glaciation (Kyrgyzstan, Central Asia). Water. 2024, 16, 1632.

## ОСОБЕННОСТИ МАКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СНЕГОВОГО ПОКРОВА НА ПЛОЩАДКАХ СНЕГОНАКОПЛЕНИЯ Г. УЛАН-УДЭ

Т.В. Чередова<sup>1</sup>, Н.В. Санжицыренова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Геологический институт им. Н.Л. Добрецова СО РАН, Улан-Удэ, cheredova-tv@yandex.ru

<sup>2</sup>Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления, Улан-Удэ, mart282014@gmail.com

## PECULIARITIES OF SNOW COVER MACROELEMENT COMPOSITION AT SNOW ACCUMULATION SITES IN ULAN-UDE

T.V. Cheredova<sup>1</sup>, N.V. Sanzhicyrenova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dobretsov Geological Institute of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, cheredova-tv@yandex.ru

<sup>2</sup>East Siberia State University of Technology and Management, Ulan-Ude, mart282014@gmail.com

В зимний период многие коммунальные службы сталкиваются с проблемой очистки и вывоза снега. Основными источниками загрязнения снегового покрова в городах являются выбросы промышленных и коммунальных предприятий, а также продукты неполного сгорания автомобильного топлива. Кроме того, снег в значительной степени загрязняется применяемыми при зимней уборке улиц абразивными материалами (песком, шлаком и т.п.) а также в некоторых регионах противоледными химическими реагентами [4]. Отходы от зимней уборки улиц согласно федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО), утвержденному в Российской Федерации приказом Росприроднадзора от 18.01.2024 г № 242 [8] относятся к группе твердых коммунальных отходов 4 и 5 классов опасности, т.е. являются малоопасными и практически не опасными для окружающей среды (рис. 1).

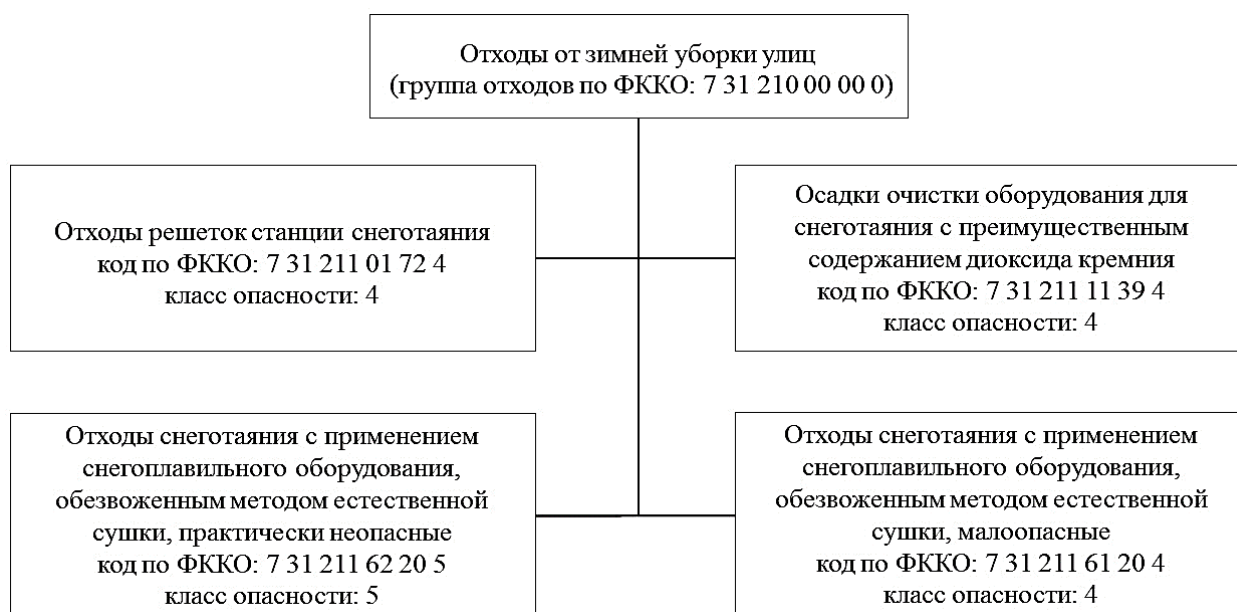


Рис. 1. Отходы от зимней уборки улиц, включенные в ФККО.

Среди отходов от зимней уборки улиц, включенных в ФККО, не установлен класс опасности для самого снега, убираемого с территории населенных пунктов (снежного смета). Тем временем, разными исследованиями установлено, что при активном снеготаянии в окружающую среду поступают значительные количества поллютантов (пыль, сульфаты, хлориды, азотсодержащие соединения, катионы металлов и т.д.), которые влияют на поверхностные и подземные воды, загрязняют почвенный покров, оказывают негативное воздействие на биоту. [9].

Согласно СанПиН 2.1.3684-21 [6] собранный с городской территории снег должен складироваться на площадках с водонепроницаемым покрытием и обвалованных сплошным земляным валом, обустроенных на специально отведенных территориях, расположенных вдали от мест массового отдыха и источников питьевого водоснабжения. Санитарными правилами определено, что желательнее направлять снег на снегоплавильные установки, размещение и функционирование которых в свою очередь должно соответствовать нормам санитарно-эпидемиологического и экологического законодательства.



На территории города Улан-Удэ снегоплавильные установки отсутствуют, а снег вывозится на площадки снегонакопления, которые эксплуатируются и обслуживаются МУП «Комбинат по благоустройству г. Улан-Удэ» (МБУ «КБУ г. Улан-Удэ») [5]. В зимнее время Комбинат по благоустройству подсыпает и очищает от снега проезжие части дорог и вывозит снег в период снегопадов. По состоянию на 2024 г. МБУ «КБУ г. Улан-Удэ» эксплуатирует три площадки снегонакопления: в Советском (п. Стеклозавод), Железнодорожном (пр. Автомобилистов), Октябрьском (ул. Комарова) районах г. Улан-Удэ. Снег на площадках снегонакопления тает естественным образом в весенний период года. Официально опубликованной информации о проектных характеристиках площадок снеготаяния и о проведении мониторинга окружающей среды в зоне расположения площадок не найдено. По результатам интервью с сотрудником предприятия было установлено, что общий объем размещения снега составляет около 81369 м<sup>3</sup>/год (по данным 2024 г.). Размещение снега на указанных площадках согласовано с Управлением Роспотребнадзора по Республике Бурятия.

Основной целью исследования являлось изучение химического состава снега с городской территории, накапливаемого на площадках снегонакопления г. Улан-Удэ. Объектом исследования являлась площадка снегонакопления, расположенная в п. Стеклозавод по адресу ул. Воронежская, 25. Площадка снегонакопления организована на теле бывшей свалки коммунальных отходов, которая эксплуатировалась с 1960 по 2006 г.г. [10]. Общая площадь свалки составляет около 65 га, вместимость площадки снегонакопления – около 1200 м<sup>3</sup>. Свалка расположена на расстоянии 2,5 км от р. Селенга. Снег на площадке выгружается самосвалами, образуя серию естественных «насыпей». Отбор проб проводился из каждой «насыпи» в конце периода снегонакопления в марте 2024 г. Всего было сформировано 4 объединенных пробы снега массой не менее 10 кг каждая с охватом «насыпей» от 40 машин. Снег отбирался в промаркированные полиэтиленовые пакеты, таял при комнатной температуре в течение суток и далее фильтровался через фильтр «синяя лента». Полученный осадок высушивался, доводился до постоянной массы и взвешивался. Подготовленный фильтрат направлялся на исследование в Центр коллективного пользования (ЦКП) «Прогресс» ФГБОУ «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления» (г. Улан-Удэ), где с помощью метода капиллярного электрофореза на приборе Капель-105М (г. Санкт-Петербург) было установлено содержание основных катионов и анионов в снеговой воде.

Содержание взвешенных веществ в снеговой воде варьировалось в широком диапазоне от 25,6 г/л до 234,4 г/л (таблица), что связано с размещением на снеговых площадках снега, собранного на участках городской территории с разной техногенной нагрузкой, а также попаданием в снег при уборке улиц песка и прочих компонентов уличного смета. Величина рН снеговых вод с площадок снегонакопления составила 7,35, что чуть выше, чем величина рН атмосферных осадков на территориях, не подверженных значительному антропогенному воздействию, которая составляет в среднем 4,73 [3]. Слабощелочная среда снеговых вод в г. Улан-Удэ может быть связана с зольными выбросами котельных, что было установлено ранее для г. Новосибирск [4]. Пробы снеговой воды крайне неравномерны по своему химическому составу. Усредненные содержания всех ионов (за исключением F<sup>-</sup>) в снеговой воде с площадок снегонакопления выше значений, установленных для снеговой воды г. Улан-Удэ в 1986 г. Белоголовым В.Ф [1].

Таблица

Содержание основных катионов и анионов (мг/л) в снеговой воде с площадок снеготаяния г. Улан-Удэ.

| Наименование показателя                      | Номер пробы |       |       |       | Среднее значение | Содержание в снеговой воде г. Улан-Удэ[1] | ПДК <sub>рыб-хоз</sub> [7] |
|--|-------------|-------|-------|-------|------------------|---|----------------------------|
|  | SZ-2        | SZ-3  | SZ-4  | SZ-5  |                  |   |                            |
| Водородный показатель (рН)                   | 7,08        | 7,58  | 7,44  | 7,3   | 7,35             | 6,95                                      | Сф <sup>*1</sup>           |
| Взвешенные вещества, г/л                     | 30,9        | 234,4 | 25,6  | 29,9  | 80,20            | нет данных                                | Сф+0,25                    |
| Хлорид-ионы(Cl <sup>-</sup> )                | 14,30       | 95,4  | 31,5  | 51,2  | 48,10            | 10,8                                      | 300                        |
| Нитрит-ионы(NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )   | 1,81        | -     | 0,536 | -     | 1,17             | 1   | 0,08                       |
| Сульфат-ионы(SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) | 25,70       | 58,3  | 31,2  | 29,8  | 36,25            | 28,3                                      | 100                        |
| Нитрат-ионы(NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )   | 2,51        | 2,51  | -     | 0,113 | 1,71             | нет данных                                | 40                         |
| Фторид-ионы(F <sup>-</sup> )                 | 0,408       | 0,853 | 0,401 | 0,74  | 0,60             | 1,8                                       | 0,75                       |
| Фосфаты (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )     | -           | -     | -     | 0,134 | 0,13             | нет данных                                | 0,05-0,2 <sup>*2</sup>     |
| Аммоний-ион(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )   | 2,50        | 6,75  | 1,28  | 2,05  | 3,15             | 1,8                                       | 0,5                        |
| Калий(K <sup>+</sup> )                       | 3,03        | 11,0  | 7,21  | 7,12  | 7,09             | 12,3 (Na+K)                               | 50                         |
| Натрий(Na <sup>+</sup> )                     | 9,43        | 57,4  | 17,9  | 28,1  | 28,21            |   | 120                        |
| Магний (Mg <sup>2+</sup> )                   | 2,31        | 6,22  | 3,51  | 2,93  | 3,74             | 0,86                                      | 40                         |
| Стронций(Sr <sup>2+</sup> )                  | 0,174       | 0,269 | 0,176 | 0,164 | 0,20             | нет данных                                | 0,4                        |
| Кальций(Ca <sup>2+</sup> )                   | 15,3        | 34,9  | 25,7  | 26,8  | 25,68            | 19,7                                      | 180                        |

Примечание. <sup>\*1</sup>Сф – фоновая концентрация; <sup>\*2</sup> – ПДК устанавливается в зависимости от трофности водоема (олиготрофные, мезотрофные, эвтрофные).

Преобладающими катионами в снеговой воде являлись  $\text{Na}^+$  и  $\text{Ca}^{2+}$ , их концентрации в пробах варьировались от 9,43 до 57,4 мг/л и от 15,3 до 34,9 мг/л соответственно. Среди анионов максимальные концентрации были зафиксированы для ионов  $\text{SO}_4^{2-}$  (25,7-58,3 мг/л) и ионов  $\text{Cl}^-$  (14,3-95,4 мг/л). Особенностью зимней уборки г. Улан-Удэ является запрет на использование для подсыпки дорог химических реагентов, связанный с расположением города в пределах водосборной территории озера Байкал. Как следствие, в снеговой воде с площадок снегонакопления Улан-Удэ отмечается пониженное содержание ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$  по сравнению с другими крупными городами Сибири, где такие реагенты активно применяются, так в г. Иркутск содержание ионов  $\text{Na}^+$  в снеговой воде на загрязненных городских территориях достигает 168,9 мг/л,  $\text{Cl}^-$  – 254,07 мг/л [2], а в г. Новосибирск – 59,9 мг/л и 135 мг/л [4] соответственно. Вместе с тем, в снеговых водах с площадок снегонакопления были выявлены превышения рыбохозяйственных нормативов предельно-допустимых концентраций (ПДК<sub>рыб-хоз</sub>) для ионов  $\text{NO}_2^-$  в 14,6 раз,  $\text{NH}_4^+$  в 6,3 раз, что свидетельствует о необходимости предварительной очистки и снеговой воды перед поступлением ее в водный объект.

Проведенные исследования показали, что особенностью снеговых вод с площадок снегонакопления г. Улан-Удэ является пониженное по сравнению с другими крупными городами Сибири содержание ионов  $\text{Na}^+$  и  $\text{Cl}^-$ , связанное с запретом на использование химических реагентов для подсыпки дорог в зимний период, и повышенные содержания азотсодержащих ионов, свидетельствующие о необходимости предварительной очистки сточных вод.

### Список литературы

1. Белоголов В.Ф. Геохимический атлас г. Улан-Удэ. – Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1989. – 50 с.
2. Гребенщикова В.И. Геохимическая специфика состава снеговой воды некоторых городов Иркутской области // Вода: химия и экология – 2013. – №2. – С. 21-27
3. Нецветова О.Г., Ходжер Т.В., Голобокова Л.П., Кобелева Н.А., Погодаева Т.В. Химический состав снежного покрова в заповедниках Прибайкалья // География и природные ресурсы. – 2004. – №1. – С. 66-72
4. Никитина Е.И., Рогова Е.В. Снежный покров как индикатор экологического состояния городской среды // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2022. – №4-1. – С. 17-21
5. Официальный сайт МБУ «Комбинат по благоустройству г. Улан-Удэ» // [Электронный ресурс], режим доступа <https://kombinat03.ru> (дата обращения 31.07.2024)
6. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.01.2021 г. №4 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» // [Электронный ресурс], режим доступа <https://base.garant.ru/400342149/> (дата обращения 31.07.2024)
7. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» // [Электронный ресурс], режим доступа <https://docs.cntd.ru/document/420389120> (дата обращения 31.07.2024)
8. Приказ Федеральной службы по надзору в сфере природопользования от 22.05.2017 г. № 242 «Об утверждении Федерального классификационного каталога отходов» // [Электронный ресурс], режим доступа [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_218071/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_218071/) (дата обращения 31.07.2024)
9. Салтан Н. В., Шлапак Е. П., Жиров В. К., Гонтарь О. Б., Святковская Е. А. Химический состав снега на урбанизированных территориях в условиях Крайнего Севера // Вестник МГТУ. – 2015. – №2. – С. 328-334.
10. Чередова Т. В., Дорошкевич С.Г., Бартанова С.В. Поведение тяжелых металлов в системе «почва–конденсат–растения» на объектах размещения отходов г. Улан-Удэ // Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, гео-криология. – 2023. – № 1. – С. 50-58.

**МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА МНОГОФАКТОРНЫХ  
РАЗНОМАСШТАБНЫХ АТМОСФЕРНЫХ И ЛИТОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ**

**Н.Н. Чередыко, В.А. Крутиков, В.А. Тартаковский, С.А. Кураков,  
С.Ю. Малышков, В.Ф. Гордеев, Ю.В. Волков.**

*Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск,  
atnik3@rambler.ru, urmant@mail.ru, trtk@list.ru, ksa@imces.ru, msergey@imces.ru,  
gordeev@imces.ru, yvvolkov@mail.ru.*

**MONITORING METHODS, TECHNOLOGIES AND INSTRUMENTS FOR MULTI-FACTOR  
DIFFERENT-SCALE ATMOSPHERIC AND LITHOSPHERIC PROCESSES.**

**N.N. Cheredko, V.A. Krutikov, V.A. Tartakovsky, S.A. Kurakov,  
S.Yu. Malyshev, V.F. Gordeev, Yu.V. Volkov.**

*Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk,  
atnik3@rambler.ru, urmant@mail.ru, trtk@list.ru, ksa@imces.ru, msergey@imces.ru,  
gordeev@imces.ru, yvvolkov@mail.ru.*

Необходимым условием совершенствования моделей, повышения эффективности прогнозов погоды и климата является развитие мониторинговых систем и их обеспечения современными методами, технологиями и инструментальными средствами измерений и анализа. На решение данных научных проблем нацелена разработка в ИМКЭС СО РАН научных, методических, информационно-вычислительных, технологических и инструментальных средств мониторинга многофакторных разномасштабных атмосферных и литосферных процессов. Безусловно, в решении данной проблемы наиболее эффективен региональный подход, который в наибольшей степени обеспечивает не только подробность исследований, но и их междисциплинарность.

Развитию теории климата, в т. ч. его моделей и прогноза, способствует выявление универсальных комплексных свойств эволюционирующей климатической системы (КС), поиск информативных критериев и объективных методов пространственно-временной структуризации ее элементов как реакции на воздействия различных внешних факторов с учетом региональных особенностей.

Понимание механизмов влияния и реагирования в климатической системе позволяет расширить исследование закономерностей системных реакций той или иной характеристики климатической системы на внешние факторы в глобальном и макрорегиональном масштабах. В рамках решения данной задачи предложен и развивается метод исследования системных свойств климата – кластеризация полей климатических параметров на основе согласованности их колебаний [1]. Вследствие того, что трансформация структуры климатической системы как отклик на влияние различных внешних факторов обеспечивается посредством изменений режима крупномасштабной циркуляции атмосферы и океана, проведен анализ изменения структуры температурного поля Северного полушария (по данным [2]) в различные циркуляционные эпохи и в периоды различной интенсивности солнечной активности, одного из внешних естественных факторов климаторегулирования. Получено, что согласованность колебаний приземной температуры Евразии, в том числе в районах горного рельефа, увеличивается при установлении режима преимущественно положительных аномалий температуры поверхности океана Северной Атлантики, при этом, некоторые естественные климатические барьеры утрачивают свою функцию (Уральские горы). Меняется и структура синхронизации динамики температуры в зоне наибольшего влияния процессов Северной Атлантики при разной интенсивности солнечной активности, в наиболее интенсивном цикле солнечной активности центры действия атмосферы ослаблены, что выразилось в снижении согласованности изменения температуры в зоне их наибольшего влияния.

Согласованная реакция может возникать в динамике характеристик различных компонент КС и в различных временных масштабах. Последнее возможно проследить в мезорегиональном и локальном масштабах. Для решения такого уровня задач необходимы соответствующие мониторинговые системы, инструментальное и методическое обеспечение которых развивается в ИМКЭС СО РАН. Актуально расширение возможностей, именно, наземных наблюдений в связи с известной проблемой их ограниченности. Результаты измерений должны поступать потребителю первично обработанные, сопровождаемые соответствующими информационно-вычислительными технологиями и методическими средствами по оптимальному их использованию, и к ним должен быть обеспечен быстрый доступ с любого персонального компьютера.

В качестве инструментальной основы создаваемой современной наземной информационно-измерительной системы комплексного мониторинга состояния окружающей среды используется разработанная в ИМКЭС СО РАН автоматическая метеостанция АПИК (Атмосферно-Почвенный Измерительный Ком-

плекс) [3]. АПИК имеет блочную структуру и постоянно пополняемую патентную защиту различных методик проведения многоканальных измерений. Широкий набор подключаемых датчиков позволяет формировать автономный измерительный комплекс под конкретные задачи исследования, при этом система характеризуется низким энергопотреблением, стоимостью и работоспособностью в широком диапазоне условий эксплуатации. К настоящему времени установлено около 400 различных модификаций АПИК. Также, для долговременного мониторинга микроклиматических параметров взаимодействия атмосферы и подстилающей поверхности в естественных условиях разработана камерная автоматизированная система мониторинга потоков парниковых газов (КАСМ). В 2023 г. изготовлена малая опытная серия оборудования. Данная система уже используется для инструментального обеспечения выполнения программы по карбоновым полигонам. Три КАСМ размещены на карбоновом полигоне «Мухрино» (ЮГУ, Ханты-Мансийск), еще шесть – на карбоновом полигоне «Росьянка» в Калининградской области (БФУ им. И. Канта, Калининград) для мониторинга потоков парниковых газов с поверхности почвы в наземных экосистемах с низкорослой растительностью.

На базе данных с АПИК исследуются согласованные аномалии в динамике атмосферных и литосферных процессов. Для организации малозатратного регионального мониторинга динамических литосферы в Институте разработаны и эффективно используются, в том числе, при решении возникающих практических задач инженерной геофизики, мобильные и стационарные измерительные комплексы МГР – пассивные Многоканальные Геофизические Регистраторы, работающие в ОНЧ (Очень Низкие Частоты) диапазоне электромагнитных волн. Данное аппаратно-методическое обеспечение регистрации литосферного потенциала в ИМКЭС СО РАН развивается в рамках системных исследований литосферного потенциала естественного импульсного электромагнитного поля Земли (ЕИЭМПЗ), [4]. Анализ данных с полигона в п. Киреевск Томской области показал, что существенные аномалии во временном ходе ЕИЭМПЗ совпадают по времени, иногда с временным сдвигом 1-2 дня, с аномалиями в динамике метеорологических характеристик. Большинство таких случаев связаны либо с экстремальными событиями температурного режима, либо с процессами резких похолоданий–потеплений. Это позволяет предполагать общность причин существенных аномалий в динамике метеорологических и литосферных событий, механизмы проявления которых еще предстоит выяснять.

Следует отметить, что разработанная в ИМКЭС СО РАН информационно-измерительная система, основанная на регистрации ЕИЭМПЗ, эффективна как пассивная радиоволновая технология мониторинга пространственно-временной структуры напряженно-деформированного состояния горных пород (НДС ГП). Так, уже более 15 лет успешно оценивается и прогнозируется НДС ГП по параметрам ЕИЭМПЗ на объектах ПАО «Газпром» [5]. Проведены НИР для оценки эффективности метода и разработанного оборудования для исследования криогенных процессов в условиях многолетнемерзлых грунтов. Система измерителей доказала свою эффективность и надежность и для инженерных изысканий в условиях криолитозоны.

ИМКЭС СО РАН готов обеспечивать информационно-инструментальные, потребности региональных и локальных систем мониторинга для решения различных естественнонаучных и прикладных задач. Приглашаем к сотрудничеству.

*Работа выполнена в рамках госбюджетной темы ИМКЭС СО РАН № 121031300155-8.*

### **Список литературы**

1. Волков Ю.В., Чередыко Н.Н., Тартаковский В.А. Структура температурного поля Северного полушария в период современных климатических изменений // Оптика атмосферы и океана. – 2022. – Т. 35, № 2. – С. 143–149. DOI: 10.15372/AOO20220210.
2. Архив Университета Восточной Англии. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/crutem5/data/CRUTEM.5.0.1.0/download.html> (дата обращения: 19.04.2023).
3. Bazarov A.V., Badmaev N.B., Kurakov S.A., Gonchikov B.-M.N. A Mobile Measurement System for the Coupled Monitoring of Atmospheric and Soil Parameters // Russian Meteorology and Hydrology. – 2018 – V. 43, №. 4. – P. 271-275. DOI: 10.3103/S1068373918110110.
4. Gordeev V.F., Malyshkov S.Yu., Shtalin S.G., Polivach V.I. and Krutikov V.A. Detection of geodynamic activity areas based on the Earth's electromagnetic noise parameters // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2016. – V. 48. – 012026. doi:10.1088/1755-1315/48/1/012026.
5. Гордеев В.Ф., Малышков С.Ю., Крутиков В.А., Поливач В.И., Кабанов М.М., Капустин С.Н., Шталин С.Г., Пустовалов К.Н. Развитие пассивной радиоволновой информационно-измерительной технологии мониторинга динамических процессов взаимодействия литосферы, криосферы и атмосферы // Оптика атмосферы и океана. – 2022. – Т. 35, № 02. – С. 105–109. DOI: 10.15372/AOO20220204.

## IV. ТЕМАТИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ

УДК 911:551.4:528.92

### МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ

А.Н. Бешенцев, Т.А. Борисова, С.А. Петров

Байкальский институт природопользования СО РАН, Улан-Удэ,  
abesh@binm.ru, tabor@binm.ru, sergeipetrov13@mail.ru

### MORPHOMETRIC ASSESSMENT AND MAPPING OF DANGEROUS GRAVITATIONAL PROCESSES

A.N. Beshentsev, T.A. Borisova, S.A. Petrov

Baikal Institute of Nature Management SB RAS, Ulan-Ude,  
abesh@binm.ru, tabor@binm.ru, sergeipetrov13@mail.ru

#### Введение

В современных условиях возрастающего транзитного значения бассейна оз. Байкал и активизации усилий государства по формированию новых логистических и минерально-сырьевых кластеров на его территории, оценка потенциальной вероятности геоморфологической опасности в горных районах северной части бассейна является важным исследовательским направлением. Интенсивность и пространственно-временная направленность опасных гравитационных процессов (ОГП) обусловлена рядом определяющих их природных и природно-антропогенных факторов и в первую очередь, рельефом территории как совокупностью отдельных форм и элементов земной поверхности разных размеров, конфигурации и наклона относительно различных базисных уровней, важнейшим из которых является эквипотенциальная поверхность гравитационного поля [3]. Соответственно, наиболее динамичными являются гравитационные процессы, которые развиваются на горных территориях на крутых склонах (процессы обваливания, осыпания, сползания). Выделение и точную оценку планово-высотных параметров типов рельефа, способствующих формированию и развитию ОГП обеспечит геоморфометрический анализ [4-7] рельефа на основе цифровых моделей рельефа (ЦМР), который является важной частью современных геоэкологических исследований в силу доступности исходного материала, объективности количественных методов расчета и единовременной обзорности значительных территорий [1]. В данном исследовании мы будем опираться на геометрические параметры рельефа – группу параметров, отображающих особенности морфологии территории и определяющие скорость и интенсивность потоков вещества и энергии, а также динамику склоновых процессов. К этой группе относятся высотная дифференциация, уклон и экспозиция склонов [2]. Целью данного исследования является диагностика склонов разных типов горного рельефа для выявления ОГП, определяющих условия опасности территории и уровень риска для хозяйственной деятельности, на основе геоморфологического дешифрирования и анализа геоморфометрических параметров ЦМР.

#### Материалы и методы исследований

Территорией для исследования выбрана Верхнеангарская котловина. Для визуализации рельефа местности и последующей геоинформационной диагностики формирования и развития ОГП надежным и высокоточным виртуальным аналогом является ЦМР исследуемой территории. В данном проекте для создания ЦМР Верхнеангарской котловины использовались векторные слои горизонталей (высота сечений рельефа 20 м), отметок высот и урезов воды топографической основы м-ба 1:100000 КБ «Панорама» (рис. 1).

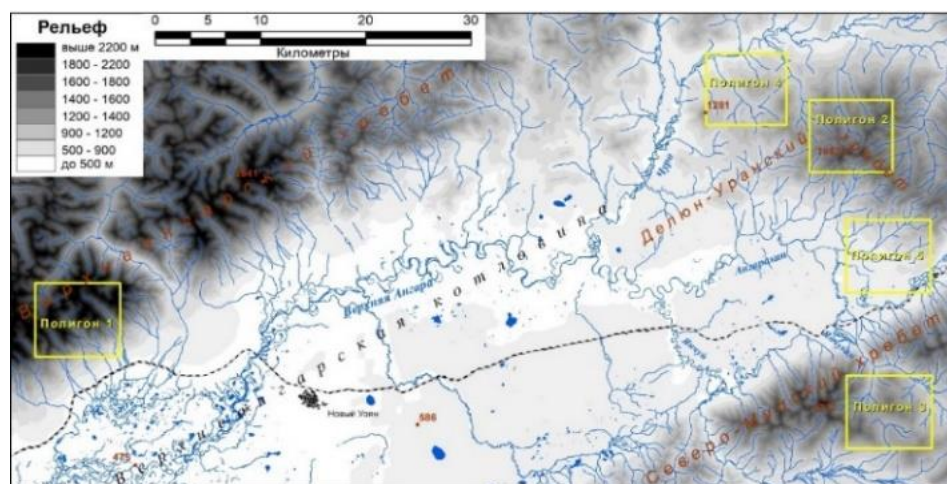


Рис. 1. Объект исследования.

Для геоморфометрического анализа выбраны репрезентативные участки (площадью 72 км<sup>2</sup>), как эталонные полигоны, характеризующие отдельный тип рельефа сводово-глыбовых гор: 1 – высокогорный эрозионно-экзарационный (альпинотипный); 2 – высокогорный денудационно-эрозионный; 3 – среднегорный эрозионно-денудационный; 4 – среднегорный денудационно-эрозионный; 5 – низкогорный денудационный.

Для создания производных покрытий и расчёта морфометрических параметров уклона и экспозиции в ArcGIS использован алгоритм Zevenbergen-Thorne [9], эффективность и достоверность которого подтверждена другими исследованиями [8, 10].

### Обсуждение результатов

В процессе комплексного геоморфометрического анализа типов рельефа на репрезентативных полигонах проведена диагностика склонов Верхнеангарской котловины, что позволило определить типичный набор ОГП и их возможную интенсивность.

*Высокогорный эрозионно-экзарационный (альпинотипный) тип рельефа* характерен для осевой части Верхнеангарского хребта и Северомуйского хребта (р. Янчуй). Основными формами рельефа являются острогребневые хребты, пикообразные вершины, кары, цирки, трог, висячие боковые долины, ледниковые озера. Здесь отмечаются максимальные относительные превышения (1000-1400 м) и наибольшая интенсивность рельефообразования. Вершины представляют собой пирамидальные пики со слабо вогнутыми гранями. Абсолютные отметки составляют 1800-2200 м. Глубина расчленения более 1000-1200 м (рис. 2 Б). Склоны скалистые с сейсмогенной моделировкой, занимают по площади более 80 % территории. Преобладающая крутизна склонов составляет выше 40-50°, максимальная достигает более 70°. Склоны разной крутизны от крутых до относительно отлогих присущи для участков троговых долин с плоским хорошо выработанным дном и боковыми долинами, а также на участках современных горных речных долин с реликтами ледниковых форм рельефа. Склоны междуречий в верхней части крутые и скалистые, внизу вогнутые, переходящие в плоское днище трога (рис. 2 Б, А).

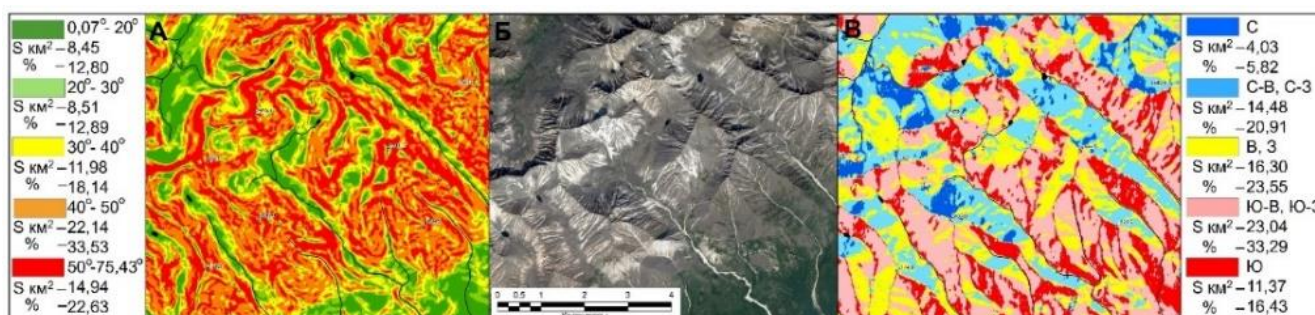


Рис. 2. Картографическая визуализация высокогорного эрозионно-экзарационного типа рельефа (А-уклон рельефа, Б-спутниковый снимок Google, В-экспозиция склонов).

В верхних частях крутых склонов наблюдается наличие стенок и ниш, в местах седловин и подножий – скопление коллювия. Конусы осыпей наиболее характерны для склонов южной экспозиции, образуя у подножия сплошную систему башен, что четко прослеживается на рис. 3В. Более 50 % склонов подвержены обвально-осыпным процессам, также имеются определяющие условия для лавино- и селеобразования (микросели). Сильная расчлененность, большие значения относительных превышений, высокая крутизна склонов, скалистость, а также интенсивные современные неотектонические подвижки и активные дизъюнктивные дислокации создают условия для широкого проявления экстремальных ОГП с высокой степенью вероятности.

*Высокогорный денудационно-эрозионный тип рельефа* наблюдается на участках междуречья р. Янчуйкан Северомуйского и Делюн-Уранского хребтов. Представляет собой пологосводчатые или острогребневые хребты, ледниковые долины и кары с V-образными долинами и паадьями. Глубина расчленения 700-900 м. Хребты и их отроги имеют широкие округлые или закругленные узкие гребни, острогребневые отроги имеют более плавный продольный профиль гребневой линии. Кары находятся в стадии разрушения, стенки их выполаживаются и расчленяются (рис. 3 Б). Склоны вверху горных массивов имеют выпуклый профиль и меньшую крутизну до 20°. Пологие склоны частично покрыты крупным обломочным материалом и останцами коренных пород, образуя местами каменные россыпи, а в ложбинах небольшие каменные реки. Профиль средней части склонов крутой и прямой, в отдельных местах в нижней части вогнутый. Крутизна склонов различна: преобладает 20-40° на площади около 55%.

Крутые скалистые склоны выделяются на участках острогребневых хребтов крутизной 40-50°, иногда достигающей до 70° (рис. 3 А, Б). Вдоль горных долин в приустьевых частях отмечаются интенсивные эрозионные врезы, глубиной 100-200 м с присутствием отвесных участков. На обрывистых нависающих склонах типично развитие обвальных процессов, на более пологих – осыпных и отчасти флювиальных процессов, что подтверждается наличием осыпных лотков, шлейфов – зон накопления обвально-осыпного материала, а также конусов выноса. Более высокая интенсивность развития экзогенных геологических процессов прослеживается на склонах южных экспозиций (рис. 3 Б, В). Имеются благоприятные условия для формирования обвально-осыпных ОГП, движения курумов, лавино- и селеобразования с высокой степенью их проявлений.



Рис. 3. Картографическая визуализация высокогорного денудационно-эрозионного типа рельефа (А-уклон рельефа, Б-спутниковый снимок Google, В-экспозиция склонов).

*Среднегорный эрозионно-денудационный тип рельефа* выделяется в среднем течении рек Янчуя и Янчукана Северомуйского хребта, Верхнеангарского хребта и междуречья р. Сарта – р. Верхняя Ангара Делюн-Уранского хребта. Полосовидчатые, плосковершинные и острогребневые отроги и массивы, разветвленная сеть небольших широких долин, часто осложненных эрозионными распадками. В отдельных местах сохранены реликты ледниковой скульптуры (стенки каров и трогов). Острогребенчатый рельеф характерен для отдельных небольших горных массивов, радикально расчленённых короткими V-образными долинами. Пологоступенчатые и плосковершинные отроги небольшой протяженности покрыты курумами. Занимаемая площадь составляет около 30%. Глубина расчленения 700 м. Долинная сеть густая со сложным рисунком. Наряду с широкими долинами, с плоским или слабо вогнутым днищем, встречаются короткие V-образные долины и пади, у нижних окончаний которых формируются конусы выноса (рис. 4 Б).

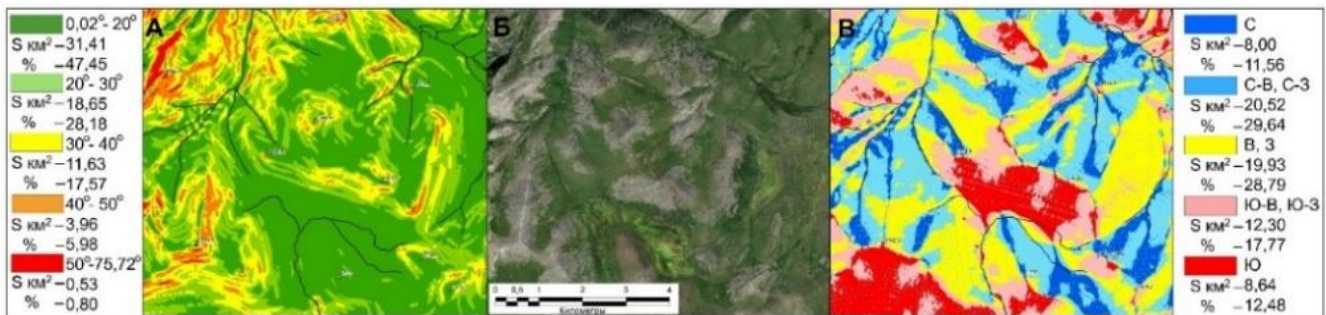


Рис. 4. Картографическая визуализация среднегорного эрозионно-денудационного типа рельефа (А-уклон рельефа, Б-спутниковый снимок Google, В-экспозиция склонов).

Склоны разнообразны даже в пределах одного массива или отрога: пологие и крутые, прямые вогнутые и выпуклые. Крутизна варьирует от 15° и может достигать более 50°. Преобладающая крутизна склонов – 20-30°. Поверхность пологих склонов преимущественно покрыта, останцами коренных пород или курумами. Грубый обломочный материал, двигаясь по склонам, скапливается в лощинах и ложбинах, образуя в отдельных местах так называемые «каменные реки». Северные и восточные склоны преимущественно залесены, однако по поверхности также отмечаются площадные и линейновытянутые курумы (рис. 5 А, В). Относительно пологие склоны характеризуются больше как денудационные с медленным, но возможно и моментальном при сильных землетрясениях, переносом материала денудации. В рельефе отмечаются характерные борозды и смещение продуктов сноса обломочного материала к подножию склонов. В нижних частях отдельных крутых склонов и уступов фиксируются обвально-осыпные зоны. Анализ морфометрических характеристик, морфогенетических особенностей данного типа рельефа показывает о преобладании денудационных процессов движения курумов, на крутых склонах – обвально-осыпных. В соответствии с обозначенными морфометрическими показателями имеются большие возможности рельефа при условиях значительных снегозапасов зимой и прохождения продолжительных дождей в теплый период для формирования нивально и водно- гравитационных явлений.

*Среднегорный денудационно-эрозионный тип рельефа* с характерными формами острогребневых отрогов с пилообразными и узкими, радиально расчлененными массивами и густой сетью коротких V-образных долин и падей отмечается на участках южного обрамления Верхнеангарской депрессии (западнее р. Янчуя) и южных склонов Делюн-Уранского хребта. Максимальные отметки высот 1500-1700 м. Глубина эрозионного вреза составляет 700-750 м. Долины почти лишены аллювия – короткие с узкими днищами (рис. 5 Б).



Рис. 5. Картографическая визуализация среднегогорного денудационно-эрозионного типа рельефа (А-уклон рельефа, Б-спутниковый снимок Google, В-экспозиция склонов).

Склоны имеют прямой или выпуклый профиль, неровную изрезанную поверхность. Преобладающая крутизна склонов – до 20°. В целом, склоны большей частью покрыты растительностью, залесены. В верхних частях склоны пологие с наличием каменных полей и открытых выходов коренных пород. Крутизна их небольшая, в отдельных местах до 30°. В части – острогребневых отрогов и V-образных долин – в среднем 40-50°, в отдельных местах узких долин и падей – склоны крутые скалистые с крутизной, достигающей более 50° (рис. 6 А), значительная крутизна склонов прослеживается вдоль долин, и на отрогах хребта. Данный тип рельефа с морфологическими особенностями склонов и морфометрическими показателями обладает набором условий на участках долин и отрогов для возникновения осыпных, реже, обвальных и флювиальных процессов. Наиболее опасным явлением в период циклонов и высокой сейсмичности на данной территории является высокая вероятность прохождения катастрофических водо-каменных селей.

*Низкогорный денудационный тип рельефа* характеризуется несколько вытянутыми массивами с куполообразными вершинами, пологовершинными и пологосводчатыми отрогами, разделенные широкими долинами. Наблюдается на периферических частях горных хребтов и межгорных котловин. Абсолютные высоты не превышают 1200 м, относительные составляют 400-500 м. (рис. 6Б) На снимке данный тип рельефа выражен в центральной его части. Склоны в верхней части имеют выпуклый профиль и крутизну в среднем до 10-20°, в нижней – вогнутый. Склоны отдельных отрогов крутые – 20-30° и даже более. Склоны преимущественно покрыты растительностью. Осыпного сноса не прослеживается. Данный вид склонов типично денудационный – медленного перемещения обломочного материала по склону.



Рис. 6. Картографическая визуализация низкогорного денудационного типа рельефа (А-уклон рельефа, Б-спутниковый снимок Google, В-экспозиция склонов).

Для данных склонов характерны процессы медленной денудации к подножию, а в широких низовьях горных рек – типичные формы флювиальных процессов. Однако, данные участки рек являются транзитами переноса селей. Сформированные в высокогорье водокаменный поток переносится вниз по склону и нередко разгрузкой его являются низовья горных рек, что подтверждается разветвленностью русла или конусами выноса.

### Заключение

Таким образом, морфогенетические особенности типов рельефа, обуславливают разнообразие склонов, создающих многообразие условий для формирования и развития целого ряда опасных гравитационных процессов, в том числе водно-гравитационных и нивально-гравитационных.

Наиболее благоприятными условиями для развития ОГП являются высокие горы с глубоким расчленением, крутыми склонами, в районе интенсивных неотектонических движений и активных глубинных разломов. Характерными гравитационными процессами являются обвально-осыпные, движение курумов. При условиях накопления значительных снеготопливных запасов зимой и прохождения продолжительных дождей в теплый период имеются большие возможности рельефа для формирования катастрофических нивально и водно- гравитационных явлений (снежные и снежогокаменные лавины, каменные и водокаменные сели).



В результате геоморфологического дешифрирования и анализа ЦМР получена достоверная и полная информация развития склоновых процессов, выделены участки с разной степенью интенсивности и распространённости гравитационных процессов. Наиболее опасны участки высокогорья со скалистыми склонами крутизной более 50-60° с крутыми уступами; опасны – участки высокогорья и среднегорья со скалистыми склонами с крутизной более 30-40° и мало опасны – участки среднегорья и низкогорья со склонами крутизной до 20°.

Применение геоинформационной технологии при параметризации типов рельефа и диагностики склонов позволило обозначить определенный набор ОГП и оценить их интенсивность, способствовало автоматизации операций геоморфометрического анализа, уменьшению трудозатрат, снижению субъективизма экспертных решений, а также обеспечило свободное масштабирование территории и интерактивное редактирование создаваемых картографических материалов.

#### **Благодарности**

*Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 23-27-00261.*

#### **Список литературы**

1. Глейзер И.В., Копанева И.М., Рублева Е.А. Некоторые аспекты использования ГИС-технологий при морфометрическом анализе рельефа // Вестник Удмуртского университета. – 2006. – № 11. – С. 143-146.
2. Глотов А.А. Использование ЦМР для задач рационального природопользования и мониторинга природных процессов // Управление развитием территории. – 2013. – № 2. – С. 39-41.
3. Трегуб А.И., Жаворонкин О.В. Морфометрия современной поверхности и неотектоническая структура территории ВКМ // Вестн. Воронеж. ун-та. Сер. геология. 2000. – Вып. 9. – С. 19-26.
4. Geomorphometry: Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science, vol. 33. Hengl T., Reuter H.I. (Eds.). 2008. 772 p.
5. Florinsky I.V. Digital Terrain Analysis in Soil Science and Geology. Elsevier / Academic Press, Amsterdam. 2016. 486 p.
6. Pike R.J. Geomorphometry – Diversity in quantitative surface analysis. Progress in Physical Geography, 2000. Vol. .
7. Rasemann S., Schmidt J., Schrott L., Dikau R. Geomorphometry in mountain terrain. In book: Geographic Information Science and Mountain Geomorphology / Bishop M., Schroder J. (Eds.) Publisher: Springer, 2004. 456 p.
8. Skidmore A. A Comparison of techniques for calculating gradient and aspect from a gridded digital elevation model. International Journal of Geographical Information Systems, 1989. 3(4), 323-334.
9. Zevenbergen L.W., Thorne C.R. Quantitative Analysis of Land Surface Topography // Earth Surface Processes and Landforms, 1987. – Vol. 12(1). – P. 47-56.
10. Zhou Q., Liu X. Error Analysis on Grid-Based Slope and Aspect Algorithms // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing Vol. 70, No. 8, 2004, pp. 957–962.

УДК 574.3 (571.621)

### **КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ИЗЮБРЯ И КОСУЛИ В ПРИБАЙКАЛЬСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ – ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ**

**Бочарников В.Н.<sup>1</sup>, Цициашвили Г.Ш.<sup>2</sup>, Десятова Т.В.<sup>3</sup>, Попова М.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Россия, e-mail: vbocharnikov@mail.ru*

<sup>2</sup>*Институт прикладной математики ДВО РАН, Россия, e-mail: guram@iam.dvo.ru*

<sup>3</sup>*Прибайкальский государственный национальный парк, Россия, e-mail: tdesyatova@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Институт прикладной математики ДВО РАН, Россия, e-mail: mpopova@mail.ru*

### **QUANTITATIVE CHARACTERISTICS OF SPATIAL MOVEMENTS OF RAISINS AND ROE DEER IN THE BAIKAL NATIONAL PARK – USING THE MATHEMATICAL THEORY OF QUEUING**

**Bocharnikov V.N.<sup>1</sup>, Tsitsiashvili G.Sh.<sup>2</sup>, Desyatova T.V.<sup>3</sup>, Popova M.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Pacific Institute of Geography FEB RAS, Russia, e-mail: vbocharnikov@mail.ru*

<sup>2</sup>*Institute of Applied Mathematics FEB RAS, Russia, e-mail: guram@iam.dvo.ru*

<sup>3</sup>*Baikal State National Park, Russia, e-mail: tdesyatova@yandex.ru*

<sup>2</sup>*Institute of Applied Mathematics FEB RAS, Russia, e-mail: mpopova@mail.ru*

#### **Введение**

Оценка количественных параметров пространственной экологии животных является частью многих зоологических и охотоведческих работ. Обязательным условием является учет численности животных, включающий в свои схемы дистанционные средства-регистраторы или фотоловушки. Географические процессы определяют динамику популяций и сообществ, воздействуют на благополучие существование видов и экосистем, обеспечивают биологическую продуктивность и неоднородность размещения жизни.

В реальной жизни структурно-системным подходом географии «проявляется» дискретность нарушений, выраженных наличием разрывов, определенной локализации сочетаний компонентов определенных слоев в виде не соприкасающихся ареалов (например – дискретность почвенного покрова, районов расселения населения и размещения хозяйства и т. д.). В данной работе делается попытка для территории Прибайкальского национального парка оценить количество животных, обитающих в определенных местах по данным с фотоловушек, получаемых при подсчете только тех копытных животных, которые посещают подкормочные площадки или солонцы в период проведения учета.

Прибайкальский национальный парк расположен на западном побережье озера Байкал, занимает восточные склоны Приморского хребта, южную часть Олхинского плато, бассейн р. Большая Речка (впадает в р. Ангару), а также о. Ольхон. Для всей территории национального парка горный тип рельефа – занимает всю территорию парка, минимальная высота гор – 455 м, максимальная высота – 1558 м. Южная часть парка расчленена вытекающей из Байкала р. Ангарой. Территория простирается вдоль байкальского побережья на 490 км – от поселка Култук на юге до мыса Кочериковского на севере. Общая площадь ООПТ составляет 524,8 тыс. га.

Географо-экологический район или экологическое местообитание рассматривается как некая территория, базис, возможный для рассмотрения и обособления посредством элементов, показывающих как его пространственные особенности (протяженность, конфигурация, размер), так и структура во всем многообразии возможных характеристик, что позволяет широко использовать их изучении и моделировании стандартные возможности технологий ГИС. Побережье Байкала на всем протяжении парка занято подтаежно-степным высотным поясом, где светлохвойные лиственничные и сосновые леса соседствуют со степными участками. Наблюдения за копытными на солонцах позволяют оценивать половозрастную структуру популяции каждого вида, отслеживать сроки протекания биологических фаз (смена рогов, линька, появление детенышей и т.д.).

Такая постановка вопроса выделить частоту посещения группами животных фотоловушек, установленных на территории Прибайкальского национального парка в разные месяцы, в разные часы суток и для различных групп животных (изюбрей и косуль). Рассматривалась возможность применения теории массового обслуживания, устанавливающей связи между параметром интенсивности потока посещения групп животных и регистрацией числа посещений в пределах определенного отрезка времени (были выбраны суточный и сезонный периоды, и календарный месяц). Достаточный для расчетов массив данных был собран по посещениям изюбрей и косуль, регулярно посещающих солонцы, в пределах которых были установлены фотоловушки.

### Материал и методы

В 2022 году в Прибайкальском национальном парке наблюдения осуществлялись с помощью 21 фотоловушки моделей Bushnell Trophy Cam HD Aggressor Low-Glow и ScoutGuard SG968K-10M. Наблюдения велись на 7 локациях – 5 из них приурочены к солонцам, две к постоянным тропам копытных. Продолжительность работы каждой фотоловушки составила от 1 до 380 суток. Вблизи всех локаций отмечались следы присутствия хищников, в первую очередь волка, широко распространенного по территории национального парка. Помесячная динамика подходов животных к солонцам показывается в таблице.

Таблица

Сезонная и суточная динамика подходов групп животных к солонцам

|                       | Все сезоны |      | зима |      | весна |      | лето |      | осень |      |
|-----------------------|------------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|------|
|                       | день       | ночь | день | ночь | день  | ночь | день | ночь | день  | ночь |
| Число подходов изюбря | 305        | 415  | 65   | 52   | 121   | 150  | 58   | 881  | 61    | 132  |
| Число подходов косуль | 810        | 779  | 11   | 3    | 88    | 44   | 528  | 3302 | 183   | 430  |

При использовании фотоловушек фото и/или видеозапись на них производится в течение всего времени проведения учета. В том случае если интервал меньше, но на снимке явно другая особь или группа, то серия также выделяется как отдельная регистрация. Сведения о каждой регистрации вносятся в электронную базу с указанием: места регистрации, даты, начального и конечного времени, вида, количества животных в группе. Фото и/или видеозапись с фотоловушек сохраняется в виде электронного файла (далее – фотоматериалы). В ходе мониторинга зарегистрировано 13 видов животных. При этом максимальное количество регистраций приходится на косулю и изюбря – 42% и 34% соответственно.

При математическом анализе данных об имеющихся посещениях солонцов животными (возникает необходимость определить, сколько раз в месяц одна и та же группа животных пребывает на территории солонца. Однако построить такую оценку практически невозможно из-за неразличимости зафиксированных животных по внешнему виду, что особенно, верно, для ночных и сумеречных периодов. Было предположено, что расчет среднемесячного числа посещений отдельной группой основан на вероятностном тождестве Вальда [Vorovkov]. Используя тождество Вальда можно рассчитать среднемесячное число посещений отдельной группой животных с помощью следующего равенства.

Фотоловушки выставлялись в различных биотопах и на разных объектах (тропы, норы, маркировочные точки, солонцы и т.д.) в зависимости от задач наблюдения. Во всех случаях локация находилась на значительном удалении от посещаемых туристических маршрутов, населенных пунктов, в труднодоступных местах и не подвергалась антропогенному фактору беспокойства. Обработка материалов, полученных с фотоловушек, проводилась без применения специального программного обеспечения путем просмотра каждого снимка. При этом за одну регистрацию принимается серия снимков одного животного или группы, при условии, что эти снимки сделаны с интервалом не более в полчаса.

### Результаты и обсуждение

Из рис. 1 следует, что наибольшее число подходов изюбрей к солонцам происходит в мае (всего 210), а у косуль – в сентябре (всего 436). Изюбри в основном посещают солонцы весной, косули летом и осенью. Причем у косуль дневные и ночные посещения солонцов происходят почти одинаково часто (810 и 779), а у изюбрей ночные посещения чаще дневных (305 и 415).

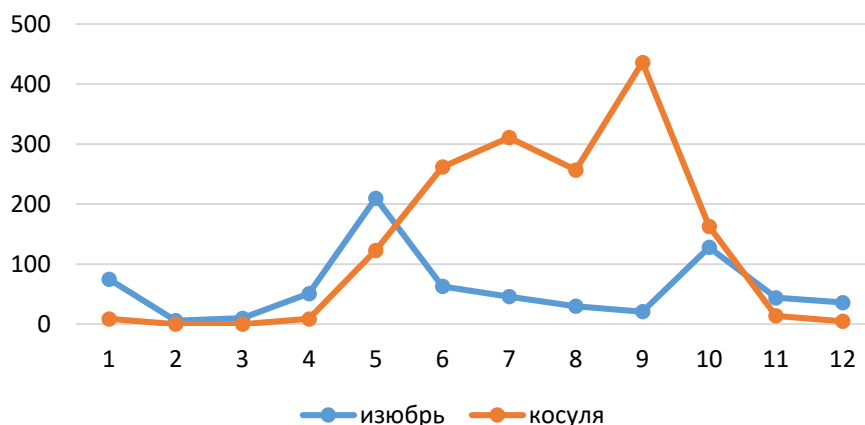


Рис. 1. Годовая динамика регистрации подходов групп изюбрей и косуль за весь период наблюдений по всем ловушкам 2021-2022

При использовании фотоловушек фото и/или видеозапись на них производится в течение всего времени проведения учета. В том случае если интервал меньше, но на снимке явно другая особь или группа, то серия также выделяется как отдельная регистрация. Сведения о каждой регистрации вносятся в электронную базу с указанием: места регистрации, даты, начального и конечного времени, вида, количества животных в группе. Фото и/или видеозапись с фотоловушек сохраняется в виде электронного файла (далее – фотоматериалы). В ходе мониторинга зарегистрировано 13 видов животных. При этом максимальное количество регистраций приходится на косулю и изюбря – 42% и 34% соответственно. Регистрация по сезонам года существенно различается (Рис.2).



Рис. 2. Частота регистрации изюбрей на солонцах по месяцам года в период наблюдений 2021-2022 гг.

При математическом анализе данных об имеющихся посещениях солонцов животными (возникает необходимость определить, сколько раз в месяц одна и та же группа животных пребывает на территории солонца. Однако построить такую оценку практически невозможно из-за неразличимости зафиксирован-

ных животных по внешнему виду, что особенно, верно, для ночных и сумеречных периодов. Было предположено, что расчет среднемесячного числа посещений отдельной группой основан на вероятностном тождестве Вальда [Borovkov]. Используя тождество Вальда можно рассчитать среднемесячное число посещений отдельной группой животных с помощью следующего равенства.

По данным, обработанным по всем локациям солонцов, очевидно, что число подходов групп молодняка (сеголетки и молодые) вместе с самцами у изюбрей и у косуль очень мало (всего зарегистрировано 10). Число подходов групп молодняка вместе с самками у изюбрей составляет 192, а у косуль 245, причем отношение  $192/245 \approx 0,78$ , что приблизительно равно отношению количество групп изюбрей на количество групп косуль  $8/10$ . Общее число подходов самцов без молодняка у изюбрей 162, а у косуль 450, и самок без молодняка у изюбрей 362, а у косуль 898. Тогда  $450/162 \approx 2,78$  и  $898/362 \approx 2,48$ , т.е. ранее замеченная закономерность того, что в среднем в один месяц число подходов групп изюбрей в три раза меньше, чем у косуль, повторяется на существенно большем материале.

Среднемесячное число посещений фотоловушки группами животных равно среднемесячному числу посещающих групп животных, умноженному на среднемесячное число посещений фотоловушки отдельной группой животных. Тогда если случайные величины  $x(1), x(2), \dots$ , независимы и одинаково распределены, а случайная величина  $A$  не зависит от будущего и имеет конечное среднее, то среднее случайной суммы  $x(1)+\dots+x(A)$  равно произведению среднего  $A$  на среднее  $x(1)$ .

Учитывая, что зарегистрировано 94 посещения групп изюбрей и 370 посещений групп косуль можно сделать вывод, что в среднем каждая группа изюбрей подходила к солончаку примерно один раз в месяц ( $94/12 \approx 7,83$ ), а каждая группа косуль – три раза ( $370/12 \approx 30,83$ ). Исходя из этого можно теоретически оценивать число групп изюбрей и число групп косуль в разные годы и у разных фотоловушек. Но для получения показателей их реальной численности необходимо привлекать дополнительные методы популяционной оценки копытных, это должны быть и зимние учеты, и в осенний период (на реву), и другие возможные способы.

### **Список литературы**

Боровков А.А. Курс теории вероятностей. Москва: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. 1972. 288 с.

УДК 911.3:314 (571.53)

## **КАРТА НАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА НАСЕЛЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ**

**А.Н. Воробьев**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, e-mail: tore12@yandex.ru*

## **MAP OF THE NATIONAL COMPOSITION OF THE POPULATION OF THE IRKUTSK REGION**

**A.N. Vorobyev**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, e-mail: tore12@yandex.ru*

### **Введение**

При создании карт национального состава на региональном и субрегиональном уровне отчетливо видно, что основная масса карт следует официальным границам уровня региона или, в лучшем случае, административного района. Уровень населенных пунктов и ареалов реального расселения этносов как правило не рассматривается. Некоторые крупные произведения как, например, Атлас Байкальского региона (2021), составленный из 354 карт, не содержит этнических карт, причем никаких масштабов и территориальных охватов [1].

Представляет интерес анализ современных атласов, ориентированных на этнические и социокультурные проблемы. Например, этнический атлас Ставропольского края (2014) содержит уникальный картографический материал, который сопровождается аналитическими текстами, характеризующие динамику этнических, демографических и миграционных процессов, географию расселения народов в Ставропольском крае. Специальный раздел посвящен этническим особенностям населения городов и районов края [8]. Атлас социокультурных процессов в Крыму (2021) представляет собой систематизированное собрание карт и картосхем, отражающих пространственные модели и закономерности развития современных социокультурных процессов в Крыму, интегрирующемся в российское социально-экономическое поле в условиях осложнённой геополитической обстановки [2].

Однако детального картографирования и анализа на уровне населенных пунктов и ареалов расселения не содержится.

Процесс создания авторской карты включает в себя несколько этапов, в рамках данного исследования мы рассмотрим лишь некоторые из них.

Наиболее ценными картами национального состава населения являются те, которые позволяют одновременно визуализировать национальный состав и территориальное распределение населения. По нашему мнению, наилучшей из таких карт является та, на которой национальный состав и численность населения представлены в виде условных знаков. Подобные карты обычно составляются в среднем масштабе на основе детальных статистических данных о национальном составе населения.

### **Материалы и методы**

Иерархия уровней картографирования на внутривнутрирегиональном уровне в Иркутской области строится на основе иерархии муниципальных образований и населенных пунктов:

- 1) высший субрегиональный («порайонный») – 42 единицы (32 муниципальных района и 10 городских округов);
- 2) средний субрегиональный («поселенческий») – 424 единицы (63 городских и 361 сельское поселение);
- 3) низший субрегиональный («топологический») – 1548 населенных пунктов [5].

В картографии существует два основных подхода к отображению национального состава населения. Одни картографы придерживаются мажоритарного принципа, другие же стремятся не только обозначить территории, однородные в этническом отношении, но и отразить зоны со смешанным национальным составом жителей. Мы избрали мажоритарный принцип в качестве наиболее подходящего для составления карты мелкого масштаба при дефиците статистических данных. Однако, если имелись необходимые статистические данные и позволяли возможности картографического изображения, например, для северной редконаселённой территории или для показа городского населения, мы допускали отступление от этого принципа.

Для наглядного представления национального состава сельского населения Иркутской области был избран метод использования качественного (цветного) фона. Национальный состав сельского населения представлен в соответствии с преобладающей национальностью. Исключение было сделано лишь для самой малочисленной коренной национальности — эвенков.

Основными источниками для составления карты национального состава населения Иркутской области стали статистические данные Всероссийской переписи населения 2020 года (ВПН 2020) [6, 7], проведённой в октябре 2021 г. Для уточнения информации, в случае недостаточности данных переписи, были также использованы другие статистические данные и литературные источники.

### **Результаты и их обсуждение**

Всего выделено три основные национальности: русские, буряты, эвенки. Ареалы их преобладания выразились в масштабе карты, поэтому окончательное уточнение легенды будет производиться уже после составления карты. Все заселённые (с постоянным населением) территории составляют только 9,2 % (71001 км<sup>2</sup>), на незаселённые (без постоянного населения) приходится 90,8 % (703845 км<sup>2</sup>) территории Иркутской области. Заселённые и незаселённые территории соотносятся между собой как 1:10, поэтому визуализация и иных характеристик населения способом порайонной картограммы даёт демографический образ региона далекий от действительности [4].

Для отображения плотности населения в сельской местности был применён метод уточнённой картограммы, который представляется наиболее подходящим для территорий, характеризующихся резкими перепадами плотности населения, где густонаселённые участки сменяются малонаселёнными. Методы картограммы по административно-территориальным единицам и изолиний, на наш взгляд, не являются оптимальными для таких районов.

Для картографирования национального состава населения Иркутской области необходимо иметь информацию о местоположении и численности населения всех постоянных поселений в виде базы данных. Мы разработали реляционную базу данных населённых пунктов Иркутской области в реальных границах (площадной слой) с актуализацией на 1 января 2020 года. Созданная база данных содержит административные, географические и демографические сведения обо всех населённых пунктах, расположенных в пределах Иркутской области.

К началу работы по созданию карты национального состава населения Иркутской области уже была подготовлена серия карт, отражающих демографические характеристики. Которые, в свою очередь, послужили фундаментом для диссертационного исследования [3]. На карте была представлена уточнённая картограмма, отражающая плотность сельского населения. В качестве единиц территориального деления были выбраны ареалы с однородной плотностью населения, которые были определены с помощью метода пятен В.П. Семёнова-Тян-Шанского.

В дальнейшем ареалы расселения уточнялись посредством ночной космической съёмки аппаратурой DMSP OLS (Operational Linescan System of Defense Meteorological Satellite Program) Американского космического агентства NASA. Данные космической съёмки позволяют идентифицировать пространственно выраженные социально-экономические явления. В результате обработки снимков создаются карты, отражающие постоянное световое излучение на заселённых и используемых территориях [3, 4].

Карта будет составлена на географической основе масштаба 1:3 000 000. На ней будут подробно отображены гидрография, железные дороги, некоторые населенные пункты и административные границы. Далее на карту переносится содержание (ареалы плотности). Если два населённых пункта, в которых проживают представители разных национальностей, располагались в одной и той же ареале плотностью населения, но при этом существенно отличались по численности жителей, то граница между ними проводилась ближе к тому населённому пункту, в котором проживало меньше людей. Следует отметить, что данное разделение является условным, поскольку в действительности представители данной этнической группы могут проживать по всему населённому пункту. Однако без такого условного разделения на карте мелкого масштаба обойтись невозможно.

На карте национального состава населения Иркутской области совмещены данные о национальном составе и размещении населения. Таким образом, карта предоставляет не только качественную информацию о национальном составе, но и количественную характеристику населения с отдельным отображением городского (людность) и сельского (плотность) населения.

#### **Выводы**

Положительной стороной ареальной карты является приближение этнических и демографических структур и процессов к местам пребывания и постоянного расселения, выделение не только больших, но и многих малых ареалов вплоть до моноареалов отдельных изолированных населенных мест. Отрицательной стороной ареальной карты является «слипание» соседних населенных мест в ареалы расселения, неделимые на части, когда не учитывается национальный состав населения отдельных элементов расселения. Если чисто ареальная карта поглощает многие особенности населенных мест, то карта, сочетающая ареалы с населенными пунктами, позволяет отобразить все разнообразие национального состава населения на уровне конкретных населенных мест и обобщенных ареалов, построенных дазиметрическим методом. Разрабатываемая карта будет отличаться от карт, изданных в Российской Федерации и наиболее близких к ней по масштабу и способам изображения.

*Работа выполнена за счет средств государственного задания (AAAA–A21–121012190063–2).*

#### **Список литературы**

1. Атлас. Байкальский регион: общество и природа. – М.: Паулсен. 2021. – 320 с.
2. Атлас социокультурных процессов в Крыму [Карты] / под ред. И.Н. Воронина, И.М. Яковенко, А.Б. Швеца, Д.А. Вольхина. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2021. – 196 с.
3. Воробьев А.Н. Геоинформационное картографирование динамики населения региона г. Иркутска: автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Иркутск: ИГ СО РАН, 2019. – 24 с.
4. Воробьев А.Н. Картографирование плотности населения редкочаселенного региона (на примере Иркутской области). Геодезия и картография. 2019. Т. 80. № 4. С. 32–38. DOI: 10.22389/0016-7126-2019946-4-32-38.
5. Воробьев Н.В., Воробьев А.Н. Составление карты субрегиональных типов динамики населения Иркутской области // ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: Материалы Междунар. конф. М.: Географический факультет МГУ, 2021. Т. 27. Ч. 4. С. 361–372.
6. Итоги Всероссийской переписи населения 2020. Том 5 Национальный состав и владение языком. [URL: [https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Том5\\_Nacionalnyj\\_sostav\\_i\\_vladenie\\_yazykami](https://rosstat.gov.ru/vpn/2020/Том5_Nacionalnyj_sostav_i_vladenie_yazykami) (дата обращения 19.10.2024)]
7. Итоги Всероссийская перепись населения 2020 года. Том 1 Численность и размещение населения [URL: <https://38.rosstat.gov.ru/folder/179585> (дата обращения 19.10.2024)]
8. Этнический атлас Ставропольского края / В.С. Белозеров, А.Н. Панин, Р.А. Приходько, В.В. Чихичин, А.А. Черкасов. – Ставрополь: ФОК–Юг, 2014. – 304 с.

УДК 911.3 (571.53) + 551.4 (571.53)

### **ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА ИРКУТСКА В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ УРБАНИЗАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ АКАДЕМГОРОДКА**

**А.Н. Воробьев, М.Ю. Опекунова**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, [tore12@yandex.ru](mailto:tore12@yandex.ru), [opek@mail.ru](mailto:opek@mail.ru)*

### **TRANSFORMATION OF IRKUTSK URBAN SPACE IN THE CONTEXT OF MODERN URBANIZATION PROCESSES ON THE EXAMPLE OF THE ACADEMGORODOK**

**A.N. Vorobyev, M.Yu. Opekunova**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, [tore12@yandex.ru](mailto:tore12@yandex.ru), [opek@mail.ru](mailto:opek@mail.ru)*

#### **Введение**

В течение длительного времени внимание исследователей было сосредоточено на изучении изменений природной среды под воздействием человеческой деятельности. Один из наиболее значимых процессов, влияющих на окружающую среду, представляет собой урбанизация.

Цель исследований – выявить динамику антропогеоморфосистем в процессе урбанизации за последние несколько лет на примере нескольких районов Академгородка Иркутска в контексте роста темпов точечной застройки. Настоящие исследования – продолжение разработки направления, которые авторы начали развивать в предыдущих публикациях, посвященного изучению процессов урбанизации и преобразования территории города Иркутска [2].

В рамках исследований для новейшего этапа формирования городской территории решаются следующие задачи: выявление влияния внешних и внутренних факторов на процесс заселения и освоения пространства; определения изменения структуры и динамики развития геоморфосистем.

#### **Объекты и методы**

Академгородок – микрорайон Свердловского административного округа Иркутска, расположенный в юго-западной части города, на левом берегу Ангары. Он начал застраиваться в начале 1960-х гг. в результате создания Иркутского научного центра из одиннадцати академических институтов. Ранее довольно изолированная территория микрорайона в настоящее время представляет собой транзитный участок, связывающий разные районы города. Таким образом, Академгородок является относительно динамичным микрорайоном города, отражающим основные черты его развития. Это позволяет рассматривать его в качестве модельной территории для оценки изменения рельефа и структуры геоморфологических процессов, динамики расселения и населения в процессе урбанизации. На примере данного микрорайона мы рассмотрим изменение рельефа и структуры геоморфологических процессов.

Рассматриваемая территория Академгородка располагалась в пределах бывшего села Кузьмиха, которое в результате нескольких этапов урбанизации территории оказалось в черте города. Наибольшее влияние на социально-экономическое развитие территории и преобразование рельефа оказало строительство Иркутской ГЭС.

Уровни современных гипсометрических поверхностей варьируются от 428 до 460 м. Значительную часть территории занимает пойма, включая ее островную часть, где высота достигает 4 м над меженным уровнем воды. Вторая и третья террасы, высоты которых – до 15 и до 25 м соответственно, хорошо выражены и прослеживаются по всей территории.

Для анализа распределения населения в пределах территории было проведено районирование территории по морфотипам застройки. Морфотип – это эволюционно сложившаяся разновидность планировочно-пространственной организации городской застройки.

Для районирования территории Академгородка по морфотипам застройки использовалась разработанная ранее типизация П.А. Дорофеева [1].

По проведенному ранее, в зависимости от геолого-геоморфологических условий и гипсометрической позиции, районированию территории [2] выделены две геоморфосистемы - Прибрежной и Нижней террасовой. В Прибрежную геоморфосистему входят пойменно-русловой комплекс, а также первая терраса, сложенные валунно-галечными и техногенными отложениями. Нижняя террасовая геоморфосистема включает комплекс второй и, частично, третьей террас, сложенных техногенными, делювиальными и аллювиальными отложениями. В ее пределах расположены районы с максимальными значениями плотности населения и высокоэтажной застройкой замкнутого и полужамкнутого типов.

Для корректного отображения актуальной численности населения исследуемой территории была создана реляционная база данных, включающая информацию о застройке в реальных границах (площадной слой) на 1 января 2022 г. При разработке базы данных учитывался предыдущий опыт изучения населения на региональном уровне. База данных содержит информацию о границах застройки, типах зданий, местоположении (адрес), классификации (типология) объектов недвижимости, этажности, годе постройки, жилой площади, количестве квартир и жителей. Всего в базе данных 10 атрибутов. Атрибутивные данные были получены с федерального сайта «Реформа ЖКХ» [3].

В дальнейшем уточненная реляционная база данных была преобразована в QGIS – программу с открытым исходным кодом для создания и визуализации геопространственной информации.

#### **Результаты и обсуждение**

*Новейший этап урбанизации.* Изменение морфотипа геоморфосистемы «Прибрежная». В 2024 г. началось возведение нового жилого комплекса (ЖК) «Бродский». ЖК позиционируется как жилье бизнес-класса, состоит из двух многоэтажных зданий высотой в двадцать и тринадцать этажей. С ориентировочным количеством жителей 650 человек. Возводится он на поверхности первой террасы р. Ангары высотой 4-8 м над урезом реки, ширина площадки 80–120 м, а протяженность ее составляет около 1,2 км. Надо отметить, что данная поверхность застраивалась ранее исключительно малоэтажными домами. В период существования с. Кузьмиха, этот участок не был застроен, здесь располагались придомовые территории. На снимке 1980 г. на данном участке располагался пустырь.

По районированию, проведенному в рамках предыдущих исследований [2], данная территория располагается в границах участка спорт-парка «Поляна» (см. таблицу). Очевидно, что тип использования земель

и структура застройки кардинально изменяется. Данный факт не может не отразиться и на структуре экзогенных процессов и устойчивости геоморфосистемы. Непосредственное соседство жилых объектов частного сектора и нежилых промышленных объектов с низкой плотностью населения с двумя высотными зданиями может иметь неблагоприятные последствия в экономическом, социальном, экологических аспектах.

В 2023 г. в пределах участка «Восточная сторона ул. Мелентьева (старый жилой фонд Академгородка)» на месте промышленной базы Иркутского научного центра, началось возведение ЖК полузамкнутого типа «Академик» этажностью от 11 до 13, с планируемым населением в количестве 1220 жителей. Размещение многоэтажного ЖК «Академик», состоящего из нескольких секций по типу «дом во дворе» также увеличивает нагрузки на технические сооружения сети трубопроводов, транспортные сети, что влечет за собой рост вибрационных нагрузок.

В течение последних двух лет наблюдается рост плотности населения на исследуемой территории, что привело к переходу данной территории из одной категории в другую. В частности, территория спорт-парка «Поляна» ранее был незаселенной. Однако после строительства жилого комплекса «Бродский» плотность населения в этом районе составит 4031 чел./км<sup>2</sup>. Строительство нового жилого комплекса «Академик» на месте автобазы ИИЦ СО РАН приведет к увеличению плотности населения до более чем 25 000 чел./км<sup>2</sup>.

Таблица

Участки территории исследования и их основные характеристики

| Порядковый номер                         | Участок  | Численность населения, чел. 2022 г./2024 г. | Площадь территории, км <sup>2</sup> | Плотность населения, чел./км <sup>2</sup> 2022 г./2024г. |
|--|--|---|-------------------------------------|--|
| <b>Прибрежная геоморфосистема</b>        |  |   |                                     |  |
| I  | Спорт-парк «Поляна   | 0/645                                       | 0,16                                | 0/4031   |
| II                                       | «Нахаловка» (ул. Овражная и ул. Костромская)                       | 180/178                                     | 0,14                                | 1286/1271  |
| <b>Нижняя террасовая геоморфосистема</b> |  |   |                                     |  |
| III                                      | Восточная сторона ул. Мелентьева (старый жилой фонд Академгородка) | 3133/4352                                   | 0,17                                | 19 581/25 603  |
| IV                                       | ТСЖ «Кузьмиха» (новый жилой фонд Академгородка)                    | 907/907                                     | 0,04                                | 15 121/15 121  |
| V  | ЖК «Сигма» (новый жилой фонд Академгородка)                        | 2693/2693                                   | 0,08                                | 33 652/33 652  |

### Заключение

Рассмотренная динамика плотности населения вследствие точечной застройки иллюстрирует ускорение роста урбанизации. За последние два года изменилась структура пространственного распределения населения, определяемого морфотипами застройки территории. Высокая плотность населения по-прежнему наблюдается в пределах районов с многоэтажной застройкой, расположенных в пределах террасового комплекса, а при увеличении количества и этажности зданий морфотип застройки не изменился. Минимальная плотность, как и ранее, фиксируется в пределах наиболее техногенно-преобразованного пойменно-руслового комплекса и первой террасы (район спорт-парка «Поляна»). Однако здесь происходит смена типа застройки, которая в дальнейшем повлечет изменение антропогенной нагрузки. Распределение максимальной и минимальной плотности застройки коррелирует с концентрацией плотности населения. Максимальное антропогенное давление испытывают террасовые геоморфосистемы, минимальное – Прибрежная.

Таким образом, данные варианты урбанизации внутри города отражают общую ситуацию в Иркутске, а рассмотренные процессы и их динамику в пределах Академгородка можно рассматривать в качестве модельных для изучения процессов антропогенного преобразования территории.

*Работа выполнена в рамках государственных заданий Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН (АААА-А21-121012190017-5, АААА-А21-121012190063-2).*

### Список литературы

1. Дорофеев П.А. Микрорайонные структуры 1960–1970-х гг. в Иркутске // Проект Байкал. – 2014. – № 39–40. – С. 230–251.
2. Опекунова М.Ю., Воробьев А.Н. Динамика урбанизации пойменно-руслового и террасового комплексов реки Ангары в пределах города Иркутска // Изв. РГО. – 2022. – № 5. – С. 23–35. – DOI: 10.31857/S0869607122050081
3. Реформа ЖКХ: автоматизированная информационная система [Электронный ресурс]. – <https://www.reformagkh.ru/> (дата обращения 05.10.2021).



**ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ С ПОСТРОЕНИЕМ  
МОДЕЛИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗА РАЗМЕЩЕНИЯ  
АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ТЮРКСКОГО ПЕРИОДА  
В ЛАНДШАФТАХ ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ**

**А.Б. Глебова, И.С. Сергеев**

*Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле,  
г. Санкт-Петербург, a\_glebova@mail.ru, igorsergeev.spb@gmail.com*

**GEOINFORMATION ANALYSIS WITH CONSTRUCTION  
OF A NEURAL NETWORK MODEL FOR FORECASTING THE PLACEMENT  
OF ARCHAEOLOGICAL MONUMENTS OF THE TURKIC PERIOD  
IN THE LANDSCAPES OF SOUTH-EASTERN ALTAI**

**A.B. Glebova, I.S. Sergeev**

*St. Petersburg State University, Institute of Earth Sciences, St. Petersburg,  
a\_glebova@mail.ru, igorsergeev.spb@gmail.com*

Ландшафты Юго-Восточного Алтая были заселены человеком с древних времен. Как следствие здесь сохранилось огромное количество археологических памятников самых разных исторических периодов. Но процесс заселения территории не был постепенно-нарастающим, были периоды регресса, возможно связанные с изменением природных обстановок, социальных и военно-политических факторов. Тюркский период (552-744 гг.) – это период, когда население, проживавшее в Юго-Восточном Алтае, оставило достаточно много памятников – объектов захоронений, культовых сооружений. Расположение многих памятников известно, описано археологами и включено в государственный реестр, но тем не менее не все археологические объекты зафиксированы и расположение многих еще неизвестно.

Для того, чтобы опередить местоположение еще неисследованных археологических памятников можно использовать технологии глубокого машинного обучения – нейронные сети. Для этого необходимо провести геоинформационный анализ рельефа территории и имеющихся археологических данных, а также определить важность ландшафтных признаков мест сооружения археологических памятников. И на основе полученных данных создать прогнозную карту возможных местоположений археологических объектов тюркского времени.

Методика построения модели нейронной сети прямого распространения для прогноза размещения археологических объектов в ландшафтах Юго-Восточного Алтая была впервые описана нами в статье [4]. Точность составленной прогнозной модели составила порядка 80%.

На территории Юго-Восточного Алтая археологических памятников тюркского периода сохранилось достаточно много, это курганы разных диаметров, оградки, в центре которых иногда установлены стелы или каменные изваяния, изображающие воинов, балбалы (вертикально врытые необработанные камни, в основном до 1 м высотой), которые отходят от оградок, как правило в восточном направлении и др. Для удобства построения прогнозной модели нами были отобраны 151 памятник этого периода. Эти объекты имеют кластерный характер распределения в пространстве. Данные об археологических памятниках собирались по литературным данным [1; 6 – 16] и собственным полевым исследованием авторов [2, 3, 5].

В работе был проведен геоинформационный анализ распределения археологических памятников по восьми ландшафтными признакам. Для этого использовалась ЦМР SRTM [17] и имеющиеся археологические данные на основе которых в среде ArcGIS 10.1 созданы схемы распределения археологических объектов по следующему ландшафтными признакам: а) абсолютной высоте; б) удаленности от водотоков; в) склонам разной крутизны; г) склонам разной экспозиции; д) распределение интенсивности солнечной радиации в июне; е) распределение интенсивности солнечной радиации в декабре; ж) видимости заснеженных горных вершин; з) удаленности от горных вершин.

Статистические закономерности распределения археологических объектов по восьми ландшафтными признакам позволили выявить ряд особенностей в зависимости от ландшафтных условий. Памятники тюркского периода расположены в диапазоне высот от 1678 м до 2234 м, что говорит о том, что скорее всего в летнее время, когда растительность в Курайской, Чуйской котловинах и по речным террасам рек выгорала, скот перегоняли в высокогорья, поближе к ледникам, где в это время были хорошие пастбищные условия. В основном разводили овец, реже крупный рогатый скот. Основным средством передвижения служили лошади [7]. Памятники встречаются как на почти ровных поверхностях, так и с уклонами до 7 градусов. Большинство археологических объектов, которые расположены по склонам горных хребтов, находятся на склонах восточной и юго-восточной экспозициях.

Кроме того, анализ прихода солнечной радиации показал, что в летнее время древние племена для сооружения оградок и курганов выбирали места с хорошей теплообеспеченностью (значения солнечной радиации от 179,8 до 202,4 кДж/м<sup>2</sup>). В зимний период теплообеспеченность не имела никакого значения (значения солнечной радиации от 8 до 13,6 кДж/м<sup>2</sup>). В весеннее и летнее время поверхности склонов хорошо прогревались, мерзлота оттаивала на большую глубину, что давало возможность выкапывать ямы для сооружения курганов и оградок на большую глубину. Многие памятники тюркского времени, как и других эпох расположены в непосредственной близости к воде на расстоянии в среднем от 66 м до 1072 м. Вода служила источником питьевой воды. Также нами было установлено, что людей, населявших ландшафты Юго-Восточного Алтая, имела значение видимость горной вершины или вершин. Особенно если вершина была покрыта ледниками и снегом. Обычно, в местах где горная вершина видна хорошо и расположены археологические объекты. Наибольшее количество объектов встречается на расстоянии от 15 до 37 км от горной вершины, а наибольшая концентрация как правило около 26 км.

На основе проведенного анализа была также определена значимость каждого из восьми ландшафтных признаков (рис. 1). Наибольшее значение для населения тюркского периода играла абсолютная высота, что было связано со скотоводческим типом хозяйства. Имело значение и расстояние от водотока, в меньшей степени играла крутизна склонов и др. признаки.

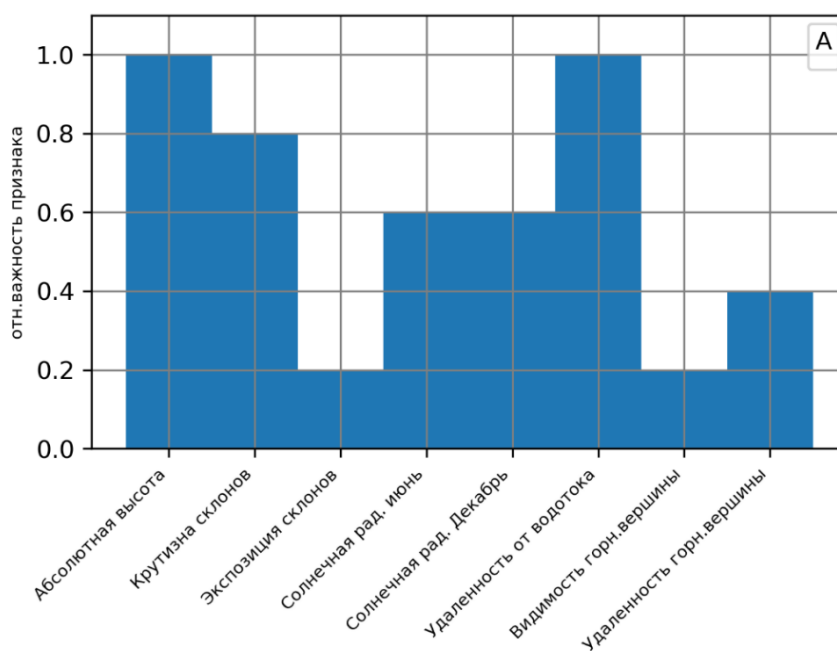


Рис. 1. Относительная важность ландшафтных признаков: тюркский период.

На основе полученных данных была обучена нейронная сеть и построена прогнозная модель возможного местонахождения неисследованных археологических объектов тюркского периода (рис. 2). Нами использована трехслойная нейронная сеть прямого распространения, давшая хорошую прогнозную силу по результатам предварительной проверки по космическим снимкам. Модель показала, что потенциальная возможность обнаружения новых археологических памятников тюркского периода возможна по речным террасам крупных и относительно небольших рек, таких как р. Чуя, р. Джазатор, р. Коксу, р. Ак-Алаха и др. Также есть большая вероятность встретить памятники в Курайской котловине. В Чуйской котловине вдоль рек есть вероятность их тоже обнаружить, но в значительно меньше степени, чем в указанных выше местах. На плоскогорье Укок археологами уже зафиксировано достаточно много памятников, поэтому прогнозная модель дает низкий показатель возможного обнаружения еще не исследованных археологических памятников.

Подводя итог, можно сказать, что проведенный прогноз в значительной степени сузил поисковые ареалы с возможным местонахождением неисследованных археологических памятников и показал приуроченность тюркской культуры к широким и протяженным долинам крупных рек Юго-Восточного Алтая и соответствующим ландшафтам.

**Финансирование.** Работа выполнена при поддержке гранта РФФ 24-27-00068 «Ландшафтная геоархеология Северо-Запада Внутренней Азии с построением нейросетевых моделей пространственно-временных закономерностей расселения древних народов».

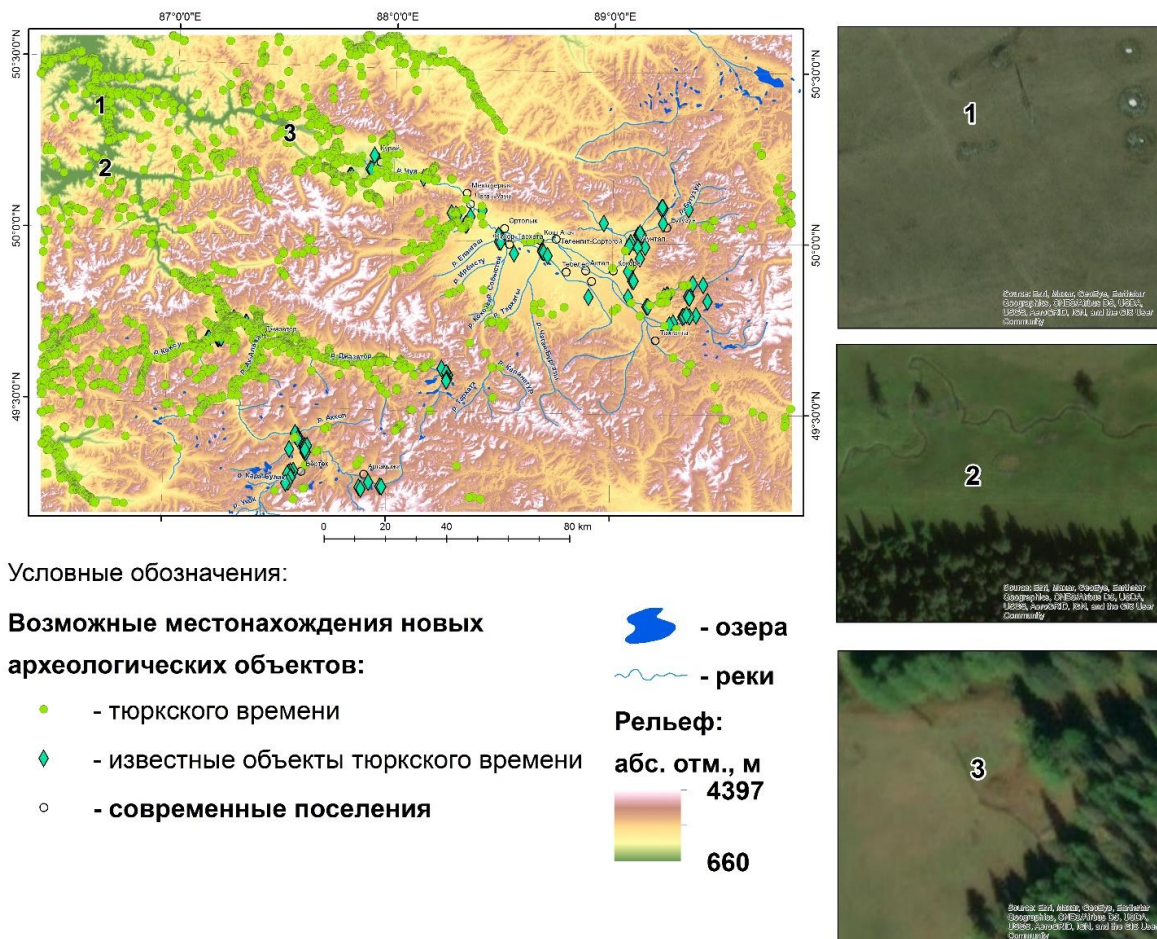


Рис. 2. Прогнозная карта археологических памятников тюркского периода на основе нейросетевой модели. Справа примеры выявленных курганов по данным космических изображений (World Imagery), показанных для трех спрогнозированных участков: 1 – долина р. Катунь; 2 – долина р. Аргут, 3 – долина р. Чуи.

### Список литературы

1. Бородовский А. П., Ойношев В. П., Соенов В. И., Суразаков А. С., Танкова М. В. Древности Чуйского тракта. – Горно-Алтайск, 2005.
2. Глебова А. Б. Ландшафтная приуроченность археологических памятников долины р. Джазатор (Алтай). // Известия Русского географического общества. – 2016. – Т. 148, № 6. – С. 57–72.
3. Глебова А. Б., Сергеев И. С. Ландшафтная приуроченность археологических памятников в окрестностях долины р. Ортолык (Алтай). // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2019. – Т. 64, № 3. – С. 403–420.
4. Глебова А. Б., Сергеев И. С., Быков Н. И. Геоинформационный анализ с построением модели нейронной сети для прогноза размещения археологических объектов в ландшафтах Юго-Восточного Алтая. // Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2022. – Т. 67, № 3. – С. 491–514.
5. Глебова А.Б., Чистяков К.В. Базы данных для историко-ландшафтного анализа археологических памятников Алтае-Саян. Свидетельство РФ о государственной регистрации № 2014621592 от 2014.
6. Древние культуры Бертекской долины. Горный Алтай, плоскогорье Укок. / Отв. ред. член-корреспондент РАН В. И. Молодин. – Новосибирск: Наука, 1994. – 224 с.
7. История республики Алтай. – Горно-Алтайск, 2002. – Т. 1. – 359 с.
8. Кубарев В. Д. Древнетюркские изваяния Алтая. – Новосибирск, 1984.
9. Кубарев В. Д. Древнетюркский поминальный комплекс на Дьер-Тебе // Древние культуры Алтая и Западной Сибири. – Новосибирск, 1978. – С. 86–98.
10. Кубарев В. Д. Древние изваяния Алтая. Оленные камни. Новосибирск, 1979.
11. Кубарев В. Д. Изваяние, оградка, балбалы (о проблемах типологии, хронологии и семантики древнетюркских поминальных сооружений Алтая и сопредельных территорий). // Алтай и сопредельные территории в эпоху средневековья. Сборник научных трудов. – Барнаул, 2001. – С. 24 – 54.
12. Малов С. Е. Памятники древнетюркской письменности. М.-Л., 1951.
13. Могильников В.А. Древнетюркские курганы Кара-Кобы-1 // Проблемы изучения древней и средневековой истории Горного Алтая. – Горно-Алтайск, 1990. – С. 137–185.
14. Молодин В. И., Полосьмак Н. В., Новиков А. В., Богданов Е. С., Слюсаренко И. Ю., Черемисин Д. В. Археологические памятники плоскогорья Укок (Горный Алтай). – Новосибирск: Изд-во Института археологии и этнографии СО РАН, 2004. – 256 с.

15. Овчинникова Б. Б. Тюркские древности Саяно-Алтая в VI – X веках. – Свердловск, 1990. – 223 с.  
 16. Плотников Ю. А., Ходяков Ю. С. Древнетюркские каменные изваяния в долине р. Торгалык. //Археологические исследования на Алтае. – Барнаул, 1987. – С. 188-197.  
 17. USGS.GOV (2024). Официальный сайт Геологической службы США. [online] Available at: <http://earthexplorer.usgs.gov/> [Accessed 21 марта 2024].

УДК 528.9+912.43:656+913(57)

## ОПЫТ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТА БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА КАК ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ АТЛАСНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Ц.Б. Дашпилов

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, tsirik81@mail.ru*

## EXPERIENCE OF MAPPING TRANSPORT IN THE BAIKAL REGION AS A BASIS FOR CREATING AN ATLAS INFORMATION SYSTEM OF ASIAN RUSSIA

Ts.B. Dashpilov

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, tsirik81@mail.ru*

Регионы Азиатской России имеют стратегическое значение в социально-экономическом развитии страны, где транспорт играет ключевую роль в жизнедеятельности макрорегиона. Изучение процессов развития и функционирования транспортных систем возможно выполнять эффективно с помощью современной информационной системы на базе цифровых тематических карт и атласов. Транспортные карты в сочетании с другими картами в составе атласа дают широкие возможности для разнообразного содержательного анализа, синтеза и получения новых знаний об основных пространственных закономерностях социально-экономического развития России и ее регионов.

Формирование базы данных Азиатской России и подготовка содержания карт будет опираться на разработанную ранее семантическую классификацию картографических знаков [1], которая основывается на исследованиях ученых в области картосемиотики [2 – 5]. Для этого были проанализированы карты транспорта в атласах разного ранга, страны в целом, регионов макрорегионального уровня, а также соседних государств (таблица).

Таблица

Список атласов, по которым был проведен семиотический анализ условных знаков и способов графического отображения [6 – 10]

|   |   |
|---|---|
| 1 | Национальный атлас России:                          |
| 2 | Атлас социально-экономического развития России      |
| 3 | Сибирь. Атлас Азиатской России                      |
| 4 | Монгольская народная республика: Национальный атлас |
| 5 | Национальный атлас Республики Казахстан             |

Одним из главных характеристик при картографировании транспорта являются транспортные сети. Их отображают как картой единой транспортной сети, так и по отдельным видам путей сообщения: железнодорожным, автомобильным, воздушным, морским, внутренним водным путям, трубопроводным связям. В некоторых атласах показаны карты развития транспортных сетей. Картограммами и картодиаграммами отображаются параметры, характеризующие функционирование транспорта: отправление грузов и пассажиров разными видами транспорта, грузооборот и пассажирооборот, количество подвижного состава, динамику транспортно-экономических показателей. Для отображения обеспеченности регионов и населения транспортной сетью картограммами показываются плотность транспортных сетей по разным видам, а изолиниями показывается временная транспортная доступность.

Разработка информационной системы для Азиатской части России будет базироваться на уже имеющихся данных о транспортной инфраструктуре Байкальского региона. Источником информации послужила карта Байкальского региона, которая была включена в «Атлас России» 2009 года издания [7]. В этой карте основными семантическими характеристиками являются особенности различных видов транспортных путей. Среди них: железные дороги (действующие, строящиеся и проектируемые к строительству); автомобильные дороги (федеральные, территориальные и проектируемые к строительству); трубопроводы (действующие, строящиеся нефтепроводы и строящийся газопровод). Судосходные участки рек обозначены с помощью условных линий. Также важными смысловыми характеристиками являются особенности транспортных узлов и их качественные параметры: аэропортов, посадочных площадок, закрытых аэропортов, речных портов и пристаней. Наконец, завершающими семантическими характеристиками являются особенности зон транспортной доступности и плотность автомобильных дорог с твердым покрытием общего пользования в муниципальных районах.

После этого была создана карта транспортной инфраструктуры в Экологическом атласе бассейна озера Байкал [11]. Затем эта карта была опубликована в открытом доступе в интернете на геопортале Байкальского информационного центра (БИЦ). Векторные слои с элементами базы данных были размещены на геопортале платформы GeoNode.

Основные характеристики транспорта в бассейне озера Байкал включают в себя информацию о различных видах транспортных путей: железных дорогах, автомобильных дорогах (основных и второстепенных, с твёрдым покрытием и без него). Также важными параметрами являются данные о выбросах автомобильного транспорта в крупных транспортных узлах и другие качественные характеристики транспортных пунктов, таких как аэропорты, речные порты и пристани. В качестве последнего параметра используется показатель обеспеченности населения собственными автомобилями на 1000 человек.

В рамках «Экологического атласа Байкальского региона» [12] была создана карта транспорта, опубликованная на геопортале Института динамики систем и теории управления СО РАН по адресу <http://atlas.isc.irk.ru/>. Как и в предыдущих работах, в этом разделе транспорт представлен в виде линейных объектов, которые разделены на различные виды транспортных путей.

Железные дороги делятся на три категории: действующие, строящиеся и проектируемые. Действующие железные дороги обозначаются специальным двуцветным линейным знаком, а строящиеся и проектируемые — пунктирными линиями разной частоты. Автомобильные дороги различаются по толщине линии и цвету. Главные и прочие дороги обозначаются сплошной линией, а дороги с твёрдым покрытием и без покрытия — разными цветами. Проектируемые к строительству дороги также обозначаются пунктирной линией. Трубопроводный транспорт разделён на действующие нефтепроводы и проектируемые к строительству газопроводы.

Следующий тематический слой — это узлы и пункты, которые связывают транспортные линии в единую сетевую структуру. В атласе они представлены в виде качественных характеристик транспортных пунктов, таких как аэропорты, речные порты и пристани. Наконец, последний слой — фоновый, на которой показана плотность автомобильных дорог с твёрдым покрытием в административных районах Байкальского региона и аймаках Монголии. База данных по плотности автомобильных дорог была обновлена на текущий период.

На основе анализа карт в крупномасштабных атласах и имеющихся данных о транспортных характеристиках Байкальского региона планируется создание серии карт для комплексного изучения транспортной географии. В процессе работы используются различные источники информации, включая литературные, статистические и другие материалы. В результате будут созданы карты, которые отображают пространственное расположение транспортных сетей, уровень транспортной обеспеченности и освоенности регионов, включая плотность автомобильных дорог, протяжённость железнодорожных и автомобильных путей в разных частях региона. Также будут созданы карты, которые показывают функционирование транспорта, включая перевозки грузов и пассажиров различными видами транспорта, а также их динамику. Кроме того, будут созданы карты, которые отображают наличие подвижного состава и количество автомобилей на душу населения.

На данный момент происходит обновление транспортных показателей Байкальского региона, а также подготовка базы данных для расширения на всю Азиатскую Россию. Кроме того, создаются слои транспортных сетей (автомобильных, железнодорожных, трубопроводных) в масштабе 1:40 000 000. Эти слои для Байкальского региона будут обобщены до необходимого масштаба и добавлены к существующей базе данных транспортных сетей других регионов Азиатской России.

Создание тематических атласов, содержащих карты транспортных систем, позволяет провести комплексный анализ структуры сети путей сообщения всех видов транспорта. Это помогает определить и проанализировать факторы, влияющие на развитие транспортной системы. Такой подход может быть полезен для решения ряда актуальных задач в экономической географии. Например, он может быть использован для районирования транспортно-экономического пространства, анализа географических аспектов развития транспортных узлов, оценки взаимодействия природных и транспортных систем, а также для оценки роли транспорта в освоении территории. Результаты исследований, основанных на геоинформационном картографировании транспорта, способствуют дальнейшему развитию концепции устойчивого развития территории региона.

*Работа выполнена за счет средств государственного задания (АААА–А21–121012190063–2).*

### **Список литературы**

1. Дашпилов Ц.Б. Картографическое отображение транспортных систем региона: семантическая классификация знаков // Вестник Иркут. гос. технического ун-та. – 2014. – № 12. – С. 153 – 160.
2. Володченко А. Картосемиотика. – Дрезден, e-LEXIKON. 2009. – С. 15.
3. Востокова А.В. Оформление карт. Компьютерный дизайн: Учебник. М.: Аспект Пресс, 2002. – С. 31 – 33.
4. Лютый А.А. Язык карты: сущность, система, функции. М.: ИГ АН СССР, 1988. – С. 118.

5. Батуев Д.А. Создание комплексной картографической модели природопользования региона // Известия Иркутского государственного университета. Сер. Науки о Земле. – 2012. – Т. 5, № 2. – С. 33 – 55.
6. Национальный атлас России. В 4-х томах. Т. 3. Население. Экономика. / М-во транспорта РФ, Федеральное агентство геодезии и картографии. – М.: Роскартография, 2008. – С. 398 – 425.
7. Атлас социально-экономического развития России / гл. ред. В.С. Тикунов. – М.: Производственное картографическое объединение «Картография», 2009. – С. 134 – 211.
8. Сибирь. Атлас Азиатской России. / Ин-т археологии и этнографии СО РАН, Ин-т истории СО РАН, Ин-т географии ДВО РАН, Ур. отд-ние РАН, МГУ, Ин-т географии РАН, Ин-т этнологии РАН, РГИ культурного и природного наследия им. Д.С. Лихачева. – Новосибирск – М.: Изд-во Ферия, 2007. – С. 198 – 213.
9. Монгольская народная республика: Национальный атлас. – М. – Улан-Батор: ГУГК СССР, ГУГК МНР, 1990 – С. 45-47.
10. Национальный атлас Республики Казахстан. Том 2: Социально-экономическое развитие. 2-е изд., перераб. и доп. / гл. ред. Медеу А.Р. – Алматы: Казахгеодезия, 2010. – С. 84 – 90.
11. Экологический атлас бассейна оз. Байкал. – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2015. – 145 с.
12. Экологический атлас Байкальского региона / Редкол.: В.М. Плюснин (пред.), А.Р. Батуев и др. – Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН; Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН. – 2017. – [Электронный ресурс]: <http://atlas.isc.irk.ru> (дата обращения 22.09.2013)

УДК 911.52

## **ПРИНЦИПЫ ЛАНДШАФТНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ГОРНОГО МАССИВА МОНГУН-ТАЙГА, ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ АЛТАЙ)**

**Е.С. Деркач**

*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, [katya.d96@bk.ru](mailto:katya.d96@bk.ru)  
Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург*

## **PRINCIPLES OF MOUNTAIN REGION'S LANDSCAPE MAPPING (ON THE EXAMPLE OF MONGUN-TAIGA MASSIF, SOUTH-EASTERN ALTAI)**

**E.S. Derkach**

*St Petersburg University, Saint Petersburg  
Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg*

Коллектив Санкт-Петербургского государственного университета на протяжении многих лет проводит комплексные географические исследования на различных горных массивах Юго-Восточного Алтая, которые направлены на изучение динамики нивально-гляциальных систем, структуры гляциогенных ландшафтов, гидрологических особенностей массивов.

В 2023 году автором были выполнены ландшафтные исследования с целью составления ландшафтной карты в долине реки Восточный Мугур, которая берет начало из одноименного ледника северо-восточного склона горного массива Монгун-Тайга. В данной работе рассмотрена не итоговая карта целиком, а принципы, положенные в основу ее составления.

Карта составлена на основании проведенных исследований, а также дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли. При составлении карт использовалась разработанная ландшафтоведами Санкт-Петербургского государственного университета концепция ландшафтного картографирования [1, 2]. Согласно данной концепции, природные тела связаны прямыми и обратными связями и образуют многочисленные геосистемы за счет непрерывных потоков вещества, энергии и информации. Ключевое понятие для геосистемы – это ее состояние, то есть пространственно-временная однородность, выделяемая по критериям сохранения состава и соотношения системообразующих элементов и ведущих процессов системы. Мерой состояния геосистемы выступает его длительность (продолжительность). Местоположениями называются длительновременные состояния, чье характерное время на один и более порядок больше, чем у более динамичных состояний. Соответственно, основная идея данной концепции заключается в разделении характеристик ландшафтов на характеристики местоположения (относительно устойчивые признаки – подстилающие породы, рельеф, абсолютная высота, режим увлажнения) и характеристики многолетних состояний (динамичные признаки – растительность и некоторые свойства почв). В отличие от типизации горных ландшафтов по доминирующему типу растительности (например, горно-степные, горно-тундровые, типы геосистем и т.д.), в данном случае учитывается генезис и длительновременное развитие геосистем.

Суммарная закартированная площадь составила 18,7 км<sup>2</sup>. Границы района исследования проведены в пределах троговой долины по водораздельным хребтам, вытянутым в северо-восточном направлении. Для долины реки Восточный Мугур характерен альпийский рельеф с современным оледенением и сле-

дами разновозрастных оледенений плейстоцена и голоцена. Площадь, не занятая современным оледенением, составляет 80% от всей площади района исследования. Из этих восьмидесяти процентов на троговую часть долины приходится около двух третей площади, и одну треть занимают ландшафты предгорий. На ландшафтной карте отражены 30 типов местоположений. Типы местоположений сгруппированы в пять классов: ледники и их составляющие (3 типа), поверхности выравнивания (один тип), ландшафты троговых долин (15 типов), ландшафты предгорий (7 типов) и ландшафты речных долин (4 типа). Внутри каждого местоположения выделены от одного до пяти вариантов состояний. Степень подробности описания состояний зависит от наличия фактического материала по результатам полевых работ.

При наименовании индексов соблюдается следующая логика: первая заглавная буква обозначает класс местоположения (Т – ландшафты троговых долин, I – ледники и т.д.), вторая и третья буква – тип местоположения – указывают на деление класса на два иерархических уровня (при этом третья буква необязательна, и используется при необходимости деления первого уровня).

В таблице приведен фрагмент легенды к ландшафтной карте.

Таблица

Фрагмент легенды к ландшафтной карте

| Характеристика местоположения |        |   | Многолетнее состояние |   |
|-------------------------------|--------|---|-----------------------|---|
| <...>                         |        |   |                       |   |
| N                             | Индекс | Описание  | N                     | Растительное сообщество   |
| 17                            | Тб     | Выполоченные нижние части склонов и днища троговых долин, сложенные преимущественно ледниковыми отложениями, с редкими выходами коренных осадочных пород, с отдельными участками перекрытия ледниковых отложений коллювиальным материалом, а также с отдельными обнажениями озерно-аллювиальных отложений, осложнены термокарстовыми процессами | 17.1                  | Альпинотипные осоково-разнотравные луга   |
|                               |        |   | 17.2                  | Тундры ерниковые  |
|                               |        |   | 17.3                  | Тундры разнотравно-кобрезиевые на пологих склонах, переходящие в тундры разнотравно-осоковые заболоченные на выполоченных днищах в сочетании с тундрами дриадовыми на более дренированных участках (задернованных частях конусов) |
|                               |        |   | 17.4                  | Сочетания полынно-кобрезиево-злаковых сообществ, широко представленных на холмах и грядах, сложенных ледниковыми отложениями с закустаренными лугами на склонах и переувлажненными осоковыми ерниками в замкнутых понижениях      |
| <...>                         |        |   |                       |   |
|                               | Pgf    | Фронтальные уступы (среднекрутые) предгорных моренных комплексов, сложенные ледниковыми отложениями, подверженные речной эрозии   | 23.1                  | Лиственничники разнотравно-злаковые разреженные с куртинами ерников   |
|                               |        |   | 23.2                  | Разнотравно-осоковые луга   |
|                               |        |   | 23.3                  | Ерники сомкнутые и разреженные в сочетании с разнотравно-злаковыми степями  |
|                               |        |   | 23.4                  | Сухие разнотравно-полынно-злаковые степи в сочетании с разнотравными лугами   |
|                               |        |   | 23.5                  | Полынно-злаковые разреженные степи  |
| <...>                         |        |   |                       |   |
| 30                            | Vgp    | Каньонообразные долины рек, прорезающих ледниковые отложения, в предгорной части массива  | 30.1                  | Лиственничные леса разнотравно-злаковые (сомкнутые) на северном склоне  |
|                               |        |   | 30.2                  | Сочетания петрофитных группировок, разреженных закустаренных группировок, криофитностепных сообществ и ерников в понижениях с единичными лиственницами  |

Отдельно выделены ледники, в том числе закартированы нунатаки и срединные морены. Небольшая площадь занята поверхностями выравнивания. К ландшафтам троговых долин относятся гребни и денудационные склоны, перекрытые элюво-делювием, реке мореной; плечи, склоны и днища трога, перекрытые преимущественно мореной; озерные и озерно-аллювиальные террасы. К ландшафтам предгорий относятся холмисто-грядовые и пологонаклонные равнины, сложенные мореной, фронтальные уступы этих комплексов. К речным ландшафтам относятся каньонообразные долины рек и речные поймы.

Полученные данные позволяют при анализе карт выявить структуру состояний в пределах местоположений, что приведено на рисунке 1. Так, например, участки без растительности, пустоши с петрофитными видами и петрофитные сообщества приурочены к денудационным склонам и склонам троговых плечей. Тундры и альпинотипные луга представлены исключительно в пределах троговой долины. На предгорных моренных комплексах широко представлены сухие степи. К понижениям в рельефе (эрозионные ложбины, термокарстовые воронки) и склонам приурочены ерники и разнотравные луга. На фронтальных уступах, благодаря проточному увлажнению и северо-восточной экспозиции, наиболее широко представлены лиственничные леса.

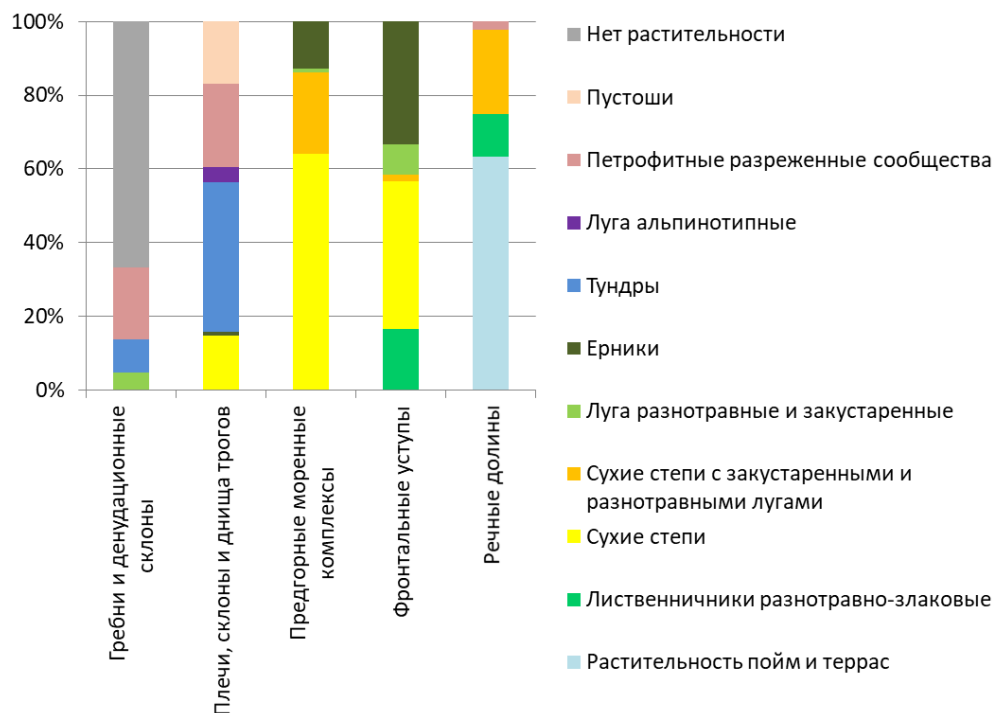


Рис. 1. Распространение обобщенных вариантов состояний в пределах классов местоположений

Таким образом, в работе приведен пример применения концепции динамического ландшафтоведения для горных территорий, представлен фрагмент легенды к карте, составленной на ее основе. По мнению автора, данная концепция подходит для горной местности, так как позволяет учесть генезис и рельеф территории, а также получить набор характерных именно для конкретного ландшафта типов растительности. Работа поддержана грантом РФФИ № 22-67-00020.

### Список литературы

- Исаченко Г.А., Резников А.И. Динамика ландшафтов тайги Северо-Запада Европейской России. – Санкт-Петербург: Русское географическое общество, 1996. – 166 с.
- Исаченко Г.А. Методы полевых ландшафтных исследований и ландшафтно-экологическое картографирование. – Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского государственного университета, 1999. – 112 с.

УДК 528.91:303.732(581.524.441/.442)

## ТИПОЛОГО-РЕГИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИ КАРТОГРАФИРОВАНИИ ЛЕСНЫХ И ТУНДРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ

Кобелева Нэлли Васильевна

*Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена,  
Санкт-Петербург, E-mail: nella@mail.ru*

## TYOPOLOGICAL-REGIONAL CLASSIFICATION IN MAPPING FOREST AND TUNDRA ECOSYSTEMS

Kobeleva Nelli Vasilyevna

*The Herzen State Pedagogical University of Russia, St. Petersburg*

Картографирование природных объектов разных уровней иерархии - одна из центральных проблем наук о Земле. Ее решение связано с разработкой как теоретических, так и практических вопросов классификации и пространственного анализа природных объектов. В методическом плане задача заключается не просто в проведении границ, а с требованием уменьшения доли субъективизма в этой процедуре. В прикладном аспекте - это связано в настоящее время с увеличением интереса к регионам арктической зоны. Такое пристальное внимание исследования к этому региону базируется не только из-за естественных колебаний климатических характеристик, но и анализом антропогенных факторов, влияющих на тундровые экосистемы в связи с интенсивным хозяйственным освоением. И очень важно провести анализ и возможность использования приемов построения картографического рисунка разного ранга лесных сообществ, для тундровых природных объектов.



При анализе пространственной информации и созданию все более совершенных и содержательных картографических изображений, фундаментальную роль играет переход на системную методологию – системное картографирование. Этому способствуют объективные предпосылки: потребность во все более углубленном исследовании природных ресурсов, развитии применения средств геоинформационных систем, объективизации проведения картосоставительских работ.

При разработке методик картографирования природных объектов различных иерархических уровней, необходимо придать им не только методический, но и глубокий научный и практический смысл, требуется более строго подходить к содержательному обоснованию процедуры формализованного картографирования экосистем разного уровня, выбора тех признаков картографируемых объектов, которые кладутся в основу алгоритма.

Картографическое выделение экосистем разного ранга с использованием формализованных методов целесообразно только в том случае, если оно опирается на главное положение: выделяемые экосистемы являются реальным отражением процессов дифференциации природной среды, а их состав и структура определяются пространственной упорядоченностью и характером связей – отношений составляющих их компонентов.

При формализованном методе построения иерархии экосистем, особенно важно, чтобы те признаки природных объектов, которые анализируются и кладутся в основу алгоритма, хорошо отражали сущность этих объектов и в наибольшей степени отвечали принципам и целям проводимого регионального деления [2]. Основными задачами алгоритмической типолого-региональной классификации, с целью выявления последующего уровня иерархически соподчиненных единиц, являются - математическое обоснование исходных операционных единиц анализа, автоматизированное выделение иерархически соподчиненных региональных экосистем и проведение границ между выявленными пространственными однородными (операционными единицами) образованиями.

Рассмотрим алгоритм типолого-региональной классификации на примере выделения иерархически соподчиненных фитоэкосистем [2]. На первом этапе выявляются типы растительных сообществ путем классификации по данным о растительном покрове из полевых описаний. Выбор конкретной группы формул, для анализа соотношения между сообществами, определяется в зависимости от принадлежности к тому или иному классификационному направлению, используемому при типизации природных объектов, основными из которых являются эколого-флористический, эколого-морфологический и географо-генетический. Причем, выбор модификации формул среди определенной группы зависит от принципа построения легенды к карте. Так, например, для географо-генетической классификации при выявлении типов растительных сообществ используется мера сходства, а при построении сукцессии – мера включения. Объективность выявленных типов выделов, составляющих легенду к карте, зависит от принципа группировки сообществ. В алгоритме типологической классификации используем разработанный «жесткий принцип группировки», хорошо демонстрируемый посредством графов: связь в однородном типе растительных сообществ представляется в виде «полных сеток» [6]. Для построения экосистем требуется отображение ведущих экологических факторов среды каждого типа растительных сообществ. Визуализацию этого подхода наглядно можно представить шестью параметрической моделью экологической ниши в трехмерном пространстве с расположением графа связи между видами растений этого типа в координате инварианта (неизменной сущности) экологической ниши (ею могут служить координаты точки пересечения медиан в треугольнике, построенным на основе координат шести параметров среды). Для подтверждения объективности проведенной классификации подсчитываются коэффициенты гомогенности внутри каждого типа классификационной типологической единицы и коэффициенты гетерогенности между типами различных классификационных типологических единиц [6]. Окончательной задачей типологической классификации при картографировании экосистем является оконтуривание типов выделов с использованием материалов дистанционного зондирования [9]. Карты составленные на основе аэро- и космических материалов отличаются повышенной точностью графического изображения, естественностью очертаний всех природных рубежей, что обеспечивает большое соответствие форм и размерам картографического изображения натуральных объектов, а это, в свою очередь, увеличивает точность и достоверность полученных о таких картах количественных данных.

При региональной классификации (районировании территории) природных объектов в качестве исходных используются типологические выделы тематических карт с целью выявления на их основе реальных пространственных структур как закономерное территориальное сочетание природных объектов. Выдел карты – базис системно-картографического анализа со свойственными ему качественными и количественными показателями. Количественные параметры, характеризующие пространственную структуру изучаемых природных объектов, являются набор типов выделов, соотношение площадей, их размеры, конфигурация и направленность, а также длина смежности границ и взаимное расположение контуров разных типов выделов на карте, позволяющие судить также о пространственных связях картографируемых объ-

ектов. Следовательно, конечный результат региональной классификации определяется, прежде всего, качеством составленной исходной карты – ее смысловой нагрузкой, степенью информативности, научной обоснованностью методов составления, точностью и достоверностью картографического изображения.

Региональная классификация (районирования территории) – это процесс выделения и изучения объективно существующей территориальной структуры, упорядоченности, организованности и иерархической соподчиненности. Типологические выделы картографического изображения относятся к категории качественных признаков. Для количественного их выражения с типологической карты снимается информация в виде матрицы пикселей с заданным шагом, определённая доля которых приходится на ту или иную категорию отражённых на карте типологических выделов. При использовании региональной классификации наблюдается чередование процедур агрегирования и декомпозиции. Так, на первом этапе анализа пространственных характеристик требуется выделить исходную единицу – элемент региональной классификации, т.е. разделить исходную матрицу пикселей на части, а затем с помощью классификации объединить выделенные исходные единицы в системы: однородные образования и построить иерархию соподчиненных региональных классов. Размер исходных единиц региональной классификации определяется через насыщение вариации структурных характеристик увеличивающихся по площади исходных образований. Далее, на исходном картографическом материале (соответствующие исходной матрице пикселей) проводятся разграничения на участки определённого природного содержания, соответствующие конкретным операционным единицам, представляющие собой размеры площади выявления.

Предлагаемый алгоритм классификации проводится по степени попарного сходства элементов систем. Процедура выделения регионов разных таксономических уровней состоит из двух этапов: на первом этапе строятся ядра классов (через «жесткую систему» полных сеток), и после выявления иерархически соподчиненных ядер классов – достраиваются до полных региональных классов (почти полных сеток) [6]. Принцип объективности выявления иерархически соподчиненных региональных классов подтверждается существованием переходного интервала, в пределах которого ядра региональных классов, при снижении уровня значимости сходства, остаются без изменения. Следует учитывать особое свойство региональных систем – территориальную связанность элементов региональной классификации входящих в один класс. Это свойство следует учитывать и при оценке степени однородности в пределах конкретного регионального класса и разнородности между ними.

Региональные классы различных уровней представляют собой группы, состоящие из территориально смежных операционных единиц, то есть имеют определенную пространственную выраженность и на результирующей карте они должны выглядеть как оконтуренные площади - регионы, заключенные в сетку границ. Следовательно, при решении задач их выделения встает вопрос о проведении границ между ними. Вначале имеем границы с точностью размера площадей выявления операционных единиц. На следующем шаге, границы уточняются до размера пикселя сетки снятия информации с типологической карты.

Для решения задачи региональной классификации при картографировании экосистем в полном объеме необходимо обосновать эколого-динамическое единство выделенных территориальных единиц. Из этого следует, что заключительным этапом региональной классификации является построение экосистем регионального плана (соответствует геохоре в понимании В.Б. Сочавы) с отражением экологической специфики фитобиоты, ее динамическим свойствам и структурой неоднородности [14]. В основе экологической оценки геохоры лежит знание о природных закономерностях строения и функционирования элементов конкретных региональных единиц (соответствуют геомерам в понимании В.Б. Сочавы) [14].

Предложенный алгоритм типолого-региональной классификации при картографировании экосистем был апробирован на большом количестве природных объектов Сибири. Так, для лесных сообществ, в качестве исходных параметров, при построении иерархии экосистем (геомер) является полевой материал в виде описаний, типологическая классификация которого дает возможность составить легенду к крупномасштабной карте [3].

Выявление региональных экосистем апробировано на картах разного масштаба. При анализе крупномасштабной и среднемасштабной карт, для характеристики экологических связей фитобиоты в региональных экосистемах, использовались данные легенды к эколого-фитоценотическим картам, в основе которых лежат классификация растительного покрова с учетом экологических связей [1, 6]. При анализе мелкомасштабной карты, для характеристики выявления экологических особенностей геохор, использовался разработанный метод сопряженного анализа карт растительности и факторов среды [4, 5].

В тундровой зоне типологические единицы настолько малы в пространственном отношении, что при картографировании даже в самом крупном масштабе – исходными картографируемыми единицами являются комплексы типологических экосистем (геохоры) [12]. Типологическая классификация тундровых экосистем выявляет только элементы исходных типологических единиц (геомер) в региональной единице (геохоре), она проводится для анализа соотношения элементов комплекса и получения количественных показателей характеризующих геометрию пространства [13]. Составление карт региональных экосистем

базируется на использование материалов полевых исследований и аэрокосмической информации [10]. Использование материалов космической съемки хорошего разрешения позволяют разрабатывать новые подходы к составлению фитоэкологических карт тундровых экосистем [12].

На картах тундровых экосистем устойчивый пространственный рисунок одного компонента обусловлен столь же устойчивым рисунком распределения другого фактора или компонента (будь то компонента биоты или фактор среды) [7]. В тундровых экосистемах ведущим фактором среды является мерзлота, что ведет за собой восстановление нарушенного почвенно-растительного покрова через мерзлотные формы рельефа [8, 11].

В результате проведения типолого-региональной классификации лесных и тундровых экосистем и выявления принципов их картографирования, пришли к следующим основным выводам.

При картографировании, даже на топологическом уровне (самом крупном масштабе), наименьшей картируемой исходной единицей в лесной зоне является типологическая единица (геомера), а в тундровой зоне - региональная единица (геохора).

Первым этапом, при использовании типолого-региональной классификации для лесных экосистем является типологическая классификация, на основе которой составляется исходный картографический материал. Методика крупномасштабного картографирования тундровых экосистем соответствует принципам региональной классификации (районированию территории), т.е., при картографировании тундровых экосистем выявляем однородные единицы (геохоры, являющиеся картографируемыми типами выделов) по совокупности разнородных геомер, составляющих геохору.

Структура экосистем описывается двумя координатами для лесных, но тремя координатами (добавляется высотная характеристика мерзлотных форм рельефа) - для тундровых.

В отличие от значений экологических факторов лесных экосистем, в тундровой зоне преобладающим фактором среды экосистемы является мерзлота. Мерзлотную характеристику тундровой геомеры отражает величина сезонно-талого слоя, а геохоры - пространственный каркас, которой определяется мерзлотными характеристиками геомер его составляющими. Следовательно, мерзлотной характеристикой геохоры территории может служить форма ее структуры.

Пространственный рисунок фитобиоты тундровых экосистем, в отличие от лесных, идентичен с мозаикой распределения факторов среды.

Восстановление нарушенного равновесия экосистемы проходит через определенные стадии. Для лесных антропогенных экосистем строятся сукцессии - последовательная смена одних видов фитобиоты данной экосистемы другими, но следует учитывать, что первоначальное восстановление тундровых экосистем идет через восстановление мерзлотных форм рельефа.

### Список литературы

1. Кобелева Н.В. Опыт математического анализа геоботанических карты: Моделирование элементарных геосистем. Иркутск: ИГС и ДВ СО АН СССР, 1975. - С. 129-143.
2. Кобелева Н.В. Анализ соотношения типологического и регионального принципов выделения классификационных единиц растительности с помощью формализованного метода: Применение математических методов в географии. Иркутск: ИГС и ДВ СО АН СССР, 1976. - С. 75-86.
3. Кобелева Н.В. Количественный метод анализа геоботанических описаний таежной территории для крупномасштабного картографирования (на примере Атлымского водораздела): Растительность Западной Сибири и ее картографирование. Новосибирск: Наука, 1984. - С. 106-119.
4. Кобелева Н.В. Методика количественного анализа растительного покрова зоны БАМ для целей районирования: Районирование зоны БАМ на основе количественного анализа карт растительности. Иркутск: ИГС и ДВ СО АН СССР, 1985. - С. 7-27.
5. Кобелева Н.В. Экологические особенности растительного покрова по данным сопряженного анализа карт: Районирование зоны БАМ на основе количественного анализа карт растительности. Иркутск, ИГС и ДВ СО АН СССР, 1985. - С. 76-119.
6. Кобелева Н.В. Метод количественного анализа типологических карт природы с целью районирования на примере геоботанической карты Среднего Приобья (метод алгоритмического районирования). Паспортизация регионов на основе данных количественного анализа типологических карт: Количественный анализ карт природы с целью районирования (на примере геоботанической карты Среднего Приобья). Ленинград: Издательство Ленинградского Университета, 1989. - С. 34-167.
7. Кобелева Н.В. Крупномасштабное эколого-фитоценотическое картографирование на основе аэроснимков и ГИС-технологий (на примере центральной части Тазовского полуострова) // Изв. Самарского научного центра РАН. - 2012. - Том 14, № 1(6). - С. 1607-1617.
8. Кобелева Н.В. Динамика восстановления криогенных экосистем Арктических территорий: Состояние арктических морей и территорий в условиях изменения климата. Архангельск: ИД САФУ, 2014. - С. 118-119.
9. Кобелева Н.В., Чичкова Е.Ф. Использование аэрокосмических данных для выявления и картографирования структурно-динамических особенностей спонтанных и антропогенных фитоэкосистем: Современные проблемы дистанционного зондирования земли из космоса (Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов). Москва: ИКИ РАН, 2016. - С. 33.

10. Кобелева Н.В. Крупномасштабное картографирование тундровых экосистем на основе расчета спектральных индексов по данным материалов дистанционного зондирования: Тематические карты и атласы: современные концепции научного содержания, новые технологии создания и использования. Иркутск: ИГС им. В.Б. Сочавы РАН, 2022. С.107-110.

11. Кобелева Н.В., Бельдеман Л.Н. Самовосстановление природных систем на карьерах строительных материалов районов Крайнего Севера: Современные проблемы географии и геоэкологии. Санкт-Петербург: ВВМ, 2012. - С. 179 – 189.

12. Кобелева Н.В., Ерошичена Н.Н. Методика составления крупномасштабной карты техногенных нагрузок с помощью ГИС-технологий: Современные проблемы географии, экологии и природопользования. Волгоград, ВГУ, 2012. - С. 135-140.

13. Кобелева Н.В., Чумакова А.В., Черепанов С.В. Структура почвенно-растительного покрова типичных тундр Тазовского полуострова // Международный научно-исследовательский журнал. - 2018. - №8(74). - С. 67-73.

14. Сочава В.Б. Районирование и картографирование растительности // Геоботаническое картографирование. - 1966. - С. 3-13.

УДК 528.94: 502.3: 504.03

## **ЛОКАЛЬНЫЕ УЧАСТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ**

**Лопаткин Д.А.**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН г. Иркутск, lopatkind@yandex.ru*

## **LOCAL AREAS OF ECOLOGICAL STABILITY AS AN INTEGRAL PART OF THE ECOLOGICAL INFRASTRUCTURE OF THE URBAN ENVIRONMENT**

**Lopatkin D.A.**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS Irkutsk, lopatkind@yandex.ru*

Цель исследования заключается в экологическом анализе урбанизированной территории с целью получения территориально дифференцированной оценки экологической ситуации объекта исследования. На основании этой оценки выделяются территории с различной экологической нагрузкой и локальные участки экологической стабильности, создающие благоприятный природный фон и оказывающие существенное влияние на улучшение экологической ситуации и охрану окружающей среды с учетом нормативно-правовых ограничений.

Экологическая инфраструктура – совокупность естественных (природных) геосистем и близких к ним по функционированию природно-антропогенных геосистем, которые составляют экологический каркас, выполняя функции средоформирования и средовосстановления, обеспечивая стабильное состояние территории. «Узкая» трактовка: экологическая инфраструктура состоит из сооружений и объектов, предназначенных для охраны, воспроизводства и улучшения окружающей среды.

Основу инфраструктуры пространственных данных [3] составляют цифровые карты как важный компонент информационной системы для решения задач территориального развития [1]. Геоинформационное картографирование позволяет создавать многовариантные карты, ориентированные на специфические практические и проблемные запросы пользователей, приближенные к реальному времени, используя данные дистанционного зондирования Земли и цифровые картографические базы, доступные через Интернет [7].

Административные или муниципальные районы города, так и более дробные кадастровые кварталы, районы и земельные участки в зависимости от масштабов исследования и функционального назначения территории выступают как территориальные планировочные единицы, которые подчинены не природным процессам и явлениям, а социальному развитию инфраструктуры (жилая, общественно-деловая, рекреационная зоны, транспорт и др.) [2, 5, 6]. В качестве базовых единиц картографирования были использованы земельные участки в кадастровых районах в соответствии с Генеральной схемой планировочного деления территории города Иркутска [8]. Сбор информации о предоставлении земельных участков на территории субъекта в разрезе вида пользования, разрешенного использования земельных участков в целях формирования актуальной официальной статистической информации о наличии земель и их использовании по формам федерального статистического наблюдения на территории Иркутской области осуществляется на основе взаимодействия с органами государственной власти и органами местного самоуправления [9]. Тип использования земель представляет собой совокупность физико-географических, экологических и социально-экономических условий, характеризующих определенную территорию и обеспечивающих устойчивое и экономически выгодное функционирование природно-антропогенных геосистем. При этом целесообразно использовать не приуроченность типа использования земель к природным комплексам, а характер и целевое назначение застройки [4]. На этом уровне исследования антропогенные факторы дифференциации, влияющие на жизнедеятельность людей, приобретают ведущее значение.

Экологические и социальные условия являются основными факторами, определяющими качество городской среды, и занимают одно из важнейших мест в геоэкологическом исследовании [6]. Экологическое состояние территории рассматривается нами как составная часть качества жизни населения, где важную роль играют социальные и экономические индикаторы, статистические данные о которых собираются в рамках отдельных районов и кварталов.

Для оценки антропогенной нагрузки на природные и природно-антропогенные ландшафты систем расселения учитывались следующие антропогенные факторы прямого и косвенного воздействия, которые приводят к трансформации территории: пространственное соотношение категорий земель; соотношение угодий; процент неиспользуемых и малоиспользуемых земель; ареалы застройки; площади инфраструктуры; антропогенное воздействие на гидрологический режим водоемов и др. Количество рассмотренных в данном исследовании показателей незначительно по сравнению с тем массивом данных, который имеется на сегодняшнее время. С другой стороны, антропогенные воздействия рассматриваются не конкретно, а в общем виде, то предметом исследований становится выявление относительной или потенциальной устойчивости рассматриваемой территории к антропогенному воздействию. Степень антропогенного воздействия также зависит от уровня геосистем. Локальные геосистемы более подвержены антропогенным трансформациям по сравнению с геосистемами более высоких рангов.

Оценка потенциала устойчивости городской среды проводилась по следующим территориям (учитывалась доля охраняемых природных территорий, территорий для благоустройства, отдыха, рекреации и иных объектов специального назначения, не вовлеченных в градостроительную и иную деятельность). Природной основой формирования экологической обстановки в городе являются природные и природно-антропогенные геосистемы, которые в процессе своего развития претерпевают существенные изменения, но тем не менее составляют своеобразный природный фон и определяют возможный уровень антропогенной трансформации и формирования экологических зон. В качестве объектов, оказывающее как положительное, так и отрицательное воздействие на окружающую городскую среду, определяются: транспортные системы; инженерные системы; системы расселения; промышленные и сельскохозяйственные объекты; рекреационные системы; и системы особо охраняемых природных и природно-антропогенных ландшафтов систем расселения и объектов историко-культурного наследия. Помимо изучения особенностей функционального назначения территориальных единиц, для оценки экологической напряженности территории используются сведения о степени освоенности и о характере застройки, а также данные по удельному весу территорий, находящихся под влиянием транспорта и других категорий землепользования.

Выделены средоформирующие территории высокой социально-экологической значимости (водные объекты акватории, охраняемые природные территории и объекты культурного наследия); территории для благоустройства, отдыха и рекреации; иные объекты специального назначения, не вовлеченные в градостроительную и иную деятельность; локальные участки экологической стабильности (искусственные посадки на садово-огородных участках, посадки вдоль улиц, искусственные посадки на участках с малоэтажной застройкой, внутриквартальная растительность при многоэтажной застройке, фрагментарные участки растительности на территории промышленной застройки). Все они создают благоприятный экологический фон и составляют экологический каркас урбанизированной территории. Именно эти территории противопоставляются воздействующим категориям землепользования и формируют экологический баланс и удовлетворительное качество городской среды.

*Работа выполнена в рамках темы государственного задания (номер госрегистрации АААА-А21-121012190063-2).*

## Список литературы

1. Батуев А. Р., Лопаткин Д. А. Цифровые ресурсные карты как основа инфраструктуры пространственных данных региона // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. – 2009. – Т. 2, № 2. – С. 37-52.
2. Воробьева Т.А., Могосова Н.Н. Анализ состояния городской среды с использованием ГИС. ИнтерКарто. ИнтерГИС. Геоинформационное обеспечение устойчивого развития территорий: материалы Межд. конф. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2013. Т. 19. С. 56–62. doi: 10.24057/2414-9179-2013-1-19-30-40
3. ГОСТ Р 58570–2019. Инфраструктура пространственных данных. Общие требования – М.: Стандартинформ, 2019. – 27 с.
4. Жердев В. Н., Беспалов С.Д. Перспективы моделирования природно-технических систем в целях оценки их состояния // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2003. № 1. С. 82–87.
5. Занозин В.В., Бармин А.Н., Валов М.В. Исследования степени антропогенной преобразованности природных территориальных комплексов // Геология, география и глобальная энергия. 2019. № 4(75). С. 168–183.
6. Ивашкина И.В., Кочуров Б.И. Урбозкодиагностика и сбалансированное развитие Москвы. М.: Изд-во Научноиздательский центр ИНФРА-М, 2018. 202 с. doi: 10.12737/monography\_59b23545b5ef48.11064230.
7. Лурье И.К. Цифровая эпоха в картографии: от автоматизации к картографическим сервисам // Вопросы географии. 2017. № 144. С. 15–28.
8. Официальный портал города Иркутска // Генеральный план города. 23.10.2024 [Электронный ресурс]. URL: <https://admirk.ru/sectors/stroitelstvo/generalnyy-plan-goroda/> (дата обращения: 23.10.2024).

9. Приказ Минэкономразвития России от 9 января 2018 г. № 10 «Об утверждении требований к описанию и отображению в документах территориального планирования объектов федерального значения, объектов регионального значения, объектов местного значения и о признании утратившим силу приказа Минэкономразвития России от 7 декабря 2016 г. N 793». М., 2016.

УДК 910.26 (571.6+511)

## **ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РОССИЙСКО-КИТАЙСКИХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

**Н.В. Мишина**

*ФГБУН Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, mishinata@yandex.ru*

## **FEATURES OF USING STATISTICAL DATA IN STUDYING RUSSIAN-CHINESE TRANSBOUNDARY TERRITORIES**

**N.V. Mishina**

*Pacific Geographical Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok*

### **Введение**

В исследованиях трансграничных территорий как комплексных географических структур, сочетающих в себе определенные природные ресурсы, объекты инфраструктуры, расселения населения, а также его хозяйственную деятельность в границах крупной геосистемы [2], используются различные литературные, статистические, картографические материалы. На основе статистических данных рассчитываются трансграничные градиенты, проводится сравнительный анализ социально-экономического состояния частей трансграничной территории [2-5, 7]. Однако, применение статистических данных двух разных стран сопряжено с рядом трудностей. В случае исследования российско-китайских трансграничных территорий это, в первую очередь, обусловлено различиями самих национальных статистических систем, использующих значительно отличающиеся наборы показателей, методы сбора данных и их обработки.

### **Материалы и методы**

В настоящей работе анализируются некоторые аспекты представления официальных статистических данных, относящихся к приграничным территориям Северо-Восточного Китая и юга Дальнего Востока России. В основном речь идет о современных статистических ежегодниках провинции Хэйлунцзян и Цзилинь КНР 2001-2023 гг. издания [9], а также о различных официальных публикациях территориальных органов Росстата и Базе данных показателей муниципальных образований РФ Росстата [1].

### **Результаты и их обсуждение**

В конце XX в. доступные для отечественных ученых статистические сведения социально-экономического характера о приграничных территориях Северо-Восточного Китая были очень ограниченными. Даже в совместных с китайскими учеными публикациях, вышедших в свет в результате выполнения работ по международным проектам в бассейнах р. Уссури и оз. Ханка [6, 10], они содержатся в совсем небольшом объеме. Приобретение и использование в работе статистических ежегодников провинции Хэйлунцзян д.г.н. С.С. Ганзеем в 2000-х гг. стало основой для значительного прогресса в изучении российско-китайских трансграничных территорий и геосистем в Тихоокеанском институте географии ДВО РАН [2-4]. В 2010-х гг., благодаря развитию Интернета, приобретение китайских статистических сборников стало более простой задачей, а в последние годы статистические ежегодники и вовсе находятся в свободном доступе на официальных сайтах статистических бюро провинций КНР [8-9].

С одной стороны, наличие статистических ежегодников по провинциям Северо-Восточного Китая за более чем 20-летний период позволяет выстроить по многим показателям достаточно длинные ряды данных и проследить тенденции динамики в разных социально-экономических сферах. С другой стороны, китайская национальная статистическая система достаточно специфична, и перечень показателей, по которым можно вести сравнения и сопоставления с российской территорией, не особенно широк. Кроме того, с 2019 г. наблюдается сокращение перечня отображаемых в ежегодниках данных. Например, в сборниках Хэйлунцзяна последних лет отсутствуют данные о площади орошаемых земель, перестали публиковаться данные по поголовью скота и объемам производства животноводческой продукции в натуральном выражении в разрезе округов и уездов, общая площадь посевных заменена с 2018 г. на площадь посевов основных сельскохозяйственных культур, значительно уменьшился перечень демографических показателей, и т.п. Вероятно, это связано с принятием в 2019 г. в КНР нового закона о раскрытии правительственной информации.

При использовании данных из китайских статистических ежегодников необходимо обращать внимание на корректировки данных, которые проводятся по результатам переписей в стране. Так в 2020 г. в КНР была проведена 7-я национальная перепись населения, по итогам которой были скорректированы данные по численности населения провинции за весь период с предыдущей переписи 2010 г. (таблица).

Характерно, что суммарная численность постоянных жителей в округах не совпадает в большинстве случаев с данными о населении провинции, публиковавшимися как до, так и после переписи 2020 г. (табл.). Более того, постоянное население в округах было подсчитано в разные годы разными методами – в период до 2019 г. и в 2021 г. – на основе годовых отчетов полиции, в 2020 г. – на основе переписи, в 2022 г. – на основе выборочного опроса населения провинции [9]. Можно предположить, что это является одной из причин скачков общего числа постоянных жителей в 2019-2022 гг. при подсчете суммарного населения всех округов провинции.

Таблица

Численность населения провинции Хэйлунцзян по статистическим ежегодникам разных лет издания, млн чел. [9]

| Год  | Ежегодник 2020 г. | Ежегодник 2023 г. | Сумма населения в округах провинции по ежегодникам 2011-2023 гг. |
|------|-------------------|-------------------|--|
| 2010 | 38,33             | 38,33             | 38,43  |
| 2011 | 38,34             | 37,82             | 38,35  |
| 2012 | 38,34             | 37,24             | 38,11  |
| 2013 | 38,35             | 36,66             | 37,95  |
| 2014 | 38,33             | 36,08             | 37,47  |
| 2015 | 38,12             | 35,29             | 36,90  |
| 2016 | 37,99             | 34,63             | 36,59  |
| 2017 | 37,89             | 33,99             | 36,01  |
| 2018 | 37,73             | 33,27             | 35,74  |
| 2019 | 37,51             | 32,55             | 35,55  |
| 2020 | -                 | 31,71             | 31,71  |
| 2021 | -                 | 31,25             | 34,91  |
| 2022 | -                 | 30,99             | 30,99  |

Информация о подобных корректировках данных в результате смены метода расчетов или по итогам переписей и обследований, встречается и в других разделах ежегодника. Например, доля отраслей 1-й группы (сельское и лесное хозяйство, рыболовство и аквакультура) в ВРП в 2017 г., согласно статистическому ежегоднику, изданному в 2018 г., составляла 18,7 %, а в ежегодниках, изданных позднее, она равна уже 24,1 % [9]. Это объясняется тем, что классификация отраслей по группам была пересмотрена национальным бюро статистики в 2018 году, но эта обновленная классификация распространилась не только на расчеты структуры ВРП в последующие годы, но и для предыдущих лет показатели были пересчитаны.

Аналогично в разделе по сельскому хозяйству указывается, что данные ряда показателей за 2007–2017 годы были скорректированы в соответствии с результатами третьей национальной сельскохозяйственной переписи (конец 2016 г.) [9]. В результате обычным делом является несовпадение значений некоторых показателей по провинции и сумм значений более дробных показателей, которые их составляют. Например, валовая стоимость продукции 1-й группы отраслей по провинции больше, чем сумма значений валовой стоимости продукции формирующих эту группу сельского и лесного хозяйства, рыболовства и аквакультуры.

Для данных по сельскому хозяйству отдельно следует отметить ситуацию с Бюро сельскохозяйственной мелиорации провинции Хэйлунцзян (Heilongjiang Agricultural Reclamation Bureau – ARB). Эта организация была создана в 1976 г. для освоения сельскохозяйственных земель в труднодоступных районах и объединяла множество государственных сельскохозяйственных предприятий (ферм) преимущественно на севере и востоке провинции. К 2018 г., когда Бюро было реорганизовано в коммерческий холдинг, в его состав входило 113 государственных ферм, расположенных в 74 уездах, и занимавших более 5,2 млн га площади [11]. Проблема состоит в том, что вплоть до 2018 г. все сельскохозяйственные данные, относящиеся к фермам Бюро, публиковались отдельно от данных тех округов и уездов, в которых располагались фермы. Т.е. в каждом разделе, где показаны данные в разрезе округов провинции, была еще одна строка – ARB, и в нее были включены сведения, территориально относящиеся к разным округам. С 2019 г., после реформирования Бюро, эти данные стали публиковать в составе тех округов и уездов, на территории которых располагаются бывшие фермы, и ряд сельскохозяйственных показателей в отдельных округах показал резкий скачок значений по сравнению с предыдущими годами. Так в 2018 г. посевная площадь основных сельскохозяйственных культур ARB составляла почти 3 млн га из 14,5 млн га посевных провинции в целом. Когда в 2019 г. эти 3 млн га распределились внутри округов, некоторые из них показали рост посевных на 300-500 тыс га, хотя на самом деле эти земли уже давно были освоены и использовались, просто не отображались в статистике. Поскольку точно неизвестно какова была площадь ферм в том или ином округе, можно лишь предположить на сколько же изменились показатели за счет собственно динамики по сравнению с предыдущим годом, а на сколько – за счет прибавления данных, ранее «выносимых за скобки». Фактически же, много лет по ряду округов сельскохозяйственные данные были значительно занижены, хотя в целом по провинции суммарные цифры публиковались корректные. Все это значительно

усложняет применение сельскохозяйственных данных для анализа развития аграрной отрасли в провинции и оценки ее влияния на природную среду, требует специального учета такой ситуации с данными.

Таким образом, несмотря на достаточно большой объем доступных в настоящее время статистических данных по приграничным территориям провинции Хэйлунцзян, их применение для сравнительно-географического анализа в рамках трансграничных исследований во многих случаях сопряжено с принятием ряда ограничений и оговорок.

Статистические сборники провинции Цзилинь [8] по сравнению со статистическими ежегодниками Хэйлунцзяна имеют совершенно иную структуру представления данных, отличающийся набор показателей. В них также наблюдается сокращение перечня публикуемых данных, но при этом за последние годы по-прежнему показаны данные по производству продукции животноводства и поголовью скота в разрезе округов и уездов, показана общая посевная площадь. Важное для нас отличие заключается в том, что данные в разрезе округов и уездов вынесены здесь в отдельный раздел, который по объему значительно меньше, чем объем региональных данных, представленных в ежегодниках Хэйлунцзяна.

Значительная разница в структуре и перечне статистических данных, публикуемых в ежегодниках, характерна и для статистики российских регионов. К сожалению, набор данных, представленных в сборниках региональных отделений Росстата по Приморскому, Хабаровскому краям, ЕАО и Амурской области, очень существенно отличается. Также как и в Китае, в последние годы имеется заметная тенденция к сокращению перечня доступных данных – и в печатных публикациях, и на сайтах региональных отделений Росстата, особенно в отношении муниципальных сведений. Их представление в Базе данных показателей муниципальных образований [1] также вызывает много нареканий – из-за отсутствия единой структуры данных по разным регионам, их неполноты представления по годам, периодической смены методов расчетов, что делает часть данных несопоставимыми. Сама База работает нестабильно и периодически к ней нет доступа.

### **Выводы**

За последние десятилетия значительно вырос объем доступных статистических данных, характеризующих различные стороны социально-экономического развития приграничных территорий России и Китая, позволяющих проводить их исследования в трансграничном аспекте. Вместе с тем, особенности представления статистических данных в каждой из стран накладывают свои ограничения на возможность использования этих данных, их сопоставления и сравнительного анализа.

Важнейшим инструментом использования доступных статистических материалов для исследования трансграничных территорий являются базы данных, отражающие состояние экономики, населения, природно-ресурсной сферы на разных пространственных уровнях (провинций, округов, уездов). Их составление является важнейшей задачей исследования трансграничных территорий. Одинаково важным является как создание геоинформационных баз данных, в которых показатели имеют пространственную привязку и используются для анализа территориальных изменений, так и баз данных табличного формата, позволяющих в т.ч. анализировать и видеть «качество» самих данных, отслеживать влияние на них изменений в методиках расчетов, источниках данных, административных границах, и т.п.

В конце XX-начале XXI вв. для сравнительных оценок ситуации на приграничных территориях сопредельных стран активно использовались показатели, имеющие денежное выражение. Значения показателей в рублях и юанях для сопоставления переводились в «нейтральную» валюту – доллары США. Однако, в экономической и геополитической ситуации последних лет данный подход малоприменим. Возможно, в отдельных случаях его можно использовать с пересчетом денежных показателей одной страны в валюту другой для сопоставления. Однако, более целесообразным и оправданным представляется при проведении сравнительного анализа ситуации на приграничных территориях сопредельных стран и расчете трансграничных градиентов использовать показатели, имеющие натуральное выражение. Они могут использоваться как в абсолютном исчислении, так и в относительном (в расчете на единицу площади или количество населения), в зависимости от вида данных и целей сравнения.

### **Список литературы**

1. База данных показателей муниципальных образований РФ. URL: [http://www.gks.ru/free\\_doc/new\\_site/bd\\_munst/munst.htm](http://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm) (дата обращения: 25.07.2024)
2. Бакланов П. Я., Ганзей С.С. Трансграничные территории: проблемы устойчивого природопользования. – Владивосток: Дальнаука, 2008. – 215 с.
3. Ганзей, С. С. Избранное. – Владивосток: Дальнаука, 2014. – 276 с.
4. Ганзей С. С. Трансграничные градиенты юга Дальнего Востока России и провинции Хэйлунцзян КНР // Региональная экология. – 2005. – № 3-4. – С. 74-80.
5. Зотова М. В., Колосов В. А., Гриценко А. А., Себенцов А. Б., Карпенко М. С. Территориальные градиенты социально-экономического развития российского пограничья // Известия РАН. Сер. географ. – 2018. – № 5. – С. 7-21. – DOI 10.1134/S2587556618050163.



6. Программа устойчивого землепользования и рационального распределения земель в бассейне реки Уссури и сопредельных территориях (Северо-Восточный Китай и российский Дальний Восток). – Burlington. USAID. – 1996. – 98 с.
7. Соколов А. А., Руднева О. С. Социально-экономическое районирование российско-казахстанского трансграничного региона // Регион: Экономика и Социология. – 2023. – № 3(119). – С. 282-306. – DOI 10.15372/REG20230312.
8. Jilin Statistical Yearbooks // Statistic Bureau of Jilin. URL: <http://tjj.jl.gov.cn/tjsj/tjnj/> (дата обращения: 25.07.2024)
9. Heilongjiang Statistical Yearbooks // Heilongjiang Bureau of Statistics. URL: [https://tjj.hlj.gov.cn/tjj/c106782/common\\_zfxxgk.shtml](https://tjj.hlj.gov.cn/tjj/c106782/common_zfxxgk.shtml) (дата обращения: 25.07.2024)
10. Kachur A.N., Jin X., Baklanov P.Ya., Ganzei S.S. et al. Diagnostic analysis of the Lake Khanka Basin (Peoples Republic of China and Russian Federation). – UNEP/CRAES/PGI FEBRAS, 2001. – 136 p.
11. Li Shuting, Hong Leng, Qing Yuan. A symbiotic development strategy for farm areas and townships in Heilongjiang, China // Int. Review for Spatial Planning and Sustainable Development. – 2019. – Vol. 7. – Issue 1. – P. 66-82. – [https://doi.org/10.14246/irpspd.7.1\\_66](https://doi.org/10.14246/irpspd.7.1_66)

УДК 551.4.012

## МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ТИПИЗАЦИЯ РЕЛЬЕФА ЛЕВОБОЕРЕЖЬЯ Р. АНГАРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРТ КРИВИЗНЫ

Опекунова М.Ю., Бардаш А.В.

*Институт географии им. В. Б. Сочавы Сибирского отделения РАН, Иркутск,  
opek@mail.ru, olek22@mail.ru*

## MORPHOMETRIC ANALYSIS AND TYPIFICATION OF THE RELIEF OF THE LEFT BANK OF THE ANGARA-RIVER USING CURVATURE MAPS

Opekunova M.Yu., Bardash A.V.

*V.B. Sochava Institute of Geography of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Irkutsk, opek@mail.ru, olek22@mail.ru*

### Введение

Морфометрический анализ рельефа с применением ГИС – это базовый метод в геоморфологических исследованиях [2-3, 5-9]. Цель исследования заключается в выявлении особенностей функционирования эрозионно-руслых систем левобережья р. Ангары в ее верхнем течении. Особенности функционирования проявляются, в том числе, и в характере направленности эрозионно-аккумулятивного процесса. Таким образом, морфометрический анализ эрозионно-аккумулятивных комплексов рельефа позволяет оценить устойчивость территории к прохождению неблагоприятных для человека экстремальных гидрологических явлений. Территория исследования охватывает приустьевые части левых притоков р. Ангары с площадью бассейнов более 1,6 тыс км<sup>2</sup>, расположенных в пределах горно-предгорных и равнинных областей. Области их нижнего течения относятся к районам долговременного освоения, испытывающим значительный антропогенный прессинг, в том числе связанный и с возведением каскада ГЭС на р. Ангаре [4]. В результате исследований [10] была выявлена синхронность прохождения паводочных наводнений, опасность которых в урбанизированных областях нижнего течения рек может усиливаться возникновением кумулятивного эффекта.

### Материалы и методы

Согласно карте геоморфологического районирования, территория относится к зоне сочленения районов средне-низкогорного и равнинного рельефа [1]. Относительные высотные отметки водораздельных поверхностей варьируют от 500 м до 1100 м. Величина эрозионного вреза долин меняется от 80 до 500 м. Для построения карт кривизны рельефа с целью дальнейшей его интерпретации, оценки территории для развития опасных процессов были выполнены: проекционные преобразования, фильтрация и гидрологическая коррекция исходной ЦМР; создание карт кривизны. В качестве исходных данных использовалась цифровая модель поверхности SRTM с разрешением одна угловая секунда [11]. Для вычисления значений кривизны и построения соответствующих карт были использованы сглаженные данные, полученные с помощью мультимасштабного подхода Дж. Вуда [13]. В данном алгоритме значения аппроксимированы по методу наименьших квадратов в скользящем окне с радиусом в пять ячеек. В качестве исходных параметров использованы показатели уклона и экспозиции. Этот метод реализован в ГИС SAGA [12] для морфометрической классификации рельефа.

### Результаты и обсуждение

Значения профильной кривизны ( $kv$ ) в пределах рассматриваемой территории изменяются от  $-0,0030$  до  $0,0027$  м<sup>-1</sup>. На территории исследования большую площадь занимают ареалы  $kv \sim 0$ , которые оконтуривают плоские равнинные и заболоченные поверхности пойм и террас. Ареалы со значениями  $kv > 0$  окаймляют выпуклые склоны средней крутизны, уступы террас и грив, водораздельные поверхности. Ареалам со значениями  $kv$  от  $-0,0001$  до  $0,0005$  м<sup>-1</sup> соответствуют русла и тальвеги, притеррасные понижения,

что позволяет оконтурить поверхности пойм и террас, имеющие хорошо выраженные уступы. В пределах междуречий комбинации ареалов кривизны разных значений образуют своеобразные виды рисунков, характерные для разных типов рельефа, а применительно к территории исследования еще и для разных типов отложений. Особенно ярко это иллюстрируют карты вертикальной кривизны для рек Китой и Иркут — для среднегорно-низкогорного рельефа, сложенного архейскими, протерозойскими и кембрийскими отложениями, характерно сочетание ареалов с максимальными отрицательными и положительными значениями. Для равнинной части, сложенной юрскими отложениями, расчлененность рельефа падает, что выражается в сочетании ареалов со значениями от  $0,0003 \text{ м}^{-1}$  и ниже. Для р. Белая сочетания ареалов с максимальными отрицательными и положительными значениями характерны для склонов долин, где также вскрываются отложения кембрия. Для днищ долин характерно распространение ареалов со значениями от  $-0,0008 \text{ м}^{-1}$  до  $0,0008 \text{ м}^{-1}$ . Такие значения укладываются в рамки  $-0,0013—0,0013 \text{ м}^{-1}$ , рассчитанные для рельефа долины р. Ия в пределах Иркутско-Черемховской равнины.

Значения тангенциальной кривизны территории варьируют в пределах от  $-0,0021$  до  $0,0020 \text{ м}^{-1}$ . Распределение ареалов образует древовидный рисунок потоков в пределах междуречий, соответствующий пологоволнистому и полого-холмистому низкогорному и равнинным типам рельефа. Для рассматриваемой территории карты тангенциальной кривизны хорошо отражают эрозионную сеть в пределах склонов долин и междуречий. Пойменные и террасовые уровни уверенно выделяются по разному рисунку сочетания кривизн внутри ареалов. Амплитуды максимальных и минимальных значений тангенциальной кривизны в днищах долин незначительны, среднеквадратичное отклонение варьирует от  $0,00007$  до  $0,00009$ .

В качестве примера приведем геоморфологическую интерпретацию карты минимальной кривизны для долины р. Китой. На картах минимальной кривизны ареалы с минимальными значениями отображают эрозионно-русловую сеть, а также локальные понижения (рис. 1). Для территории исследования наиболее развитая эрозионно-русловая сеть и отрицательные, в том числе и искусственные, формы рельефа, характерны для р. Иркут, и в меньшей степени – для долин рек Белая и Китой.

В днище долины р. Белой нулевые и минимальные значения соответствуют участкам сегментно-гривистой поймы, палеоруслу, а также участкам врезанного и адаптированного типов русла. Минимальные значения для склонов долин и междуречий группируются в основном в северо-западной части и соответствуют врезанным долинам и системам малых эрозионных форм преимущественно северо-западного направления, что соответствует простиранию основных разрывных дислокаций этого участка.

В Китойском расширении ареалы с нулевыми значениями (и ниже) минимальной кривизны соответствуют заболоченным днищам ложбин, палеоруслам, руслам второстепенных неработающих протоков. В междуречьях и на склонах долины минимальные значения характерны для наиболее разработанного в эрозионном плане поля протерозойских отложений в юго-восточной части.

Выделенные области с различным распределением ареалов (рис. 1) хорошо соотносятся с различными типами рельефа (табл.).

Распределение средних значений минимальной кривизны в пределах различных типов рельефа показывает их увеличение от средне-низкогорного типа к равнинному рельефу днища долины. В пределах пойменно-террасового комплекса преобладают относительно плоские поверхности (рис. 1, выделы 4–6) со значениями близкими к нулю. Значения коэффициента асимметрии, напротив, показывают почти равновесный рельеф склонов и водоразделов. В меньшей степени это характерно для правобережья р. Ангары, представленного крутым эрозионным бортом долины. В пределах днища долины коэффициент асимметрии для поверхностей проточно-островных пойм и низких террас имеет минимальные значения, которые характеризуют именно неоднородное строение микрорельефа, представленное сочетанием протоков (ложбин) и межпроточными пространствами. Для высоких террас с более сглаженным рельефом значения коэффициента асимметрии выше.



Рис. 1. Типизация рельефа долины р. Китой на основе карты минимальной кривизны. Зеленой линией выделены границы днищ долин, красной – границы типов рельефа.

Типы рельефа, основанные на показателях минимальной кривизны

| Номер выдела  | Тип рельефа  | Элемент рельефа   | Геологическое строение  |
|---|--|---|---|
| Предгорная часть бассейна (склоны долины и междуречья)          |  |   |   |
| 1.  | Средне- и низкогорный денудационно-тектонический                   | Плоские, полого-волнистые и полого-холмистые водоразделы, склоны крутые, средней крутизны, пологие.                           | Раннепротерозойский шумихинский интрузивный комплекс умеренно щелочных гранитов, гранодиоритов  |
| Предгорно-равнинная часть бассейна (склоны долины и междуречья) |  |   |   |
| 2.  | Равнинный плосковершинный полого-холмистый денудационно-эрозионный | Плоские, полого-волнистые и полого-холмистые водоразделы, склоны крутые, средней крутизны, пологие                            | Ранне- и среднеюрские песчаники, алевролиты, конгломераты присаянской, черемховской свит  |
| 3.  | Низкогорный денудационно-эрозионный, равнинный полого-холмистый    | Полого-холмистые водоразделы, склоны средней крутизны и пологие   | Раннекембрийские доломиты, известняки усольской и бельской свит, алевролиты, песчаники мотской свиты. Ранне- и среднеюрские песчаники, алевролиты, конгломераты присаянской, черемховской, кудинской свит |
| Пойменно-террасовые комплексы речных долин                      |  |   |   |
| 4.  | Пологоволнистый равнинный аккумулятивный                           | Поверхности террас нижнеплейстоценового возраста. Высокие полигенетические поверхности периферической части Китойской впадины | Позднеплестоценовые пески и глины, неогеновые глины и пески голуметской и каштакской свит   |
| 5.  | Пологоволнистый и гривистый аккумулятивный                         | Поверхности проточно-островных и ложбинно-островных пойм  | Голоценовые галечники, пески  |
| 6.  | Пологоволнистый и плоский аккумулятивный                           | Поверхности террас нижнеплейстоценового возраста, пойм голоценового возраста  | Позднеплестоценовые пески и глины, голоценовые галечники, пески   |

**Выводы.** При анализе различных карт кривизны можно отметить, что на всех картах днища долин в виде комплекса пойм и низких террас с сохранившимся пойменным микрорельефом хорошо отделяются от рельефа склонов и междуречий по характеру сочетания ареалов с отрицательными и положительными значениями. Типы рельефа наиболее четко фиксируются на карте минимальной кривизны, где хорошо отражаются характер и величина горизонтального и вертикального расчленения рельефа как в пределах междуречий, так и в днищах долин.

В целом, анализ пространственного распределения значений кривизны исследуемой территории показал общие для рек Иркут и Белая профильной, общей и минимальной кривизны с преобладанием значений выше средних. Для днища р. Китой эти значения выше, но асимметрия распределения также отрицательная. В геоморфологическом смысле это можно интерпретировать как доминирование почти плоских поверхностей и прямых склонов.

Таким образом, анализ составленных карт показал их применимость для выделения различных типов рельефа в пределах рассматриваемой территории. Анализ кривизны поверхности днищ долин левобережья р. Ангары позволяет выделять наиболее уязвимые зоны при прохождении паводков, затопления территории.

*Работа выполнена в рамках госзадания АААА-А21-121012190017-5.*

#### Список литературы:

1. Атлас Иркутской области: Экологические условия развития / Ред. В.В. Воробьев, А.Н. Антипов, В.Ф. Хабаров. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН; – М.: Роскартография, 2004. – 90 с.
2. Ермолаев О.П., Семенов Ф.В. Использование цифровых моделей рельефа для морфометрического анализа тектонических структур и поиска россыпей аллювиального генезиса // География и природные ресурсы. – 2014. – №1. – С.142-147.
3. Колбовский Е.Ю., Есипова Е.С. Геоинформационное моделирование ландшафтных местоположений и элементарных водосборов для оценки потенциального биоразнообразия лесной зоны Дальнего Востока // Геодезия и картография. 2017. № 1. С. 25-34. DOI: 10.22389/0016-7126-2017-919-1-25-34.

4. Овчиников Г.И.; Павлов С.К.; Тржицинский, Ю.Б. Изменение геологической среды в зоны влияния Ангаро-Енисейских водохранилищ. – Новосибирск: Наука, 1999. – 254 с.
5. Погорелов А.В., Думит Ж. А. Рельеф бассейна р. Кубани: Морфологический анализ. – М.: ГЕОС, 2009. – 207 с.
6. Харченко С.В. Новые задачи морфометрии рельефа и автоматизированные морфологические классификации в геоморфологии // Геоморфология. – 2020 – № 1. – С. 3-21. <https://doi.org/10.31857/S043542812001006X>
7. Шарый П.А. Геоморфометрия в науках о Земле и экологии, обзор методов и приложений // Известия Самарского науч. Центра РАН. – 2006. – № 8 (2). – С. 458–473.
8. Bhatt S. C., Singh Rubal, Ansari M. A. and. Bhatt S (2020) Morphometric and Morphotectonic Analysis of Pahuj Catchment Basin, Central India (16) (PDF) Journal geological society of India, 96, pp.513-520 Quantitative Quantitative Morphometric and Morphotectonic Analysis of Pahuj Catchment Basin, Central India. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/344171402\\_Quantitative\\_Morphometric\\_and\\_Morphotectonic\\_Analysis\\_of\\_Pahuj\\_Catchment\\_Basin\\_Central\\_India](https://www.researchgate.net/publication/344171402_Quantitative_Morphometric_and_Morphotectonic_Analysis_of_Pahuj_Catchment_Basin_Central_India) [accessed Apr 06 2022].
9. Florinsky I.V. Solving Three Problems of Exploration and Engineering Geology by Digital Terrain Analysis // International Journal of Ecology & Development. – 2007. – Vol. 8. – No. F07. – P. 52-65.
10. Орекунова М.Ю., Кичигина Н.В., Рыбченко А.А., Силаев А.В. Channel deformations and hazardous processes of the left-bank tributaries of the Angara River (Eastern Siberia) // Water. – 2023. – Vol. 15, N 2. – P. 291.
11. Shuttle Radar Topography Mission 1 Arc-Second Global, doi:10.5066/F7PR7TFT
12. Conrad O., Bechtel B., Bock M., Dietrich H., Fischer E., Gerlitz L., Wehberg J., Wichmann V., and Böchner J. (2015): System for Automated Geoscientific Analyses (SAGA) v. 2.1.4, Geosci. Model Dev., 8, 1991-2007, doi:10.5194/gmd-8-1991-2015
13. Wood J.D. (1996) The Geomorphological Characterization of Digital Elevation Models. Ph. D. Thesis. Leicester: Univ. Leicester, 193 p.

УДК 591.5:528.94

## **ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗООЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ В ИНСТИТУТЕ ГЕОГРАФИИ ИМ. В.Б. СОЧАВЫ СО РАН**

**В.А. Преловский**

*Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, amadeo81@mail.ru*

## **HISTORICAL ASPECTS OF ZOOLOGICAL MAPPING AT THE V.B. SOCHAVA INSTITUTE OF GEOGRAPHY SB RAS**

**V.A. Prelovsky**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, amadeo81@mail.ru*

С момента основания Института географии Сибири и Дальнего Востока СО АН СССР (позже Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН) одной из важнейших задач, поставленных перед сотрудниками, была разработка методов картографирования природы, хозяйства и населения. Вопросы картографического изучения природной среды имели важнейшее значение для познания принципов организации природных систем и возможности их использования в народном хозяйстве страны.

Развитие идей зоологического картографирования происходило сразу в нескольких направлениях. На первом этапе исследования были связаны с медико-географическими проблемами изучения природной среды. Для выявления закономерностей циркуляции в природе возбудителей болезней наиболее перспективны оказались карты биокомплексов, где показывается по возможности вся сумма экологических условий и все возможные паразитарные цепи, по которым может циркулировать болезнетворный агент [19]. Одной из первых работ была обзорно типологическая карта «Население иксодовых клещей – переносчиков инфекций с природной очаговостью южной тайги и лесостепи Иркутской области» в масштабе 1:2000 000 [20], в свое время вызвавшая живую дискуссию в научном сообществе, и оказавшая большое значение на развитие данного направления на долгие годы. Другим примером могут служить три мелкомасштабные карты (м-б 1: 5000 000), помещенные в Атласе Забайкалья [21]: «Млекопитающие – хранители возбудителей и прокормители переносчиков болезней», «Иксодовые клещи – переносчики возбудителей болезней» и «Болезни с природной очаговостью». Картографирование проводилось с использованием одной основы, применялись одни и те же методы и принципы построения. Подобная согласованность серии карт дает возможность достаточно детально и дифференцированно подойти к разработке системы профилактических мероприятий в пределах региона и наметить пути дальнейшего изучения природных предпосылок зооантропонозов [19].

Карта «Иксодовые клещи Азиатской России» представляет собой первую попытку картографирования населения клещей на такой обширной территории и интерпретации ее с медико-географических позиций [22]. Созданию карты предшествовала большая работа по изучению экологии и распространения клещей и составлению карт различных масштабов (1:50 000–1:1000 000) на отдельные регионы. Метод составления региональных карт населения иксодовых клещей основан на принципе рассмотрения их как сочленов био-

ценозов определенных ландшафтов и использовании растительности как индикатора ландшафта, что позволило выявить наиболее важные связи распространения членистоногих с остальными факторами географической среды на картографируемой территории. Легенда составленной карты отражает связи видов иксодовых клещей или их группировок с определенными географическими условиями. Серию карт, связанных с проблемой зооантропонозов, продолжила карта «Грызуны и зайцеобразные Азиатской России» в масштабе 1:7 500 000. Карта раскрывает связи животных, участвующих в поддержании природных очагов инфекций (животного населения), с природными комплексами [23]. Системный подход определил экологическую стратегию исследования объекта (в тесном единстве с растительностью и такими критическими компонентами геосистем, как тепло и влага) на структурно-динамической основе, с учетом генезиса геосистем.

В настоящее время сотрудниками Института большое внимание уделяется разработке принципов картографирования сообществ беспозвоночных животных. Картографический метод способствует выявлению тонких различий в структуре ландшафта и его биотических компонентов, позволяя глубже понять динамические процессы и потенциальные возможности географической среды [24]. Например, выполненная картосхема распределения почвенных беспозвоночных иллюстрирует пространственную вариабельность структуры геобия, связанную с неоднородностью абиотических условий: разнообразием геоморфологического строения, дифференциацией почвообразующих пород, локальными особенностями гидротермического режима, состоянием растительного покрова [25]. Наиболее предпочтительную основу для картографирования населения почвенных беспозвоночных по мнению авторов представляет ландшафтная карта, объединяющая большой объем информации о состоянии всех основных компонентов географической среды и отражающая рубежи между геокомплексами всех размерностей.

Впервые было проведено картографирование для ценологических групп полужесткокрылых насекомых (клопов) на основе крупномасштабной геоботанической карты [26]. С использованием коэффициента Сьеренсена рассчитано сходство состава населения клопов разных растительных ассоциаций, позволившее выделить девять типов населения клопов, отраженных в легенде карты. Выявлено, что в основном пространственная структура населения подчиняется распространению растительных сообществ, но в некоторых случаях наблюдаются явные различия в распределении видов клопов от выделов карты растительности, например, для экотонных мест обитания. Поэтому по сравнению с группами ассоциаций растительности для клопов были выделены также и экотонные места обитания, образующиеся вдоль границы между плотносомкнутыми японсковязовыми мезофильнотравяными лесами и примыкающими к ним лугами.

История развития зоологического картографирования наземных позвоночных животных в Институте неотрывно связана с именем В.Ф. Лямкина. Первая картографическая работа «Картосхема населения мелких млекопитающих восточной части Муйской котловины», составленная им на основе полевых исследований, вышла еще в 1966 г. [27]. В дальнейшем на основе собранного обширного материала им были составлены как ультракрупномасштабные карты (м-б 1:5 000 – 1:10 000), позволяющие моделировать пространственное распределение отдельных особей в местообитаниях, так и среднимасштабные карты, использовавшиеся для оценки дифференциации видового населения или сообществ млекопитающих в границах отдельных районов, при разработке планов районов, ТерКСОПов, ОВОСов и т.п. [28]. Накопленные за годы полевых наблюдений, данные по экологии и распространению млекопитающих Байкальской котловины, послужили основой для составления обзорной мелкомасштабной карты «Население млекопитающих побережья озера Байкал» (м-б 1:2 500 000) [10]. На карте отображено 4 типа населения млекопитающих и 27 подтипов, что говорит о весьма сложной структуре населения млекопитающих котловины, ее дифференциации в зависимости от рельефа, экспозиции макросклонов, типа растительности и прочих факторов среды.

Большим достижением в зоогеографическом отношении стал атлас Иркутская область: экологические условия развития, куда вошло более 30 тематических карт. В атласе впервые приведена карта эколого-фаунистических комплексов Иркутской области [11], где выделено 7 типов комплексов: горно-тундровый (гольцовый), таежный, степной, лугово-болотно-ерниковый, приводный, синантропный и комплекс агроценозов (рис. 3). Легенда карты «Фаунистические комплексы» на территорию Иркутской области представлена списками птиц, млекопитающих, пресмыкающихся и земноводных, которые приведены в систематическом порядке.

Помимо классических направлений зоологического картографирования разрабатывались и разномасштабные оценочные карты, часть из которых подготовлена для вышеупомянутого атласа Иркутской области. Так, мелкомасштабная карта «Нарушенность животного мира» (м-б 1:2 500 000) дает представление о современном состоянии сообществ животных в связи с антропогенной преобразованностью ландшафтов [1, 11]. Легенда карты отражает три степени нарушения эколого-фаунистических комплексов и ихтиофауны в процентном отношении. На карте «Интродукция и реакклиматизация диких животных в Иркутской области» (м-б 1:7 000 000) приведена информация об объеме проведенных работ по обогащению фауны наземных позвоночных на территории области [11]. Внемасштабными знаками показаны места, годы выпуска и количество выпущенных животных.

Важное направление оценочного картографирования, развиваемое в институте, связано с картографическими методами изучения распространения и запасов охотничье-промысловой фауны региона. Так, например, в Экологическом атласе бассейна озера Байкал [12] приводятся сведения об охотничье-промысловом потенциале региона (в границах субъектов РФ). На картах фоновой окраской и штриховкой показаны плотность популяции охотничьих видов зверей и птиц в границах административных районов. Численность видов представлена в виде картодиаграммы. Такой способ позволяет одновременно отследить распространение вида в пределах региона, оценить его плотность и численность.

Продолжая заложенные традиции и в тоже время, расширяя сюжетную линию универсальных и оценочных зоологических карт, сотрудниками Института были подготовлены серии карт для атласов, вышедших в последнее десятилетие. Так для Экологического атласа бассейна озера Байкал [12] была подготовлена серия из семи карт «Редкие виды животных», наглядно показывающие пространственное распространение 107 редких видов животных, их природоохранный статус и категорию редкости в региональных Красных книгах, РФ и МНР. Комбинированное использование сплошной заливки, штриховки и внесмасштабных геометрических значков позволяет отображать на одной карте распространение до 30 видов животных, не перегружая ее для чтения и поиска конкретной информации.

Развитие методологии составления карт и легенд, внедрение геоинформационных систем и компьютерной обработки данных значительно расширили современные возможности зоологического картографирования. Обобщение разрозненных данных путем создания карты «Фаунистические комплексы Байкальского региона» в масштабе 1:5 000 000 для Экологического атласа Байкальского региона [29] позволило наглядно представить структуру и распределение различных типов населения, а также выявить общие закономерности их формирования на обширной территории. Впервые на столь обширную территорию создана обзорная карта, включающая 1400 выделов в основном слое и содержащая информацию о 2 классах, 7 типах и 13 подтипах фаунистических комплексов. Составленная карта позволяет оценить зоогеографическое значение Байкальской рифтовой зоны, как важного барьера между сибирской и дауромонгольской фаунами, куда с запада и востока вклиниваются немногочисленные представители европейского и китайского типа фаун [30].

Для атласа Байкальский регион: общество и природа [31] была подготовлена серия зоологических карт разного масштаба и охвата территории. Впервые были выполнены карты устойчивости, чувствительности фаунистических комплексов центральной экологической зоны Байкальской природной территории (ЦЭЗ БПТ). На отдельных картах в масштабе 1:5000 000 дана информация по эндемичным видам животных, редким видам птиц и ключевым орнитологическим территориям Сибири. Значительное внимание уделено картографированию антропогенной нарушенности на разном уровне. Так карта «Нарушенность животного мира» в масштабе 1:3000 000 даёт представление о современном состоянии сообществ позвоночных животных и основных факторах их деградации на территории ЦЭЗ БПТ. Тематический слой нарушенности фаунистических комплексов животного мира создан на основе базовых картографических данных и тематического слоя растительности, а также статистических данных о пожарах, вырубках, участках промышленных производств и участков добычи полезных ископаемых. На карте выделено 7 типов животного населения названия, которых даны по тем фаунистическим комплексам, виды которых составляют основу населения каждого типа, например, лесной тип, степной тип и т.д. Для отображения антропогенных факторов использовался способ изображения ареалами, значками и линейными знаками.

Несмотря на значительный вклад сотрудников Института в картографическое изучение биоты, все же остается целый ряд сложных вопросов и задач, которые только предстоит решить.

*Работа выполнена за счет средств и в рамках государственного задания АААА-А21-121012190059-5*

### **Список литературы**

1. Атлас Забайкалья (Бурятская АССР и Читинская область) / Гл. ред. В.Б. Сочава. – М.; Иркутск: ГУГК, 1967. – 176 с.
2. Атлас. Байкальский регион: общество и природа. Москва: Паулсен, 2021. – 278 с.
3. Атлас. Иркутская область: экологические условия развития. – М., Иркутск, 2004. – 90 с.
4. Байкал. Атлас / гл. ред. Г.И. Галазий. – М.: ОКФ, 1993 – 160 с.
5. Балязин И.В., Бессолицына Е.П. Картографирование мезонаселения почв (на примере степного участка Хакасского заповедника) // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. – 2011. – Т. 4. – № 2. – С. 42-52.
6. Белов А.В., Лямкин В.Ф., Соколова Л.П. Картографическое изучение биоты – Иркутск: Облмашинформ, 2002. – 160 с.
7. Бессолицына Е.П. Картографирование населения почвенных беспозвоночных // Ландшафтно-интерпретационное картографирование. – Новосибирск: Наука, 2005. – С. 243–250.
8. Вершинский Б.В. Карта населения иксодовых клещей на территории южной тайги и северной лесостепи Средней Сибири. М-6 1:2 000 000 // Проблемы медицинской географии: Сб. докл. – Л., 1962. – С. 171–174.
9. Картографирование населения грызунов и зайцеобразных Азиатской России: Материалы к карте. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии, 1988. – 58 с.

10. Лямкин В.Ф. Картографирование населения мелких млекопитающих Муйской котловины в целях медицинской географии // Научный поиск в современной географии: мат-лы 2-й конф. молодых географов Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск: Вост.-Сиб. кн. из-во, 1966. – С. 217-224.
11. Лямкин В.Ф. Экология и зоогеография млекопитающих межгорных котловин Байкальской рифтовой зоны. – Иркутск: ИГ СО РАН. – 2002. – 132 с.
12. Лямкин В.Ф., Прохоров Б.Б. Медико-географические исследования и геоботанические карты // Геоботаническое картографирование. – 1970. – С. 30-51.
13. Медведев Ю.О., Лямкин В.Ф. Виды и биотопы // Экологически обоснованное планирование землепользования в Байкальском регионе. Ольхонский район. – Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 1998. – С. 11–12.
14. Опыт создания карты иксодовых клещей Азиатской России. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии Сибири и Дальнего Востока, 1974. – 83 с.
15. Преловский В.А. Принципы разработки и построения карты Фаунистические комплексы Байкальского региона // Географический вестник. – 2021. – № 2(57). – С. 163-170. – DOI 10.17072/2079-7877-2021-2-163-170.
16. Софронова Е.В., Аненхонов О.А., Чепинога В.В., Софронов А.П. Картографирование ценоотических групп полужесткокрылых насекомых реликтовых вязовых Рощ в составе пойменной растительности долины р. Селенги (Республика Бурятия) // География и природные ресурсы. – 2023. – Т. 44, № S5. – С. 136-145. – DOI 10.15372/GIPR20230517.
17. Сочава В.Б. Комплексное картографирование географической среды // Сибирский географический сборник. М. – Л.: Наука, 1964. – № 3. – С. 5-18.
18. Экологический атлас Байкальского региона. – Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2017. – 378 с.
19. Экологический атлас бассейна озера Байкал. Иркутск: ИГ СО РАН, 2015. – 145 с.

УДК 528.94; 911.3

## **КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОСРЕДСТВОМ МЕТОДА АНАЛОГИЙ**

**С.А. Родоманская**

*Гуманитарный Университет профсоюзов, Санкт-Петербург, svetlana\_1902@mail.ru*

## **CARTOGRAPHIC VISUALIZATION IN THE FIELD OF FOOD SECURITY THROUGH THE METHOD OF ANALOGIES**

**S.A. Rodomanskaya**

*Humanitarian University of Trade Unions, St. Petersburg, svetlana\_1902@mail.ru*

### **Актуальность исследований**

В настоящее время метод аналогий один из немногих методов научных изысканий широко распространен в междисциплинарных исследованиях. В своих исследованиях А.Н. Новиков отмечает, что аналогии как инструмент нестандартного научного поиска позволяют перенести исследовательский опыт и знания из одних наук в другие. [6] На сегодняшний день научный интерес к использованию аналогий нашел свое подтверждение в ряде научных работ. При этом все чаще встречаются попытки проекций с традиционной естественнонаучной точки зрения в другие предметные области. Тематика продовольственной безопасности, как наиболее динамично развивающаяся в самых различных научных направлениях, привлекает внимание представителей различных наук, пытающихся объяснить те или иные продовольственные процессы с точки зрения имеющихся у них знаний и опыта. Наряду с этим наиболее интересное, по мнению автора, создание новых, ассоциативных связей посредством построения аналогий находит двойственное свое проявление: прямая аналогия выступает путем поиска новых знаний в экономической географии, как картографирование социально значимого явления продовольственной безопасности, и с другой стороны субъективные аналогии позволяют воплотить метод цветовой маркировки в классических исследованиях тематической картографии.

*Цель исследований* – рефлексия метода аналогий к классическим методам картографической визуализации территориальной дифференциации продовольственной безопасности на основе выявленных перспективных направлений его применения.

### **Материалы и методы**

При междисциплинарном подходе изучения продовольственной безопасности регионов РФ в работе использовался метод аналогий, что позволило получить «эффект» стирания границ между отдельными отраслями научных знаний в области обеспечения продовольственной безопасности, и достаточно углубленное их взаимодействие, и взаимопроникновение, т.е. интегрированность. Однако признаки формирования общего научного предметного основания по разным научным направлениям аналогиями позволил получить различную степень их интеграции. Высокая эффективность научного объяснения аналогиями была получена, во-первых, путем сопряжения двух точек зрения, случайно идущих навстречу друг другу, порождая новые знания или путем их намеренного переплетения, как имеющих один объект изучения

(изучение продовольственной безопасности в экономической географии и её картографическое представление) и, во-вторых – путем методологического заимствования (использование метода цветовой маркировки). Впрочем, все пути реализации аналогий равнозначны и равноценны по своей сложности применения, но при этом требуют определенной гибкости ума и достаточно широкого кругозора.

### **Результаты и их обсуждения**

Термин аналогия в переводе с древнегреческого (*ἀναλογία* - *соответствие и пропорция*) означает установление сходства по каким-либо признакам между объектами, одинаково протекающими процессами или явлениями различной природы. [1] Кроме понимания аналогий, как сходства двух объектов, в литературных источниках существует их понимание, как особого вида рассуждений, который используется наряду с индукцией (от частного к общему) и дедукцией. Нередко рассуждения, основанные на нежестких ассоциативных связях, порождают проведение аналогии по следующему принципу: «Аналогично с ..., можно предположить о том, что...». [10] Также аналогии понимают, как метод познания, изучающий причины каких-либо явлений или моделирование (прогнозирование), как средство предвидения результата. [12]

Исключением не остается и географическое направление, наполнение которой возможно за счет аналогий, привносимых физическими, биологическими, экономическими, философскими, математическими и другими науками. Например, физика обогащает географические знания теорией относительности; биология – системностью; философия обогатила процесс экономически взаимосвязанных территориальных образований конструктивными объяснениями; [3] математическая обработка экономических показателей возможна методами математической статистики и дискретной математики; экономика – территориальную структуру хозяйства, разделение труда и образование экономических районов рассматривает на экономических уровнях (макро-, мезо- и микро-). [5]

У географической науки имеется свой источник аналогий – науки о Земле и, в первую очередь, относящаяся к ним общая (естественная, комплексная) география. Пространственно-временная распространенность теории цикличности, например, для метода ресурсных энерговещественных циклов является аналогией биогеохимических циклов (круговорот веществ) в живой природе. Два этих метода основываются на воплощении логического закона двойного отрицания, что, по сути, означает не столько нахождение одного или несколько суждений одной степени общности в методах, а сколько опровержение их различий. Главной проблемой аналогий является исключение лишних различий в свойствах, сохранение и эволюционирование достаточно весомых сходств в оболочке объекта. Что же конкретно следует из аналогий? Рефлексия метода аналогии для научных исследований - это довольно нестандартное представление объекта исследования с традиционной естественной точки зрения. С одной стороны, подчёркивается парадоксальность ситуации, в которой работает соискатель с точки зрения философских рассуждений, построенных по аналогии, а с другой, несмотря на обширность рефлексии систем, объект исследования при его рассмотрении помещается в общенаучные категориальные рамки. [10]

Однако нельзя не отметить, что на первый взгляд восприятие научным сообществом полученных результатов аналогиями приводит к высказываниям и утверждениям о простоте применения данного метода исследований. Но здесь не стоит забывать о том, что, как и любой другой метод исследований аналогии имеют основные этапы - поиск и выбор аналога, построение модели сходств и различий и их исследование, экстраполяция данных с аналога на исследуемый объект, проверка экстраполяционных результатов по аналогии. Вместе с тем, имеется самый ответственный этап – правильный выбор аналога. Именно сам процесс рассмотрения известного в неизвестном для научных исследователей составляет проблему применения метода аналогий. Однако свою реализацию аналогии находят лишь тогда, когда исследователю представляется возможным воспринять неизвестное ему явление через известное, преодолевая тем самым многие психолого-познавательные барьеры. Кроме того, применение аналогий представляют собой одновременно ещё и комплексный анализ исследуемого объекта.

По своей природе аналогии являются инновационными. Как отмечает один из основателей инноватики австралийско-американский теоретик менеджмента Питер Дракер - именно характерные качества соискателя позволяют объединить разрозненный набор элементов в единую систему взглядов, знаний и опыта. [4] При этом аналогии могут подвести научный поиск к появлению инноваций по трем основным их типам: радикальная, комбинаторная и совершенствующая. [7] Возникновение интегрирующих инноваций имеет свое проявление в явном или неявном тому виде, и находит свое подтверждение на множестве существующих тому примеров взаимного проникновения на стыке устоявшихся наук. Так, например, в изучении территориальной организации продовольственной безопасности автором использовано применение метода аналогий позволило представить новизну представленного исследования по трем аспектам: радикальная инновация – картирование ранее не картографируемого общественного явления, комбинаторные и совершенствующие инновации – обеспечивают понимание сути представленной картографической визуализации за счет усовершенствования классических методов тематической картографии.



Познание по аналогии позволило спроецировать закономерности «перевосплощаемого» метода цветовой маркировки и закодировать исходные данные, и тем самым наиболее широко с информационной точки зрения наполнить карты специальным содержанием в целях обеспечения населения разносторонней, хорошо обоснованной и достаточной для принятия управленческих решений информацией в области обеспечения продовольственной безопасности. Универсальность ассоциативного смыслового содержания цветовых кодов в соответствии с мировой практикой обозначения опасности согласно национального стандарта ГОСТ Р 22.3.13-2018 (ИСО 22324:2015) «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» [2] позволило в более доступной форме для их использования населением и средствами массовой информации определить для продовольственной безопасности степень риска в различных продовольственных ситуациях.

Метод цветовой маркировки позволил достаточно широко реализовать коммуникативную и познавательную функции карты с целью проведения оценки современной продовольственной обеспеченности в регионах. Для оценки рисков обеспечения продовольственной безопасности автором было введено понятие «продовольственного уровня в регионе», позволяющего оценить потенциал территориального нарастания угроз. По стандарту уровни продовольственной безопасности выражены цветами ассоциативного смыслового значения – зеленый, салатовый (желто-зеленый), желтый, оранжевый и красный. Цвета расположены в порядке возрастания угроз в регионах страны с возможным принятием соответствующих мер безопасности. Три основных цвета классифицируют такие уровни опасности, как опасность - красный, потенциальная опасность – желтый и безопасность – зеленый. Другие промежуточные по тону цвета (салатовый (желто-зеленый), оранжевый) ассоциируют промежуточные состояния между основными продовольственными уровнями, имея при этом свои характерные особенности обеспечения продовольственной безопасности. [8, 9]

Кроме того, в качестве особого ориентира в систематизации данных выбран желтый продовольственный уровень соответствующий относительно самодостаточному типу регионов, как гипотетический уровень, исключающий проблемы чрезмерного дефицита продовольствия и избыточного потребления. Промежуточное значение данного уровня между донорами и реципиентами, как имеющего равные объемы производящего и потребляемого продовольствия с равными его запасами, предупреждает о возможном возникновении угроз и подготовке к принятию соответствующих мер безопасности. При этом красный уровень, соответствующий типу регионов реципиентов, рассматривается как критический продовольственный уровень, с немедленным принятием мер безопасности. Наиболее безопасный зеленый уровень не требует принятия никаких мер по улучшению продовольственной безопасности. Пример использования цветовых кодов обеспеченности зерновых и зернобобовых культур регионов РФ обеспечения по продовольственным уровням представлен на картосхеме. (рис.)



Рис. Карта-схема продовольственных обеспечения РФ по уровням опасности.

## Выводы

В рамках данного исследования метод аналогий позволил адаптировать национальный стандарт ГОСТ Р 22.3.13-2018 (ИСО 22324:2015) «Безопасность в чрезвычайных ситуациях» в области обеспечения продовольственной безопасности с учетом рассмотрения продовольственной безопасности как территориально-отраслевого аспекта государственной продовольственной политики, отражающего социальные, экономические и организационные меры, направленные на развитие продовольственного потенциала для производства конкурентоспособных продуктов питания с учетом особенностей развития и ресурсной базы территории. Данный способ картографирования с применением цветовых кодов опасности предусматривает информирование населения во избежание разночтений об изменении уровня опасности обеспечения продовольствием. Такая визуализация явления может быть взята Правительством РФ как методологический прием картографической визуализации социально значимых явлений на территории РФ.

## Список литературы

1. Болдин П. Н. Атомизм и семиотическая аналогия в онтологии естествознания // *Философская мысль*. 2017. № 9. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/atomizm-i-semioticheskaya-analogiya-v-ontologii-estestvoznaniya>
2. ГОСТ Р 22.3.13-2018 (ИСО 22324:2015) Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Руководство по цветовым кодам опасности / ГОСТ Р от 15 мая 2018 г. - № 22.3.13-2018
3. Грушевидная Т.Г., Садохин А.П. Концепции современного естествознания: Учеб. пособие для вузов. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. - 670 с.
4. Дракер П. Ф. Новые реальности в правительстве и политике, в экономике и бизнесе, в обществе и мировоззрении. Москва: Бук Чембэр Интернэшнл, 1994. 379 с.
5. Никонов О.А. Диалектика принципа соответствия и математический аппарат специальной теории относительности // *Вестник МГТУ*. 2013. №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/dialektika-printsipa-sootvetstviya-i-matematicheskij-apparat-spetsialnoy-teorii-otnositelnosti>
6. Новиков А.Н. Метод аналогии: анализ опыта использования естественно-научных закономерностей в трансграничных гуманитарно-географических исследованиях // *Гуманитарный вектор*. Серия: Философия, культурология. 2016. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metod-analogii-analiz-opyta-ispolzovaniya-estestvenno-nauchnyh-zakonomernostey-v-transgranichnyh-gumanitarno-geograficheskii>
7. Пригожин А.И. Нововведение: стимулы и перспективы. М.: Политиздат, 1998. - 81 с.
8. Родоманская С.А. Картографическая интерпретация продовольственной безопасности регионов России // *IACSJ*. 2022. №5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kartograficheskaya-interpretatsiya-prodovolstvennoy-bezopasnosti-regionov-rossii>
9. Родоманская С.А. Типизация регионов Российской Федерации по особенностям продовольственных уровней // *Успехи современного естествознания*. - 2022. - № 8. - С. 65-70; DOI 10.17513/use.37870
10. Степин В. С. Философия науки. Общие проблемы: учебник для аспирантов и соискателей ученой степени кандидата наук. - М.: Гардарики, 2006. — 384 с.
11. Томова Наталья Аналогия // *Философская антропология*. 2020. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analogiya>
12. Уёмов А.И. Аналогия в практике научного исследования. М.: Наука, 1970. 264 с.

УДК 582.9 : 911.5 + 502.7

## РАЗРАБОТКА ЛАНДШАФТНОЙ КАРТЫ САЯНО-ШУШЕНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПОДХОДА

**В.А. Рыжкова, И.В. Данилова, М.А. Корец, Д.И. Назимова**

*Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск (vera@ksc.krasn.ru)*

## MAPPING AND LANDSCAPE DIVERSITY ESTIMATION OF SAYANO-SHUSHENSKIY BIOSPHERE RESERVE

**V.A. Ryzhkova, I. V. Danilova, M.A. Korets, D.I. Nazimova**

*V.N. Sukachev Institute of Forest SB RAS, Krasnoyarsk (vera@ksc.krasn.ru)*

## Введение

Современный этап развития тематического картографирования связан с развитием геоинформационных технологий, позволяющих объективизировать процесс составления карт, повысить их точность и достоверность путем разработки алгоритмов для автоматизированной обработки дистанционной и наземной информации в сочетании с традиционными картографическими методами [10].

Применение ГИС-технологий позволяет разработать методики выделения территориальных единиц расчленения земной поверхности, однородных по ряду заданных показателей (климатических, орографических, эдафических, биотических), сводя к минимуму субъективный фактор. Такое послойное (поэлементное) представление большого количества информации имеет принципиальное значение, так как границы разных компонентов природных систем часто не совпадают.

Использование автоматизированных методов обработки и анализа пространственных данных является наиболее современным и перспективным направлением в тематическом картографировании, в том числе в создании ландшафтных карт. Методика геоинформационного картографирования природных геосистем активно разрабатывается на примере различных регионов нашей страны [1,19,16]. Актуальной задачей является ландшафтное картографирование труднодоступных и особо охраняемых природных территорий на основе дистанционных и геоинформационных методов в сочетании с традиционными методами картографических исследований [18, 14, 7, 9].

#### **Материалы и методы**

Объектом картографирования выбрана территория Саяно-Шушенского биосферного заповедника (51°46' – 52°37' с. ш., 91°04' – 92°26' в. д.), распо-ложенного в Алтае-Саянской горной стране на юге Красноярского края (площадь 390368 га).

Цель работы - разработка ландшафтной карты заповедника с использованием ЦМР, данных спутниковых изображений, фондовых материалов, наземных исследований. Для этого были использованы картографические и таксационные данные лесоустройства (2016 г); ЦМР SRTM [25]; снимки спутниковой системы Landsat-OLI 8; климатические базы данных [26, 27]; литературные данные [2, 5]; топографические и тематические карты: ландшафтные [6, 11, 12, 13]; геоботаническая [2], почвенная [15].

Обработка и пространственный анализ данных проводились в пакетах ArcGIS 10.6, Trimble e-Cognition 8, ERDAS Imagine 9.2.

Для создания ландшафтной карты был использован разработанный ранее алгоритм сопряженного анализа разнородных данных в ГИС для автоматизированной классификации условий местопроизрастания как природной основы для создания различных тематических карт [15, 23]. Данный алгоритм был адаптирован под цели и задачи данного исследования и определено относительное соответствие единиц разных классификаций (ландшафтной и классификации условий местопроизрастания). Предлагаемый подход используется для выделения пространственных границ классов, однородных по комплексу заданных факторов [17, 24], что позволяет обеспечить объективную природную основу в виде карты потенциальных условий местопроизрастания.

Классификация геосистем Саяно-Шушенского заповедника базируется на системно-иерархическом подходе [20, 10] и включает следующие иерархические уровни: подклассы геомов, группы геомов, геомы, группы фаций или их комплексы и сочетания при среднемасштабном картографировании.

#### **Результаты**

На основе описанного подхода разработана ландшафтная карта Саяно-Шушенского биосферного заповедника. Работа состояла из следующих основных этапов.

1. Проведена инвентаризация и предварительная классификация представленных на исследуемой территории геосистем на основе анализа построенных с помощью ЦМР топографических профилей, тематических и общегеографических карт, литературных данных, материалов наземных исследований. На профилях выявлены закономерности распределения растительности по основным элементам рельефа, приуроченность различных типов растительности к определенным интервалам абсолютных высот, формам и элементам мезорельефа, идентифицированы территориальные единицы регионального и топологического уровней.

2. Разработана сопряженная классификации растительности (на уровне формаций/субформаций) и условий местопроизрастания, а также классификация геосистем на основе принципов геосистемной теории [20, 10], определено относительное соответствие уровней и единиц разных классификаций.

3. Проведено автоматизированное выделение пространственных границ классов земного покрова, относительно однородных по комплексу анализируемых факторов (климат, орография, почвы, морфометрические показатели рельефа) с использованием алгоритма анализа разнородных данных в ГИС [11] и автоматизированной сегментации и классификации спектральных признаков ДДЗ и характеристик рельефа по ЦМР [8].

4. Для оценки разнообразия растительного покрова выполнено автоматизированное дешифрирование космических мультиспектральных изображений Landsat-OLI 8. Классификация спутниковых изображений проводилась с помощью метода максимального правдоподобия (MAXLIKE) на основе анализа лесоустроительной информации [4,23, 22, 3].

5. На основе пространственного анализа тематических слоев, полученных на этапах 3 и 4, сформированы иерархические слои ландшафтной карты, проведена коррекция их границ с использованием информации об актуальной растительности заповедника (по результатам дешифрирования снимков Landsat), лесоустроительной информации, почвенной карты, литературных данных и результатов наземных исследований.

Разработана легенда ландшафтной карты. Легенда содержит 2 подкласса геомов, 4 группы геомов, 10 геомов, 38 подразделений сочетаний групп фаций. В легенде дана краткая характеристика рельефа, растительности, типов почв для геомов и их подразделений. Каждый геом характеризуется определенными

параметрами факторов среды и рельефа (качественно и количественно), что отражается в специфике современного растительного покрова, сформированного в данных условиях (Таблица).

Таблица

Фрагмент легенды ландшафтной карты.

| ПОДКЛАСС ГЕОМОВ - Б. БОРЕАЛЬНЫЕ ГОРНЫЕ И ГОРНО-ДОЛИННЫЕ ГУМИДНЫЕ (ВЛАЖНЫХ И Контрастных тепловых условий)   |   |  |  |  |
|---|---|--|--|--|
| ГРУППА ГЕОМОВ - ГОРНЫЕ ХВОЙНО-РЕДКОЛЕСНЫЕ ВЛАЖНЫХ И ХОЛОДНЫХ УСЛОВИЙ  |   |  |  |  |
| Геом  | Сочетания групп фаций   |  |  |  |
| Описание  | Местоположение на элементе мезорельефа                              | Интервалы уклонов (% от площади геома) | Преобладающая растительность   | Преобладающие почвы  |
| Б-1 (103). Темнохвойные подгольцовые, субальпийские редколесные и горно-таежные (кедровые) высокогорья эрозионные глыбовые (абс. выс. 1330-1940 м, сред. 1630±100 м) холодных и избыточно-влажных условий на осадочных протерозойских отложениях (мелкозернистые песчаники и известково-глинистые сланцы с редкими прослоями известняков) | 12. Плоские поверхности водоразделов и горных ложбин, верховьев рек | 0-3° (1%)<br>3-10° (8%)                | Кедровые и лиственнично-кедровые редколесные кустарничково-моховые, кедровые субальпийские разнотравные и высокотравные, кедровые кустарничково-лишайниковые в сочетании с ерниковыми, ерничково-моховыми тундрами                           | Мерзлотные и длительно сезонно-мерзлотные, торфянисто-перегнойные, дерновые оподзоленные почвы |
|   | 13. Куполообразные вершины, крутые каменистые склоны                | 20-30° (19%)                           | Кедровые и лиственнично-кедровые редколесья и редины мохово-кашкарниковые, кустарничково-моховые, кустарничково-лишайниковые в сочетании с ерниковыми зарослями.   | Мерзлотные мало-мощные подбуры, оподзоленные и неоподзоленные                                  |
|   | 14. Очень крутые склоны высокогорных террас                         | >30° (34%)                             | Кедровые и лиственнично-кедровые, местами пихтово-кедровые, редколесные кустарничково-моховые, мохово-кашкарниковые, бадановые в сочетании с кедровниками подгольцовыми осокково-моховыми зарослями ерников и ерничково-моховыми тундрами    | Дерновые Al-Fe-гумусовые, торфяно-перегнойные почвы, подбуры                                   |
|   | 15. Склоны высокогорных террас средней крутизны                     | 10-20° (23%)<br>20-30° (15%)           | Кедровые, пихтово-кедровые редины и редколесья кустарничково-моховые, кустарничково-лишайниковые, в сочетании с субальпийскими редколесьями, зарослями ерников и подгольцовыми кедровниками бруснично-моховыми и кустарничково-зеленомошными | Длительно сезонно-мерзлотные дерновые оподзоленные, торфянисто-перегнойные почвы, подбуры      |

## Выводы

Использование данных ДЗЗ, ЦМР и их производных в сочетании с традиционными картографическими методами и литературными источниками информации позволяет разрабатывать тематические карты труднодоступных территорий, оценивать их ландшафтное разнообразие, что в свою очередь позволяет вести мониторинг и рекомендовать соответствующие природоохранные мероприятия, в частности, учитывать природные риски пожароопасных ситуаций, вспышек энтомофагов, усыхания древостоев и других нарушений, связанных с природно-антропогенными изменениями окружающей среды.

*Работа выполнена в рамках базового проекта «Динамика компонентов углеродного цикла экосистем Сибири в меняющемся климате» (2024-2026 гг.). FWES-2024-0023. Регистрационный номер НИОКТР 124012900558-7.*

## Список литературы

- Белов А.В., Лямкин В.Ф., Медведев Ю.О., Соколова Л.П., Фишер Е.Э. Геосистемный подход при картографическом изучении биоты юга Средней Сибири и Прибайкалья // География и природные ресурсы. – 2007. – №3. – С. 173-185.
- Власенко В.И. Закономерности распределения растительного покрова Саяно-Шушенского биосферного заповедника // География и природные ресурсы. –1989. – № 1. – С. 40-45.
- Данилова И.В., Корец М.А., Рыжкова В.А. Картографирование возрастных стадий лесной растительности на основе анализа разносезонных спутниковых изображений Landsat // Исследования Земли из космоса. – 2017. – № 4. – С.12-24.
- Дуда Р., Харт П. Распознавание образов и анализ сцен. // Пер. с англ. Стефанюка В.Л. – М.: Мир, 1976, – 512 с.
- Ермаков Н. Б., Полякова М. А., Попов Д. Ю., Голомовзин В. В. Моделирование пространственной организации растительности горных территорий на основе данных дистанционного зондирования и цифровой модели рельефа // Вычисл. технол.-и: Информ. технологии для эколого-биологических исследований. – 2007. – № 2 (12). – С. 42 -59.

6. Калихман Т.П., Богданов В.Н., Огородникова Л.Ю. Особо охраняемые природные территории Сибирского федерального округа. Атлас // Иркутск: ИГ СО РАН, Изд-во "Оттиск", 2012. – 386 с.
7. Климина Е. М., В. А. Купцова, А. В. Остроухова, Ландшафтная структура территории заповедника “Болоньский” (Хабаровский край). // Известия Русского географического общества. – 2020. – № 1 (152). – С. 3-14.
8. Корец М.А., Скудин В.М. Автоматизированное дешифрирование лесотаксационных выделов по материалам космической съемки и цифровой модели рельефа местности // Интер Карто/ИнтерГИС-24: Материалы конф. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2018. – С. 94-105.
9. Курлович Д.М., Гагина Н.В., Ковалевская О.М., Марцинкевич Г.И. ГИС-технологии в картографировании ландшафтов национального парка "Беловежская Пуща". В сборнике: Сахаровские чтения 2019 года: экологические проблемы XXI века. – 2019. – С. 320-324.
10. Ландшафтно-интерпретационное картографирование // Т.И. Коновалова, Е.П. Бессолицына, И.Н. Владимиров и др., Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 2005. – 424 с.
11. Ландшафтная карта СССР. Масштаб: 1:2 500 000. Отв. ред. И. С. Гудилин. Москва, 1987.
12. Ландшафтная карта СССР. Масштаб 1:4 000 000. А.Г. Исаченко, А.А. Шляпников, О.Д. Робозерова и др. М: ГУГК, 1988.
13. Ландшафтная карта Алтае-Саянского экорегиона. Самойлова Г.С. Масштаб 1:200 000. М: ИГЕМ РАН, 2001.
14. Немцева Л.Д., Беспалова Л.А. Картографирование ландшафтов островного участка заповедника “Ростовский” с использованием космических снимков. // Вестник Южного Научного Центра РАН. – 2010. – № 1(6). – С. 62–70.
15. Почвенная карта Саяно-Шушенского биосферного заповедника. Н. Г. Ковалев, Н. В. Кабанова, И. А. Соколов, Е. Н. Руднева. М.: Почвенный ин-т им. В. В. Докучаева, 1985.
16. Распутина Е.А., Вантеева Ю.В., Солодянкина С.В. Геоинформационное картографирование ландшафтов // Сборник: География и современные проблемы географического образования. Изд. УГПУ, Екатеринбург, 2019. – С. 63-68.
17. Рыжкова В.А., Данилова И.В., Корец М.А. Классификация лесного покрова и геоин-формационное моделирование его восстановительной динамики (на примере южной части приенисейской Сибири) // Сибирский экологический журнал. – 2016. – № 6. – С. 817-831.
18. Сандлерский Р.Б., Пузаченко М.Ю. Ландшафтное картографирование ЦЛГПБЗ и прилегающих территорий // Летопись природы «Динамика явлений и процессов в природном комплексе заповедника». Книга 48, 2008. – Пос. Заповедный, 2009. – С. 371-423.
19. Солодянкина С.В., Вантеева Ю.В., Черкашина А.А., Чепинога В.В. Классификация и картографирование топогеосистем методом построения факторально-динамических рядов фаций // География и природные ресурсы. – 2018. – № 3. – С. 164-174.
20. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах // Новосибирск: Наука, 1978. – 318 с.
21. Черных Д.В. Ландшафтное картографирование в заповедниках // Труды Тигирекского заповедника. Вып. 7. – 2015. – С.176-180.
22. ERDAS Field Guide. Fifth edition. Atlanta, Georgia: USA: ERDAS Inc., 1999. – 672 p.
23. Richards J.A., Remote Sensing Digital Image Analysis // 2-nd Edition. Berlin: Springer, 1993. – P.340.
24. Ryzhkova, V. A., Korets, M. A., and Danilova, I. V.: GIS-based approach for development of the “natural basis” for thematic mapping // Proc. Int. Cartogr. Assoc., 2, 109, <https://doi.org/10.5194/ica-proc-2-109-2019>, 2019.
25. SRTM-3-DEM (Shuttle Radar Topography Mission, Digital Elevation Model). 2010. California Institute of Technology. URL: <http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/russia.htm>.
26. WorldClim 2.1 - Global climate and weather data Ver.2 (<http://worldclim.org/version2>),
27. Лаборатории Климатических исследований Университета Восточной Англии - CRU 4.1 (Mitchell and Jones, 2005) [https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/cru\\_ts\\_4.01/](https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/hrg/cru_ts_4.01/)

УДК 528.946:912.43:911.5

## **КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГЕОСИСТЕМ И ЛАНДШАФТООБРАЗУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУОСТРОВА СВЯТОЙ НОС (ОЗЕРО БАЙКАЛ)**

**Седых С.А.**

*Институт географии им. В.Б.Сочавы СО РАН, Иркутск, [tenelov@mail.ru](mailto:tenelov@mail.ru)*

## **MAPPING OF THE STRUCTURE OF GEOSYSTEMS AND LANDSCAPE-FORMING PROCESSES OF THE SVYATOY NOS PENINSULA (LAKE BAIKAL)**

**Sedykh S.A.**

*V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, [tenelov@mail.ru](mailto:tenelov@mail.ru)*

Представлены результаты изучения и картографирования геосистем центральной части Святоносского хребта на основе исследований на разных участках с 2011 года, как в гольцовых высокогорьях заповедной зоны Забайкальского парка, так и на склоновых и прибрежных участках. Исследование направлено на решение задачи изучения пространственной структуры геосистем в условиях изменения окружающей среды. Для это проводилось полевое изучение с картографирование геосистем от берега Байкала до вершин хребта.

Представлены результаты изучения и картографирования геосистем центральной части Святоносского хребта на основе исследований на разных участках с 2011 года, как в гольцовых высокогорьях заповедной зоны Забайкальского парка, так и на склоновых и прибрежных участках. Исследование направлено на решение задачи изучения пространственной структуры геосистем в условиях изменения окружающей среды. Для это проводилось полевое изучение с картографирование геосистем от берега Байкала до вершин хребта.

При пространственном ГИС-анализе территории использован регионально-типологический подход, апробированный в регионах Сибири и Дальнего Востока. Реализация подхода осуществляется при помощи современных методов – геоинформационно-картографического и дистанционного, что позволило выделить современную структуру геосистем полуострова под влиянием факторов природной динамики и пожаров. Это отражает как региональные закономерности, так и местные особенности формирования и функционирования топогеосистем. Вариативность геосистем Святоносского хребта связана с разнообразием микроклиматических ситуаций по крутизне и экспозиции склонов в условия сильно расчлененного горного рельефа с пластами многолетнемерзлых грунтов, развитых криогенных и склоновых процессов. Если по метеоданным на мысе Нижнее Изголовье среднегодовое количество осадков составляет 425 мм, то в верхних поясах хребта может существенно варьироваться. Предложены критерии выделения топологических выделов и их структурные характеристики, относящихся к фация и их группировкам, интервалы площадей выделов.

Полевые работы по изучению геосистем хребта, которые проводились в 2020–2021 гг. с поддержкой Фонда «Озеро Байкал» по тематике «Познавательный туризм как инструмент сохранения природных комплексов в условиях пирогенной и антропогенной нагрузки». Маршруты осуществлены от подгорной наклонной равнины в местности Глинка, на южный подъема на хребет до подножия гольца Макарова (1877 м), по осевому гребню хребта, на северо-восточной подгорной наклонной равнине. Светлохвойный (сосновый с с лиственницей) пояс на южном макросклоне нарушен пожарами 2012, 2015 гг [1]. Пожар достиг подгольцового кустарниково-редколесного пояса вплоть до высот в 1700 м и к подножию гольцов. На горях и свежих шлейфах выноса восстановление идет через осину и березу. В подгольцовом поясе на месте пожаров представлены пирогенные каменистые пустоши, где восстановление отмечено только по ерниковой березке. В центральной части высокогорья выполнены маршруты с полевым картированием по гребню хребта (1600-1750 м) и радиальные к верховьям водотоков. Ступенчатые водоразделы представлены в интервале высот от 1400 до 800 м, от подгольцового кедрово-стланикового пояса с редкой сосной до высокогорных светлохвойных редколесий, лиственнично-сосновых брусничных лесов, до темнохвойных чернично-баданово-осоковых ограниченного развития.

В центральной части высокогорья отдельные участки пройдены низовым пожаром 2015 г. Гари охватили в 2015 г (более 50 км<sup>2</sup>) горно-таежный пояс (1200 м) и подгольцовый-кустарниковый с редколесьями (до 1600 м) и редирами от мыса Нижнее Изголовье до уплощенных вершин хребта (вплоть до высот в 1600 м). Пожар был ограничен на западе - распадками в верховье реки Еловой, а на востоке гольцами и расчленёнными долинами истоков Буртуя. Ступенчатые водоразделы представлены в интервале высот от 1400 до 800 м от подгольцового стланикового пояса с редкой сосной до высокогорных светлохвойных редколесий, лиственнично-сосновых брусничных лесов. На севере полуострова от 1000 метров развиты темнохвойные чернично-баданово-осоковыми ограниченного развития на месте старых гарей. На южных и юго-восточных склонах и дне распадков представлены горные луга, часто они приурочены к выходам мраморов, гранитов (древесные продукты разрушения, при высокая крутизне с, малым количеством осадков). Темнохвойная ненарушенная тайга представлена на нижнем ярусе ступенчатых водоразделов и далее в бассейнах рек Крестовской и Маршалихи, по сильно расчлененные долины с водотоками постоянными и временным. Ареалы ее достигают бухты Змеиной на севере. Темнохвойная тайга относится к "влажному прибайкальскому типу поясности» [2], когда в нижней части пояса преобладают кедрачи, в верхней - пихтачи. Пихтовые-кедровые с елью фации выходят прямо к берегу Байкалу на пологих участках.

Горная и плоскогорная светлохвойная тайга севера и востока полуострова представлена сосновыми, сосново-лиственничными травяно-моховыми, рододендровыми, толокнянковыми лесами Геосистемы локального уровня отображена на карте масштаба 1:100 000, что передает их современное состояние после пожаров, Карта с характеристикой геосистем является основой для дальнейшего составления оценочных и прогнозных карт.

*Работа выполнена за счет средств государственного задания (АААА-А21-121012190063-2).*

### **Список литературы**

1. Биличенко И. Н., Лужкова Н. М., Воропай Н. Н. Временная и пространственная локализация лесных пожаров на территории Забайкальского национального парка // Известия Иркутского государственного университета. Серия Науки о Земле. 2019. Т. 29. С. 39–52. <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2019.29.39>
2. Тюлина Л. Н. Влажный прибайкальский тип поясности. – Новосибирск: Наука, 1975. – 319 с.

**ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ХМАО – ЮГРЫ:  
РЕГИОНАЛЬНО-ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ**

**Б.А. Середовских**

*ФГБОУ ВО «Нижневартровский государственный университет», г.Нижневартовск, geoboris@mail.ru*

**LANDSCAPE-HYDROLOGICAL ZONING OF KHMAO – YUGRA:  
REGIONAL-TOPOLOGICAL LEVEL**

**B.A. Seredovskikh**

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Nizhnevartovsk State University",  
Nizhnevartovsk, geoboris@mail.ru*

**Введение**

Одним из актуальных направлений бассейнового подхода является поиск путей рационального регионального разделения территории с учетом ее бассейновой организации для оптимизации управления и оценки гидроэкологической ситуации [2].

Дальнейшим развитием бассейнового подхода стала разработка теоретических основ ландшафтно-гидрологической организации (ЛГО) территории на основе географо-гидрологического подхода А.Н. Антипова, В.Н. Федорова, Л.М. Кoryтного [1; 7; 10]. Данными авторами разработана иерархия и структура ландшафтно-гидрологических систем (ЛГС), в том числе и для территории Западной Сибири. В.И. Булатовым и Н.О. Игенбаевой предложен вариант схемы ландшафтно-экологического районирования территории ХМАО – Югры с учетом бассейновой организации территории [5]. В обеих схемах районирование ландшафтно-гидрологических систем проведено до уровня провинций. Опираясь на вышеуказанные работы, нами предпринята попытка ландшафтно-гидрологического районирования Ханты-Мансийского автономного округа – Югры на региональном и топологическом уровнях с выделением ландшафтно-гидрологических районов (далее по тексту – ЛГР) и подрайонов [9].

**Материалы и методы**

Ландшафтно-гидрологические системы, охватывающие бассейны малых и средних рек ХМАО – Югры, лежат в пределах одной таежной ландшафтной зоны с довольно однородным гидроклиматическим фоном. Кроме того, следует учесть влияние на ландшафтно-гидрологические системы азональных факторов (морфоструктуры, крупные орографические единицы). Территория ХМАО – Югры занимает северную часть Обь-Иртышского бассейна, представленную аккумулятивной равниной с молодыми формами рельефа, причем для горных и предгорных территорий Северного и Приполярного Урала с их высотной поясностью и ярусностью нужны особые подходы [3]. Использование ландшафтно-гидрологического анализа позволило совместить речные бассейны и ландшафты в единый объект исследования на новом таксономическом уровне – ландшафтно-гидрологических систем (ЛГС) [6]. Данный подход опирается на разработанную многопараметрическую модель водосбора речного бассейна и его составных частей. В границах речных бассейнов выделялись функционально разнообразные ЛГС с учетом особенностей местности и единиц ландшафтного районирования.

**Результаты и их обсуждение**

Исходя из вышесказанного, нами для территории ХМАО – Югры выделены две ландшафтно-гидрологические зоны – Обско-Нижнеиртышская равнинная таежная и Северо-Приполярно-Уральская горнотаежная. Отдельно выделена Обско-Нижнеиртышская интразональная пойменная ландшафтно-гидрологическая область.

Подзонально-региональная специфика природных условий и особенностей геолого-тектонического строения позволила выделить в пределах данных зон ландшафтно-гидрологические области (всего – 9 ЛГО), которые, в свою очередь, с учетом горизонтальных различий ландшафтной и литогенной основы территории подразделяются на ландшафтно-гидрологические провинции (ЛГП), соответствующие по размерности речным бассейнам V-VII порядка (выделено 29 ЛГП). ЛГП различаются своеобразием рисунка речной сети и формы бассейнов, генезисом и морфологией типов болотных ландшафтов, спецификой мезоклимата и стокоформирования. Обзорная схема ландшафтно-гидрологического районирования ХМАО – Югры на зонально-региональном уровне представлена в таблице и на рисунке 1.

Таблица

Схема ландшафтно-гидрологического районирования ХМАО – Югры

| Ландшафтно-гидрологические области  | Ландшафтно-гидрологические провинции                       | ЛГ-районы | ЛГ-подрайоны |
|---|--|-----------|--------------|
| I. Обско-Нижнеиртышская равнинная таежная ландшафтно-гидрологическая зона |  |           |              |
| 1. Среднеобская левобережная средне- и южнотаежная                        | 1. Салымская лесо-болотная с озерно-болотными междуручьями | 4         | 20           |
|   | 2. Балыкская болотно-лесная                                | 2         | 10           |
|   | 3. Юганская мелкоозерно-болотно-лесная                     | 12        | 54           |

|   |   |     |     |
|---|---|-----|-----|
|   | 4. Кульеганская увалисто-дренированная лесная                                       | 3   | 10  |
|   | 5. Высокотеррасовая левобережная бассейнов малых притоков Средней Оби               | 6   | 16  |
| 2. Среднеобская правобережная средне- и северотаежная                               | 1. Назымская увалисто-равнинная лесная болотно-таежная                              | 4   | 18  |
|   | 2. Ляминская озерно-болотно-увалистая среднетаежная                                 | 6   | 26  |
|   | 3. Пимская озерно-болотная среднетаежная (полесская)                                | 4   | 14  |
|   | 4. Тромъеганская озерно-болотная среднетаежная (полесская)                          | 4   | 18  |
|   | 5. Аганская лесо-болотная северо- и среднетаежная                                   | 4   | 36  |
|   | 6. Вахская лесо-болотная северо- и среднетаежная                                    | 13  | 97  |
|   | 7. Высокотеррасовая правобережная бассейнов малых притоков Средней Оби              | 13  | 29  |
| 3. Нижнеобская правобережная северо- и среднетаежная                                | 1. Казымская увалисто-равнинная северо- и среднетаежная                             | 8   | 65  |
|   | 2. Белогорская возвышенная увалисто-долинная среднетаежная                          | 4   | 16  |
|   | 3. Высокотеррасовая правобережная северотаежная бассейнов малых притоков Нижней Оби | 2   | 6   |
| 4. Нижнеобская левобережная среднетаежная   | 1. Высокотеррасовая левобережная среднетаежная бассейнов малых притоков Нижней Оби  | 7   | 61  |
| 5. Нижнеиртышская средне- и южнотаежная   | 1. Кондинская озерно-болотно-соровая средне- и южнотаежная                          | 14  | 101 |
|   | 2. Согомская озерно-болотно-соровая среднетаежная (полесская)                       | 3   | 11  |
|   | 3. Нижнеиртышская правобережная высокотеррасовая (в пределах ХМАО-Югры)             | 3   | 10  |
|   | 4. Нижнеиртышская левобережная низменная (в пределах ХМАО-Югры)                     | 2   | 8   |
| 6. Северо-Сосьвинская средне- и северотаежная                                       | 1. Северо-Сосьвинская возвышенно-равнинная средне- и северотаежная                  | 6   | 48  |
|   | 2. Малососьвинская возвышенно-равнинная среднетаежная                               | 3   | 17  |
|   | 3. Гапсуйская возвышенно-равнинная среднетаежная                                    | 2   | 13  |
|   | 4. Ляпинско-Вогулкинская возвышенная увалисто-долинная северотаежная                | 5   | 28  |
| II. Уральская горнотаежная высотная ландшафтно-гидрологическая зона                 |   |     |     |
| 7. Приполярно-Уральская   | 1. Приполярно-Уральско-Ляминская средне- и низкогорная северо- и среднетаежная      | 3   | 30  |
| 8. Северо-Уральская   | 1. Северо-Уральско-Сосьвинская предгорно- низкогорная среднетаежная                 | 3   | 22  |
| III. Обь-Нижнеиртышская интразональная пойменная ландшафтно-гидрологическая область |   |     |     |
| 9. Обско-Нижнеиртышская пойменная   | 1. Нижнеиртышская сегментно-гривистая   | 2   | 5   |
|   | 2. Среднеобская сорово-поверхностная  | 3   | 7   |
|   | 3. Нижнеобская сорово-озерная   | 3   | 10  |
| Итого: 9  | 29  | 148 | 806 |

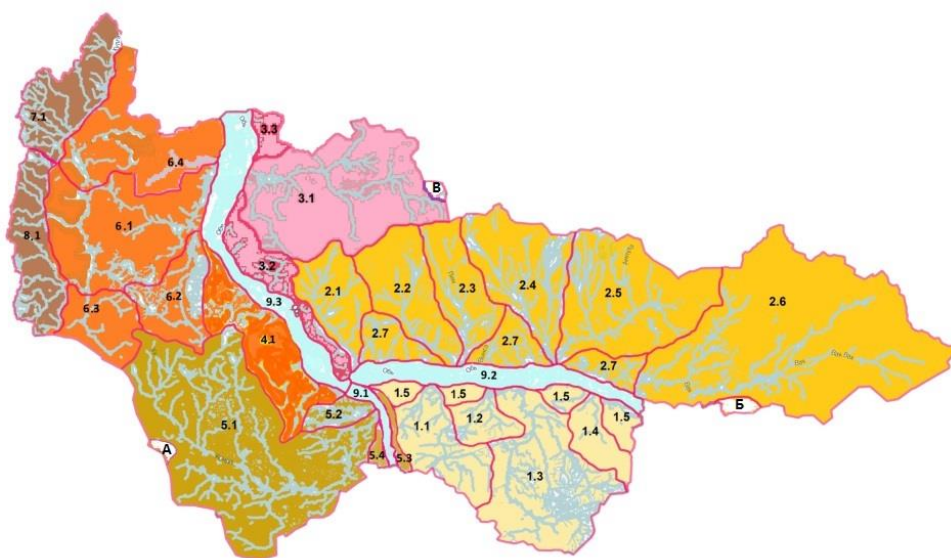


Рис.1. Картограмма ЛГР ХМАО – Югры на зонально-региональном уровне

Примечание: 1. Названия ЛГС даны в табл.1. 2. Буквами выделены участки водосборов на территории ХМАО – Югры, относящиеся к бассейнам рек других регионов: А). верховья р.Черной (бассейн Тавды, Свердловская обл.); Б). верховья р. Трайгородской (Томская обл.); В). Нумтовский озерный район (бассейн р.Надым, ЯНАО).





3. Атлас Ханты-Мансийского автономного округа – Югры. Том II. Природа. Экология. Ханты-Мансийск – Москва, 2004. 152 с.
4. Атлас «Особо охраняемые природные территории и леса Ханты-Мансийского автономного округа» – Т.2. – Ханты-Мансийск: ГП ХМАО «Научно-аналитический центр рационального недропользования им. В.И. Шпилемана», 2006. – 120 с.
5. Булатов В.И. Обь-Иртышский бассейн как геосистема: вопросы теории и практики эколого-географического изучения / В.И. Булатов, Н.О. Игенбаева; Югорский гос. ун-т, Югорский НИИИТ, Югорское отд-ние Рус. геогр. о-ва. Научно-аналитическое изд. Ханты-Мансийск, 2010. 83 с.
6. Капотов А.А., Кравченко В.В., Федоров В.Н. и др. Ландшафтно-гидрологический анализ территории / Отв. ред. А.Н. Антипов, Л.М. Корытный. Ин-т географии СО РАН. – Новосибирск: Наука, 1992. – 206 с.
7. Корытный Л.М. Бассейновая концепция природопользования. Иркутск: Изд. ИГ СО РАН, 2001. 163 с.
8. Москвина Н.Н., Козин В.В. Ландшафтное районирование Ханты-Мансийского автономного округа. – Ханты-Мансийск: ГУИПП «Полиграфист», 2001. – 40 с.
9. Середовских Б.А., Исыпов В.А. Подходы к ландшафтно-гидрологическому районированию территории Севера Западной Сибири // Теоретические и прикладные проблемы ландшафтной географии. VII Мильковские чтения: материалы XIV Международной ландшафтной конференции, Воронеж, 17 – 21 мая, 2023 года: в 2 т. Том.1. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2023. С.76-80.
10. Федоров В.Н. Ландшафтная индикация формирования речного стока. Иркутск-М.: Изд-во ИГ СО РАН, 2007. 175 с.

УДК 528.94

**СОЗДАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ  
ЭКСПЕДИЦИИ Г. М. ВАСИЛЕВИЧ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БАСЕЙНА  
Р. ПОДКАМЕННАЯ ТУНГУСКА В 1926-1927 ГГ.**

**А.А. Сюзиумов, И.О. Долгов, Д.С. Пережогина**

*Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН,  
г. Санкт-Петербург, a.a.suziumov@gmail.com*

*Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, st094453@student.spbu.ru  
Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, st097244@student.spbu.ru*

**DEVELOPMENT OF GIS BASED ON THE RESULTS OF G. M. VASILEVICH  
EXPEDITION TO THE CENTRAL PART OF THE PODKAMENNAYA  
TUNGUSKA BASIN IN 1926-1927**

**A. Siuziumov, I. Dolgov, D. Perezhogina**

*Peter the Great Museum of Anthropology and Ethnography (Kunstkamera)  
of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg  
Saint Petersburg State University, Saint Petersburg  
Saint Petersburg State University, Saint Petersburg*

Старые карты имеют чрезвычайно высокое значение в исторических и этнографических исследованиях. С одной стороны, они являются основой картографического метода исследования, а с другой стороны, одной из важнейших составляющих историко-географического исследования территории. Карта – уникальный источник информации, выраженной в наглядной и компактной графической форме [8].

Сегодня огромное влияние на развитие картографии оказывает геоинформатика, здесь же можно упомянуть и термин «геоматика», как область научно-технической деятельности, которая объединяет все дисциплины, имеющие отношение к сбору, хранению, обработке и распространению географической информации [4]. Однако применение геоинформационных систем в исторических исследованиях отстает в своем развитии в сравнении с зарубежным опытом или же по сравнению с естественнонаучными дисциплинами [11].

Цель работы заключается в описании опыта проектирования и создания геоинформационной системы (далее ГИС) по архивным картографическим и статистическим материалам, которые были собраны и составлены Г.М. Василевич по результатам экспедиции с сентября 1926 года по апрель 1927 года в район центральной части бассейна реки Подкаменная Тунгуска.

Главным заданием командировки Г.М. Василевич было экономико-статистическое обследование местности, которое включало ознакомление с территорией расселения тунгусов (эвенков), учет хозяйственного быта, выяснение условий торговли и решение русско-тунгусского вопроса. На второй план ставились этнографические и лингвистические задачи. Выбор района был обусловлен его слабой изученностью и ограниченным финансированием. На момент прибытия Г.М. Василевич в районе проживало 371 чел. (или 77 семейств, 86 юрт), тунгусы (эвенки) вели бродячий и полуоседлый образ жизни [1].

Сегодня средняя часть бассейна р. Подкаменная Тунгуска является южной окраиной Эвенкийского района Красноярского края. На обширной территории выделяется две группы поселений эвенков: Байкитская в западной части и Тунгусско-Чунская на востоке. «При субширотном движении русла р. Подкаменная Тунгуска, с севера и востока к нему примыкает Тунгусское и Центральнотунгусское плато, труднопроходимые территории лиственничной тайги и горной тундры. С южной стороны примыкает Заангарское плато со среднетаежными лесами» [10].

Основным источником экономической и демографической статистики стал очерк «Тунгусы Подкаменной Тунгуски», написанный Г.М. Василевич по результатам экспедиции [2]. Представленная в нем статистическая информация дана суммарно по хозяйствам (юртам), тяготеющим к той или иной фактории. Также Г.М. Василевич составлено две карты: карта дебиторских задолженностей тунгусов перед факториями и карта экономического районирования территории исследования. Картой-основой выступила карта Енисейской губернии Енисейского губернского выставочного комитета. Масштаб составленных Г.М. Василевич карты был двукратно увеличен и составил 20 верст в дюйме (1:840.000) [3].

Карты Г.М. Василевич являются ценнейшим источником информации как для этнографии и истории, так и для картографической науки. Рукописные карты созданы на основе карт крупного масштаба на территорию, которая была слабо изучена и труднодоступна. Примечательно, что для территорий, которые Г.М. Василевич не удалось посетить, подробности на картах нанесены ею по описаниям местных жителей (гидрографическая сеть, юрты и тропы) [3]. С точки зрения картографии рассматриваемые материалы созданы в интереснейший период начала планомерного картографирования территории страны, а также развития таких технологий, как аэрофотосъемка и ее фотограмметрическая обработка [7].

Применение инструментов геоинформатики в анализе старых карт позволяет привязать исторический картографический материал и применить широкий спектр инструментов пространственного анализа. При этом проектирование ГИС должно вестись с идеей дальнейшего объединения материалов различных исследовательских групп, начиная от институциональной системы и заканчивая общей платформой [9; 12]. С одной стороны, для включения материалов исследования в научный оборот, а с другой, для развития методологии проектирования ГИС в историко-этнографических исследованиях.

Как отмечает А.А. Фролов, смещение фокуса при внедрении и использовании ГИС может привести к проблемам в развитии исторической геоинформатики. В первую очередь ГИС – это пространственно-временная база данных, а во вторую – карта (как один из результатов работы ГИС). Проектирование и создание ГИС должно вестись с пониманием особенностей геоданных: геометрия и топология объектов, описание системы координат файлов и т.д. [12].

В качестве основного программного обеспечения для хранения, анализа и визуализации данных использовалась свободная кроссплатформенная геоинформационная система с открытым кодом QGIS 3.28.8. Основными преимуществами системы является свободное распространение и использование, а также возможность интеграции данных на другие платформы [13].

Для создания ГИС необходимо было изучить особенности экономики района того времени, включая описание термина фактория. «Сразу после организации первых советов среди русского населения потребительская кооперация начала строить в разных точках тайги фактории с отделениями местных кооперативов и посылать в глубь тайги разъездные торги» [5]. Фактория состояла из ряда построек: одна для проживания рабочих фактории, склад и зимовье для тунгусов (эвенков) [2]. «В первое время торговля имела обменный характер: охотник приносил пушнину, продавец вычислял ее стоимость и на эту сумму отпускал необходимое количество товаров перед выходом на охоту, вычитывал задолженность, оставшуюся от закупки товаров перед выходом на предыдущую охоту» [5].

На первом этапе создания ГИС была создана картографическая основа, включающая в себя гидрографию, рельеф и населенные пункты. В качестве карты-основы использовались карты Атласа Красноярского края (масштаб 1:1.000.000) [6]. Определение фактического местоположения факторий производилось поиском и соотнесением названий населенных пунктов и отдельных построек, часть из которых отмечены как *нежилые*, а одна из факторий впоследствии сменила название (фактория Бачинская – н.п. Сталино – н.п. Ошарово). Тогда как определение местоположения юрт, границ экономических районов, маршрутов экспедиции производилось с ориентированием на гидрографическую сеть территории, которая выступала «скелетом» или основой для географической привязки. В дальнейшем особое внимание стоит уделить определению «относительной» точности отображения объектов «путем соотнесения с существующими природными реалиями» [8].

Как отмечено выше, статистическая информация была разбита по факториям, которые впоследствии стали основными точками «географической привязки» статистики. В результате основной блок базы данных (далее БД), построенной по принципу реляционной модели данных, имел структуры таблицы, где строки – это перечень факторий, а столбцы содержат демографические и экономические показатели, относящиеся к факториям [2]:

1. Количество семей;
2. Общее количество людей;
3. Количество взрослых мужчин и женщин (по двум возрастным группам: в возрасте 18-55 и старше 55);
4. Число мальчиков и девочек (по двум возрастным группам: в возрасте 0-10 и 11-17);
5. Суммарное количество юрт;
6. Количество охотников;
7. Процент хозяйств, имеющих возможность передвигаться на оленях;
8. Процент хозяйств, имеющих лошадей.

Первая представленная карта является результатом визуализации данных. Используя половозрастные показатели из БД, с помощью картодиаграммы показаны различия населения по полу и возрасту (Рис. 1а).

Далее стоит отметить, что на основе статистических показателей (например, числе хозяйств, имеющих оленей) и природных особенностей Г.М. Василевич разделила территорию исследования на три района, объединенными одной из трех факторий: Бачинская, Куюмба и Онок [1].

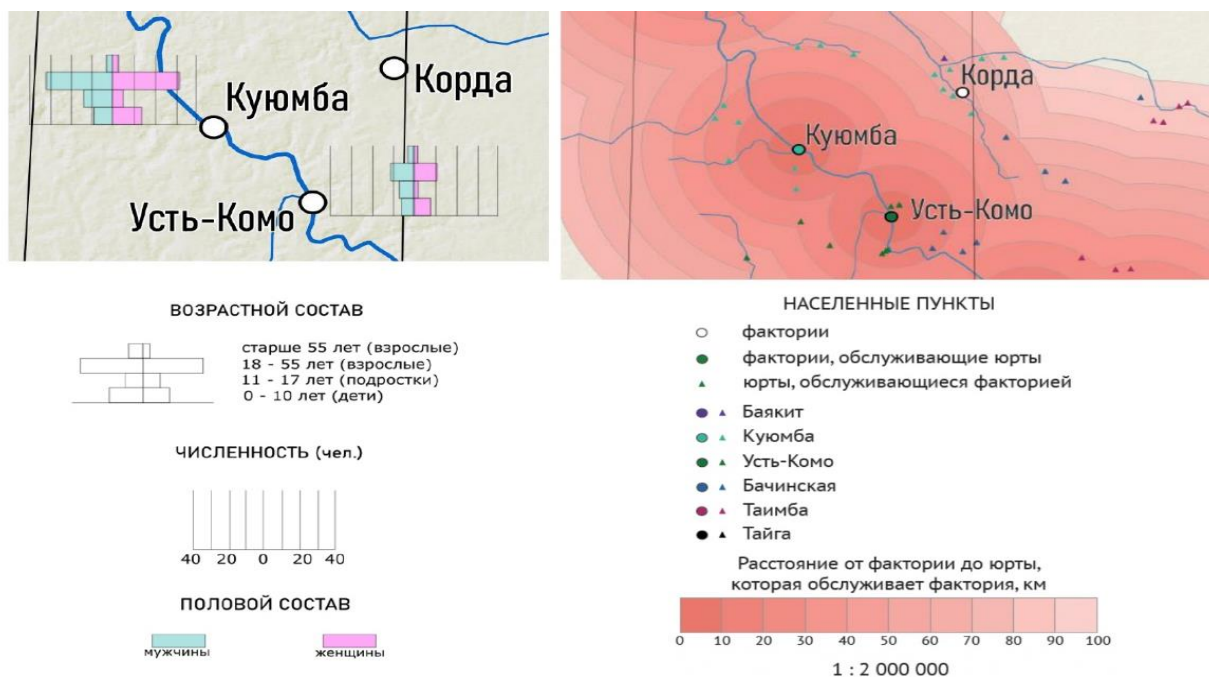


Рис. 1. а – карта половозрастного состава (фрагмент, слева), б – карта зон обслуживания факторий (фрагмент, справа).

Так во втором районе, который обслуживается факторией Куюмба, насчитывается 112 чел. (их них 42 охотника). Хозяйства, не имеющие оленей, в районе отсутствуют, тогда как в районе фактории Онок их число достигает 86%. Наличие оленей увеличивает радиус мобильности тунгусов (эвенков). Помимо этого, более удаленное положение района от Ангары сказывается на количестве добытого зверя, т.к. число пришлых охотников и территория их добычи к северу уменьшается.

Вторая представленная карта является не просто визуализацией данных, а непосредственно отображает результат работы инструментов пространственного анализа (Рис. 1б). На основе выявленных местоположений факторий были построены буферы с шагом 10 км для вычисления радиусов охвата факторий, т.е. максимального расстояния удаления тунгусов (эвенков).

В результате исследования создана геоинформационная система, включающая в себя результаты экономико-статистического обследования и картографирования территории бассейна р. Подкаменная Тунгуска, проведенных Г. М. Василевич в 1926-1927 гг. Представлены две карты: одна из которых является результатом визуализации данных количественного и половозрастного состава населения, а вторая отображает итог работы инструментов пространственного анализа.

Использование ГИС в анализе исторического картографического материала позволяет включить его в научную жизнь, открывая возможность «вписать» его в современную географическую обстановку. У исследователей появляется возможность проследить динамику изменений, соединить воедино картографический и статистический материал, а также включить в анализ весь ряд существующих геоизображений и пространственных данных. Еще одним преимуществом является возможность публикации данных для широкого круга пользователей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФ в рамках научного проекта № 22-18-00283 «Северность России и этнокультурный потенциал Арктики».

## Список литературы

1. АМАЭ РАН. Ф. 22. О. 1. Д. 9. Экономико-статистическое обследование р-на Подкаменной Тунгуски. 1926 г.
2. АМАЭ РАН. Ф. 22. О. 1. Д. 10. Тунгусы Подкаменной Тунгуски. 1927 г.
3. АМАЭ РАН. Ф. 22. О. 2. Д. 74.
4. Берлянт А.М. Картографический словарь. – М.: Научный мир, 2005. – 424 с.
5. Василевич Г.М. Эвенки в советский период (из неопубликованных работ) / Отв. ред. В.А. Беляева-Сачук, В.Н. Давыдов. – СПб: МАЭ РАН, 2022. – 232 с.
6. Красноярский край, Таймырский (Долгано-Ненецкий) и Эвенкийские автономные округа / Отв. ред. С.Г. Драгайкина. – Красноярск: ФГУП «Новосибирская картографическая фабрика», 2007. – 104 с.
7. Ленинский декрет в действии. – М.: ГУГК, 1989. – 76 с.
8. Постников А.В. Развитие картографии и вопросы использования старых карт. – М.: Наука, 1985. – 206 с.
9. Сидорина И.Е., Сюзюмов А.А., Ракова А.И., Андреева Т.А., Артемьева О.В. Геоинформационное картографирование в современных этнографических, конфессиональных и этноконфессиональных исследованиях // Кунсткамера. – 2024. – № 2(24). – С. 61–79. doi 10.31250/2618-8619-2024-2(24)-61-79
10. Степанов В.В. Численность и расселение // Тунгусо-маньчжурские народы Сибири и Дальнего востока: Эвенки. Эвены. Негидальцы. Уильта. Нанайцы. Ульчи. Удэгейцы. Орочи. Тазы / отв. ред. Л.И. Миссонова, А.А. Сирина. – М.: Наука, 2022. – С. 23–58.
11. Фролов А.А. Геоинформационные технологии в современных историко-географических исследованиях отечественных историков // Вопросы географии. – 2013. – № 136. – С. 447–458.
12. Фролов А.А. «Цифровой поворот» в исторической науке и историческая геоинформатика // Историческая информатика. – 2019. – №3. – С. 115–123. doi 10.7256/2585-7797.2019.3.30770
13. QGIS [Electronic resource] // Сайт. URL: <https://www.qgis.org/ru/site/> (дата доступа: 17.07.2024).

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| <b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....  | 3  |
| <b>ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ</b> .....  | 4  |
| <b>Плюснин В.М.</b> ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИНСТИТУТА ГЕОГРАФИИ ИМ. В.Б. СО-<br>ЧАВЫ СО РАН ЗА ПОСЛЕДНИЕ 50 ЛЕТ .....  | 4  |
| <b>Семёнов Ю.М., Воробьева И.Б., Власова Н.В.</b> В.А. СНЫТКО – ОСНОВАТЕЛЬ СИБИРСКОЙ ЛАНД-<br>ШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ШКОЛЫ .....  | 7  |
| <b>Винокуров Ю.И., Красноярова Б.А.</b> ЛАНДШАФТНЫЙ ПОДХОД В ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ И ТЕР-<br>РИТОРИАЛЬНОМ ПЛАНИРОВАНИИ .....   | 10 |
| <b>Воробьев Н.В.</b> ГЕОГРАФИЯ НАСЕЛЕНИЯ СИБИРИ, В СИБИРИ И ДЛЯ СИБИРИ .....  | 13 |
| <b>Семёнов Ю.М., Гагаринова О.В., Шитов А.В.</b> ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОРИЕНТИРОВАННОЕ ПЛАНИРОВА-<br>НИЕ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ В РОССИИ И СТРАНАХ БЫВШЕГО СССР .....                                      | 17 |
| <b>Батуев А.Р., Батуев Д.А.</b> РАЗВИТИЕ АКАДЕМИЧЕСКОЙ НАУЧНОЙ ШКОЛЫ ТЕМАТИЧЕСКОГО<br>КАРТОГРАФИРОВАНИЯ В СИБИРИ .....  | 20 |
| <b>Коростелев С.Г., Михайлова Т.Р.</b> УСТОЙЧИВЫЙ ТУРИЗМ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДНЫХ БИОЛО-<br>ГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА КАМЧАТКЕ (ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОПРОСА 2023 ГОДА) .....                             | 23 |
| <b>Гагаринова О.В., Орлова И.И.</b> ОХРАНА ОЗЕРА БАЙКАЛ: ИНСТРУМЕНТЫ И НОРМЫ ПРАВОВОГО<br>И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ .....  | 26 |
| <b>Заборцева Т.И.</b> АДАПТАЦИОННОЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНА (АЗИ-<br>АТСКАЯ РОССИЯ): ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА .....   | 27 |
| <b>Безруков Л.А.</b> ПОТЕНЦИАЛ ОБЩЕСТВЕННОЙ ГЕОГРАФИИ КАК ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ<br>(НА ПРИМЕРЕ КОНЦЕПЦИИ КОНТИНЕНТАЛЬНО-ОКЕАНИЧЕСКОЙ ДИХОТОМИИ) .....                                       | 30 |
| <b>Стрелецкий В.Н.</b> ТРЕНДЫ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ В КОНТЕКСТЕ ЕЕ ЦИВИЛИ-<br>ЗАЦИОННО-КУЛЬТУРНОЙ САМОИДЕНТИФИКАЦИИ .....   | 33 |
| <b>I. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ В XXI ВЕКЕ: ИДЕИ, КОНЦЕПЦИИ, МЕ-<br/>ТОДЫ И ИХ ПРИЛОЖЕНИЕ К ПРОБЛЕМАМ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ В УСЛОВИЯХ<br/>ГЛОБАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ</b> ..... | 37 |
| <b>Антипина Ю.В.</b> ФАКТОРЫ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ РЫНКА ЖИЛЬЯ В ГОРОД-<br>СКИХ АГЛОМЕРАЦИЯХ СИБИРИ .....  | 37 |
| <b>Бабкин Р.А.</b> ИНОСТРАННЫЕ МИГРАНТЫ В БОЛЬШОМ ГОРОДЕ (НА ПРИМЕРЕ МОСКВЫ): ОПЫТ<br>ИЗУЧЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ДАННЫХ СОТОВЫХ ОПЕРАТОРОВ .....   | 40 |
| <b>Бакланов П.Я., Мошков А.В.</b> ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СТРУКТУРЫ ХОЗЯЙСТВА ТИХООКЕАНСКОЙ<br>РОССИИ .....   | 41 |
| <b>Виолин С.И., Гусева М.М.</b> ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШ-<br>ЛЕННОСТИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ .....   | 44 |
| <b>Воробьев Н.В., Воробьев А.Н., Ипполитова Н.А.</b> ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА<br>МАЛЫХ ГОРОДОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ .....  | 47 |
| <b>Воронцова М.С., Коновалова А.В.</b> АНАЛИЗ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СВЯЗАННОСТИ ТЕРРИТОРИИ<br>РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА) .....  | 50 |
| <b>Гомбоев Б.О., Цыбикова А.Б.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗВИТИЯ СУБЪЕКТОВ<br>АЗИАТСКОЙ РОССИИ .....  | 53 |
| <b>Гусаков Т.Ю.</b> МОНГОЛЬСКО-РОССИЙСКОЕ ПОГРАНИЧЬЕ: ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО СО-<br>ЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ И ИНТЕГРАЦИИ .....  | 56 |
| <b>Дмитриева Ю.Н.</b> ОЦЕНКА ДЕМОГРАФИЧЕСКОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ В РЕГИОНАХ СИБИРИ .....  | 59 |
| <b>Евстропьева О.В.</b> ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ РАЗВИТИЯ ТУРИЗМА НА БАЙКАЛЕ .....   | 61 |
| <b>Ипполитова Н.А.</b> СОЦИАЛЬНОЕ САМОЧУВСТВИЕ НАСЕЛЕНИЯ МАЛОГО ГОРОДА / (НА ПРИМЕРЕ<br>СВИРСКА) .....  | 63 |
| <b>Карань Е.С., Зеленюк Ю.М.</b> СТРУКТУРНЫЕ И ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОСЁЛКОВ ГО-<br>РОДСКОГО ТИПА ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ .....   | 66 |
| <b>Красноярова Б.А., Шарабарина С.Н., Назаренко А.Е., Плуталова Т.Г.</b> ВОЗМОЖНОСТИ СНИЖЕНИЯ<br>УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....   | 68 |
| <b>Лаженцев В.Н.</b> ЭКОНОМИКА И ПРИКЛАДНОЙ АСПЕКТ УЧЕНИЯ О ГЕОСИСТЕМАХ .....   | 71 |
| <b>Литвиненко Т.В.</b> ОСВОЕНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ НА ВОСТОКЕ РОССИИ: ДИНАМИКА И<br>СДВИГИ В 1990–2022 ГГ. .....  | 74 |
| <b>Макаров Д.С.</b> РАЗВИТИЕ ЭКОТУРИЗМА КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКОЙ ПРИВЛЕ-<br>КАТЕЛЬНОСТИ РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ) .....  | 77 |
| <b>Маргеева Д.В.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ РАССЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ РАЙОНОВ ИРКУТСКОЙ ОБ-<br>ЛАСТИ .....  | 79 |
| <b>Метелева Е.Р.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ УЧАСТИЯ СИБИРСКИХ ГОРОДОВ В РЕАЛИЗАЦИИ ВОСТОЧНОГО<br>ВЕКТОРА РАЗВИТИЯ РОССИИ .....   | 82 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Мишина Н.В.</b> ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РОССИЙСКО-КИТАЙСКИХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ .....  | 85         |
| <b>Нестеренко А.М.</b> ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ДЕМОГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НАСЕЛЕНИЯ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ .....   | 89         |
| <b>Ратьковская Т.Г.</b> ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ УСЛОВИЙ РАЗВИТИЯ СОЦИАЛЬНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В РЕГИОНАХ СИБИРИ .....  | 92         |
| <b>Рогов П.В.</b> АСПЕКТЫ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В СИБИРИ .....   | 95         |
| <b>Руднева В.А.</b> ПРОМЫШЛЕННОЕ РАЗВИТИЕ СЕВЕРНЫХ РАЙОНОВ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ В ПОСТ-СОВЕТСКИЙ ПЕРИОД .....   | 98         |
| <b>Соколов С.Н., Ржепка Э.А.</b> ОБРАЗ ГОРОДА КАК РЕСУРС СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ (НА ПРИМЕРЕ НИЖНЕВАРТОВСКА) .....   | 100        |
| <b>Соколова Н.В., Злобин А.А.</b> СИТУАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ .....   | 103        |
| <b>Суменкова Л.А.</b> ЗНАЧЕНИЕ ФИНАНСОВОГО СЕКТОРА СИБИРИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ .....   | 106        |
| <b>Суховеева А.Б.</b> КАЧЕСТВО ЖИЗНИ В СИСТЕМЕ ФАКТОРОВ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ .....   | 108        |
| <b>Суховеева А.Б., Мишина Н.В.</b> СОВРЕМЕННАЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ МЕСТ ТРАДИЦИОННОГО ПРОЖИВАНИЯ КОРЕННЫХ МАЛОЧИСЛЕННЫХ НАРОДОВ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ .....   | 110        |
| <b>Сысова Н.М.</b> ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ В РЕСУРСНЫХ РЕГИОНАХ СИБИРИ .....  | 113        |
| <b>Труфанов А.И., Куклина М.В., Филиппова В.В., Красноштанова Н.Е., Энхх-Амгалан Сандаг, Саранцэцэг Базарваани.</b> СЕТЕВАЯ НАУКА В ИССЛЕДОВАНИЯХ КУЛЬТУРНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ (МОДЕЛЬ 4SCSN) .....   | 115        |
| <b>Туркина Н.Г.</b> МАЯТНИКОВЫЕ МИГРАЦИИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ВЗАИМОСВЯЗИ ГОРОДСКОЙ И СЕЛЬСКОЙ МЕСТНОСТИ .....   | 118        |
| <b>Ушаков Е.А.</b> ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ И СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ ПОСЕЛЕНИЙ САХАЛИНСКОЙ ОБЛ. ....  | 121        |
| <b>Хавина Л.А.</b> КРАТКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ МАЛОГО И СРЕДНЕГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА РЕГИОНОВ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА .....  | 124        |
| <b>Цыдыпова Л.С.</b> ЭВЕНКИ БАРГУЗИНСКОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ: ЭТНОКУЛЬТУРНЫЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ .....   | 128        |
| <b>Черкашин А.К.</b> ФОРМАЛЬНАЯ ОНТОЛОГИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ВЫВОДНОГО ЗНАНИЯ И ПОЛОЖЕНИЕ ГЕОГРАФИИ В СИСТЕМЕ НАУЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ .....  | 130        |
| <b>Чистобаев А.И., Грудцын Н.А.,</b> К МЕТОДОЛОГИИ ВЫЯВЛЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ ГЕОСТРАТЕГИРОВАНИЯ МЕДИЦИНСКОГО ТУРИЗМА .....   | 133        |
| <b>Шеховцова Т.Н., Валеева О.В.</b> КОНЦЕПЦИЯ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДОРОВЬЯ (НА ПРИМЕРЕ БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА) .....   | 136        |
| <b>II. ЛАНДШАФТНЫЕ, ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ГЕОСИСТЕМ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ .....</b>   | <b>138</b> |
| <b>Атутова Ж.В., Воропай Н.Н., Ильина А.С., Балязин И.В., Черкашина А.А., Ляпина Е.Е.</b> КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД В ОЦЕНКЕ УСПЕШНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПИРОГЕННО ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ГЕОСИСТЕМ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ (ЮГО-ЗАПАДНОЕ ПРИБАЙКАЛЬЕ) ..... | 138        |
| <b>Баженова О.И., Тюменцева Е.М.</b> ВКЛАД ВАЛЕРИАНА АФАНАСЬЕВИЧА СНЫТКО В ИЗУЧЕНИЕ ЭОЛОВОЙ МИГРАЦИИ ВЕЩЕСТВА НА ЮГЕ СИБИРИ.....   | 141        |
| <b>Баженова О.И.</b> ПЕРСПЕКТИВЫ ГЕОСИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ДАННЫМ СТАЦИОНАРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И ЛИТОЛОГИЧЕСКИМ ЗАПИСЯМ ГОЛОЦЕНА .....   | 144        |
| <b>Белозерцева И.А., Воробьева И.Б., Власова Н.В., Дубынина С.С.</b> ЖИЗНЬ, НАУЧНОЕ ТВОРЧЕСТВО И ЛАБОРАТОРИЯ ВАЛЕРИАНА АФАНАСЬЕВИЧА СНЫТКО .....   | 147        |
| <b>Белозерцева И.А., Екимовская О.А., Сороковой А.А., Лопатина Д.Н., Сизых А.П., Шеховцов А.И.</b> ДЕПОНИРОВАНИЕ УГЛЕРОДА ПОЧВАМИ МОЛОДЫХ ЗАЛЕЖЕЙ (НА ПРИМЕРЕ СЕЛЕНГИНСКОГО РАЙОНА, ЮГО-ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ) .....                           | 150        |
| <b>Васильев А.И.</b> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ КОЛЫМСКОЙ ВОДНО-БАЛАНСОВОЙ СТАНЦИИ .....  | 153        |
| <b>Васильев А.И.</b> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ ВОДОСБОРНОГО БАСЕЙНА РЕКИ АНМАНГЫНДА .....  | 157        |
| <b>Власова Н.В., Воробьева И.Б., Белозерцева И.А.</b> ОСНОВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ ГЕОСИСТЕМ ВЕРХНЕГО ПРИАНГАРЬЯ: РАЗНООБРАЗИЕ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ .....   | 161        |
| <b>Грачев И.Г., Бисирова Э.М., Никифоров А.Н., Климова Н.В., Керчев И.А.</b> ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ НА ПРИМЕРЕ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ТОМСКОГО РАЙОНА ....  | 164        |
| <b>Гуров А.А.</b> АНТРОПОГЕННЫЕ ЛАНДШАФТЫ СИХОТЭ-АЛИНСКОГО БИОСФЕРНОГО РАЙОНА – ИХ РАЗНООБРАЗИЕ, СТРУКТУРА И ТРАНСФОРМАЦИЯ .....   | 166        |
| <b>Дарман Ю.А., Жариков В.В., Каракин В.П., Бардюк В.В., Ганзей К.С.</b> ПРИОРИТЕТЫ СОТРУДНИЧЕСТВА ПО СОХРАНЕНИЮ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ТРАНСГРАНИЧНЫХ ГЕОСИСТЕМАХ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ И СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КИТАЯ .....                    | 169        |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Дорошкевич С.Г., Шешукова А.А., Филенко Р.А.</b> МИКРОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ, МИНЕРАЛЬНЫЙ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОЧВ ГЕОТЕХНОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ДЖИДИНСКОГО ВОЛЬФРАМОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЗАПАДНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ) ..... | 172 |
| <b>Екимовская О.А., Лопатина Д.Н., Сороковой А.А.</b> ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ЗАЛЕЖАХ КРАЙНЕАРИДНЫХ СТЕПЕЙ (НА ПРИМЕРЕ ИВОЛГИНСКОГО И КИЖИНГИНСКОГО РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИЯ) .....            | 175 |
| <b>Елаев Э.Н.</b> ЭКОТОННЫЕ ЛАНДШАФТЫ ЗОНЫ КОНТАКТА ТАЙГИ И СТЕПИ В ФОРМИРОВАНИИ СОВРЕМЕННОГО ОБЛИКА АВИФАУНЫ БАЙКАЛЬСКОЙ СИБИРИ .....  | 179 |
| <b>Ельчианинова О.А., Кузнецова О.В., Двуреченская С.Я., Дементьева О.К., Кудачинова А.А., Леонов В.И.</b> ПОДВИЖНОСТЬ БИОГЕННЫХ И ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЧВАХ БАССЕЙНА Р. МАЙМА (ГОРНЫЙ АЛТАЙ) .....                | 182 |
| <b>Ефремов П.В.</b> ОСОБЕННОСТИ ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА ПОЧВОГРУНТОВ ЗОНАЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ ОКОЛО Г. ЯКУТСКА .....  | 184 |
| <b>Жерелина И.В., Яковченко С.Г., Краморенко С.В.</b> ПРИБЛИЖЕННАЯ ОЦЕНКА ПОСТУПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ С ВОДОСБОРНОЙ ПЛОЩАДИ ВЕРХНЕГО И СРЕДНЕГО ИРТЫША НА ТЕРРИТОРИЮ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ .....                      | 187 |
| <b>Колбас А.П., Колбас Н.Ю., Хомич В.С., Дашкевич М.М.</b> ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ САДОВЫХ АГРОЭКОСИСТЕМ БРЕСТСКОГО РЕГИОНА .....  | 190 |
| <b>Коновалова Т.И.</b> МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ГЕОСИСТЕМ .....   | 193 |
| <b>Коновалова Т.И.</b> ЕСТЕСТВЕННЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГЕОСИСТЕМ ЮЖНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕЙ СИБИРИ .....   | 196 |
| <b>Костюкова М.С.</b> ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ ВЕРХНЕГО ПРИАНГАРЬЯ .....   | 200 |
| <b>Левина Н.Б.</b> ИССЛЕДОВАНИЯ ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ В РАЙОНАХ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ .....   | 202 |
| <b>Ликутев Е.Ю.</b> ПРИЗНАКИ-ОСНОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРИОРИТЕТНОСТИ РЕЛЬЕФА СРЕДИ КОМПОНЕНТОВ ЛАНДШАФТА, РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЯ – СРЕДИ СИСТЕМ ПРИРОДНЫХ ПРОЦЕССОВ И ГЕОМОРФОЛОГИИ – СРЕДИ НАУЧНЫХ ДИСЦИПЛИН И НАУК ..... | 205 |
| <b>Лысанова Г.И.</b> КОМПЛЕКСНЫЕ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЮГА СРЕДНЕЙ СИБИРИ .....  | 207 |
| <b>Макарьева О.М., Шихов А.Н., Илюшина П.Г., Землянскова А.А.</b> КАРТОГРАФИРОВАНИЕ НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ, СВЯЗАННЫХ С ДОБЫЧЕЙ ЗОЛОТА .....   | 210 |
| <b>Михальчук Н.В., Брыль Е.А.</b> ИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРЫ <i>PINUS SYLVESTRIS</i> L. ....   | 213 |
| <b>Мухортов Д.А., Евсеева Н.С., Квасникова З.Н., Каширо М.А.</b> ВЛИЯНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА РЕЛЬЕФ БАССЕЙНОВ МАЛЫХ РЕК (НА ПРИМЕРЕ БАССЕЙНА Р. БОЛ. КИРГИЗКА) .....  | 216 |
| <b>Низовцев В.А., Эрман Н.М.</b> В.А. СНЫТКО И ИССЛЕДОВАНИЯ СТАНОВЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННОГО ЛАНДШАФТОГЕНЕЗА .....  | 219 |
| <b>Осипов С.В.</b> МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ АНТРОПОГЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ... ..   | 222 |
| <b>Павленко А.И., Мезенцева О.В.</b> ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛАНДШАФТОВ ЧЕРНОЛУЧЕНСКО-КРАСНОЯРСКОЙ ЗОНЫ ОТДЫХА .....  | 226 |
| <b>Пигарёва А.Е.</b> О ФАКТОРАХ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ЛЕСОВ ТЕРРИТОРИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «МАЛАЯ СОСЬВА ИМ. В.В. РАЕВСКОГО» .....   | 228 |
| <b>Семенов Ю.М., Семенов М.Ю., Силаев А.В.</b> ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ГЕОСИСТЕМ .....  | 232 |
| <b>Сизых А.П., Осколков В.А., Гриценюк А.П., Воронин В.И.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ СМЕН ДОМИНАНТОВ В ПОДРОСТЕ СВЕТЛОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ ЮЖНОГО ПРИБАЙКАЛЬЯ И ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ .....                                    | 235 |
| <b>Словягина А.Н., Фашевская Т.Б.</b> ЛАНДШАФТНО-ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ГОРОДСКИХ РЕЧНЫХ СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ МАЛЫХ РЕК Г. МОСКВЫ) .....   | 238 |
| <b>Старожилов В.Т.</b> УЧЕНИЕ СТАРОЖИЛОВА О НООЛАНДШАФТОСФЕРЕ ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ – ПРИОРИТЕТНЫЙ ФУНДАМЕНТ ПРАКТИК ПРИКЛАДНОЙ ЛАНДШАФТНОЙ ГЕОГРАФИИ .....   | 241 |
| <b>Сутурин А.Н., Куликова Н.Н., Дамбинов Ю.А.</b> ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОЛЗАНСКОГО ТЕХНОГЕННОГО ЛАНДШАФТА БЦБК .....  | 244 |
| <b>Украинцев А.В., Плюснин А.М.</b> МИНЕРАЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК ДАБАН-ГОРХОН: ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА ВОД И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ .....   | 247 |
| <b>Филинов А.В.</b> МЕТОДИКА ЛАНДШАФТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ШКОЛЬНИКОВ .....  | 249 |
| <b>Хомич В.С., Кравчук Л.А., Савченко С.В., Овчарова Е.П., Сосновская Н.Е., Романкевич Ю.А., Книга П.В.</b> ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЛОЖНОЙ ГОРОДСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ГЕОТЕХСИСТЕМЫ .....                           | 252 |
| <b>Хорошев А.В., Ашихмин А.П.</b> ИНДИКАЦИЯ РЕЗКИХ, ПОСТЕПЕННЫХ И ПУЛЬСИРУЮЩИХ ГРАНИЦ ГЕОСИСТЕМ ПО ФУНКЦИОНАЛЬНО-ДИНАМИЧЕСКИМ ПРИЗНАКАМ .....   | 255 |
| <b>Чернявский М.К., Плюснин А.М., Украинцев А.В.</b> ТЕРМАЛЬНЫЕ ИСТОЧНИКИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ИКАТСКОГО ХРЕБТА .....  | 258 |



|   |     |
|---|-----|
| <b>Чудинова О.Н., Беспрозванных А.П.</b> АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СНЕЖНОГО ПОКРОВА В ЗОНАХ ВЛИЯНИЯ КВАРТАЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ Г. УЛАН-УДЭ .....  | 261 |
| <b>Широкова В.А., Эрман Н.М., Озерова Н.А., Низовцев В.А.</b> В.А. СНЫТКО – УЧАСТНИК КОМПЛЕКСНЫХ ЛАНДШАФТНО-ИСТОРИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ВОДНЫХ ПУТЕЙ СЕВЕРА И СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ .....  | 264 |
| <b>III. ГИДРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ: РЕАКЦИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ, СТРАТЕГИИ АДАПТАЦИИ</b> .....   | 267 |
| <b>Амосова И.Ю., Ильичева Е.А.</b> ИНДИКАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА РЕЧНЫХ СИСТЕМ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭКСТРЕМАЛЬНОЙ ВОДОНОСНОЙ СПОСОБНОСТИ .....   | 267 |
| <b>Балыбина А.С.</b> ОЦЕНКА ГИДРОКЛИМАТИЧЕСКОГО СИГНАЛА В ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВЫХ ХРОНОЛОГИЯХ ПРИХУБСУГУЛЬЯ .....  | 268 |
| <b>Богданович А.Ю.</b> РАСЧЕТНЫЙ КЛИМАТИЧЕСКИЙ АРЕАЛ НЕПАРНОГО ШЕЛКОПРЯДА НА ТЕРРИТОРИИ РОССИИ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ В XXI ВЕКЕ .....   | 270 |
| <b>Булатов В.И., Ретеюм А.Ю.</b> ДРЕЙФ ЯДРА ЗЕМЛИ И ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ НА 60° С.Ш. ....  | 274 |
| <b>Быков Н.И., Рыгалова Н.В., Шигимага А.А.</b> ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СНЕЖНЫХ ЛАВИН АЛТАЯ .....  | 277 |
| <b>Волкова Е.С., Семенова К.А.</b> АДАПТАЦИЯ ОТРАСЛИ КАРТОФЕЛЕВОДСТВА ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ К ИЗМЕНЯЮЩИМСЯ КЛИМАТИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ .....   | 280 |
| <b>Голубцов В.А.</b> ОТРАЖЕНИЕ ДИНАМИКИ АТМОСФЕРНОГО УВЛАЖНЕНИЯ ПОЗДНЕЛЕДНИКОВЬЯ И ГОЛОЦЕНА В ВАРИАЦИЯХ $\delta^{13}\text{C}$ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПАЛЕОПОЧВ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ .....   | 283 |
| <b>Грига С.А., Курочкин Ю.Н.</b> ОЦЕНКА СОЦИАЛЬНО-КЛИМАТИЧЕСКОЙ УЯЗВИМОСТИ РАЙОНОВ ЮЖНОЙ СИБИРИ .....   | 286 |
| <b>Жунусова О.Р., Макарьева О.М., Нестерова Н.В.</b> ОЦЕНКА МАКСИМАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТОКА БАССЕЙНОВ МАЛЫХ РЕК ГОРНОЙ КРИОЛИТОЗОНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДАННЫХ ПЛЮВИАГРАММ .....  | 289 |
| <b>Игнатов А.В.</b> КОМПЬЮТЕРНАЯ ПРОГРАММА «СТОХАСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ» - СОВОКУПНОСТЬ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И НЕ ТОЛЬКО .....                                   | 292 |
| <b>Ильичева Е.А., Павлов М.В., Ушкалов А.А., Амосова И.Ю.</b> ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ РЕЧНЫХ СИСТЕМ СЕЛЕНГИ В ГОРНЫХ И СРЕДНЕГОРНЫХ ЧАСТЯХ БАССЕЙНА .....  | 294 |
| <b>Какорин В.А.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ В СОСТОЯНИИ МИКРОКЛИМАТА ВЫСОКОГОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ АЛТАЯ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ДЗЗ .....   | 296 |
| <b>Китаев Л.М., Алешина М.А.</b> ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕНЕНИЙ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СНЕГОЗАПАСОВ ПРИ СОВРЕМЕННОМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ ЕВРАЗИЙСКОЙ СУБАРКТИКИ .....   | 298 |
| <b>Кичигина Н.В., Опекунова М.Ю., Юрьев А.А., Рыбченко А.А.</b> РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕТАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ДОЖДЕВЫХ ПАВОДКОВ НА ГОРНЫХ РЕКАХ ПРИБАЙКАЛЬЯ .....   | 301 |
| <b>Коломыц Э.Г.</b> ЭВОЛЮЦИОННАЯ ТЕОРИЯ В НАУКЕ О СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ .....   | 304 |
| <b>Лихачева О.Ю., Нечепуренко О.Е., Кужевская И.В., Черелько Н.Н.</b> ВЛИЯНИЕ ПОГОДЫ НА ОБОСТРЕНИЕ БОЛЕЗНЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ В Г. ТОМСКЕ .....  | 307 |
| <b>Лузгина Е.А., Небышинцев А.М., Гледко Ю.А.</b> АНАЛИЗ ВРЕМЕННЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ДЛЯ АВИАЦИИ .....  | 309 |
| <b>Макаров В.Н.</b> ОЦЕНКА ИСПАРЕНИЯ С ПОВЕРХНОСТИ ГРУНТОВ И АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ .....   | 312 |
| <b>Макарьева О.М., Землянскова А.А., Остахов А.А., Нестерова Н.В.</b> ПРИРОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ ГОРНОЙ КРИОЛИТОЗОНЫ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ В МЕНЯЮЩЕМСЯ КЛИМАТЕ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ СТАЦИОНАРА «АНМАНГЫНДИНСКАЯ НАЛЕДЬ», 2020-2024 ..... | 316 |
| <b>Максютова Е.В., Башалханова Л.Б., Сороковой А.А.</b> ОПАСНОСТЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ РИСКОВ В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ .....  | 317 |
| <b>Матюхина А.А., Воропай Н.Н.</b> РЕКОНСТРУКЦИЯ И АНАЛИЗ МНОГОЛЕТНИХ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЯДОВ НА ПРИМЕРЕ ТУНКИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ В 1934-2022 ГГ. ....  | 319 |
| <b>Носкова Е.В., Вахнина И.Л.</b> АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ЗАПАДНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ .....  | 320 |
| <b>Осипова О.П., Кичигина Н.В.</b> ОСОБЕННОСТИ АТМОСФЕРНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ НАВОДНЕНИЯХ В ПРИБАЙКАЛЬЕ .....   | 321 |
| <b>Плюснин А.М., Черниговский Р.С.</b> К ПРОБЛЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ СОДОВЫХ ОЗЕР ЗАБАЙКАЛЬЯ: МИКРОЭЛЕМЕНТНЫЙ И ГАЗОВЫЙ СОСТАВ ВОД .....   | 324 |
| <b>Разумов С.О.</b> РЕАКЦИЯ ЛЬДИСТЫХ БЕРЕГОВ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО МОРЯ НА КРАТКОВРЕМЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ШТОРМОВОГО ВОЛНЕНИЯ .....  | 327 |
| <b>Ревуцкая И.Л., Позднякова Т.М.</b> РОЛЬ ПРИРОДНЫХ ФАКТОРОВ В ФОРМИРОВАНИИ СОСТАВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЕВРЕЙСКОЙ АВТНОМНОЙ ОБЛАСТИ .....  | 330 |
| <b>Рыгалова Н.В.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ В СТЕПНОЙ ЗОНЕ .....  | 333 |

|   |            |
|---|------------|
| <b>Савичев О.Г.</b> УСЛОВИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ЮГО-ВОСТОКЕ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ РАВНИНЫ И ИХ ТРАНСФОРМАЦИЯ В ГОЛОЦЕНЕ .....   | 335        |
| <b>Самойлова С.Ю.</b> ПРОГНОЗЫ МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ Р. ОБЬ У Г. БАРНАУЛА) .....   | 339        |
| <b>Токарев И.В., Сысолятин Р.Г., Яковлев Е.Ю.</b> ИЗОТОПНАЯ ( <sup>18</sup> O, <sup>2</sup> H) ИНДИКАЦИЯ СОВРЕМЕННЫХ МЕРЗЛОТНЫХ УСЛОВИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОПРОБОВАНИЯ РЕК ВОСТОЧНОЙ ЯКУТИИ .....   | 341        |
| <b>Чередова Т.В., Санжицыренова Н.В.</b> ОСОБЕННОСТИ МАКРОЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА СНЕГОВОГО ПОКРОВА НА ПЛОЩАДКАХ СНЕГОНАКОПЛЕНИЯ Г. УЛАН-УДЭ .....  | 343        |
| <b>Черedyкo Н.Н., Крутиков В.А., Тартаковский В.А., Кураков С.А., Малышков С.Ю., Гордеев В.Ф., Волков Ю.В.</b> МЕТОДЫ, ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МОНИТОРИНГА МНОГОФАКТОРНЫХ РАЗНОМАСШТАБНЫХ АТМОСФЕРНЫХ И ЛИТОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ.....                  | 346        |
| <b>IV. ТЕМАТИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ .....</b>   | <b>348</b> |
| <b>Бешенцев А.Н., Борисова Т.А., Петров С.А.</b> МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА И КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ОПАСНЫХ ГРАВИТАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ .....   | 348        |
| <b>Бочарников В.Н., Цициашвили Г.Ш., Десятова Т.В., Попова М.А.</b> КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ИЗЮБРЯ И КОСУЛИ В ПРИБАЙКАЛЬСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ – ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧ. ТЕОРИИ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ..... | 352        |
| <b>Воробьев А.Н.</b> КАРТА НАЦИОНАЛЬНОГО СОСТАВА НАСЕЛЕНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ .....  | 355        |
| <b>Воробьев А.Н., Опекунова М.Ю.</b> ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОРОДСКОГО ПРОСТРАНСТВА ИРКУТСКА В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННЫХ УРБАНИЗАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРИМЕРЕ АКАДЕМГОРОДКА ...  | 357        |
| <b>Глебова А.Б., Сергеев И.С.</b> ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ С ПОСТРОЕНИЕМ МОДЕЛИ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ ПРОГНОЗА РАЗМЕЩЕНИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ ТЮРКСКОГО ПЕРИОДА В ЛАНДШАФТАХ ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ .....                                       | 360        |
| <b>Дашпилов Ц.Б.</b> ОПЫТ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТА БАЙКАЛЬСКОГО РЕГИОНА КАК ОСНОВА ДЛЯ СОЗДАНИЯ АТЛАСНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АЗИАТСКОЙ РОССИИ .....  | 363        |
| <b>Деркач Е.С.</b> ПРИНЦИПЫ ЛАНДШАФТНОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ГОРНОГО МАССИВА МОНГУН-ТАЙГА, ЮГО-ВОСТОЧНЫЙ АЛТАЙ) .....   | 365        |
| <b>Кобелева Н.В.</b> ТИПОЛОГО-РЕГИОНАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ПРИ КАРТОГРАФИРОВАНИИ ЛЕСНЫХ И ТУНДРОВЫХ ЭКОСИСТЕМ .....   | 367        |
| <b>Лопаткин Д. А.</b> ЛОКАЛЬНЫЕ УЧАСТКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ КАК СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ .....   | 371        |
| <b>Мишина Н.В.</b> ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТАТИСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ РОССИЙСКО-КИТАЙСКИХ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ТЕРРИТОРИЙ .....   | 373        |
| <b>Опекунова М.Ю., Бардаш А.В.</b> МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ТИПИЗАЦИЯ РЕЛЬЕФА ЛЕВОБЕРЕЖЬЯ Р. АНГАРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАРТ КРИВИЗНЫ .....   | 376        |
| <b>Преловский В.А.</b> ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗООЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ В ИНСТИТУТЕ ГЕОГРАФИИ ИМ. В.Б. СОЧАВЫ СО РАН .....   | 379        |
| <b>Родоманская С.А.</b> КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ВИЗУАЛИЗАЦИЯ В ОБЛАСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПОСРЕДСТВОМ МЕТОДА АНАЛОГИЙ .....  | 382        |
| <b>Рыжкова В.А., Данилова И.В., Корец М.А., Назимова Д.И.</b> РАЗРАБОТКА ЛАНДШАФТНОЙ КАРТЫ САЯНО-ШУШЕНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО ПОДХОДА .....  | 385        |
| <b>Седых С.А.</b> КАРТОГРАФИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ГЕОСИСТЕМ И ЛАНДШАФТООБРАЗУЮЩИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУОСТРОВА СВЯТОЙ НОС (ОЗЕРО БАЙКАЛ) .....   | 388        |
| <b>Середовских Б.А.</b> ЛАНДШАФТНО-ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ХМАО – ЮГРЫ: РЕГИОНАЛЬНО-ТОПОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ .....  | 390        |
| <b>Сюзюмов А.А., Долгов И.О., Пережогина Д.С.</b> СОЗДАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕДИЦИИ Г. М. ВАСИЛЕВИЧ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БАССЕЙНА Р. ПОДКАМЕННАЯ ТУНГУСКА В 1926-1927 ГГ. ....  | 393        |

Научное издание

**ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ ГЕОГРАФИЯ В СИБИРИ:  
ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ, РЕЗУЛЬТАТЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ.**

Технический редактор *А.И. Шеховцов*  
Дизайнер *И.М. Батова*

---

Подписано в печать 22.11.2024 г.  
Формат 60×90/8. Гарнитура Times New Roman. Бумага Ballet.  
Уч.-изд. л. 59,1. Усл. печ. л. 46,8. Тираж 300 экз. Заказ № 1005.

Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН  
664033, Иркутск, ул. Улан-Баторская, 1