



ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
МГУ имени М.В. Ломоносова



Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В.Ломоносова

ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра физической географии мира и геоэкологии

# МИРОВАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОВЕСТКА И РОССИЯ

*Материалы Всероссийской научной онлайн-конференции с международным участием*

*16-18 ноября 2020 г., г. Москва*

Москва - 2020

УДК 502/504  
ББК 20.18+38.9  
М 64

**МИРОВАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОВЕСТКА И РОССИЯ:** Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием (16-18 ноября 2020 г., г. Москва): Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова. – Москва, 2020. – 403 с.

ISBN 978-5-89575-253-1

В сборнике опубликованы материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «Мировая экологическая повестка и Россия».

Рассматриваются теоретические и прикладные вопросы развития геоэкологии на современном этапе, а также особенности реализации экологически ориентированных Целей устойчивого развития ООН до 2030 г., Парижского соглашения и роль России в их достижении. Отражена специфика проявления актуальных геоэкологических проблем на разных уровнях – от глобального до регионального и локального. Рассматриваются вопросы мировой климатической политики (ЦУР-13), особенности антропогенизации ландшафтов в условиях глобальных изменений (ЦУР-15), устойчивого социально-экономического развития (ЦУР-17); современного этапа урбанизации (ЦУР-11); развития геоинформационных технологий в сфере экологических исследований (ЦУР-9); тенденции подготовки геоэкологов в вузах (ЦУР-4).

Издание будет полезно специалистам в сфере экологии, природопользования, территориального планирования, а также студентам и аспирантам разных направлений, изучающим экологические проблемы.

УДК 502/504  
ББК 20.18+38.9

**GLOBAL ENVIRONMENTAL AGENDA AND RUSSIA:** Proceedings of the All-Russian Scientific Conference with International Attendance (Moscow, November, 16-18, 2020): Lomonosov Moscow State University – Moscow, 2020. 403 p.

ISBN 978-5-89575-253-1

Все материалы публикуются в авторской редакции

© Авторы, 2020  
© МГУ, 2020

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	10
--------------------------	----

## **СЕКЦИЯ 1. РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ И МЕТОДОЛОГИИ ГЕОЭКОЛОГИИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 30 ЛЕТ**

<i>Алексеева Н.Н., Климанова О.А., Третьяченко Д.А.</i> Модель гипотетического материка: от природно-зональных до геоэкологических обобщений.....	14
<i>N.N. Alekseeva, O.A. Klimanova, D.A. Tretyachenko</i> Model of a hypothetical continent: from natural zonal patterns to geoeological synthesis	

<i>Вампилова Л. Б.</i> Основные теоретические положения исторической геоэкологии и перспективы развития научного направления .....	19
<i>L.B. Vampilova</i> The main theoretical provisions of historical geoeology and prospects for the development of the scientific direction	

<i>Гаврилов А.В., Пижанкова Е.И.</i> Геокриологический аспект геоэкологии шельфа Арктических морей России: результаты и развитие исследований .....	26
<i>A.V. Gavrilov, E.I. Pizhankova</i> The geocryological aspect of geoeology of the Arctic shelf of Russia: results and development of research	

<i>Дронин Н.М., Кириленко А.П.</i> Эволюция проекта ЮНЕП «Глобальная экологическая перспектива»: библиометрический анализ .....	31
<i>N.M. Dronin, A.P. Kirilenko</i> Evolution of the UNEP project “Global Environment Outlook”: bibliometric analysis	

<i>Евдокимов С.П.</i> Объекты и предметы геоэкологии и общей географии: различия и сходство .....	35
<i>S.P. Evdokimov</i> Subjects and objects of geoeology and general geography: differences and similarities	

<i>Колбовский Е.Ю.</i> Философия геоэкологии и теория метаэкологических систем ....	39
<i>E.Yu. Kolbowski</i> Philosophy of geoeology and metaecosystem theory	

<i>Романова Э.П.</i> Мелкомасштабная систематика и классификация техногенных городских геосистем .....	45
<i>E.P. Romanova</i> Small-scale taxonomy and classification of technogenic urban geosystems	

## **СЕКЦИЯ 2. МИРОВАЯ КЛИМАТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА И РОЛЬ РОССИИ (ЦУР-13)**

<i>Алексеева Н.Г.</i> Влияние на климат вулканов, землетрясений и гуманитарная катастрофа человечества .....	54
<i>N.G. Alekseeva</i> Climate impact of volcanoes and earthquakes and the humanitarian catastrophe of the humanity	

<i>Алексеева Н.Н., Фортыхина Е.А.</i> Страны-гиганты Азии: климатическая политика на современном этапе .....	59
<i>N.N. Alekseeva, E.A. Fortygina</i> Asia’s giant countries: current climate policy	

<i>Дехнич В.С.</i> Дифференциация обязательств по сокращению выбросов парниковых газов в коммунальном и транспортном секторах городов Казахстана с учетом их пространственно-географических характеристик .....	64
<i>V.S. Dekhnich</i> Differentiation of Kazakhstan cities commitments on the reduction of the greenhouse gases emissions from municipal and transport activities based on the spatial characteristics	
<i>Дронин Н.М., Кириленко А.П.</i> Рекордный рост урожаев зерновых в России: агротехнологии или климатический фактор? .....	68
<i>N. Dronin, A. Kirilenko</i> Record growth of grain harvests in Russia: agrotechnology or climatic factor?	
<i>Дронин Н.М.</i> Конвенции по изменению климата и борьбе с опустыниванием: концептуальные противоречия .....	71
<i>N. Dronin</i> Conventions on climate change and combating of desertification: conceptual contradictions	
<i>Захарова М.В.</i> Оценка биоклиматических характеристик на примере метеостанции Сухиничи Калужской области .....	75
<i>M.V. Zakharova</i> Assessment of bioclimatic characteristics on the example of the Sukhinichi weather station in the Kaluga region	
<i>Котова М.В.</i> Изученность проблемы изменения климата в Арктике: обзор работ, посвященных прогнозируемым последствиям и их оценке в отечественных и зарубежных исследованиях .....	79
<i>M.V. Kotova</i> Knowledge on problem of climate change in the Arctic: a review of works devoted to forecasted consequences and their assessment in domestic and foreign studies	
<i>Лукашова О.П., Гонеев И.А.</i> К вопросу о влиянии опасных метеорологических явлений на потенциальные возможности опустынивания в Курской области .....	84
<i>O.P. Lukashova, I.A. Goneev</i> Impact of dangerous meteorological phenomena on the potential of desertification in the Kursk region	
<i>Лупешко Е.А.</i> Эколого-экономическая оценка возможных последствий изменения климата Казахстана .....	88
<i>E.A. Lupeshko</i> Ecological-economic assessment of possible consequences of the climate change in Kazakhstan	
<i>Медведков А.А.</i> Арктическая зона РФ: новые геоэкологические вызовы в условиях глобальных изменений климата .....	90
<i>A.A. Medvedkov</i> Arctic zone of the Russian Federation: new geocological challenges in the context of global climate change	
<i>Полонский А.Б., Пекарникова М.Е.</i> Международная и национальная деятельность по контролю за антропогенными изменениями климата: от Рамочной конвенции ООН об изменениях климата до Парижского соглашения .....	96
<i>A.B. Polonsky, M.E. Pekarnikova</i> International and national efforts to control anthropogenic climate change: from the framework convention on climate change to the Paris agreement	

### СЕКЦИЯ 3. ТРЕНДЫ АНТРОПОГЕНИЗАЦИИ ЛАНДШАФТОВ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (ЦУР-15)

<i>Бабина Ю.В.</i> Национальные особенности государственного регулирования деятельности в области защиты от деградации земель и опустынивания в Российской Федерации .....	102
<i>Yu. Babina</i> National features of state regulation of activities in the field of protection against land degradation and desertification in the Russian Federation	

<b>Бочарников В.Н.</b> Территории дикой природы в административно-экономическом пространстве регионов России .....	106
<i>V. N. Bocharnikov Wilderness in the economic space of Russian regions</i>	
<b>Бояринов А.В., Василевская Н.В.</b> Загрязнение окружающей среды микропластиком как глобальная экологическая проблема .....	111
<i>A.V. Boyarinov , N.V. Vasilevskaya Microplastic pollution as a global environmental problem</i>	
<b>Гринфельдт Ю.С.</b> Основные угрозы антропогенного воздействия на прибрежные экосистемы мира и модели эффективного управления .....	116
<i>Y.S. Grinfeldt Main threats of anthropogenic impact on the world's coastal ecosystems and models of effective management</i>	
<b>Климанова О.А., Букварева Е.Н., Илларионова О.А., Колбовский Е.Ю.</b> Опыт учета ценности экосистем и биоразнообразия при планировании территориального развития в Российской Федерации .....	119
<i>O. Klimanova, E. Bukvareva, O. Illarionova, E. Kolbowsky Experience of taking into account the value of ecosystems and biodiversity in planning for territorial development in the Russian Federation</i>	
<b>Ковальская А.А.</b> Ландшафтно-экологические факторы развития горных курортов северного Тянь-Шаня .....	123
<i>A. Kovalskaya Landscape and ecological factors of the development of mountain resorts of the northern Tian-Shan</i>	
<b>Ковбашин Д.И.</b> Анализ качества земель в фермерских и кооперативных хозяйствах на примере Акмолинской области Казахстана .....	128
<i>D.I. Kovbashin Analysis of land quality in individual and cooperative farms on the example of the Akmola region of Kazakhstan</i>	
<b>Онищенко В.В., Дега Н.С.</b> Комплексный геоэкологический мониторинг репрезентативной горной территории – ключевое звено устойчивого развития .....	131
<i>V.V. Onishchenko, N.S. Dega Integrated geoecological monitoring of a representative mountain area - key to sustainable development</i>	
<b>Орлова Е.В.</b> Деградация Краснодарского водохранилища .....	136
<i>E.V. Orlova Degradation of the Krasnodar reservoir</i>	
<b>Решетняк О.С., Решетняк А.Н.</b> Устойчивость речных экосистем в бассейне реки Иртыш .....	139
<i>O.S. Reshetnyak, A.N. Reshetnyak Sustainability of river ecosystems in the Irtysh River basin</i>	
<b>Сивков Д.Е., Бузмаков С.А.</b> Запасы углерода в биосфере и его цикл .....	144
<i>D.E. Sivkov, S.A. Buzmakov Biosphere carbon reserves and its cycle</i>	
<b>Щербина В.Г.</b> Антропогенизация пригородных лесов Сочинского Причерноморья .....	146
<i>V.G. Scherbina Anthropogenization of suburban forests in the Sochi Black Sea region</i>	
<b>Юдина Ю.В.</b> Ландшафтное разнообразие природного парка регионального значения «Хотмыжский» (Белгородская область) .....	150
<i>Yu.V. Yudina Landscape diversity of "Hotmyzhsky" regional nature park (Belgorod region)</i>	

#### СЕКЦИЯ 4. ГЕОЭКОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ (ЦУР-17)

<i>Егорова Е.А., Доленина О.Е.</i> Морские проливы как фактор развития экономики региона .....	157
<i>E.A. Egorova, O.E. Dolenina</i> Sea straits as a factor in the development of the region`s economy	
<i>Истомин И.С.</i> Перспективы развития карбонового рынка как инструмента зеленой экономики .....	161
<i>I.S. Istomin</i> Development prospects of carbon market as an instrument of green economy: EU and Kazakhstan experience	
<i>Красовская Т.М.</i> Геоэкологический анализ и прогноз острых экологических проблем (на примере хозяйственного освоения Арктики) .....	166
<i>T.M. Krasovskaya</i> Geoeological analysis and forecast of acute ecological problems (exemplified by the Arctic zone economic development)	
<i>Лукьянов Л.Е.</i> Экологическая кривая Кузнеця в Китае .....	171
<i>L.E. Lukianov</i> Environmental Kuznets curve in China	
<i>Никанорова А.Д.</i> Государственное управление и устойчивое развитие ООПТ при реализации проектов экологического туризма в Российской Федерации .....	175
<i>A.D. Nikanorova</i> State governance and sustainable development of nature reserves with respect to realisation of ecotourism projects in the Russian Federation	
<i>Слуцкая А.П.</i> Экологические услуги в городе Мурманске.....	181
<i>A.P. Slutskaya</i> Environmental services in Murmansk	
<i>Юдина Ю.В.</i> Геоэкологические эффекты совершенствования региональной сети особо охраняемых природных территорий .....	185
<i>Yu.V. Yudina</i> Geoeological effects of improving the regional network of specially protected natural territories	

#### СЕКЦИЯ 5. ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ЭТАПА УРБАНИЗАЦИИ (ЦУР-11)

<i>Александрйская К.А., Климанова О.А.</i> Соотношение природоохранных и рекреационных функций городских ООПТ на примере Москвы .....	191
<i>K. Aleksandriiskaja, O. Klimanova</i> Environmental and recreational ecosystem services of urban protected areas: a case study of Moscow	
<i>Аршинова М.А., Комарова Т.В., Романова Э.П.</i> Антропогенные энергетические и материальные потоки в крупных городах зарубежной Европы и Европейской территории России .....	196
<i>M.A. Arshinova, T.V. Komarova, E.P. Romanova</i> Anthropogenic energy and material flows in the large cities of Europe (foreign countries and the European territory of Russia)	
<i>Барзут О.С., Абрамов Д.А.</i> Влияние качества воздушной среды города Архангельска на показатели хвои сосны обыкновенной ( <i>Pinus silvestris</i> L.) в зоне воздействия железнодорожного транспорта .....	201
<i>O. S. Barzut, D. A. Abramov</i> The influence quality of Arkhangelsk air environment on indicators formation of the needles of Scots pine ( <i>Pinus sylvestris</i> L.) in the area of influence of railway transport	

<b>Бектева Н.М.</b> Зависимость выбросов парниковых газов от пространственно-территориальной структуры г. Санкт-Петербург .....	204
<i>N. M. Bekteva</i> Greenhouse gas emissions dependence on spatial structure of Saint Petersburg	
<b>Василевская Н.В., Сикалюк А.И.</b> Фертильность пыльцы как показатель мутагенности городской среды .....	208
<i>N. V. Vasilevskaya, A. I. Sikalyuk</i> Pollen fertility as an indicator of mutagenicity of the urban environment	
<b>Ватлина Т.В.</b> Оценка медико-экологической ситуации в городах европейской территории России (на примере Смоленской области) .....	212
<i>T. V. Vatlina</i> Assessment of the environmental situation in the cities of the European territory of Russia (a case study of Smolensk oblast)	
<b>Илларионова О.А., Климанова О.А.</b> Приречные пространства как часть городской зелёной инфраструктуры: обзор зарубежных подходов к оценке состояния и экосистемных услуг .....	215
<i>O. Illarionova, O. Klimanova</i> Green infrastructure of urban riparian zones: a literature review on assessing the state and ecosystem services	
<b>Климанова О.А., Титова Л.А.</b> Трансформация зелёной инфраструктуры в постсоветских столицах центральной Азии .....	219
<i>O.A. Klimanova, L.A. Titova</i> Green infrastructure transformation in the post-Soviet capitals of central Asia	
<b>Кочуров Б.И., Ивашкина И.В.</b> Города после пандемии Covid-19 .....	223
<i>B. I. Kochurov, I. V. Ivashkina</i> Cities after COVID-19 pandemic	
<b>Леухин И.В., Язиков Е.Г., Гончаров Е.А.</b> Эколого-геохимическая оценка территории г. Йошкар-Ола по данным изучения снегового и почвенного покровов .....	226
<i>I.V. Leuhin, E.G. Yazikov, E.A. Goncharov.</i> Ecological - geochemical assessment of the territory of Yoshkar - Ola according to the study of snow and soil cover	
<b>Ли М.Ю.</b> Оценка экосистемных услуг городов .....	230
<i>M. Y. Li</i> Assessment of urban ecosystem services	
<b>Назаренко Н.Н.</b> Биоэкологическая оценка почв рекреационно-парковых ландшафтов г. Воронежа .....	235
<i>N.N. Nazarenko</i> Bioecological assessment of soils of park landscapes Voronezh city	
<b>Пакина А.А., Лелькова А.К.</b> Социально-экологические функции национального парка «Лосиный остров» .....	239
<i>A.A. Pakina, A.K. Lelkova</i> Social-ecological functions of the «Elk Island» national park	
<b>Савватеева О.А., Рунова Е.Ю., Макаров О.А.</b> Состояние атмосферного воздуха как один из основных факторов формирования экологического риска на территории малых и средних городов .....	242
<i>O.A. Savvateeva, E.Yu. Runova, O.A. Makarov</i> Atmospheric air state as one of the main environmental risk formation factors in the small and medium-sized cities territories	
<b>Сашанова А.А., Тильвалдыева Л.Ш., Бобылев Н.Г.</b> Методика подготовки местных добровольных обзоров о ходе реализации Целей устойчивого развития Организации Объединенных Наций .....	246
<i>A. Sashanova, L. Tilvaldiyeva, N. Bobylev</i> A methodology for the voluntary local review on the United Nations Sustainable Development Goals	

<b>Степанова Н.Е.</b> Изменение зеленой инфраструктуры Волгоградского региона в условиях глобальных климатических изменений .....	252
<i>N. E. Stepanova</i> Green infrastructure control in the Volgograd region under global climate change	
<b>Телятник И.И.</b> Динамика изменения качества атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге в период с 2010 по 2019 гг. ....	257
<i>I. I. Telyatnik</i> Dynamics of atmospheric air quality change in St. Petersburg from 2010 to 2019	
<b>Трубина Л.К., Николаева О.Н.</b> Геопространственный подход к решению экологических проблем промышленного центра .....	259
<i>L. K. Trubina, O. N. Nikolaeva</i> A geospatial approach to reducing environmental impact of urban-industrial development	
<b>Чернышова Н.А.</b> Оценка воздействия на состояние окружающей среды при возможной аварии газопровода коттеджного комплекса «Еловый ручей» в поселке Заварзино Томской области .....	264
<i>N.A. Chernyshova</i> Assessment of the impact on the environmental state in the possible gas pipeline accident of the «Elovy ruchey» cottage complex in the village of Zavarzino of the Tomsk region	
<b>СЕКЦИЯ 6. ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ (ЦУР-9)</b>	
<b>Колбовский Е.Ю.</b> ГИС-моделирование в геоэкологии: опыт, достижения, проблемы и перспективы .....	269
<i>E.Yu. Kolbowski</i> GIS modeling in geocology: experience, achievements, problems and prospects	
<b>Колбовский Е.Ю., Петров Л.А.</b> Оценка аквально-парковых комплексов в контексте гис-моделирования визуально-эстетических свойств территории Москвы .....	276
<i>E.Yu. Kolbowski, L.A. Petrov</i> Assessment of park aquatic complexes in the context of GIS modelling of the visual aesthetic properties of the territory of Moscow	
<b>Миронова Е.Е.</b> Изучение связности зеленой инфраструктуры города методом морфологического пространственного анализа .....	281
<i>E.E. Mironova</i> Studying connectivity of urban green infrastructure using the morphological spatial pattern analysis (MSPA)	
<b>Пижанкова Е.И., Гаврилов А.В.</b> Мерзлотно-экологические исследования в шельфовой зоне Восточно-Сибирского сектора российской Арктики .....	284
<i>Pizhankova E.I., Gavrilov A.V.</i> Permafrost and environmental studies in the shelf zone of the Eastern Siberian sector of the Russian Arctic	
<b>Подобед Е.А.</b> Методические основы создания ландшафтной ГИС Курской области .....	289
<i>E.A. Podobed</i> Methodological basis of landscape GIS creation Kursk region	
<b>Понедельник И.В.</b> Инструмент краудмэппинга для совместных усилий по адаптации и смягчению последствий изменения климата .....	293
<i>I.V. Ponedelnik</i> Crowdmapping tool for joint efforts to adapt and mitigate the impact of climate change	



<i>Светлосанов В.А., Жагина С.Н., Низовцев В.А., Пахомова О.М.</i> Современные методы исследования проблем туризма и устойчивого развития регионов в связи с пандемией Covid-2019 .....	295
<i>V.A. Svetlosanov, S.N. Zhagina, V.A. Nizovtsev, O. M. Pakhomova</i> Modern methods of researching the regional problems of tourism and sustainable development in connection with the COVID-19 pandemic	
<i>Табелинова А.С.</i> Геоинформационное картографирование природных и антропогенных процессов в ландшафтах северо-восточного Прикаспия .....	300
<i>A.S. Tabelinova</i> Geoinformation mapping of natural and anthropogenic processes in the landscapes of the north-eastern Caspian Sea region	
<i>Тесленок С.А., Жукова С.А.</i> Создание карт общего содержания озона и картографических анимаций на их основе .....	305
<i>S.A. Teslenok, A.A. Zhukova</i> Creating total ozone maps and animations based on them	
<i>Тесленок С.А., Морозова М.А.</i> Создание картографических анимаций распространения лесных пожаров .....	309
<i>S.A. Teslenok, M.A. Morozova</i> Creating cartographic animations of the distribution of forest fires	

## СЕКЦИЯ 7. НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПОДГОТОВКИ ГЕОЭКОЛОГОВ В ВУЗАХ (ЦУР-4)

<i>Аршинова М.А.</i> Экологическое образование в университетах Великобритании: организационные и содержательные аспекты .....	316
<i>M.A. Arshinova</i> Environmental education in British universities: institutional and substantive aspects	
<i>Голубева Е.И., Тульская Н.И., Глухова Е.В.</i> Система дополнительного профессионального образования в сфере экологии и природопользования на географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова .....	321
<i>E. I. Golubeva, N. I. Tulskaaya, E. V. Glukhova</i> Professional development courses in ecology and environmental management offered at the department of geography, Lomonosov Moscow State University	
<i>Караганова Н.Г., Еремеева С.С., Житова Е.Н.</i> Проблемы трудоустройства обучающихся по направлению «Экология и природопользование» Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова .....	325
<i>N.G. Karaganova, S.S. Eremeeva, E.N. Zhitova</i> Problems of employment of students in the direction «Ecology and Nature Use» of the I.N. Ulyanov Chuvash State University	
<i>Кольмакова Е.Г.</i> Роль учебно-методических комплексов по физической географии для учреждений среднего образования в подготовке специалистов географического профиля в ВУЗах .....	329
<i>A.G. Kolmakova</i> The role of educational-methodological complexes on physical geography for secondary schools in the training of specialists in geography at universities	
<i>Хлебосолова О.А.</i> Качество высшего экологического образования и перспективы его оценки .....	335
<i>O. A. Khlebosolova</i> Quality of university environmental education and prospects for its evaluation	

Настоящее издание включает материалы Всероссийской научной конференции с международным участием «**Мировая экологическая повестка и Россия**», проведенной на географическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова в ноябре 2020 г. по инициативе кафедры физической географии мира и геоэкологии. Конференция посвящена роли, которую играет наша страна в решении глобальных экологических проблем – в сфере реализации Целей устойчивого развития ООН до 2030 г. (ЦУР), снижения воздействий и эффективной адаптации к глобальным климатическим изменениям, поиска ответов на многообразные экологические вызовы, в том числе в условиях неопределенности социально-экономического развития, вызванного пандемией.

В работе конференции участвовали преподаватели, научные сотрудники и молодые ученые географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова, других университетов – Мурманского арктического университета, Белгородского, Воронежского, Калужского, Карачаево-Черкесского, Курского, Мордовского, Пермского, Санкт-Петербургского, Смоленского, Томского, Чувашского государственных университетов, Сибирского государственного университета геосистем и технологий, университета «Дубна», МГИМО, а также ряда педагогических и технических университетов России. В конференции приняли участие сотрудники Казахстанского филиала МГУ, Белорусского государственного университета, Центрально-Европейского университета (Венгрия).

На конференции представлены научные учреждения Российской Академии наук – Институт географии и Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Институт инновационных и термоядерных исследований, Гидрохимический институт Росгидромета, Институт природно-технических систем. В работе конференции активно участвовали специалисты, занимающиеся практической деятельностью в области охраны окружающей среды и геоэкологических исследований, из Центра охраны дикой природы, НИИПИ Генплана г. Москвы, компаний по производству видеоконтента и графики, в т.ч. экологической тематики (Единая Медиа Группа) и др.

В сборник конференции вошли материалы докладов в области теоретических и прикладных геоэкологических исследований, глобальной и региональной ландшафтной геоэкологии, экоурбанистики, ГИС-технологий и других сфер современной геоэкологии. На конференции в более чем 80 докладах представлены разнообразные тематические направления.

В докладах секции «*Развитие теории и методологии геоэкологии за последние 30 лет*» освещено место геоэкологии в современной системе наук о Земле, обсуждаются ее философские основы, многомерность объектов и методов геоэкологических исследований на разных уровнях – от глобального (идеальный материк, проект ГЕО) до макрорегиональных (Арктика). Рассмотрены перспективы развития теории геоэкологии, которая стала разветвленным междисциплинарным научным направлением.

Тематические разделы конференции посвящены проблемам достижения экологически ориентированных Целей устойчивого развития ООН, реализация которых чрезвычайно важна для России.

В разделе *«Мировая климатическая политика и роль России»* (в рамках ЦУР 13 – Принятие срочных мер по борьбе с изменением климата и его последствиями) рассмотрены разнообразные аспекты международной и национальной деятельности в области смягчения последствий и адаптации к климатическим изменениям – от анализа содержания и эволюции основных конвенций до эколого-экономических оценок на примере разных стран и секторов экономики. В докладах также затронуты проблемы реализации Парижского соглашения, национальные цели климатической политики, формирования углеродных рынков, климатическая чувствительность регионов России.

Раздел *«Тренды антропогенизации ландшафтов в условиях глобальных изменений»* (в рамках ЦУР 15 – Защита и восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биоразнообразия) освещает широкий спектр проблем – от мирового опыта управления прибрежными зонами и загрязнения микропластиком до сохранения ландшафтного разнообразия и дикой природы в регионах России. Рассмотрены вопросы устойчивости экосистем, особенности геоэкологического мониторинга, регулирования в области защиты от деградации земель и опустынивания и др. вопросы.

В разделе *«Геоэкология и устойчивое социально-экономическое развитие»* (ЦУР 17 – Укрепление средств осуществления и активизация работы в рамках глобального партнерства в интересах устойчивого развития) преобладают ресурсные экономические оценки природного капитала как инструмента принятия экономических решений и оптимизации природопользования. Обсуждаются природные факторы устойчивого развития регионов, развития зелёной экономики, методология эколого-экономической оценки природно-антропогенных систем.

ЦУР 11 «Устойчивые города и населенные пункты» отражена в разделе *«Геоэкологические проблемы современного этапа урбанизации»*. Ее тематика демонстрирует, что современный город – понятие более, чем многогранное. Доклады отражают два блока исследований. Первый посвящен проблемам, связанным с загрязнением атмосферного воздуха и других природных сред, а также их влиянием на здоровье населения и растительность. Второй – содержит результаты оценки состояния и роли зеленых пространств, которые осмысливаются с новых позиций – социально-экологических функций, экосистемных услуг и динамики в контексте городского развития. Реализации глобальной повестки на локальном уровне посвящен доклад о подготовке добровольных национальных обзоров в области устойчивого развития на материале Санкт-Петербурга.

Тематика раздела *«Геоинформационные технологии в сфере экологических исследований»* (ЦУР 9 – Создание стойкой инфраструктуры, содействие всеохватной и устойчивой индустриализации и инновациям) охватывает современные методы ГИС-моделирования в геоэкологии, специфику использования больших данных, а также опыт применения процедур визуализации и краудмэппинга. Материалы раздела демонстрируют эффективность использования ГИС-методов для оценки экологических глобальных процессов (состояние озонового слоя, глобальный климат), картографирования локальных экстремальных явлений (распространение пожаров), природных и антропогенных процессов в

ландшафтах. Представлены результаты актуальных кейсов ГИС-моделирования зеленой инфраструктуры, оценки эстетических свойств городской среды, туристско-рекреационного потенциала и др.

В разделе «*Новые тенденции подготовки геоэкологов в ВУЗах*» (ЦУР 4 – Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех) рассмотрены вопросы развития экологического образования в университетах нашей страны и за рубежом, структуры занятости выпускников, оценки качества экологического образования и др.

Современный этап развития геоэкологии сопряжен с новой волной кризисных явлений в экономике и окружающей среде, усилением процессов глобализации мирового развития, а также с растущей озабоченностью общества экологическими проблемами. Представленные в сборнике материалы отражают широкий диапазон актуальных проблем современной экологической повестки – от общих теоретических дискуссий до применения информационных технологий при решении конкретных геоэкологических задач. Чрезвычайно важна интеграция результатов геоэкологических исследований и научных обобщений в образовательный процесс и подготовку кадров, поэтому в сборнике представлены материалы молодых ученых, аспирантов и магистрантов кафедры.



## **СЕКЦИЯ 1**

### **РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ И МЕТОДОЛОГИИ ГЕОЭКОЛОГИИ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 30 ЛЕТ**

УДК 911.2(4)

*Н.Н. Алексеева, О.А. Климанова, Д.А. Третьяченко*  
МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия  
(E-mail: nalex01@mail.ru, oxkl@yandex.ru, daria.trt@gmail.com)

## **МОДЕЛЬ ГИПОТЕТИЧЕСКОГО МАТЕРИКА: ОТ ПРИРОДНО-ЗОНАЛЬНЫХ ДО ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ОБОБЩЕНИЙ**

Рассмотрена концепция гипотетического (идеального) континента, более столетия используемая в научных и учебных целях для отображения распределения природно-климатических закономерностей без учета влияния орографических факторов. За это время было разработано множество схем географических поясов и зон на гипотетических континентах различной формы. ГИС-моделирование с пространственным разрешением 10 км позволило создать новый, более детальный контур гипотетического континента, а также интегрировать природные зоны и экологические зоны в геометрию идеального континента. Определены сходства и различия поясно-зональной структуры в созданной детализированной модели по сравнению с предыдущими версиями.

*Ключевые слова:* гипотетический (идеальный) континент, природные ландшафты, поясно-зональная структура, экозоны, ГИС-моделирование.

**Постановка проблемы.** Под гипотетическим (или идеальным, обобщенным) материком принято понимать условный континент, построенный с соблюдением линейного масштаба по параллелям и осевому меридиану, представляющий собой слаборасчлененную равнинную поверхность высотой около 200 м. Концепция гипотетического материка (ГМ) используется в физической географии и геоэкологии для моделирования обобщенной картины природно-климатической зональности без учета влияния азональных факторов. На ГМ хорошо прослеживаются закономерности как поясно-зональной, так и секторной дифференциации суши Земли, что делает его универсальным инструментом для их понимания. Дифференциация идеального материка зависит от характера моделируемых параметров, детальности используемых данных и технологических возможностей, которые на современном этапе исследований позволяют существенно уточнить первоначальные модели как концептуально, так и содержательно. Интеграция разнообразных геопространственных данных в геометрию идеального континента может стать основой для обобщений и анализа на новом уровне различных взаимосвязей, в том числе в сфере трансформации ландшафтов суши Земли.

Первая модель идеального континента была предложена российским и германским климатологом и географом В. Кёппеном в 1910 г., выделившим на нем климатические зоны (Кёппен использовал состав и распределение растительности для проведения климатических границ). Классической планетарной моделью географической зональности считается схема, разработанная в 1948 г. К. Троллем. В дальнейшем, эта модель была усовершенствована (например, в трехтомном учебнике Г. Вальтера «Растительность земного шара» на обложке каждого тома приведена схема типов растительности, разработанная К. Троллем с

дополнениями Г. Вальтера). Помимо природных зон и типов растительности на идеальном материке были выделены экологические регионы [7, 8]. В основу последних положены климатические пояса / типы климатов, послужившие основой для выделения экологических областей. В книге Р. Бейли «География экосистем» (2009) на весьма обобщенной схеме ГМ отражены как типичные местоположения 4 условных поясов или доменов (полярный, умеренный влажный, засушливый, тропический влажный) и типов климата (15), так и количественные показатели наиболее важных климатических границ, соответствующие зональным группировкам растительности [7].

За более чем столетний период существования концепции были предложены различные очертания и схемы дифференциации идеального материка: помимо уже упомянутых авторов над этими проблемами работали швейцарские ботаники Г. Брокман-Ерош и Е. Рюбель, немецкий эколог Г. Шмидт, советский ботаник А. П. Шенников, климатолог Н.Н. Иванов, физико-географ А.Г. Исаченко и др.

На географическом факультете МГУ в разные годы было разработано несколько моделей природной зональности на ГМ с разной степенью обобщения. Схемы планетарной зональности, созданные Е.Н. Лукашовой в 1966 г. [2] и на ее основе А.М. Рябчиковым в 1972 г. [4], коллективом кафедры физической географии зарубежных стран на врезке к мировой настенной карте «Географические пояса и зональные типы ландшафтов» (1988), разрабатывались на основе ручного расчета конфигурации зон с учетом их площадей по глобальным и материковым картам разного масштаба. Наиболее детальная поясно-зональная модель ГМ была создана Б.А. Алексеевым и Г.Н. Голубевым в конце 1990-х гг. с помощью компьютерных технологий на основе данных к указанной карте (1988) [5]. Для подсчета площадей ареалов зональных типов ландшафтов использовались трапеции градусной сетки размером 10x10 градусов. На схеме ГМ было представлено 96 зональных типов ландшафтов, она была опубликована в немецком журнале «Erdkunde» («География»), основанном К. Троллем. В статье [5] на гипотетическом континенте впервые были представлены модели расположения горных ландшафтов и антропогенной трансформации ландшафтов суши. В 2004 г. в семитомнике «География, общество, окружающая среда» опубликована новая, генерализованная модель ГМ с 70 зональными типами ландшафтов в границах географических поясов [1]. В 2015 г. под руководством Э.П. Романовой также с использованием геоинформационных технологий создана модель ГМ на основе обновленной секторно-зональной классификации суши, операционно-территориальными единицами были природные зоны (всего 44) [3].

Появление разнообразных геопространственных данных глобального уровня и новые возможности моделирования геометрии идеального континента в ГИС-среде создают условия для решения новых задач в этой области. К ним относятся: 1) разработка тиражируемого алгоритма анализа глобальных данных при помощи подходов, традиционно применяемых в построении модели ГМ, 2) выбор адекватных масштабов для отображения результатов моделирования и закономерностей дифференциации природных зон/зональных типов ландшафтов; 3) интеграция в разработанную модель других данных и ее верификация. Эти задачи и решались в рамках данного исследования.

**Материалы и методы исследования.** Для создания схемы гипотетического материка с сохранением фактической мозаики природных зон были взяты границы природных зон из электронного Атласа мира "ArcAtlas: Our Earth" (1996), где были выделены 26 природных зон, относящихся к 7 географическим поясам, а также интразональные ландшафты [6]. Для моделирования их положения на гипотетическом материке был применен инструментарий программы ArcGIS 10.5 (ESRI).

На первом этапе работы была разработана модель для создания нового полигона гипотетического материка, отличающегося от своих предшественников большей детальностью. Для этого использовались открытые полигональные данные ArcGIS Online Continents, конвертированные в растровый формат с разрешением 10 км. Для автоматизации процесса в модуле ModelBuilder и исключения необходимости применения ArcGIS Pro (или ArcMap) в режиме редактирования, процесс в модели был разделен на две ветви – построение контура идеального континента в восточном и западном полушариях. Это действие было необходимо для того, чтобы четко выдержать алгоритм построения, использованный в работе [4], которая полагает, что конечная модель отражает половину площади планетарной суши. Все возможные переменные модели (исходные данные, точность, выходные данные) заданы как параметры, и при запуске модели в виде инструмента есть возможность настраивать процесс создания полигона ГМ в зависимости от выбранных значений данных переменных. В результате был получен итоговый полигон ГМ с существенно уточненной геометрией контура (рисунок) в сравнении с предыдущими моделями, соответствующий детальности выбранного исходного растра.

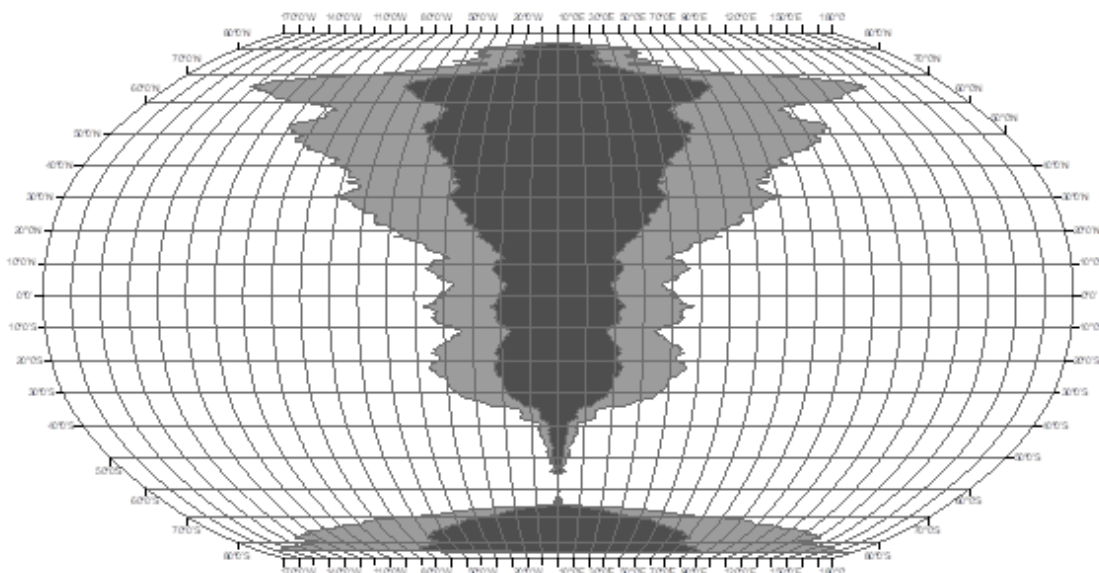


Рис. Полигоны гипотетического материка с исходными параметрами суши по широте и с допущением  $\frac{1}{2}$  площади

На втором этапе в модуле Model Builder была создана новая схема рабочих процессов уже с использованием полученного контура гипотетического материка. Разработанная на этом этапе модель может применяться для любых полигональных объектов, единственное требование к которым – наличие у интегрируемых в нее контуров атрибутивной информации, описывающих их свойства (природных зон, почвенных ареалов, типов



растительности и т.д.). После выполнения алгоритма модели ареалы природных зон из электронного Атласа мира "ArcAtlas: Our Earth" (1996) были интегрированы в новую геометрию гипотетического континента. В качестве центрального меридиана на модели был выбран Гринвичский меридиан, что впервые позволило сопроводить модель не только широтными, но и долготными показателями локализации зон.

Верификация разработанной модели построения контура ГМ и алгоритма интеграции данных в его геометрию была проведена с использованием геопространственной базы данных экологических зон ФАО [9]. В основе их выделения (20 типов экозон в 5 доменах) лежит типология климатов (Körppen, 1931, Trewartha, 1968), карта отличается хорошим соответствием типов климатов – зональной климаксной растительности и почв.

**Результаты и их обсуждение.** Основными результатами выполненной работы стали: 1) новый, более детальный полигон ГМ с учетом реальной локализации континентов с уточненной для данного разрешения геометрией, соответствующей фактическому распределению суши по 10-километровым широтным полосам; 2) схема локализации 26 природных зон и интразональных группировок ландшафтов, ее описательная статистика; 3) схема пространственной локализации 20 экологических зон (по ФАО).

При помощи специального разработанного алгоритма впервые был создан полигон гипотетического материка разработанный с точностью до 10 км. Для его создания в модели было использовано порядка 1,5 млн точек, для каждой из которых были добавлены атрибутивные поля с координатами. Расчеты площадей природных зон на созданной модели ГМ отличаются от площадей, приведенных в [3], но соответствуют общим площадным характеристикам суши Земли (без учета Антарктиды), что свидетельствует об их верности. Для каждой 10-километровой широтной полосы было получено свое сочетание природных зон, что в итоге позволило получить весьма дифференцированную схему зональных выделов, пересекаемых в субмеридиональном направлении интразональными (б.ч. долинными) типами ландшафтов. Более высокая степень разрешения привела к тому, что границы зон получились менее сглаженными, а их ареалы более дискретными, чем на прежних версиях идеального материка.

Границы географических поясов оказались также чрезвычайно ломаными, а в ряде районов исчезла широтная континуальность поясов, как например, в экваториальном поясе за счет зоны саванн и редколесий в восточных частях. Были выявлены и другие отличия, например, в высоких широтах на западной окраине ГМ изменилось очертание границы субарктических/таежных природных зон, с продвижением вдоль западного побережья до 60° с. ш. лесотундровой зоны (вероятно, из-за более точного учета ареала лесотундры на Аляске в Северной Америке). При этом сохранились и общие закономерности зональной дифференциации, отмеченные на прежних схемах. Так, например, на созданной модели отмечается заметный сдвиг к северу границ пустынных зон во внутриконтинентальных секторах субтропического и тропического поясов; продвижение к югу границ таежной зоны на восточной окраине ГМ, более северное положение границы между умеренным и субтропическим поясами на западе в сравнении с восточной окраиной в северном полушарии.

Применение разработанного алгоритма для интеграции в полигон ГМ растровых данных экологических зон показало те же закономерности локализации, что и в отношении природных зон. К ним относится столь же четкая «языковатость» границ зон, определяющая продвижение зон далеко на юг или север за пределы основного ареала, наличие схожего по контурной части «пустынного ядра» в континентальном секторе тропического пояса и «разорванных» по приокеаническим секторам ареалов лесных зон. В большинстве районов гипотетического материка рисунок природных зон, выделенных на основе электронного атласа «Our Earth» и базы геопространственных данных экологических зон ФАО, тождественен, что подтверждает схожесть фундаментальной – природно-зональной основы их построения. В то же время разная детальность выделения зон (более дробная у природных зон) определяет и некоторые различия, в частности, простираения полярной зоны.

**Выводы.** Существенные отличия результатов моделирования зональности на детальном гипотетическом материке в сравнении с традиционными схемами свидетельствуют о том, что данная задача может быть решена, прежде всего, при условии сопоставимости входных данных модели и интегрируемых в нее данных. Использование в качестве последних оцифрованных карт, составленных ручным способом, создает в этой связи значительные сложности. Способами их разрешения может быть как изменение точности итогового полигона гипотетического материка в сторону упрощения, так и доработка исходных данных для интеграции, в частности создание новой карты природных зон на основе полноценного многофакторного ГИС-моделирования. Однако даже при указанных ограничениях подтверждаются многие закономерности зональной дифференциации ландшафтной сферы Земли.

Разработанные алгоритмы моделирования контура гипотетического материка и интеграции в его геометрии геопространственных данных различной тематики создают новые возможности для моделирования и визуализации глобальных закономерностей распределения как природных комплексов, так и тематических данных геоэкологического содержания – структуры земельного покрова, демографической нагрузки, экзогенных процессов и др. Это позволяет наметить новые направления исследований кафедральной школы физической географии мира и геоэкологии для дальнейших оценок последствий трансформации ландшафтов Земли.

Работа выполнена в рамках темы Госзадания кафедры физической географии мира и геоэкологии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова «Геоэкологическая оценка и прогноз состояния ландшафтов мира в условиях глобальных изменений».

### Литература

1. *Алексеев Б.А., Голубев Г.Н.* Глобальная модель современных ландшафтов суши // Геоэкологическое состояние ландшафтов суши. В кн.: География, общество, окружающая среда. Т. II. Функционирование и современное состояние ландшафтов. Под ред. К.Н. Дьяконова, Э.П. Романовой. М.: Изд. дом «Городец». С. 319–326.
2. *Лукашова Е.Н.* Основные закономерности природной зональности и ее проявление на суше Земли // *Вестник Московского университета. Серия 5. География.* – 1966. № 6. С. 11–25.

3. Романова Э. П., Алексеева Н. Н., Аршинова М. А. и др. Новая карта мира «Географические пояса и природные зоны суши Земли» // *Вестник Московского университета. Серия 5. География*. 2015. № 4. С. 3–11.
4. Рябчиков А. М. Структура и динамика геосферы, ее естественное развитие и изменение человеком. М.: Мысль, 1972. 224 с.
5. Alexeev B. A., Golubev G. N. The world's landscapes system and its change // *Erdkunde*. – 2000. Band 54. P. 12–18.
6. ArcAtlas «Our Earth». – Redlans, 1996 [Электронный ресурс]. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).
7. Bailey R. *Ecosystem Geography. From Ecoregions to Sites*. Second Edition. Springer Science+Business Media, 2009. 251 p.
8. Crowley J. M. Biogeography. *Canadian Geographer*. 1967. Vol. 11. P. 312–326.
9. Global Ecological Zoning for the Global Forest Resources Assessment 2000. Final Report. Rome: FAO, 2001. 211 p.

N.N. Alekseeva, O.A. Klimanova, D.A. Tretyachenko

**MODEL OF A HYPOTHETICAL CONTINENT:  
FROM NATURAL ZONAL PATTERNS TO GEOECOLOGICAL SYNTHESIS**

The concept of a hypothetical (ideal) continent, used for more than a century in scientific and educational purposes to show the distribution of natural and climatic patterns without taking into account the influence of orographic factors, is considered. During this time, many schemes with geographic zoning were developed on hypothetical continents of various shapes. The models in GIS made it possible to obtain polygons of a hypothetical continent with a spatial resolution of 10 km, as well as to integrate natural zones ecozones into the geometry of an ideal continent. The similarities and differences of the belt and zonal pattern within the created highly detailed model in comparison with previous versions are defined.

*Keywords:* hypothetical (ideal) continent, natural landscapes, belt and zonal pattern, ecozones, GIS modeling.

**УДК 502.11: 930**

*Л. Б. Вампилова*

*Ленинградский государственный университет имени А. С. Пушкина  
г. Санкт – Петербург, Россия (E-mail: histgeolbv67@gmail.com)*

**ОСНОВНЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКОЙ ГЕОЭКОЛОГИИ  
И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ**

На современном этапе развития геоэкологии, исследователи повсеместно используют информационную базу исторической географии, что позволяет объективно оценивать размер и масштабы антропогенной нагрузки за историческое время. Грани сотрудничества на стыке геоэкологии, исторической географии, ландшафтной экологии, экологической истории обеспечивают междисциплинарный характер проводимых исследований. Обосновано новое направление – историческая геоэкология, предпринята попытка определить объект и предмет исследования. В качестве главной исследовательской задачи

автором выбран анализ научных изысканий по поводу категории времени и роли хронологических исследований для развития исторической геоэкологии. Время в ландшафте, этносе, природопользовании рассматривается через событийные процессы. Результаты хронологических изысканий обоснованы и представлены автором в качестве новых терминов исторической геоэкологии – длительности, давности и интенсивности освоения. Перечисленные термины, связаны с категорией времени, их следует рассматривать как индикатор степени антропоизации ландшафтов. Это серьезный полигон для принятия решения по интеллектуальной исследовательской задаче.

*Ключевые слова:* историческая геоэкология, историко-геоэкологическая периодизация, событийный подход, длительность, давность освоения

В последние десятилетия в различных областях науки, не всегда родственных, появились такие новые направления как геоэкология, ландшафтная экология, экологическая история. В их названиях есть одно родственное связующее начало «экология». По нашему мнению, к каждому из перечисленных направлений в той или иной мере имеет отношение историческая география, поскольку для каждого из них важен исторический аспект. Философские категории пространства и времени находят применение при обосновании концептуальных основ любой науки, однако исследований с использованием категории времени значительно меньше, что не свидетельствует о снижении интереса научного сообщества к хронологической тематике. Малое число публикаций указывает на то обстоятельство, что сфера конкретного временного исследования изучена недостаточно.

У представителей гуманитарных и общественных наук направление *экологическая история – Environmental History*, изучающая взаимодействия человека с природной средой во времени, где подчеркивается роль природы во влиянии на деятельность человека и наоборот. Возникновение экологической истории стало результатом экологического движения 1960-70-х годов в Соединенных Штатах, а впоследствии оказалось связанным с современными мировыми экологическими проблемами. Специалисты в области исторических, философских, культурологических наук основываются на вопросах охраны природы в плане охвата социальной и научной истории, касающейся городов, населения и устойчивого развития. Все негативные события для природы происходят в естественном мире, поэтому исследования по экологической истории сосредотачиваются на конкретных временных срезах и в конкретных географических регионах.

У предмета изучения экологической истории есть несколько аспектов: главный, это сама природа и ее изменение во времени; второй аспект – это характер использования природной среды, включающий экологические последствия хозяйственной деятельности. На каждый временной срез приходится своя система природопользования, которая оказывает воздействие на ландшафт в соответствии с уровнем развития производительных сил. Различия между уровнем модификации природного ландшафта в эпоху неолитической революции, промышленных и технологических революций будут существенно отличаться. Для историков окружающей среды третьим важным аспектом изучения являются убеждения человека (отношение, убеждение, ценности) на чувственном уровне, их влияние на взаимодействие с природой – наука, религия, литература и искусство.

*Ландшафтная экология* - научное направление, располагающееся на стыке географии и экологии, возникло как отклик на экологические кризисы. Объектом исследования является географический ландшафт, включающий все компоненты природы и результаты хозяйственной деятельности человека. Это направление получило развитие в 30 – х гг. XX века в Германии, автор термина – немецкий географ К. Тролль [13], представлявший ландшафтную экологию, как «изучающую ландшафтный бюджет региона с вычислением балансов вещества и энергии» [6, с. 153]. Впоследствии распространение учения происходило в рамках классической экологии в США и Австралии.

Для современной ландшафтной экологии актуальны исследования в рамках изучения обмена веществом, энергией, информацией между биоценозами и природными компонентами внутри ландшафта. Теоретическую основу составляют вопросы пространственно-временной организации на глобальном, региональном и локальном уровне для создания концепции управления природопользованием. Методологические проблемы пространственного анализа – одно из приоритетных направлений исследования: ландшафтная экология изучает изменение геопространственной структуры, поведения и функционирования ландшафта, а также природно-антропогенный ландшафт и подходы к анализу его экологического состояния; причины и следствия пространственной разнородности. Перечень основных направлений исследований ландшафтной экологии свидетельствует о необходимости использования категории времени при анализе структуры и функционирования ландшафтов, воздействии общества на природу и, в частности, формирование природно-антропогенных систем.

*Геоэкология* входит в систему географических наук, для нее также характерна причастность к изучению хронологических аспектов географической среды, как и для исторической географии. Рассмотрим основные теоретические положения исторической географии и ее роль в раскрытии системы геоэкологических знаний, изучении ландшафтно-экологических ситуаций. Для современных исследований ландшафтов в целях проведения геоэкологической оценки регионов, понимания сути современных экологических проблем, разработки действенной политики управления природопользованием необходимо сопряженное изучение состояния природы, населения, хозяйства прошлых эпох [9]. По мере увеличения масштабов освоения человек вовлекает в хозяйственный оборот все новые виды ресурсов и новые территории. Использование метода ретроспективного анализа – один из возможных путей решения научной проблемы по оценке изменений природной среды, в прошлом, настоящем и будущем, и как следствие определение тенденций естественной динамики ландшафтов и их антропогенного преобразования.

*Историческая география* – междисциплинарное научное направление, использующее методы и сведения смежных наук для анализа взаимосвязей в триединстве «ландшафт-этнос-природопользование». Пространственно-временная основа построения историко-географического исследования включает информационную базу данных, историко-географическую периодизацию, историко-географическое районирование и оценку современного состояния ландшафтов по единицам историко-географического районирования как завершающий этап исследования, что в совокупности определяет сущность историко-географического анализа и синтеза региона. Развитие методов историко-географического

анализа (ИГА) и синтеза (ИГС) региона совпадает с этапами развития исторической географии в целом [1]. Процесс их разработки охватывал длительный промежуток времени, совпадая со стадиями развития науки. К первым шагам развития исторической географии может быть отнесено и начало зарождения метода ИГА, а синтез может осуществляться только по мере накопления историко-географических сведений о регионе, единице историко-географического районирования [2, 3].

Для последующего рассмотрения взаимосвязей между исторической географией и геоэкологией следует обозначить основные методологические позиции последней. Геоэкология – междисциплинарное научное направление, занимающееся исследованием строения, состава, свойств, физических и геохимических процессов в географической оболочке Земли, служащей средой обитания живых организмов и человека. Одной из задач науки является изучение ресурсного потенциала и изменение его под влиянием природных и антропогенных факторов, рациональное использование природных ресурсов, с целью сохранения продуктивной природной среды для будущих поколений людей. Доказательством междисциплинарности и интегральности направления служит включение в число решаемых задач науки: геоэкологической оценки территории (или региона), современных методов и методик геоэкологического картирования, моделирования, геоинформационных систем и технологий, создание баз данных, включающих результаты преобразования ландшафтов под влиянием различных видов природопользования.

Перечень проблем, рассматриваемых геоэкологическим направлением науки, включает: исследование природной среды и её изменения под влиянием урбанизации и хозяйственной деятельности человека; оценку состояния и управление современными ландшафтами; разработку научных основ рационального использования и охраны водных, воздушных, земельных, рекреационных, минеральных и энергетических ресурсов Земли, рекультивацию земель, ресурсосбережение и утилизацию отходов; экологические кризисы в истории Земли (исторические реконструкции и прогноз современных изменений природы и климата); междисциплинарные аспекты стратегии выживания человечества и разработку научных основ регулирования качеством состояния окружающей среды. Не зависимо от того, что начальный этап развития геоэкологии относится к 70-м гг. XX века, т.е. отрезок времени существования науки отличается непродолжительностью, однако развитие идет быстрыми темпами. Определение науки по мере накопления геоэкологического знания развивается эволюционным путем: это популярное и актуальное сегодня направление, где число исследователей постоянно увеличивается. Принимая во внимание заинтересованность большого числа исследователей в развитии этого направления (А. В. Антипова, Ю. Н. Гладкий, П. В. Голушов, Г. Н. Голубев, С. П. Горшков, Л. Н. Гумилев, В. В. Дмитриев, Ю. Д. Дмитриевский, А. Г. Емельянов, В. С. Жекулин, А. И. Жиров, А. Г. Исаченко, Б. И. Кочуров, С. А. Куролап, С. Б. Лавров, Ф. Н. Лисецкий, Л. И. Мухина, Е. М. Нестеров, В. И. Осипов, К. М. Петров, В. Б. Поздеев, В. С. Преображенский, Н. Ф. Реймерс, Л. Л. Розанов, С. П. Романчук, В. В. Рюмин, Ю. П. Селиверстов, А. М. Трофимов, Г. Т. Фрумин, Ю. Г. Чендев, А. А. Чибилев, А. И. Чистобаев, Н. А. Ясаманов и другие) и результаты обобщения изысканий, представленных авторами, надлежит констатировать, что в целом геоэкологическая наука сегодня может быть показана 23 направлениями.

По этому поводу А. И. Жиров, анализируя многочисленные направления геоэкологической науки, констатирует, что развитие геоэкологии сопровождалось формированием основных семи направлений исследования: 1) общегеоэкологическое, 2) историко-геоэкологическое, 3) глобально-геоэкологическое, 4) ландшафтно-геоэкологическое, 5) литосферно-геоэкологическое, 6) методико-исследовательское, 7) общекультурно-геоэкологическое. Перечень концепций и, положенных в их основу идей, подробно изложены в монографии [6]. Как видно из этого обобщенного перечня на втором месте находится историко-геоэкологическое направление, что подтверждает актуальность, значимость и востребованность категорий пространства и времени в процессе изучения коадаптации ландшафта и хозяйственной деятельности за историческое время. Реальность появления этого направления обосновано трудами Л. Н. Гумилева [4], Ю. Д. Дмитриевского [5], А. И. Жирова [6], В. А. Зубакова [7, 8], Л. Л. Розанова [10, 11], С. П. Романчука [12] и других. Можно смело утверждать, что для развития этого направления крайне важна стыковка исторической географии и геоэкологии. Не зависимо от того, что историческая география, а именно ее природное направление (историческая физическая география, историческое ландшафтоведение) рассматривает возникающие за историю природопользования региона геоэкологические проблемы, но не занимается их решением. Сведения, полученные посредством историко-географических исследований, содержат важную информацию о масштабах и многообразии видов природопользования, т.е. дают объективное представление о размерах антропогенной нагрузки на природу, насколько она (нагрузка) постоянна и продолжительна за историческое время. В зависимости от продолжительности антропогенного прессинга на ландшафт, прерывистости или непрерывности воздействия человека во времени нами обосновываются новые термины - понятия – длительность, давность, интенсивность воздействия, которые применимы для классификации антропогенно-нарушенных комплексов. Наряду с вышеперечисленными авторами [4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12] нами продолжена попытка обоснования нового направления – исторической геоэкологии, которое является стыковым, интегральным. Следует рассматривать это направление в русле междисциплинарных исследований, поскольку названная тема разрабатывается среди представителей как естественного, так и гуманитарного направлений науки. Рассмотрение вопроса о роли категорий пространства и времени в этом направлении – и составляет методологическую основу исторической геоэкологии. Согласно определению А. Н. Жирова: «Историческая геоэкология – научное направление геоэкологии, занимающееся, изучением пространственных особенностей экологических взаимоотношений общества и окружающей среды прошлого, а кроме того, рассматривающее вопросы исторической эволюции гуманитарно-экологических идей и представлений, а также развития экологического (в том числе геоэкологического) знания» [6, с. 6].

Несколькими годами ранее Ю. Д. Дмитриевский выделял исторические аспекты геоэкологических исследований [5]. Название этого направления исторической геоэкологией было связано с наличием исторического угла зрения при проведении геоэкологического исследования.

На современном уровне исторической геоэкологии преждевременно говорить о дифференциации этого научного направления, но тем не менее, такие попытки предпринимаются. Что есть историко-геоэкологическое направление в наших научных исследованиях? В первую очередь, следует отметить, что не последнее место в нем занимают историко-географические исследования. Объектом исследования служит новая научная парадигма историко-геоэкологического анализа и синтеза осуществленная на примере природно-антропогенных геосистем региона, являющихся частью пространственно-временных систем.

По нашему мнению, историческая геоэкология - наука о пространственно-временных системах (ПВС), включая палеоэкологию, сформировавшихся в результате взаимодействия человека с окружающей средой и процессов прошлого за историческое время. Поскольку для исторической геоэкологии важен акцент на временном факторе, то уместен *Событийный подход* к историко-геоэкологической периодизации как инструменту познания процесса освоения ландшафтов, рассматриваемого во временной координате, что позволяет осуществить диахронический анализ изменений в триаде: природная среда, население и хозяйство. В основу выделения хроносрезов (эпоха, период, этап) положены события, рассматриваемые как историко-геоэкологические категории изменения ПВС в координатах пространства-времени на данном историческом этапе развития.

Цель исследования – разработка теоретико-методологических основ историко-геоэкологического подхода для ретроспективной геоэкологической оценки пространственно-временных систем региона.

Среди задач исторической геоэкологии обосновывается необходимость использования категории времени при анализе структуры и функционирования ландшафтов в процессе воздействия общества на природу и, в частности, при определении скорости формирования природно-антропогенных систем.

Для понимания сути современных экологических проблем, проведения геоэкологической оценки ПВС регионов, разработки действенной политики управления природопользованием необходимо сопряженное изучение состояния природы, населения и хозяйства прошлых эпох.

Изучение за историческое время опыта рационального использования природных ресурсов, оценки ресурсного потенциала и изменение его под влиянием природных и антропогенных факторов, с целью сохранения продуктивной природной среды для будущих поколений людей.

Обоснование структурированной методологической пространственно-временной основы для разработки алгоритма геоэкологической оценки ландшафтов региона.

Развитие понятийно-терминологического аппарата, обоснование структуры информационной базы и методической обеспеченности историко-геоэкологических исследований.

Разработка процессуально-событийного подхода для обоснования историко-геоэкологической периодизации и последующих схем районирования; разработка алгоритмов.



### Литература

1. Вампилова Л.Б. Теория регионального историко-географического анализа. //Псковский регионологический журнал. 2010. № 10. С. 129-140.
2. Вампилова Л.Б. К вопросу о пространственно-временной парадигме в географии // Историческая география России: ретроспектива и современность комплексных региональных исследований (100-летие завершения издания томов серии «Россия. Полное географическое описание нашего Отечества): материалы V междунар. конф. по исторической географии (Санкт-Петербург, 18-21 мая 2015 г.). Ч. I. – СПб.: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2015. – С. 17-23.
3. Вампилова Л. Б. Временной аспект в современном исследовании геоэкологического состояния геосистем // Международный научный вестник (Вестник Объединения православных ученых). 2016. № 4 (12). С. 37 – 41.
4. Гумилев Л. Н. География этноса в исторический период. М.: Наука, 1990. 279 с.
5. Дмитриевский Ю.Д. География и экология: состояние и будущее // География на пороге III тысячелетия. – СПб., 1995. С. 73 – 81.
6. Жиров А. И. Теоретические основы геоэкологии: Монография. – СПб.: Издательство, 2001. 377 с.
7. Зубаков В.А. Историческая геоэкология: предмет, задачи, первые выводы // Геоэкология: глобальные проблемы. – Л., 1990. С. 69 – 78.
8. Зубаков В. А. XXI век. Сценарии будущего: анализ последствий глобального экологического кризиса. – СПб., 1995. 86 с.
9. Петров К. М. Геоэкология: основы природопользования. СПб., 1994. 216 с.
10. Розанов Л. Л. Актуальные аспекты прикладной геоэкологии // Вестник МГОУ. Серия «Естественные науки». № 4 / 2013. С. 46 – 53.
11. Розанов Л.Л. Историческая геоэкология // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 4. С. 96-105.
12. Романчук С. П. Локализация, структура и динамика антропогенных ландшафтов прошлого (методы исследования) // Взаимодействие общества и природы в процессе общественной эволюции. – М., 1981. С. 69 – 79.
13. Troll C. Landschaftsökologie (Geoecologie) and Biogeocoenologia // Revue Roum. Geol. Geoptiys Geogr. Ser. Geobr. Bucuresti, 1970. V. 14.N.1.

### L.B. Vampilova

#### MAIN THEORETICAL PROVISIONS OF HISTORICAL GEOECOLOGY AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF THE SCIENTIFIC DIRECTION

At the present stage of Geoecology development, researchers everywhere use the information base of historical geography, which allows us to objectively assess the size and scale of anthropogenic load over historical time. The facets of cooperation at the intersection of Geoecology, historical geography, landscape ecology, and environmental history ensure the interdisciplinary nature of research. A new direction – historical Geoecology-is justified, and an attempt is made to determine the object and subject of research. As the main research task, the author selected the analysis of scientific research on the category of time and the role of chronological research for the development of historical Geoecology. Time in the landscape, ethnicity, environmental management is considered through event processes. The results of chronological research are justified and presented by the author as new terms of historical geoecology - duration, age and intensity of development. These terms are related to the time

category and should be considered as an indicator of the degree of anthropization of landscapes. This is a serious testing ground for decision-making on an intellectual research challenge.

*Keywords:* historical ecology, historical and geo-ecological periodization, “Events” approach, duration, age of exploration

УДК 551.345/.462

*А.В. Гаврилов, Е.И. Пижанкова*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
геологический факультет*

Москва, Россия (E-mail: gavrilov37@bk.ru, pijankova@yandex.ru)

### **ГЕОКРИОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ГЕОЭКОЛОГИИ ШЕЛЬФА АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ РОССИИ: РЕЗУЛЬТАТЫ И РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Обосновывается эколого-формирующая роль распространения и мощности реликтовых мерзлых толщ, которые служат покрывкой зоны стабильности гидратов газов (ЗСГГ). Эта зона является потенциальным источником парниковых газов планетарной значимости. Реликтовые, сформированные в неоплейстоцене мерзлые толщ деградируют с момента их затопления морем. В завершающей стадии деградации становится возможной дестабилизация ЗСГГ. Карты современного состояния шельфовой криолитозоны носят в основном оценочный характер, однако широко используются в научных и практических целях. Оценка устойчивости мерзлых толщ, отражаемых на картах, в связи с современным потеплением климата, показывает высокую степень их инерционности, измеряемой первыми тысячелетиями.

*Ключевые слова:* эколого-формирующий фактор, многолетнемерзлые породы, математическое моделирование, арктический шельф, деградация субмаринной криолитозоны

Субмаринная криолитозона на шельфах Северного полушария занимает площадь превышающую 5 млн. км<sup>2</sup>. В подавляющей своей части субмаринные многолетнемерзлые породы (ММП) являются реликтовыми, сформировавшимися в неоплейстоценовые криохроны. Они деградируют, являясь источником парниковых газов, поскольку содержат законсервированный органический углерод. Однако наибольшая угроза связана с потенциальной эмиссией метана из зоны стабильности гидратов газов (ЗСГГ), для которой мерзлая толща является непроницаемой покрывкой. Концентрации метана (на 10% выше фоновых) отмечаются в атмосфере Арктики в последние десятилетия [7]. Существует мнение, что наблюдаемый ныне прирост метана в атмосфере (0,3-1,2 %) обусловлен антропогенными причинами. Однако арктический максимум метана существует только в термохроны и не над умеренными широтами, где сосредоточена антропогенная деятельность, а над Арктикой. При этом эмиссия из наземных арктических экосистем также является недостаточной для круглогодичного поддержания этого максимума [9].

Таким образом, распространение, мощность ММП и их деградация, которая неуклонно происходит как со стороны их подошвы, так и со стороны кровли в связи с повышением температуры придонной воды на мелководьях, приобретают значение важнейшего эколого-формирующего фактора. Деградация ММП снизу осуществляется с момента затопления шельфа со скоростью 2-3 см/год и потенциально может являться фактором, дестабилизирующим ЗСГГ. Поэтому информация о субмаринной криолитозоне арктического шельфа – ее распространении, глубине залегания кровли и мощности ММП, о таликах – имеет большое значение для составления прогнозных сценариев потепления климата, разработки стратегии смягчения его последствий на жизнедеятельность коренных народов Севера, существование флоры и фауны Арктики. Представления о распространении и строении субмаринной криолитозоны необходимы для оценки перспектив эффективного использования Северного морского пути - международной транспортно-логистической системы ближайшего будущего, экологических последствий разведки и освоения нефтегазовых ресурсов арктического шельфа.

Буровыми и сейсмическими методами криолитозона наиболее полно исследована в пределах канадской части шельфа моря Бофорта. Здесь по данным каротажа разведочных скважин подошва ММП зафиксирована на глубине 600-900 м [19, 20]. Шельф разбурен в полосе шириной до 115 км. В российской части арктического шельфа бурение в инженерно-геокриологических целях производилось в основном только в прибрежной зоне. Максимальное удаление от берега скважин, где проводились мерзлотные и геотермические наблюдения, составляет 25 км. Глубина бурения, как правило, не превышает 40-50 м. Скважины глубиной 216 и 203 м (при глубинах моря 12 и 14 м соответственно) в восточно-арктических морях подошву ММП не вскрыли [8]. В настоящее время на восточно-арктическом шельфе нет ни одной скважины, прошедшей ММП на всю их мощность. Применение сейсмических методов в основном находится на стадии разработки методики. Отсутствие возможности получения полноценной информации о распространении и мощности ММП посредством буровых и геофизических методов предопределило широкое применение теплового математического моделирования.

Впервые моделирование для геокриологического картографирования нашло применение в 1970-х годах. На Геокриологической карте СССР [5] субмаринная криолитозона охарактеризована на основании результатов расчета В.А. Соловьева и Я.В. Неизвестнова. К настоящему времени математическое моделирование и наземные исследования для его обоснования производятся в связи с установленным в 2003-2010 гг. широким развитием на арктическом шельфе газовых сипов [8]. Указанное обстоятельство мотивировало создание гипотезы о дестабилизации зоны метан-гидратов в связи с деградацией субмаринной мерзлоты [9, 10]. Моделирование показало возможность формирования сквозных таликов в местах метановых сипов при ряде условий. Для имитации последних для расчета задавались высокая влажность и засоление пород до 40 % в морфоструктурах грабенов, засоление отложений субмаринных таликов, сформировавшихся при затоплении подозерных таликов, голоценовая температура придонной воды в соответствии с температурой в 1992-2009 гг. [16, 17]. Противоположного мнения придерживался ряд исследователей. В частности, в работах [1, 2] показывается, что на

шельфе не происходит образования сквозных таликов и других процессов, увеличивающих газовую проницаемость донных отложений, и что эмиссия метана определяется геологическими причинами. Другие расчеты [14, 15] прогнозируют усиление эмиссии метана в случае ускорения деградации ММП со стороны ее кровли. Ускорение определяется сокращением ледовитости моря, повышением температуры придонной воды и тепловым стоком рек. Ранее Н.Н. Романовский считал, что на прибрежном шельфе должны существовать сквозные талики, обусловленные разгрузкой подземных вод прилегающей суши. Он обосновывал свою точку зрения современным образованием талика в более суровой обстановке на прибрежной суше [3]. Подтверждением этой точки зрения являются таликовые зоны, открытые в Хатангском заливе и бухте Нордвик [12].

Последней геокриологической картой Северного полушария является карта «Permafrost in the Northern Hemisphere», опубликованная GRID-Arendal [18, 21]. Она построена по результатам численного моделирования, буровых, сейсмических данных и учета деградации ММП только за счет геотермического потока. Задание значений последнего осуществлялось на основании карты геотермического потока, построенной по результатам моделирования [13]. Карта криолитозоны Северного полушария показывает несоответствие с ранее полученными модельными данными и результатами геотермических наблюдений в береговых скважинах. Несоответствие представляется закономерным в силу целого ряда причин. Это – отсутствие глубоких опорных скважин на большей части шельфа с геотермическими наблюдениями, схематичность, а часто необоснованность задаваемых геологических разрезов, на основании которых ведется расчет, базирование сценариев развития природной среды на палеогеографических данных среднего неоплейстоцена-голоцена, которые часто носят дискуссионный характер. Другими негативными моментами является отсутствие тестирования палеогеографического сценария и задаваемых свойств пород. Эти обстоятельства дают повод для сомнений в реалистичности получаемых результатов. Верификация часто является невыполнимой в силу отсутствия соответствующих фактических данных. Поэтому такого рода карты носят оценочный характер. Тем не менее, они широко используются при проектировании поиска и разведки месторождений углеводородов, инженерно-геокриологических исследований.

Проведены исследования устойчивости субмаринной мерзлоты на шельфе морей Восточной Арктики до 2100 г. в соответствии с наиболее экстремальным сценарием потепления RCP8.5 [6]. Понижение кровли ММП до конца XXI в. в зависимости от батиметрии может составить 1–11 м только в результате теплового воздействия и дополнительно 5–10 м за счёт учёта засоления порового пространства донных отложений. При этом кровля ЗСГГ будет находиться на глубине 120–220 м ниже дна, что делает газогидратный слой изолированным от поверхности морского дна слоем мёрзлого грунта. Полученные результаты не подтверждают широко обсуждаемую гипотезу о возможности «метановой климатической катастрофы» на планете.

В качестве развития исследований предлагается совершенствование методов составления палеогеографического сценария. Например, в Восточно-Сибирском секторе Арктики нет палеотемпературных данных по целому ряду временных интервалов. Это обстоятельство не позволяет построить сценарий динамики температуры воздуха или пород,

опираясь только на данные по приморским низменностям севера Якутии и Новосибирским островам. В этих целях для его построения предлагается применение изотопных палеотемпературных кривых, полученных по ледниковым кернам Восточной Антарктиды или Гренландии, которые отражают ход глобальных колебаний климата. Такие кривые с помощью палеотемпературных реконструкций по упомянутым низменностям и островам, трансформируются в палеотемпературный сценарий шельфа морей Лаптевых и Восточно-Сибирского [4].

### Выводы

1. Распространение и мощность субмаринных мерзлых пород и их деградация являются эколого-формирующим фактором.
2. Карты распространения и мощности субмаринных мерзлых пород, составленные по результатам теплового математического моделирования, носят в основном оценочный характер. Однако они широко применяются в исследовательских и практических целях.
3. Субмаринные мерзлые толщи обладают большой тепловой инерцией. Во внутреннем шельфе, по крайней мере, в течение первых двух-трех тысячелетий, они способны продолжать разобцать кровлю ЗСГГ и дно арктических морей.

### Литература

1. Анисимов О.А., Борзенкова И.И., Лавров С.А., Стрельченко Ю.Г. Современная динамика подводной мерзлоты и эмиссия метана на шельфе морей Восточной Арктики // Лёд и Снег. 2012. № 2 (118). С.97–105.
2. Анисимов О.А., Забойкина Ю.Г., Кокорев В.А., Юрганов Л.Н. Возможные причины эмиссии метана на шельфе морей Восточной Арктики // Лед и снег, 2014, №2 (126), с. 69-81.
3. Афанасенко В.Е., Булдович С.Н., Романовский Н.Н. О проявлении минеральных вод в северной части Куларского хребта // Бюллетень МОИП. Т.XLVLLL (6) 1973., с. 91-102.
4. Гаврилов А.В. Криолитозона арктического шельфа Восточной Сибири (современное состояние и история развития в среднем плейстоцене – голоцене). Автореф.... д.г.-м.н. М., 2008, 48 с.
5. Геокриологическая карта СССР, м-б 1:2 500 000 (Ред. Э.Д. Ершов). М., МГУ, геологический ф-т, 1991.
6. Малахова В.В., Голубева Е.Н. Оценка устойчивости состояния мерзлоты на шельфе Восточной Арктики при экстремальном сценарии потепления в XXI в.// Лёд и Снег. 2016. Т..56. № 1. С..61–72.
7. Сергиенко В.И., Лобковский Л.И., Семилетов И.П. и др. Деградация подводной мерзлоты и разрушение гидратов шельфа морей Восточной Арктики как возможная причина «метановой катастрофы»: некоторые результаты комплексных исследований 2011 года // Докл. РАН, 2012, т. 446, № 3, с. 330-335.
8. Фартышев А.И. Особенности прибрежно-шельфовой криолитозоны моря Лаптевых. Новосибирск: Наука, 1993, 135 с.
9. Шахова Н.Е. Метан в морях Восточной Арктики Автореф. докт. геол.-мин. н., М., 2010, 46 с.
10. Шахова, Н.Е. Семилетов И.П., А.Н. Салюк и др. Аномалии метана в приводном слое атмосферы на шельфе Восточно-Сибирской Арктики // Доклады Академии Наук. - 2007. Т. 414, №6. - С. 819-823.

11. Шахова Н.Е., Сергиенко В.И., Семилетов И.П. Вклад Восточно-Сибирского шельфа в современный цикл метана // Вестник РАН. - 2009. Т. 79, №6. - С. 507-518.
12. Яковлев Д.В., Яковлев А.Г., Валясина О.А. Изучение криолитозоны северного обрамления Сибирской платформы по данным электроразведочных работ // Криосфера Земли, 2018, т. XXII, № 5, с. 77-95.
13. Davies J. H. Global map of solid Earth surface heat flow // *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 14, 2013, doi: 10.1002/ggge.20271.
14. Kuzin V. I., Platov G. A., Golubeva E. N., Malakhova V. V. Certain Results of Numerical Simulation of Processes in the Arctic Ocean. *Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics*. 2012, 48(1), 117-136. DOI: [10.1134/S0001433812010069](https://doi.org/10.1134/S0001433812010069)
15. Malakhova, V. V.; Golubeva, E. N. Modeling of the dynamics subsea permafrost in the East Siberian Arctic Shelf under past and future climate change. *Proceedings SPIE: 20th Int. Symp. Atm. Ocean Optics: Atm. Physics 2014*, 9292, pp. 92924D.
16. Malakhova, V.V.; Eliseev, A.V. Influence of rift zones and thermokarst lakes on the formation of subaqueous permafrost and the stability zone of methane hydrates of the Laptev sea shelf in the Pleistocene. *Ice and Snow* 2018, 58(2), 231-242.
17. Nicolsky D. J., Romanovsky V.E., Romanovskii N.N. et al (2012), Modeling sub-sea permafrost in the East Siberian Arctic Shelf: The Laptev Sea region // *J. Geophys. Res.*, 117, F03028, doi:10.1029/2012JF002358.
18. Nicolsky, D. J., V. E. Romanovsky, N. N. Romanovskii, A. L. Kholodov, N. E. Shakhova, and I. P. Semiletov (2012),
19. *Modeling sub-sea permafrost in the East Siberian Arctic Shelf: The Laptev Sea region, J. Geophys. Res.*, 117, F03028, doi:10.1029/2012JF002358
20. Overduin, P. P., Schneider von Deimling, T., Miesner, F., et al (2019) Submarine Permafrost Map in the Arctic Modeled Using 1-D Transient Heat Flux (SuPerMAP), *Journal of Geophysical Research Oceans*, 124 (1), 2019, DOI: 10.1029 / 2018JC014675
21. *Study of well logs in the Mackenzie delta – Beaufort sea area to outline permafrost thickness and/or gas hydrate occurrence.* D. and S Group, Calgary, Alberta, 1983, 30 p.
22. Weaver J.S., Stewart J.M. In situ hydrates under the Beaufort sea shelf // *Pros. of the 4 th. Can. Permafrost Conf.*, Calgary, Alberta, March 2-6, 1981. Ottawa, 1982, p. 312-319.
23. *Grid-Arendal.* Доступно по адресу: <https://www.grida.no/resources/13519>

**Gavrilov A.V., Pizhankova E.I.**

**THE GEOCRYOLOGICAL ASPECT OF GEOECOLOGY  
OF THE ARCTIC SHELF OF RUSSIA:  
RESULTS AND DEVELOPMENT OF RESEARCH**

The ecological-forming role of the distribution and thickness of relict permafrost, which serves as a cover for the zone of stability of gas hydrates, is substantiated. This zone is a potential source of planetary greenhouse gases. The relict permafrost formed in the Pleistocene degrades from the beginning of its flooding by the sea. In the final stage of degradation, destabilization of the stability zone of gas hydrates becomes possible. Maps of the current state of the subsea permafrost are mainly of an estimate nature, but are widely used for scientific and practical purposes. Assessment of the stability of permafrost in connection with modern climate warming shows their high inertia, measured by the first millennia.

*Keywords:* ecological-forming factor, permafrost, mathematical modeling, arctic shelf, degradation of submarine permafrost

УДК 338.439.6

*Н.М. Дронин<sup>1</sup>, А.П. Кириленко<sup>2</sup>*<sup>1</sup>*Географический факультет МГУ, Россия*<sup>2</sup>*Университет Флориды, США*

г. Москва, Россия (E-mail: ndronin@gmail.com)

### **ЭВОЛЮЦИЯ ПРОЕКТА ЮНЕП "ГЛОБАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРСПЕКТИВА": БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ**

Исследование направлено на анализ и критическую оценку эволюции докладов под общим названием ГЕО, который является флагманским проектом ЮНЕП. Мы используем библиометрический метод анализа текстов доклада, который позволяет проследить, как менялось обсуждение в докладах трех глобальных экологических тем: изменение климата, состояние океанов и земельных ресурсов. Несмотря на общее улучшение научного качества докладов, представление этих трех тем отличается непоследовательностью в различных ГЕО и даже внутри одного доклада. В то же время библиометрический анализ показывает тенденцию представления экологических тем в более широком социальном и гуманитарном контексте.

*Ключевые слова:* оценка состояния окружающей среды, глобальные экологические проблемы, изменение климата, океаны, деградация земель, библиометрический анализ

Серия докладов под общим названием "Глобальная Экологическая Перспектива" (GEO) является флагманским проектом ЮНЕП. Цель докладов – периодически обновляемая оценка состояния окружающей среды в целом на планете (Атмосфера, Океаны и моря, Биота и т.д.) и в шести макрорегионах: Африке, Европе, Северной Америке, Южной Америке и Карибском бассейне, Азии и Океании, Западной Азии. Доклад состоит из трех частей: оценки текущего состояния окружающей среды (SoE), анализа экологических политик (Policy) и прогноза состояния окружающей среды в среднесрочной перспективе (Outlook). Все доклады построены по аналитической схеме, предложенной в свое время Европейским Экологическим Агентством: Драйвер – Давление – Воздействие – Состояние – Ответ (DPISR). Каждый доклад посвящен какому-либо знаковому событию в прошлом, например, GEO-3 (2002) дает ретроспективу состояния окружающей среды со времени Стокгольмской конференции в 1972 г, а GEO-4 (2007) связывает свой анализ с публикацией доклада "Наше Общее Будущее" в 1987 г.

Целью данного анализа является оценка научной эволюции докладов GEO. Основным критерием оценки служит адекватность содержания докладов развитию научного знания в соответствующие периоды. Например, по мнению некоторых авторов GEO, ранние доклады не могли конкурировать с докладами общественных экологических организаций, таких как World Resource Institute [1].

Первый доклад GEO вышел в 1997 г., а последний, шестой – в 2019 г. В течение этих двух десятилетий в науках о Земле произошли революционные изменения, связанные с развитием новых технических средств в научных исследованиях, включая ГИС, глобальные

базы данных, дистанционного зондирования и сложные динамические модели. Количество научных публикаций по глобальным экологическим проблемам многократно увеличилось за этот период. Но вместе с тем возросла неопределенность научных оценок в отношении глобальных экологических проблем. Для таких многоаспектных докладов как GEO это может представлять особые трудности, учитывая ограниченный объем публикаций (500 страниц в среднем). Помимо ограниченного объема, обуславливающего необходимость очень лаконичного изложения материала в тематических и региональных разделах, проблемы могут быть связаны с тем, что к написанию докладов привлекаются большое количество (700-1000) авторов с различной квалификацией и специализацией. Координация авторов представляет очевидные трудности в подобных проектах. Еще один вызов обеспечения научного качества докладов связан с тем, что они имеют ярко выраженную политическую направленность. Основным адресатом докладов являются правительства стран и международные организации. По мере развития проекта политическая составляющая усиливалась, и в настоящее время согласование и принятие выводов доклада (в формате Резюме) происходит с представителями стран и международных организаций на специальной заключительной сессии ЮНЕП. В силу чрезвычайной важности этой стадии проекта возможна определенная корректировка содержания доклада и его основных выводов.

ЮНЕП предпринимал шаги по повышению научного качества докладов GEO. Ключевым моментом был период подготовки GEO-4, который был опубликован в 2007 г. Новым руководством проекта были предложены более строгие научные стандарты написания докладов. Эти изменения получили даже название "IPCC-zation", поскольку примером послужили доклады IPCC (Международной группы экспертов по изменению климата) [2]. Это новые стандарты включали требование использовать только публикации в рецензируемых журналах и исключить так называемую "серую" литературу и тем более интернет источники. Количество ссылок на одну страницу текста должно быть не менее 5-6. Источники, опубликованные в последние 5 лет, должны составлять не менее 50% всех ссылок. Первые доклады GEO проходили только внутреннее рецензирование (в качестве рецензентов выступали специалисты ЮНЕП), в настоящее время доклады проходят 2-3 круга внешнего рецензирования, в котором участвуют сотни научных и политических экспертов. Был упразднен институт Центров Сотрудничества ЮНЕП/ГЕО, который был организован на первых этапах проекта с тем, чтобы создать один пул авторов. По мнению некоторых экспертов, центры были не равноценны по уровню научной компетенции (Pinter 2002, 20). Процесс "IPCC-zation" продолжается в настоящее время. Так в последнем докладе GEO-6 используется авторская оценка степени определенности основных выводов доклада по примеру докладов IPCC, в которых такая практика появилась еще в 2001 г.

Для оценки научного прогресса проекта GEO использовался библиометрический анализ содержания докладов относительно трех глобальных экологических тем: изменение климата, состояние океанов и деградация земельных ресурсов. Тексты всех докладов скачивались с сайта ЮНЕП и конвертировались в единый текстовый файл. Все иллюстрации, таблицы, списки литературы удалялись из файла. Для каждой темы выбирались ключевые поисковые слова. Например, для темы "Океан" ключевыми словами служили "океан",



“моря”, “побережья”, “рыбы”, “риффы”. Далее программа извлекала три предложения, включающие и сопровождающие ключевые термины. Таким образом, определялись термины, наиболее часто встречающиеся в смысловой связке с ключевыми словами. В результате были сформированы кластеры терминов и их сетевые связи, представленные в графическом формате (рис.1).

**Изменение климата.** Трудности оценки эволюции научного представления темы изменения климата в докладах GEO связаны с тем, что эта тема встречается не в отдельной главе, а в разных частях докладов в качестве “драйвера”, “давления”, “воздействия” и “состояния” (слабость аналитической схемы DPISR заключается в том, что, практически, любая экологическая проблема может быть выступать в разной роли). В целом, за 23 летний период понимание и представление в проекте проблемы изменения климата проделало значительную эволюцию. С каждым последующим докладом после двух первых выпусков, GEO все больше приближалось к модели IPCC в изложении материалов, которое отчетливо организовано в 3 направления (“рабочие группы”): физики изменения климата; оценки уязвимости природных, экономических и социальных систем; опций для смягчения изменения климата и к его адаптации. В то же время GEO в своем анализе проблемы изменения климата заметно расширяет круг социальных и экономических последствий, включая проблемы здоровья, занятости населения, доступа к образованию, гендерное равенство.

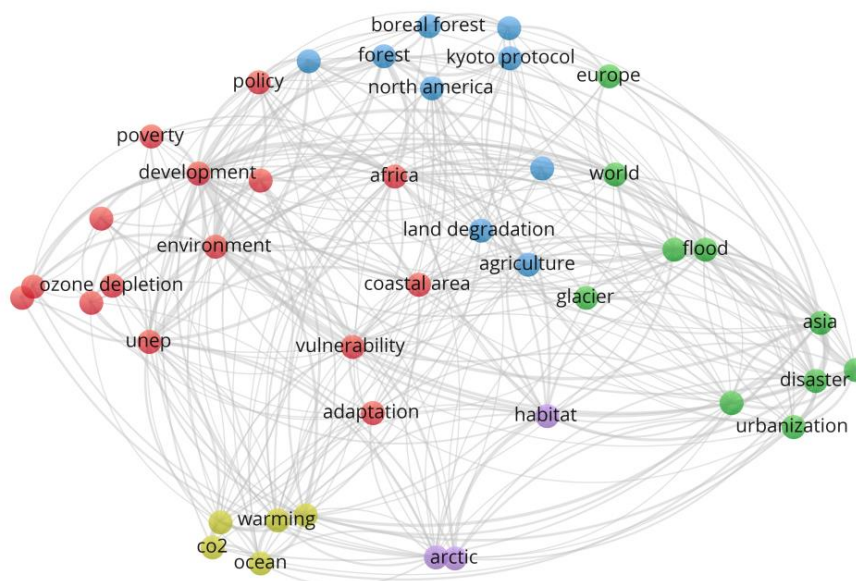


Рис. 1. Пример кластеров терминов для темы изменение климата, GEO-3

**Океаны.** Обсуждение экологических проблем океанов в серии докладов GEO может быть в лучшем случае охарактеризовано как непоследовательное и неполное. Эта непоследовательность видна даже при беглом сравнении оглавлений разных докладов. Отдельная глава “Океаны” появляется только в GEO-6. Во всех других GEO экологическое состояние океанов только упоминается в различных главах и по разным поводам.

Изменение структуры в докладах GEO, возможно, является целенаправленным поиском оптимальной модели изложения многочисленных и очень разнообразных экологических

проблем в более удобной форме для политиков, например, за счет включения больше гуманитарных аспектов. Но эти кардинальные изменения от доклада к докладу приводят к тому, как в случае проблем океанов, что трудно систематически следить за динамикой этих проблем, и есть риск их выпадения из рассмотрения в связи с появлением новых экологических вызовов. Кроме того, региональные главы часто строятся на материалах национальных докладов, тем самым проблемы открытого океана не получают должного внимания.

*Деграация земель.* Ключевыми словами для анализа представленности проблем земельных ресурсов служили “опустынивание”, “деградация земель” и “засушливые земли”. В библиометрическом анализе можно различить 3 основных типа кластеров, относящиеся к “процессам”, “регионам” и “политике”. Кроме того можно различить кластер, который мы назвали “смешанным”, в котором объединяются термины, физически мало связанные друг с другом, например в таком кластере “опустынивание” может сочетаться с “рыбным промыслом” или “токсичными отходами”. Такие кластеры могут формироваться в докладах за счет многочисленных декларативных абзацев, в которых идет простое перечисление экологических проблем.

Научный уровень докладов GEO различен, и различие также заметно между главами одного и того же доклада. Несмотря на участие большого количества авторов, качество текстов в докладах, во многом зависит от авторов отдельных глав, которые могут иметь разное представление об обсуждаемых проблемах. Например, в GEO-4 в тематической главе “Земельные ресурсы” авторы дают очень критическую оценку карте GLASOD, тогда как авторы региональных глав продолжают ссылаться на данный источник как основной. В GEO-5 приводятся результаты оценок деградации земель на основе климатических индексов, которые в настоящее время все более ставятся под сомнение в научной литературе, а в главе, посвященной анализу надежности экологической статистики, критикуются более современные методы дистанционного зондирования. GEO-6 более выверен в отношении оценки проблем деградации земельных ресурсов.

Несмотря на проблемы, связанные с частыми изменениями структуры докладов и недостаточной гармонизацией содержания между ними и внутри отдельных докладов, научное качество проекта улучшается с каждым последующим выпуском этой глобальной оценки состояния окружающей среды и мировой экологической политики. Библиометрический анализ содержания докладов отчетливо показывает эволюцию проекта в направлении большей комплексности за счет включения новых гуманитарных аспектов антропогенного преобразования окружающей среды. Это движение поможет проекту занять ее собственную нишу среди глобальных докладов, посвященных анализу отдельных глобальных проблем, и успешно конкурировать с ними за влияние на мировое сообщество.

### Литература

1. Pinter L. (2002) Making global integrated environmental assessment and reporting matter. A thesis. University of Minnesota.
2. Bakkes J, Cheatle M., Mzavanadze N, Pinter L, Witt R (2019) Insights from intellectual history of the Global Environment Outlook (GEO) (manuscript)

N.M. Dronin, A.P. Kirilenko

## EVOLUTION OF THE UNEP PROJECT “GLOBAL ENVIRONMENT OUTLOOK”: BIBLIOMETRIC ANALYSIS

This study aims to trace and critically examine the evolution of representation of major environmental issues in GEO reports. We use text mining methodology to find the pattern of themes covered in concert with three global environmental issues: climate change, oceans, and land. Although the general improvement of the scientific quality of GEO reports is observed representation of the issues is often compromised and inconsistent in different GEOs and even within individual sections in a single report. At the same time, the bibliometric analysis shows the trend towards a better representation of the issues in terms of their societal impacts.

*Keywords:* environmental assessment, global environmental issues, climate change, oceans, land degradation, bibliometric analysis

УДК 911.5/.9

*С.П. Евдокимов*

*Смоленский государственный университет*  
г. Смоленск, Россия (E-mail: esppaleo@mail.ru)

## ОБЪЕКТЫ И ПРЕДМЕТЫ ГЕОЭКОЛОГИИ И ОБЩЕЙ ГЕОГРАФИИ: РАЗЛИЧИЯ И СХОДСТВО

По мере развития географической науки она постепенно разделилась на отдельные отрасли. С последней трети двадцатого века центробежные силы в географии стали слишком большими, и во второй половине двадцатого века отдельные ученые попытались возродить общую (единую) географию. Однако все попытки объединить её в единую, общую и т. п. географию провалились. Для решения этой проблемы несколько исследователей предположили, что геоэкология должна быть объединяющей областью и что ее следует рассматривать как географический раздел, изучающий взаимодействие человека с окружающей средой на различных территориальных уровнях. Взаимосвязанные принципы регионализма и охраны окружающей среды могут быть здесь единственным связующим звеном. Перед общей географией, или геоэкологией, стоит сложная задача объединения всех знаний о человеке и его окружении в единую научную отрасль, которая должна представлять собой целостную когнитивную систему со своим объектом и предметом, единый концептуальный терминологический и методический аппарат.

*Ключевые слова.* география, геоэкология, объект, предмет, географическая оболочка, географическая среда, окружающая среда

По мере развития географической науки постепенно происходило разделение её на отдельные отрасли. Начиная с последней трети XIX века, центробежные силы в географии стали слишком большими и во второй половине XX века силами отдельных ученых

намечаются попытки возродить общую (единую) географию. Почти пятьдесят лет тому назад Ю.Г. Саушкин писал: «География – это наука о законах развития пространственных (территориальных) систем, формирующихся на земной поверхности в процессе взаимодействия природы и общества, и об управлении этими системами» [6, с. 5]. Следуя этому представлению нами в ряде работ [1, 2, 3 и др.] было развито представление об объекте и предмете географии.

Оценивая роль географии в познании пространственно-временных особенностей процесса возникновения, функционирования, динамики и развития системы «общество – природа», мы исходили из парадигмы целостности географии. В развитии представлений о единой географии прослеживается три основных этапа, задачи каждого из которых накладываются на предшествующие и каждому из которых соответствует определенная парадигма (хорологическая, хронологическая и антропоэкологическая).

Помимо создания географической картины мира, входящей в качестве составляющей как в естественнонаучную, так и в общественно-научную картины мира, современная география также активно участвует в преобразовании окружающей среды, переходя от преимущественной констатации фактов и осмысления их к инженерному проектированию территориальных природно-социально-экономических геосистем и прогнозу их изменений.

Итак, отличительная черта географического подхода к изучаемым явлениям — анализ взаимовлияния и взаимообусловленности природной среды и общественной жизни, их развития в пространстве и времени, познание законов пространственной организации природы и человеческого общества.

Вся земная поверхность представляет собой ту особую географическую общность, известные сочетания которой явились благоприятными условиями для возникновения человечества. Вместе с тем, появление человека на Земле означало рождение новой силы. Материальное производство – основа и способ существования человеческого общества в ходе его естественноисторического развития. Элементы природы при этом превращаются в компоненты человеческого общества. Являясь одновременно и продуктом труда и средством производства, эта «вторая природа» вместе с людьми и техникой составляет основное содержание человеческого общества. Эта историческая природа является географической основой, входящей в содержание общества, или географической средой. Географическая среда — совокупность предметов и явлений природы, вовлеченных на данном историческом этапе в процесс общественного производства и составляющих необходимые условия существования и развития человеческого общества.

Географическая среда, или в еще более широком понимании географическая оболочка в целом (с включением в нее социально-экономической сферы), есть общий объект всех географических наук, объект общей географии (территориальная природно-социально-экономическая система), а ее предметом является изучение пространственно-временных особенностей взаимодействия общества и природы. То есть современные географические исследования охватывают всю географическую оболочку Земли и слагающие ее геосистемы, территориальную организацию общества.

Наиболее полное воплощение развитие наших идей о единстве географии нашло в учебнике [7]. В этой работе географии дано предельно широкое определение как науке о

законах развития пространственно-временных систем (геосистем), формирующихся на земной поверхности в процессе взаимодействия природы и общества (в масштабе, позволяющем представить их на общегеографических и тематических картах), о методах прогнозирования этих систем и управления ими. География также может быть определена как наука о происхождении, строении, функционировании, динамике и развитии пространственно-временных природно-общественных геосистем или как система естественных и общественных наук о природных, территориально-производственных и социально-территориальных комплексах Земли и их компонентах. А предмет географии — «исследование пространственно-временных особенностей процесса возникновения, функционирования, динамики и развития пространственно-временных природно-общественных геосистем (географической оболочки, географической среды)» [7, с. 29].

Объект географического исследования – любое материальное образование или явление (состояние, отношение, процесс) на земной поверхности, которое отвечает трем важнейшим методологическим принципам географии — пространственности, комплексности и конкретности, а также картируется (т. е. отвечает основному методическому признаку). Предельный объект географии – географическая оболочка с включением в нее социально-экономической сферы (географическая среда).

Такое понимание сущности географии, ее объекта находит поддержку у многих отечественных географов. Как видно, познавательная функция географии далеко выходит за рамки только социально-экономических или экологических проблем, ведь география призвана в целом, решать задачу пространственной организации жизни общества.

Однако все попытки её объединения в интегрированную, общую, единую и т. д. географию потерпели провал. Для решения этой проблемы рядом исследователей предлагается в качестве такого объединяющего направления избрать геоэкологию и считать её разделом географии, исследующим взаимодействие человека с окружающей его средой на разных территориальных уровнях. Связующими здесь могут быть только взаимосвязанные принципы регионализма и экологизма. С позиций сторонников геоэкологии как аналога общей географии стоит сложная задача: свести все знание о человеке и окружающей его среде в единую научную отрасль, которая должна представлять собой целостную познавательную систему со своим объектом и предметом, единым понятийно-терминологическим и методическим аппаратом.

В России широкое использование термина «геоэкология» началось с 1970-х гг., после упоминания его академиком В.Б. Сочавой в 1966 году. Наиболее полный и глубокий анализ становления и основного содержания географической концепции геоэкологии приводит В.Б. Поздеев [4]. Он отмечает, что, несмотря на длительную историю, существование экологической тенденции в географической науке закрепил IX съезд Русского географического общества (г. Казань, 1990 г.). На этом съезде утвердилось название нового интегрального научного направления, отражающего поворот географии к решению различных вопросов в сфере взаимодействия общества и окружающей среды — геоэкология. Здесь же приводится определение геоэкологии: «географическое интегральное научное направление, находящееся в сфере пересечения естествознания, обществознания, и технoзнания и изучающее пространственно и системно организованные процессы и явления,

возникающие в результате взаимодействия общества и природы» [4, с. 27] . Из данного определения вытекает, что геоэкология является географической наукой и её объектом — система «общество — окружающая среда». Как видно, данные определения геоэкологии, её объекта и предмета не имеют принципиальных отличий от таковых приведённых выше для географии.

Но ведь применительно к географии уже давно идет речь не только об экологизации, но и о социологизации, гуманизации и гуманитаризации, экономизации современной географии. Можно также говорить о глобализации и регионализации, хотя эти процессы являются как бы душой и спецификой географии. Ещё можно говорить о политизации и идеологизации (последнее было характерно для тоталитарной системы, хотя и теперь это не исключено, так как системы без идеологии не бывает). Таким образом, с полным правом можно утверждать, что объектом общей (единой) географии является или геосоциология, или геоэкономика и т. д. Разумеется, экологические проблемы очень важны, но это уже вопрос о том, а кто главнее.

В тоже время необходимо заметить, что на термин «геоэкология» претендуют геологи (и не только они), развивается представление об экологической геологии. Так, в работе [8] геоэкология определена как междисциплинарная наука, изучающая состав, структуру, закономерности функционирования и эволюции естественных (природных) и антропогенно преобразованных экосистем высоких уровней организации. Объектом исследования геоэкологии, по мнению авторов, являются природные и антропогенно нарушенные (преобразованные) экосистемы высокого уровня организации, предметом исследования — закономерности функционирования и эволюции естественных и антропогенно измененных экосистем высокого уровня организации.

В.С. Преображенский пишет: «Есть основание полагать, что географический подход выступает всего лишь как крупнейший и выразительнейший представитель еще более широкого, пространственного подхода, который развит в науках, где масштабы явлений далеки от географических... Однако было бы несправедливо не подчеркнуть, что многие общие линии пространственного подхода разработаны, прежде всего, на примере подхода географического при изучении земных объектов» [5, с. 22]. Имеется в виду использование в региональных науках методов и результатов географического районирования, картографирования, разнообразной региональной информации, создаваемой в географии.

У меня есть сомнение, что термин «геоэкология» приживётся для обозначения общей географии, но уже хорошо то, что работа в этом направлении развивается. Для географии очень важно развитие теоретических основ, теоретико-методологические дискуссии, поэтому движение в этом направлении можно только приветствовать.

### Литература

1. *Евдокимов С.П.* Развитие методологии палеогеографии / Под ред. Н. Г. Судаковой. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1991. 144 с.
2. *Евдокимов С.П.* О влиянии географии на регионалистические исследования // Регионология. 1993. № 3. С. 66–69.

3. *Евдокимов С.П.* К вопросу об объекте и предмете географии и географичности исследований // География в вузах России (к 25-летию Головного совета по географическим наукам). Санкт-Петербург: Изд-во Росгидрометинститута, 1994. С. 30–32.
4. *Поздеев В.Б.* Основы региональной геоэкологии. Смоленск: Маджента, 2011. 392 с.
5. *Преображенский В.С.* Феномен географии // Изв. АН СССР. Сер. геогр., 1979. С. 20–27.
6. *Саушкин Ю.Г.* География в перспективе (вступительная лекция 1 курсу 1 сентября 1973 г.) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 1974. № 2. С. 3–10.
7. Теория и методология географической науки : учебник для бакалавриата и магистратуры / Евдокимов С.П., Макар С.В., Носонов А.М., Голубчик М.М. М.: Юрайт, 2017. 483 с.
8. Теория и методология экологической геологии / Трофимов В. Т., Зилинг Д. Г., Аверкина Т. И. и др. Под ред. В. Т. Трофимова. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1997. 364 с.

*S.P. Evdokimov*

### **SUBJECTS AND OBJECTS OF GEOECOLOGY AND GENERAL GEOGRAPHY: DIFFERENCES AND SIMILARITIES**

As geographical science developed, it was gradually divided into separate branches. Since the last third of the twentieth century, the centrifugal forces in geography have become too large, and in the second half of the twentieth-century attempts by individual scientists to revive a common (unified) geography have emerged. However, all attempts to merge it into an integrated, common, unified, etc. geography have failed. To address this problem, several researchers have suggested that geocology should be a unifying field and that it should be seen as a division of geography that examines the interaction of humans with their environment at different territorial levels. The interrelated principles of regionalism and environmentalism can be the only one connecting link here. A common geography, or geocology, faces the difficult task of bringing all knowledge about a person and his environment together into a single scientific branch, which should be a holistic cognitive system with its object and subject, a unified conceptual terminological, and methodical apparatus.

*Keywords:* geography, geocology, object, subject, geographical envelope, geographical environment, environment.

**УДК 910.1 : 215**

*Е.Ю. Колбовский*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
г. Москва, Россия (E-mail: kolbowsky@mail.ru)*

### **ФИЛОСОФИЯ ГЕОЭКОЛОГИИ И ТЕОРИЯ МЕТАЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Экосистемы принято считать предметом изучения геоэкологии как науки. Однако если считать человека "законным" обитателем биосферы, то в состав экосистем следует включать не только материальные аспекты жизни социума, но и метафизические. С этих позиций экосистемы было бы корректнее называть метаэкосистемами. Тогда развитие биосферы можно рассматривать как эволюцию метаэкосистем. В такой эволюции явно различаются прогрессивные и кризисные

фазы, которые могут быть отслежены по набору параметров. среди которых характер пространственной экспансии освоенных пространств, использование ресурсов, биоразнообразие, разнообразие социальных ниш и т.д. Организующим началом метаэкосистемы выступают духовная сторона жизни социума, поскольку метафизика определяет взаимоотношения человека и общества и также взаимодействие человека с природой. Кризис метафизики всегда результируется в кризисе экологическом, хотя в роли "внешних" причин могут выступать природные факторы, такие как колебания климата. В нашу современную эпоху глобальный мир явно переживает очередной метасистемный кризис и нам важно понять его причины, потому, что до тех пор, пока нас волнуют только изменения физических параметров биосферы, мы не доберемся до сути происходящего.

*Ключевые слова:* геоэкология, метаэкосистемы, экологические кризисы, метасистемный кризис, теория эволюции

ГЕОЭКОЛОГИЮ как науку определяют по-разному, но все соглашаются с тем, что это одна из сложных «синтетических» дисциплин, претендующая на знание того, как лучше «охранять природу», «управлять природопользованием», предлагать решения «конструктивной географии», «экологично» проектировать и т.д. Парадигмы науки менялись – общий смысл оставался прежним. Однако, любое управление, планирование, проектирование и организация предполагают наличие цели или совокупности целей; чтобы ставить цели на будущее нужно трезво оценивать ситуацию настоящего, а для этого надо честно ответить на вопрос только ли «глобальные экологические» проблемы стоят на пути Прогресса и Общечеловеческого Благоденствия?

Некогда популярный в России американский географ Дэвид Харвей (представитель школы так называемого критического пространственного анализа) в своей книге «Cosmopolitanism and the Geographies of Freedom» [4] утверждал, что порожденный И. Кантом идеал глобализма порочен и антигеографичен по сути, и что решение экологических проблем кроется прежде всего в территориальной справедливости, каковая принципиально недостижима в рамках современной нам версии капитализма. Несколько позже Роберт Каплан, один из талантливых критиков «глобального проекта» назвал свою книгу «The Revenge of Geography» [5], имея ввиду, что корень многих нынешних проблем в нарушении и разрушении границ в самом широком смысле этого слова: границ своеобразия, границ страновой географии и истории, границ национальной идентичности и т.д.

Известный российский палеонтолог Валентин Красилов в своей замечательной (к сожалению не прочитанной географами) книге «Метаэкология» [2] написал: «Природа не ставит целей», человечество же на протяжении всей Истории пыталось передоверить эту функцию Богу, но неплохо бы уже понять, что независимо от решения Вопросы о Вере, эта обязанность целеполагания, все-таки, изначально доверена нам, людям. Почти за полвека до перечисленных авторов (в 1964 г.) эту же мысль с рискованной (для эпохи) честностью выразил английский писатель Дж. Фаулз в своем изумительном философском эссе «Аристос» [3].

**1. Геоэкология и метафизика.** Способны ли мы ставить значимые цели в суетливом потоке своего повседневного существования, течение которого определены экономикой глобального потребления и духом консумеризма? Можно ли вообще говорить о целях



(существования, бытия) в рамках так называемого «научного дискурса»? Высшие цели, всегда, со времен Аристотеля - были предметом *метафизики*, в то время как геоэкология вместе со всем зданием современного естествознания, вроде бы определенно, часть «*физики*»..

Геоэкология – наука относительно молодая, но в числе ее ближайших родственниц – дисциплины с богатой историей (география и геология, биология и экология), которые всегда были вовлечены в борьбу метафизических идей и моральных общественных установок. Ломоносов и Кювье, Дарвин и Гексли, Четвериков и Вавилов своими открытиями производили переворот отнюдь не только в науке (т. е., в «физике»), но и в метафизике, как совокупности представлений о началах, основах, перспективах и целях человеческого существования. Представления о «духе» и «материи» вплетены в «тело» современного естествознания. Важнейшие открытия естествознания последних полутора веков отразились на нашем понимании вечных вопросов о прогрессе и регрессе человечества, о движущих силах истории, о зарождении и гибели этносов, о соотношении траекторий личности и коллективных устремлений социума, о капитализме, социализме и идеальном общественном устройстве. Всю совокупность попыток ответа на эти и другие вопросы Валентин Красилов как раз и назвал «метаэкологией» [2]. Метаэкология – важная и незаслуженно оставленная без внимания часть теоретического «здания» геоэкологии, ее «верхних» почти необитаемых этажей. Ибо если из невидимых частей Галактики прилетит-таки астероид и нынешняя цивилизация разделит судьбу динозавров, то не космическая болванка будет тому причиной, а наша неспособность ее вовремя увидеть и коллективными усилиями реализовать сценарий известного блокбастера... Иными словами все действительно глобальные проблемы не столько про «глобус», сколько про нас – его «пропивающих» и «проедающих».

Метафизика исторически предшествовала физике, потому что рождение научных идей было связано с духовным усилием и напряжением эмоционального порядка. Без мотивации нет научных открытий, а мотивация создается устремлением духа, причем сама мотивация традиционно лежала в сфере этики и морали, Изгоняя метафизику из науки мы лишаем ее мотивации и омертвляем, делая эту сферу деятельности плацдармом для карьеры и основанием для опрометчивых экспериментов над природой.

Тем не менее метафизика возвращается в науку на наших глазах в виде так называемых «общих теорий всего», наиболее интересным проповедником которых является, возможно Алан.Ст Кауффман [6], показавший, что истинные системы – это развивающиеся системы, и если развитие – это движение к цели, то рефлексия цели в биосфере может принадлежать только человеку – обстоятельство, на котором впрочем, настаивали в 20-м веке и В.И. Вернадский и Тейяр-де-Шарден.

**2. «Замкнутый круг» или Схема Кризиса.** Исследовательский аппарат геоэкологии наилучшим образом подходит для анализа того, как изменяющиеся отношения Человека и Природы диктовали основные направления духовной эволюции их главные стадии. Эволюция экологической системы определяла эволюцию метаэкологической – (метафизической как бы сказали ранее) духовности. Метафизика трансформировалась вместе с социумом и на каждой стадии этой трансформации порождала особую этику

взаимоотношений: Человека с Природой, Человека с Человеком, наконец (но не в последнюю очередь) Человека с Социумом.

Особая экологическая этика, зародившись еще до античной эпохи как языческая этика табуирования переросла у греков в трансцендентную этику рока, в рамках которой общение с природой осуществлялось через посредничество целого пантеона могущественных богов и божков поменьше. Тогда же случилось разделение человеческого существа на бренное тело и бессмертную душу, и с этой надеждой на Вечную Жизнь человек выделил себя из мира Природы. Похоже, что именно рефлексия самостоятельного существования души позволила сначала грекам, а затем и римлянам расстаться с племенными экологическими табу и освоить под распашку, выпас и города огромные территории, заложить рудники и сконцентрировать невиданное прежде богатство. Так, впервые в рамках Средиземноморья возник Глобальный мир. Однако Глобальный мир всегда порождает Глобальный Кризис. И несмотря на то что «триггером» - внешним импульсом этого кризиса принято считать резкое изменение климата, спровоцировавшее цепь известных событий (упадок освоенных зон земледелия и выпаса, смещение великих торговых путей и великое переселение народов) этот первый из «задокументированных» кризисов был прежде всего метаэкологической катастрофой: кризисом социально-политической системы (распад империй), кризисом метафизики многобожия и кризисом этики «воли и рока».

Признаки метакатастрофы – реализация типичной «крысиной» экологической модели сообщества находящегося под стрессом, с нарушенной иерархией и взломанным внутренним социальным устройством, войной всех против всех.

Эта метаэкологическая схема повторится в истории неоднократно и всегда с одними и теми же параметрами: «больная метафизика» социума – «переэксплуатация» унаследованного от предыдущих эпох культурного ландшафта – срабатывание «внешнего» (якобы) природного контроллера – деформация социальных отношений – катастрофа в форме «двойного» экологического и социального кризиса.

**3. «Новая метафизика» как выход из Кризиса.** Любой кризис заканчивается, но не новой «общественно-экономической формацией» (как нас учили в школе когда-то), а прежде всего – новой метафизикой. В позднеантичную эпоху это была метафизика единобожия и соответствующая конвенциональная этика, которую сегодня мы назвали бы «экологической» с отказом от перепотребления (диеты, посты, говения), перепроизводства (выходные дни) и демографического пресса (запрет на близкородственные браки). Другой важнейшей (социальной) стороной новой этики стали альтруизм и сакрализация готовности к самопожертвованию, отражавшие впервые проявившуюся у человека потребность в метафизическом целеполагании: цель как идеал находящийся за пределом жизненного опыта (не богатство, не благополучие, не слава). Возведенная в благодетель ранними христианами поддержка больных, убогих и слабых с позиций экологии есть осознанное противостояние отбору и сохранение разнообразия человеческой популяции на уровне генома [2].

Таким образом христианство впервые серьезно ставит дилемму «Я» и «Мы» соотношения человека и общества, не решенную и до нашего времени. Всю последующую историю можно рассматривать как «метафизический маятник», качавшийся столетиями в

«добрые старые времена» и десятилетиями (и даже годами) «в эпохи перемен». Казалось бы, только личность может внести вклад в развитие системы, но для того, чтобы стать личностью человек должен обнулить традиционные отношения, связывающие его тысячами нитей с родом, племенем, общиной классом. Однако, когда слишком многие «Я» живут «для себя» и обрубая связи - общество, разваливается как система и перестает существовать в качестве среды становления личности. Одновременно этнос (страна) становятся не способными решать задачи, требующие чрезвычайного коллективного напряжения (война, засуха, голод, чума). Пассионарность, которую придумал, но не смог доходчиво объяснить выдающийся географ Лев Гумилев [1], снижается до критически опасного уровня. Общество справляется с этой задачей (если справляется) реставрируя и формируя коллективное МЫ (но уже на основе новой метафизики). Вновь выстроенная Коллективистская система, однако, требует подчинения безусловного и последовательного уже и за пределами фазы Кризиса, стремясь перевести личность в разряд статистов-винтиков с потенциалом превращение в «пушечное мясо» или материал для «мирного строительства». Этот вечный (пока) и мучительный круг: от «революции масс» до «реставрации эгоистов» самым тесным образом связан с метаэкосистемой, и даже неважно что именно сыграло роль контроллера и проверяет ее (метаэкосистему) на прочность – война, глобальное потепление или неизвестный науке вирус.

**4. Геоэкология и современная теория эволюции метаэкосистем.** Между тем в теории эволюции остаются нерешенные вопросы, важнейшими из которых являются происхождение жизни и разума, объяснение феномена лестницы природы и направленного развития – так называемого номогенеза, представляющего собой по сути альтернативную эволюционную концепцию, одним из авторов которой был российский географ Л.С.Берг, утверждавший, что «эволюция в значительной степени есть развёртывание уже существующих задатков». Идея номогенеза позволяет вернуть в поле эволюции основные философские проблемы духа и материи, морали и этики, альтруизма и эгоизма, ведь еще Дарвин завещал последователям проверку возможности «истинного альтруизма в природе»; ведь с позиций теории отбора истинный альтруизм невозможен поскольку альтруист не оставляет потомства и не передает своих качеств по наследству.

Постепенно на наших глазах формируется идея метасистемной теории эволюции как процесс протекающий в открытых системах (биосфере земли) под воздействием внешних факторов (прохождение солнечной системы через разные области галактики, глобальная тектоника плит, метеоритные бомбардировки). В такой в системе, которая расшатывается внешними воздействиями, преобладают механизмы регуляции с негативными обратными связями. Метаэкосистемы испытывают кризисы, переживают регрессивные стадии и прогрессивные когерентные фазы. Критериями состояние метаэкосистем выступают соотношение объемов биомассы и мортмассы, видовое и ландшафтное разнообразие, степень перекрытия трофических ниш, эффективность использования ресурсов. Регрессивные стадии заканчиваются кризисами с массовыми вымираниями и сменой доминирующих форм [2].

Эволюция социума переживает аналогичные фазы, только параметрами выступают разнообразие социальных ниш, уровни специализации производства, длина технологических

цепочек, характер вовлечения новых ресурсов, объемы накапливаемых отходов и характер пространственной экспансии освоения. В проекции на социум это означает чередование фаз с преимущественным развитием личности, когда востребована индивидуальность и выгоднее увеличить личный генетический вклад с целью «раздвижения границ возможного», и фаз с эволюцией сообществ, в течение которых востребована пассионарность и выгоднее сократить личный генетический вклад в последующие поколения с целью увеличения общего вклада всех носителей общих генов.

Линии «напряженности социального поля» всегда довели над наукой. Дарвин, с чрезвычайно осторожностью предлагавший свои взгляды на происхождение человека, никогда не узнал, что его концепция породила множество идеологов XX века от нищестанства «сверхчеловеков» до евгенистов и поклонников Фрейда. Но так уж случилось, что провозглашение борьбы за выживание движущей силой эволюции совпало с эпохой модернизма и социальных потрясений, напрочь лишив науку ее этических функций. На другом полюсе казалось бы той же теории советский догматический дарвинизм и гиперболизировали социальное в человеке, создав целые системы «перевоспитания масс».

Но.. наука меняется. Характерно, что современные авторы «теории Всего» рассматривают эволюцию именно как усложняющееся прогрессивное развитие и имманентное свойство систем, из которых сложнейшей является метаэкосистема, включающая человека. В рамках геоэкологии важно понимать, что эта система не просто меняет физические параметры (как считают сторонники пресловутого глобального потепления) но серьезно трансформируется. Алан Ст. Кауффман [6] - описывает явление «дальнего планирования» как самоорганизацию и возникновение порядка без видимых внешних причин; вот только сможет ли этот порядок преодолеть наблюдаемый хаос глобального кризиса?

### Литература

1. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. – 1987. 548 с.
2. Красилов В.А. Метаэкология М.:ПИН РАН. - 1997. 234 с.
3. Fowles J.R the Aristos: A Self-Portrait in Ideas. – 1964. 275 p.
4. Harvey D. Cosmopolitanism and the Geographies of Freedom. Columbia University Press. - 2009. 352 p.
5. Kaplan R.D. : The Revenge Of Geography: What the Map Tells Us About Coming Conflicts and the Battle Against Fate. Random House, Inc. 2015. – 432 p.
6. Kauffman St A, "Beyond reductionism: Reinventing The Sacred". Edge.com. Edge Foundation. Retrieved April 28, 2015. – 433 p.

**E.Yu. Kolbowski**

### **PHILOSOPHY OF GEOECOLOGY AND METAECOSYSTEM THEORY**

Ecosystems are usually perceived as a subject of Geoecology. However, if a human creature is considered a "legitimate" inhabitant of the biosphere, then ecosystems should include not only material aspects of social life, but also metaphysical ones. From this point of view, it would be more correct to call ecosystems as meta-ecosystems. Then the development of the biosphere can be considered as the evolution of meta-

ecosystems. This evolution clearly distinguishes between progressive and crisis phases, which can be tracked by a set of parameters, for example the nature of spatial expansion of developed spaces, resource use, biodiversity, diversity of social niches, etc. The organizing principle of the meta-ecosystem is the spiritual side of social life, since metaphysics determines the relationship between man and society and also the interaction of man with nature. The crisis of metaphysics always results in an ecological crisis, although natural factors such as climate fluctuations can act as "external" causes. In our modern era the global world is clearly experiencing another metasystem crisis and it is also important to understand its causes because so far we are only concerned with the changes in the physical parameters of the biosphere

*Keywords:* Geoecology, meta-ecosystems, ecological and meta-ecosystem crises, theory of evolution

УДК 911.375; 504.54(1-21)

*Э.П. Романова*

*географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
Москва, Россия (E-mail: romanova@kmail.ru)*

### **МЕЛКОМАСШТАБНАЯ СИСТЕМАТИКА И КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ГОРОДСКИХ ГЕОСИСТЕМ**

Рассматриваются подходы к систематике и классификации городских геосистем в категории техногенных современных ландшафтов – наиболее значимых трансформаторов природных комплексов. Обосновывается выделение двух типов энергетических и материальных потоков на городских территориях – трансформирующих и автономных. На территории зарубежной Европы по базовым признакам (численности городского населения и площади) выделены категории и группы городов, в которых анализируются особенности материальных и энергетических потоков. Установлены классификационные признаки, используемые при картографировании современных ландшафтов

*Ключевые слова:* современные ландшафты, городские геосистемы, энергетические потоки, материальные потоки, геоэкологические проблемы

**Введение.** На кафедре физической географии мира и геоэкологии географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова с конца 1980-х годов разрабатывается мелкомасштабная классификация современных ландшафтов мира [2, 3]. Однако техногенные ландшафты в данной классификации не дифференцированы и нуждаются в детализации, особенно городские геосистемы, представляющие собой очаги наиболее сильного трансформирующего воздействия на природную среду. По данным Департамента ООН по народонаселению [10], свыше половины жителей планеты (4345 млн. человек, или 56%) живут в городах. Города занимают незначительную часть суши. Согласно статистической базе ФАО [9], они сосредоточены на площади 363 млн. га, или 2,4% общего земельного фонда суши Земли. В тоже время городские образования – это очень сложные объекты в структурном, функциональном, социальном, экономическом и геоэкологическом отношении.

В отличие от вмещающих природных ландшафтов в городах складывается особый тип антропогенных и природно-антропогенных процессов, изменена структура коренных ландшафтов, уничтожены естественная растительность и почвы, трансформации энергетические и материальные природные потоки. В городах возникает и развивается ряд автономных потоков, никогда ранее не существовавших (например, аккумуляции продовольственного сырья и продуктов питания, или формирования массы разнообразных отходов). Создаются особые зоны жилой, промышленной или административной застройки и транспортные объекты. Подобные общие свойства различно проявляются в городских геосистемах в зависимости от градообразующих функций, от исторических, социальных, экономических и культурных факторов функционирования города.

Большую роль при этом играет размер города. Небольшие поселения с числом жителей до 100 тыс. человек, как правило, выполняют две-три функции (портовые, транспортные, туристические и т.д.). Крупные города и, особенно столичные, полифункциональны и обладают сложным структурным строением.

По происхождению и силе техногенного воздействия природно-антропогенные процессы в городах подразделяются на два генетических типа (Рис 1).

*Первый тип* – это разной степени трансформаторы природных процессов, существовавших в коренных ландшафтах и ныне существующих, но в измененном виде. Таковы, например, климатогенные процессы - осадки, сток, ветровая энергия. Хозяйственные объекты меняют качество и количественные показатели природного явления, но они продолжают функционировать в современных ландшафтах. Это те экосистемные услуги, которые исторически используются человеком.

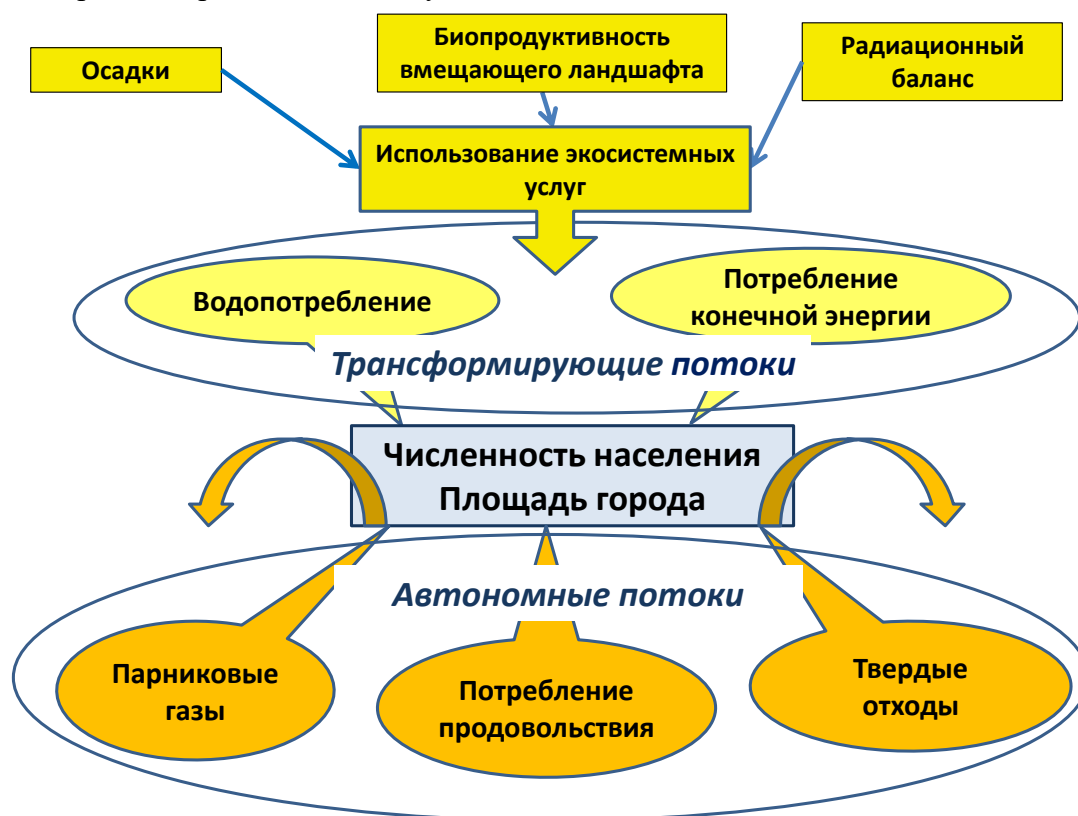


Рис. 1. Трансформирующие и автономные потоки в городских геосистемах (модель)

*Второй тип* процессов – **автономные**. Они характеризуют материальные или энергетические потоки, никогда не существовавшие в девственной природе. Это концентрация на ограниченном пространстве города массы продуктов питания и твердых отходов или выброс в атмосферу парниковых газов и т.д. Показатели таких потоков по объему определяются численностью жителей, площадью города и основными функциями городской геосистемы.

Детальный анализ подобных процессов проведен для городов зарубежной Европы как макрорегиона, природные ландшафты которого в наибольшей степени изменены трансформирующим воздействием городов. На европейской территории площадью всего около 5 млн. кв.км (4,8% суши) проживает 600 млн. человек и существует около 700 городов, с численностью жителей более 100 тысяч [7].

Показатели и индикаторы, описывающие подобные процессы, могут рассматриваться в качестве классификационных признаков при систематике городов и построении легенд мелкомасштабных карт современных ландшафтов [5].

**Материалы и методы.** Разработка систематики современных городских ландшафтов для выявления их воздействия на природную среду проводилось с учетом демографических, функциональных и геоэкологических показателей. На *первом уровне* систематики учитывались численность жителей и площадь (базовые показатели), по которым выделялись категории городов: А – мегаполисы, с населением свыше 5 млн человек; Б – города-миллионеры, с населением от 1 до 5 млн. человек; В – крупные города, от 500 тысяч до 1 млн. жителей; Г – средние города, от 100 до 500 тыс. жителей. Остальные города для мелкомасштабной систематики не рассматривались.

В каждой категории в зависимости от географического расположения города, от его приуроченности к определенной природной зоне города делятся на группы.

Европейские города с населением свыше 100 тысяч человек размещаются в ландшафтах двух географических поясов, четырех секторов и 12 природных зон [2] и делятся по базовым показателям на 4 категории. В категорию А входит 1 город-метрополия (Лондон), в категорию Б – 22, в категорию В – 43 города, в Г – 32. По зональному расположению городов выделяется 6 групп (табл. 1).

Обработка информационных баз городских геосистем [8, 9, 10] для установления их географического размещения и геоэкологического состояния проводилась на основе учета определенных показателей и индикаторов. По душевым или удельным величинам рассчитывались наиболее значимые геоэкологические характеристики трансформированных и автономных потоков: энергопотребление; потребление продовольствия; водопотребление; масса твердых отходов (ТКО); выбросы парниковых газов. Расчеты проводились по ключевым городам, наиболее типичным по средним медианным значениям внутри каждой категории городов. Наиболее типичный город рассматривался в дальнейшем в качестве ключевого (табл. 1)

**Результаты.** Анализ ключевых городов, проведенный по пяти энергетическим и материальным потокам, дал следующие результаты:

*Энергетический поток.* В коренных ландшафтах Европы, вмещающих города, в соответствии с их зональным расположением, величины радиационного баланса колеблются

от 45 ккал/см<sup>2</sup> в год (для гумидного сектора умеренного пояса) до 50 ккал/см<sup>2</sup> в год (для субаридных ландшафтов субтропиков). Объем потребляемой конечной энергии в странах определяется размером государства и уровнем развития его экономики. Это отражается в национальных структурах энергобаланса, в том, какую роль играют различные энергоисточники и на какие отрасли городского хозяйства расходуется энергия [6].

**Таблица 1.** Ключевые города (по категориям и группам)

Ключевые города по категориям	Ключевые города по группам	Население, чел.	Площадь, кв км
А. <i>Более 5 млн. человек</i> Лондон	1 гумидные суббореальные леса	8908081	1 572
Б. <i>От 5 до 1 млн. человек</i> Варшава	3 семигумидные суббореальные смешанные леса	1735442	518
В. <i>От 1 млн. до 500 тыс чел</i> Палермо	6 субаридные субтропические леса	668405	158
Г. <i>От 500 до 100 тыс. чел</i> Кассель	2 семигумидные суббореальные леса	200736	107

Составлено по [2, 7]

Но для оценки города как трансформатора коренного ландшафта первостепенное значение имеет антропогенная энергетическая нагрузка на единицу площади. Расчеты свидетельствуют о том, что ежегодное душевое потребление конечной энергии колеблется в городах в пределах от 2500 до 3800 тыс. тонн н-э. Это общая особенность макрорегионов с развитой экономикой и высоким уровнем энергопотребления населением. Трансформирующее влияние городов на общий энергопоток сказывается в том, насколько величина конечной энергии сравнима с величиной потока солнечной энергии, приходящей во вмещающий коренной ландшафт. Как показывают расчеты (табл. 2), нагрузка антропогенного потока в городах почти во всех группах зарубежной Европы составляет 19–23%. Исключение образует город мультимиллионер – Лондон, выполняющий столичные функции. В нем отмечается самая большая энергетическая нагрузка на городскую геосистему (49% от природно-обусловленной).

*Потребление продовольственной энергии.* Концентрация в городах большого объема продовольствия – одна из основных экосистемных обеспечивающих услуг [4]. Европейские города возглавляют мировые рейтинги по калорийности суточного питания населения, намного превосходящего норму потребления пищи, рекомендуемую ВОЗ – 3000 ккал/сутки [9]. Поэтому во всех городах Европы происходит значительная аккумуляция продовольственных товаров (табл. 2). На 1 кв. км городской площади ежегодно требуется обеспечить горожан продуктами питания от 2 до 7 млрд. ккал. Продовольственный поток энергии возможен только при условии импортного обеспечения жителей продуктами.



Естественная продуктивность ландшафта не обеспечивает горожан питанием, и поэтому этот вид энергопотока полностью автономен.

*Трансформация гидрологического потока в городах.* Удельное потребление воды в европейских городах колеблется от 130 до 180 л на 1 чел. в сутки. Водохозяйственная нагрузка на территорию варьирует от 200 до 340 тыс. м<sup>3</sup> на 1 км<sup>2</sup> в год (табл. 2), при этом наиболее высокие значения регистрируются в городах категорий А и Б и в группах 4, 5 и 6. Только в Касселе (группа 2) техногенный поток воды на городской территории не превышает 90 тыс. м<sup>3</sup> на 1 км<sup>2</sup> и удельное водопотребление 130 л на 1 чел. в сутки.

Анализ техногенных водных потоков показывает практически повсеместное их превышение над природным поступлением воды с осадками (от 1,5 до почти 2-х раз). Водохозяйственная нагрузка на территорию городов, расположенных в семигумидных секторах (Лондон, Кассель), сопоставима с величиной слоя стока, составляя свыше 70% (табл. 2).

Наиболее трансформированы природные водные потоки в городах категорий А и Б и в субаридных группе городов (Палермо). Здесь водохозяйственная нагрузка на территорию намного больше слоя стока. В условиях низкой природной водообеспеченности водоснабжение населения осуществляется преимущественно за счет создания водохранилищ.

*Выбросы парниковых газов.* В атмосферу Европы ежегодно поступают миллионы тонн газообразных соединений, опасных для здоровья людей и окружающей среды. Выброс парниковых газов существует и в природных ландшафтах, но по объему этот поток несравним с антропогенным. В пересчете на СО<sub>2</sub>-экв. общий объем выбросов газообразных загрязнителей равен 3,5 млрд тонн в год (10% от планетарных выбросов). Объёмы выбросов зависят от энергетических установок и плотности автотранспорта. Поскольку в европейских городах наблюдается достаточно сходная ситуация и с энергоснабжением, и с использованием транспортных средств, удельная нагрузка выбросов СО<sub>2</sub> на каждый км<sup>2</sup> колеблется незначительно – от 20 до 37 тыс. тонн СО<sub>2</sub>-экв. в год (табл. 2). Крупнейшие столичные города – Лондон, Париж, Берлин - характеризуются очень высокими показателями нагрузок – более 40 тыс. тонн СО<sub>2</sub>-экв./кв. км в год, что объясняется их экономической полифункциональностью.

*Накопление и ликвидация твердых бытовых отходов.* По происхождению процесс накопления отходов автономен, но его влияние на окружающие ландшафты очень велико. В Европе ежегодно формируется около 200 млн тонн бытовых отходов - примерно 500 кг на 1 жителя [1]. По физическому и химическому составу эта огромная масса весьма разнородна – это и органические отходы, и стекло, и бумага текстиль, старая аппаратура и мебель и т.д. Каждая структурная часть отходов требует особой системы сбора, удаления и ликвидации. В странах ЕС преобладающая часть отходов или сжигается, т.е. используется как дополнительный энергоисточник, или перерабатывается в качестве вторсырья. Резко сокращается складирование отходов на полигонах, и поэтому нагрузка на ландшафты постепенно уменьшается (табл. 2)

**Таблица 2.** Трансформирующие и автономные потоки в городах зарубежной Европы

<b>Трансформирующие потоки</b>								
	Энергопотребление			Водопотребление				
Ключевой город	Радиационный баланс, ккал/ см <sup>2</sup> в год	Энергетическая нагрузка, ккал/ см <sup>2</sup> в год	Доля антропогенной энергетической нагрузки от природно-обусловленной, %	Осадки, мм в год	Сток, мм в год (тыс м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup> )	Водохозяйственная нагрузка, тыс м <sup>3</sup> /км <sup>2</sup> в год	Соотношение водохозяйственной нагрузки и стока, %	
Лондон	45	18,03	40	753	180 (180)	339,2	188	
Варшава	36	8,34	23	519	120 (120)	205,4	171	
Палермо	50	10,50	21	611	200 (200)	277,9	139	
Кассель	37	7,16	19	699	120 (120)	89	74	
<b>Автономные потоки</b>								
	Продовольствие			Парниковые газы		Твердые отходы		
Ключевой город	Биопродуктивность вмещающего ландшафта, т/га в год	Калорийность питания, ккал/сутки на.1 чел.	Доля продовольственной нагрузки от природной продуктивности, %	Общий выброс парниковых газов в городе, млн. т CO <sub>2</sub> -экв в год	Нагрузка парниковых газов, тыс. т CO <sub>2</sub> -экв /км <sup>2</sup> в год	Общее количество ТКО в городе, тыс. т в год	Нагрузка ТКО, т/км <sup>2</sup> в год	Удельное образование ТКО, кг на 1 чел в год
Лондон	45	18,03	40	753	42,5	188	66,8	339,2
Варшава	36	8,34	23	519	36,9	171	19,1	205,4
Палермо	50	10,50	21	611	30,9	139	4,9	277,9
Кассель	37	7,16	19	699	20,1	74	2,1	89

**Выводы.** Проведенных расчеты и полученные индикаторы позволяют выявить ряд закономерностей геоэкологического характера и использовать их при построении мелкомасштабной (от 5 млн. и мельче) систематики и классификации городских геосистем, в том числе глобального охвата.

1. Города европейского макрорегиона размещаются на территории двух географических поясов, пяти секторов и 12 природных зон. По численности населения и занимаемой площади города образуют четыре категории и шесть групп.

К **категории А** в Европе относится только Лондон. Он характеризуется максимальными удельными показателями всех материальных и энергетических потоков, и трансформирующих, и автономных. Наблюдаются практически все геоэкологические проблемы. Очень высокий объем потребления конечной энергии и выбросов парниковых газов характерен для промышленных зон городской застройки, а дефицит продовольствия и продуктов питания – для жилых кварталов. Поскольку в границах городской геосистемы отсутствуют возможности местного самообеспечения продовольствием, проблема решается за счет колоссального импорта энергоносителей и продовольственного сырья. Остро ощущается дефицит чистой питьевой воды.

В городах **категории Б** удельные классификационные индикаторы количественно снижаются, но остаются высокими. Их острота варьирует по группам в зависимости от размещения в определенной природной зоне. Наиболее существенно уменьшается энергетическая нагрузка на территорию. В целом набор геоэкологических проблем схож с проблемами городов категории А.

Для городов **категории В** самые острые геоэкологические проблемы – это импорт продовольствия, обеспечение питьевой водой и удаление образующихся отходов. Большая часть городов категории В подключена к национальным системам электроснабжения и поэтому реально существующий в городе дефицит энергии не ощущается.

В городах **категории Г** удельные показатели резко снижены, и объемы потоков также заметно сокращаются. Меняется значимость геоэкологических проблем – на первое место выходит проблема очистки воды и воздуха. Как правило, в небольших городах из-за технического устаревания очистных сооружений обостряется загрязнение окружающей среды. По-прежнему сохраняется зависимость от внешнего обеспечения энергией и продовольствием.

2. Сравнение нагрузок на природные комплексы в городах различных по природной обстановке групп 1 – 3 (гумидные и семигумидные ландшафты) и групп 5– 6 (субаридные ландшафты) свидетельствует о разной роли городов в изменении природных процессов. Эти различия обусловлены не столько уровнями социально-экономического развития (практически они достаточно однородны), сколько отражают закономерности зонально-поясного характера.

Приуроченность ландшафтов на востоке Европы к переходному сектору суббореального подпояса и на юге – к субаридному сектору субтропиков сказывается на гидроклиматических природных показателях – осадках, теплообеспеченности, испаряемости, стоке. Поэтому меняется и доля антропогенной составляющей в энергетических и материальных потоках современных ландшафтов.

3. Дифференциация городов по изменению природных материальных и энергетических потоков и по силе их воздействия на окружающую среду позволяют использовать эти

изменения в качестве классификационных признаков для уточнения и разработки системы мелкомасштабной классификации городских геосистем.

### Литература

1. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения, перспективы — СПб.: Региональное энергетическое партнерство, 2005 — 74 с.
2. Романова Э.П. Ландшафтная структура суши Земли // География, общество, окружающая среда. Т. 2. Функционирование и современное состояние ландшафтов / Под ред. проф. К.Н.Дьяконова и проф. Э.П.Романовой. — Издательский Дом Городец Москва, 2004. — С. 303–319.
3. Романова Э. П., Алексеева Н. Н., Аршинова М. А. Физическая география материков и океанов. Т. 1. Кн. 1. Дифференциация и развитие ландшафтов суши земли. Европа. Азия. — М.: Изд. центр "Академия", 2014. — 464 с.
4. Романова Э. П., Аршинова М. А. Продовольственные экосистемные услуги в городах Европы // Социально-экономическая география: теория, методология и практика преподавания / Под ред. Д. В. Зайца. — М.: МПГУ, 2018. — С. 147–151.
5. Романова Э. П., Аршинова М. А., Комарова Т. В. Техногенные городские геосистемы: подходы к мелкомасштабной классификации // Теоретические и прикладные проблемы географической науки: демографический, социальный, правовой, экономический и экологический аспекты: Материалы международной научно-практической конференции: в 2 т. / отв. ред. д.г.н. Н.В. Яковенко. — Т. 1. — Воронеж, 2019. — С. 305–310.
6. Energy use (kg of oil equivalent per capita). <https://datahub.io/world-bank/eg.use.pcap.kg.oe#resource-data>
7. Europe Cities by Population 2020. <https://worldpopulationreview.com/continents/cities/europe>
8. Eurostat regional yearbook 2019. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019
9. FAOSTAT, 2019 — <http://www.fao.org/faostat/en/#data>
10. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations, 2019.

*E.P.Romanova*

### SMALL-SCALE TAXONOMY AND CLASSIFICATION OF TECHNOGENIC URBAN GEOSYSTEMS

New approaches to taxonomy and classification of urban landscapes (the most significant transformers of natural geosystems) within the technogenic landscapes category are discussed. Two groups of energy and material flows, i.e. transformed and autonomous, are identified in urban areas. European cities are classified into categories and groups according to the basic indicators, i.e. population numbers, urban area and zonal position. Specific features of material and energy flows in the European cities with different population numbers are analyzed. The classification indicators for various categories of cities are suggested which could be applied for the present-day landscape mapping.

*Keywords:* present-day landscapes, urban geosystems, energy flows, material flows, geocological problems



## **СЕКЦИЯ 2**

### **МИРОВАЯ КЛИМАТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА И РОЛЬ РОССИИ (ЦУР-13)**

УДК 550.34+551.23+551.59

*Н.Г. Алексеева**Троицкий институт Инновационных и Термоядерных Исследований (ГНЦ РФ ТРИНИТИ)  
Троицк, Москва, Россия (E-mail: AN1TU@mail.ru)***ВЛИЯНИЕ НА КЛИМАТ ВУЛКАНОВ, ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ГУМАНИТАРНАЯ  
КАТАСТРОФА ЧЕЛОВЕЧЕСТВА**

Влияние на климат тектонических процессов, таких как вулканизм и землетрясения, изучено недостаточно. Глубинные разломы являются крупными источниками энергии и вещества на земную поверхность и атмосферы, они неравномерно распределены по Земле и не постоянны во времени. Тектонически активные зоны это 1) зоны сейсмической активности; 2) сейсмические зоны с магматическими вулканами; 3) сейсмические зоны с грязевыми вулканами. Потоки вещества от этих зон сильно изменяются во времени, следует отдельно изучать спокойные периоды и активизации, извержения и землетрясения. Во вступительной статье Американского каталога извержений вулканов мира есть график, иллюстрирующий постоянный рост числа извержений со временем. На фоне спокойного тренда наблюдаются пики во время первой, второй мировых войн и в 1963-1965 году, во время Карибского кризиса. Напряжённость в обществе вызывает напряжение в биосфере Земли, которое разрежается землетрясениями, извержениями вулканов, тайфунами. Информационная война заставляет людей жить в непрерывном стрессе и ведёт к природным катаклизмам. Возможно, пандемия – попытка биосферы переключить внимание человечества с внешней агрессии на медицинские проблемы.

*Ключевые слова:* тектонические зоны, вулканизм, землетрясения, сейсмические процессы.

В настоящее время считается, что происходит глобальное потепление, вызванное антропогенными выбросами парниковых газов CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> и др. При этом не достаточно изучено влияние на климат тектонических процессов, таких как вулканизм и землетрясения. Глубинные разломы являются крупными источниками энергии и вещества на поверхность земли и в атмосферу. Сложность оценки влияния глубинных процессов состоит в том, что они неравномерно распределены по поверхности Земли и не постоянны во времени [1].

Тектонически активные зоны можно разделить на: 1) зоны сейсмической активности; 2) зоны тектонической активности с магматическими вулканами; 3) зоны тектонической активности с грязевыми вулканами. Потоки вещества в этих зонах могут сильно изменяться во времени, поэтому следует отдельно рассматривать спокойные периоды и периоды активизации извержений и землетрясений.

**Зоны сейсмической активности.** Тектонические нарушения в земной коре и связанные с ними потоки газов являются мощным и малоизученным источником вещества. В сейсмически спокойные годы только в зонах альпийского орогенеза поток газа оценивается в 10<sup>7</sup> м<sup>3</sup>/год [6]. Перед началом землетрясения и особенно при землетрясении поток газа и твёрдых частиц может увеличиться во много раз.

При крупных землетрясениях в эпицентральных областях было отмечено воспламенение воздуха над возникающими трещинами, например при Красноводском землетрясении 9.07.1895 [5], при Крымском землетрясении 12.09.1927 [11]. Воспламеняются газы, выходящие из недр. Эманации газов фиксировались в ощущениях людей в эпицентральных областях некоторых землетрясений, например Казанджикского 4.09.1946, однако прямых измерений поступления газов не проводилось.

Поток глубинных газов сопровождается выносом мелкодисперсных частиц, тектонических аэрозолей. Это подтверждается свечением приземного слоя атмосферы, вызванного электризацией частиц. Образование при землетрясениях тумана, дымки, радуги также происходит при поступлении в атмосферу газов и частиц, генерируемых при деформации и разрывах горных пород. Наблюдаемое из космоса расположение облачности вдоль некоторых разломов также свидетельствует о потоках газов и аэрозолей тектонического происхождения, поступающих из глубин в значительных количествах.

Зафиксировать потоки газов в биосфере после землетрясения без специальных инструментов трудно, но можно обнаружить присутствие тектонических частиц, поступающих с газами, которые обогащены глубинными микроэлементами, и могут считаться индикаторами глубинных потоков.

1. Были проведены исследования снега при Спитакском землетрясении, при котором возник разрыв на поверхности длиной 8 км в виде ступени высотой до 1,5 – 2 м [10]. Подвижка по разрыву составляла 2,3 м. В некоторых местах при обследовании разрыва через несколько дней после главного толчка были обнаружены следы обгорания кустарников вдоль разрыва. Это связано с воспламенением газов, вышедших по трещине.

Снег является хорошим природным сорбентом частиц, снег выпал через неделю после главного толчка, на трещине его толщина была 0,2–0,3 м. Пробы снега отбирались непосредственно над разрывом и на расстоянии 100 м от него. Было установлено, что в зоне разрыва число частиц мелкой фракции превышало на порядок и концентрации элементов Cu, Mn, Cd были выше в 1,5–2,5 раза. Такие элементы как Fe, Zn были распределены равномерно во всех пробах, что говорит об их поверхностном происхождении.

Растения, также как снег, являются хорошим природным планшетом природных и антропогенных аэрозолей, позволяющим определить площадки повышенного глубинного или антропогенного потока флюидов.

2. Был изучен видовой и элементный состав лишайников в сейсмическом районе Гарма на Памире [2]. Было установлено, что в эпицентральной зоне Гармского землетрясения 1941 г. концентрации La, Ce, Sm, Ln, Th, U имели неслучайный всплеск концентраций, превышающих статистические отклонения. Эти элементы являются метками потока глубинных газов и тектонических частиц. Такие элементы как Na, Ca, Vg имели отклонения, лежащие в пределах статистических отклонений. Это говорит об их поверхностном генезисе.

3. В Дагестане на сейсмостанции Дубки были проведены непрерывные измерения потоков водорода, сероводорода и тектонических аэрозолей. Было установлено, что при подготовке сейсмических событий потоки водорода и частиц синхронно возрастали, а поток сероводорода уменьшается [3].

4. В Италии на установке по измерению нейтрино как фон измерялись концентрации радона. Выяснилось, что при подготовке землетрясения концентрации радона начинали возрастать примерно за месяц до события [4], даже при дальних расстояниях до эпицентра в Средней Азии, на границе с Китаем.

**Магматические вулканы.** Согласно [8] в мире насчитывается 933 вулкана. Из них 609 действовали в историческое время, извержения 72 вулканов датированы не позднее 3500 лет, 252 вулкана проявляют сольфатарную активность. Общий объем базальта, поступающего на поверхность Земли в результате извержений, оценивается в  $3 \cdot 10^9$ — $6 \cdot 10^9$  т/год [9]. В год происходит 15—20 извержений. Рассмотрим последние 100 извержений каталога [8]. Для 30 из них имеются данные в таблице объемов изверженных продуктов. Общий объем базальта для 30 извержений составляет  $4,318 \text{ км}^3$ . За последние 100 лет произошло три катастрофических извержения: Кракатау (1883 г.), Катмай (1912 г.), Сьерро-Асуль (1926 г.), на долю которых приходится  $59 \text{ км}^3$  изверженных продуктов.

Основная масса продуктов извержений — рыхлый обломочный материал, наибольший интерес в котором представляют ювенильные продукты вулканических взрывов: бомбы, шлаки, пепел. Пепел образуется при дроблении горных пород и распылении силикатного расплава газом. Частицы пепла забрасываются на высоту до 10 км и более и переносятся на большие расстояния.

Извержения в настоящее время изучены достаточно подробно. На примере извержения вулкана Толбачик (1975—1976 гг.) [7] попытаемся оценить суммарный поток аэрозолей, поступающих в атмосферу при извержениях (Таблица 1). Основная масса пепла при извержении Толбачика была выброшена в первые 2,5 месяца. Всего на поверхность поступило  $0,7 \cdot 10^9$  т пепла. По данным вулканологов [7, 9], при извержении Толбачика вынесена примерно третья часть пепла, поступающего от всех вулканов мира в год. Получим, что ежегодно в атмосферу попадает 700 млн. т. аэрозолей вулканического происхождения.

Таблица 1

Концентрация (%) элементов в вулканическом пепле и поток в атмосферу (т/год)						
элемент	Толбачик		Безымянный	Сент-Хеленс	$\bar{c}$	$\rho$ т/год
	сверный провал	южный провал				
K	—	4,2	—	4,7	4,5	$3 \cdot 10^7$
Ca	11	11	4,1	5,0	7,7	$5 \cdot 10^7$
Ti	0,62	0,99	0,41	0,67	0,67	$5 \cdot 10^8$
Fe	7,1	8,2	3,5	5,2	6,0	$4 \cdot 10^7$
Zn	0,013	0,047	0,005	0,013	0,020	$1 \cdot 10^5$
Pb	0,000988	0,00104	0,00165	0,0038	0,0019	$1 \cdot 10^4$
Rb	0,0016	0,0030	0,0029	0,0017	0,0023	$2 \cdot 10^4$
Sr	0,032	0,026	0,034	0,109	0,050	$3 \cdot 10^5$
Y	0,0015	0,0022	0,0023	0,0037	0,0024	$2 \cdot 10^4$
Nb	0,0002	0,0002	—	0,0030	0,0008	$5 \cdot 10^3$
Mo	0,00002	0,00002	—	0,0001	0,00003	$2 \cdot 10^2$

Рисунок 1 показывает связь климатических параметров, температуры, уровня океана с тектоническими процессами на Земле, числом землетрясений и извержений вулканов.



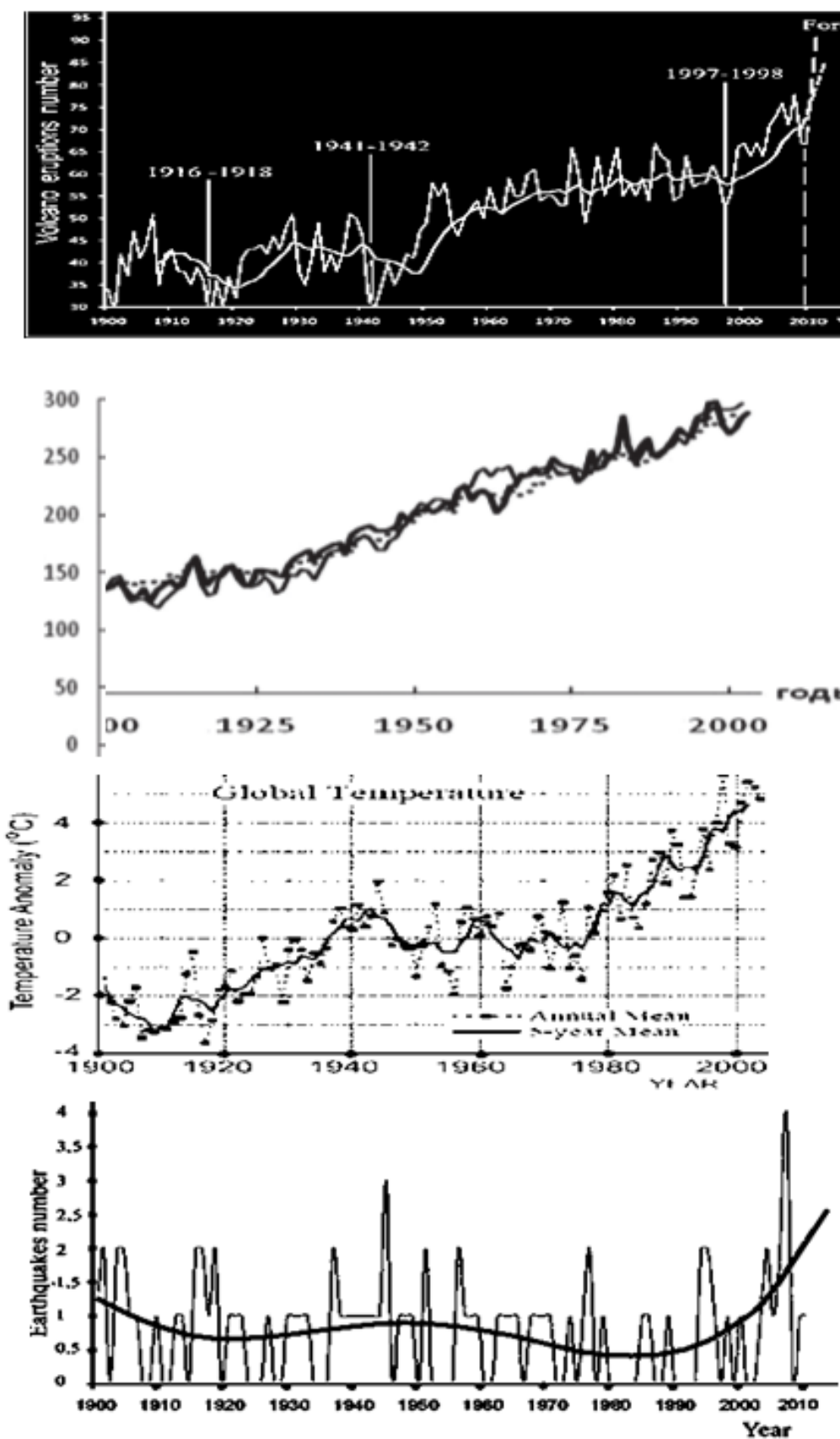


Рис. 1. Нижний график – число землетрясений в год[12], второй – средняя температура, третий – уровень мирового океана, верхний график – число извержений в год.

*Гуманитарная катастрофа человечества.* С каждым десятилетием экономическая мощь разных государств возрастает. Производство и потребление энергии, военный и технологический потенциал растут, и попытки воздействия развитых стран на более слабые экономически страны также увеличивается. В мире ухудшается гуманитарная ситуация, всё больше людей страдают.

Это вызывает напряжение во всех геосферах Земли, которое сбрасывается путём освобождения накопленной энергии в виде природных катаклизмов, таких как землетрясения, извержения вулканов, цунами, ураганы, торнадо. Число природных катастроф растёт.

Подтверждением этому может быть график числа извержений вулканов мира в Американском каталоге. Общий медленный тренд сопровождался пиками, которые приходились на первую и вторую мировую войну и период 1960–65 годов, когда был Карибский кризис.

Отношения между людьми становятся всё более жёсткими, эгоистичными, общество потребления диктует капиталистические принципы отношений. Гуманитарные идеалы утрачиваются.

Человечество, стремящееся только потреблять, никому не нужно. Ни Богу, ни иным цивилизациям. Чем может помочь Вселенной такое человечество?

### Литература

1. Алексеев В.А. Аэрозоли – предвестники извержений вулканов и землетрясений. – М. Филин, 2018. – 532 с.
2. Алексеев В. А., Алексеева Н. Г., Казачевский И. В., Никонов А. А., Шебалина Т. Ю. Лишайники как индикаторы естественных потоков металлов на фоновом уровне. Комплексные методы контроля качества природной среды. Тезисы докладов симпозиума стран-членов СЭВ, Москва, 1986 г., с. 7.
3. Алексеев В. А., Алексеева Н. Г., Даниялов М. Г., Матвеев Г.Г., Мусаев И., Левкович Р. А. Комплексное исследование динамики поступления водорода, сероводорода и аэрозолей для краткосрочного прогноза землетрясений в сейсмически активном районе Дагестана и Таманского полуострова./ Сборник материалов междунар. конференции к 80-летию разрушительных землетрясений в Крыму. Ялта 2007. – Симферополь:
4. N. Y. Agafonova, V. A. Alekseev, E. A. Dobrynina, V. V. Kuznetsov, A. S. Malgin, O. G. Ryazhskaya. The Large Detector as an indicator of radon field variations before the earthquakes in Central Italy, Greece, Turkey, Aegean and Mediterranean Seas.
5. Бгалиев А. – Сын отечества, 1895, № 188.
6. Войтов Г. И. Газовое дыхание Земли.— Природа, 1975, № 3, с. 90—98.
7. Геологические и геофизические данные о Большом трещинном Толбачинском извержении 1975—1976 гг.-М.: Наука, 1980. 256 с.
8. Гущенко М. И. Извержения вулканов мира. Каталог.- М.: Наука, 1979.-476 с.
9. Мархинин Е. К. Вулканы и жизнь. М.: Мысль, 1980.- 200 с.
10. Никонов А. А., Алексеев В. А. Содержание металлов в снежном покрове эпицентральной зоны Спитакского землетрясения 1988 года в северной Армении. ДАН, 1991. Том 319, № 3, с. 596—598
11. Черноморские землетрясения 1927 г. и судьбы Крыма. Симферополь, Крымиздат, 1928, 113с.

12. Халилов Э.Н. Доклад Председателя Международного комитета GEOCHANGE по вопросам глобальных изменений геологической среды 30.06.2010 ИК «GEOCHANGE» Problem of Global Change of the Geological Environment. Vol.1 London 2010 ISSN 2218-5798

*N. G. Alekseeva*

### **CLIMATE IMPACT OF VOLCANOES AND EARTHQUAKES AND THE HUMANITARIAN CATASTROPHE OF THE HUMANITY**

Impact of tectonic processes such as volcanism and earthquakes on climate has not been sufficiently studied. Deep faults are major sources of energy and matter to the earth's surface and atmosphere. Deep processes are unevenly distributed over the Earth's surface and are not constant over time[1]. Tectonic active zones are: 1) seismic activity zones; 2) tectonic activity zones with magmatic volcanoes; 3) tectonic activity zones with mud volcanoes. Matter flows in these zones can greatly change over time, so we should separately consider quiet periods and periods of activation, eruptions and earthquakes.

A graph illustrates the world number of volcanic eruptions (data from the American catalog). Slow trend was accompanied by peaks during the first and second world wars and the Caribbean crisis period of 1960-1965.

*Keywords:* Magmatic volcanoes, seismic activity zones, tectonic aerosols

**УДК 504(510+540)**

*Н.Н. Алексеева, Е.А. Фортигина*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
Москва, Россия (E-mail: nalex01@mail.ru, katia55@yandex.ru)*

### **СТРАНЫ-ГИГАНТЫ АЗИИ: КЛИМАТИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

В 2000-е годы центр экологических проблем переместился в страны Азии, особенно в Китай и Индию. В настоящее время на Китай приходится около трети глобальных выбросов парниковых газов, на Индию – 6-7%. Решающая роль Китая и отчасти Индии в достижении целей Парижского соглашения (2015 г.) неоспорима. Цель работы – проанализировать факторы, определяющие вклад Китая и Индии в дестабилизацию климатической ситуации на планете, а также текущую политику в области предотвращения и смягчения последствий изменения климата. Экономическое развитие этих стран в пост-пандемийный период может повлиять на выполнение Парижского соглашения в бóльшей степени, чем других государств.

*Ключевые слова:* Парижское соглашение, климатическая политика, Индия, Китай, потребление энергии, выбросы углерода, добыча угля, возобновляемые источники энергии.

*Введение.* В наступившем столетии центр тяжести экологических проблем со всей очевидностью переместился в страны Азии, особенно – Китай и Индию. К 2030 гг. в двух

азиатских странах-гигантах будет сосредоточено около 34% населения земного шара, 31% мировой экономики и 32% энергопотребления [2]. Даже с учетом влияния пандемии в 2020 г. в Китае и Индии ожидается относительно быстрое восстановление темпов роста экономики. Эти страны можно рассматривать как крупнейших дестабилизаторов климатической ситуации, если считать вслед за МГЭИК, что глобальное потепление в значительной степени обусловлено антропогенным фактором. Так, Китай с 2006 г., обогнав США, вышел на первое место в мире по эмиссиям парниковых газов, Индия сейчас четвертая в этом списке, если же исключить суммарные эмиссии стран ЕС, то тогда она окажется на 3-м месте после США и перед Россией. В настоящее время ежегодные выбросы углерода Китая составляют около трети мировых, Индия отвечает за 6–7 % глобальных эмиссий парниковых газов.

В этом смысле «решающая» роль Китая и отчасти Индии, в достижении целей Парижского соглашения в области изменения климата (2015) неоспорима. Самостоятельно установленные цели Индии и Китая по реализации Парижского соглашения представлены в таблице 1. Экономическое развитие этих стран в пост-пандемийную эпоху может оказать влияние на выполнение этого соглашения в большей степени, чем других государств.

Таблица 1. Национальные цели по реализации Парижского соглашения (2015).

Показатель	Индия	Китай
Доля неископаемых источников в производстве энергии в 2030 г. (%)	40	20
Углеродоемкость экономики в 2030 г. (% по отношению к 2005 г.)	–30–35	–60–65
Увеличение пулов углерода к 2030 г.	+2,5–3 Гт С	Запасы С в лесах +4.5 млрд м <sup>3</sup>
Долгосрочные цели	Непревышение удельных эмиссий в сравнении с развитыми странами	Углеродная нейтральность в 2060 г.

Цель работы – обзор факторов, определяющих вклад стран-гигантов Азии в дестабилизацию климатической ситуации на планете, а также текущей политики в области предотвращения и смягчения последствий изменения климата

**Материалы и методы исследования.** Использованы материалы международных организаций (ЮНЕП, ОЭСР, Международного энергетического агентства), неправительственных организаций Carbon Monitor (<https://carbonmonitor.org/>), Climate Action Tracker (<https://climateactiontracker.org/>), Climate Scorecard ([www.climatescorecard.org](http://www.climatescorecard.org)), обзоры World Resource Institute (США), материалы периодической печати Китая и Индии. Методы исследования – обобщение научной информации, сравнительно-географический.

**Результаты и их обсуждение.** Высокий вклад Китая в выбросы парниковых газов обусловлен тем, что эта страна остается крупнейшим в мире производителем угля, на долю которого в 2017 г. приходилось 43 % мировой добычи (МЭА). После удвоения за период 2000–2013 гг. добыча угля в Китае на короткое время снизилась, а после 2016 г. снова пошла вверх. Эксперты ЮНЕП полагают, что в условиях роста потребления угля в Китае достичь целей Парижского соглашения невозможно. В последние несколько лет были

обнадеживающие признаки того, что выбросы CO<sub>2</sub> в Китае сокращаются, однако они вновь выросли в 2018–2019 гг. По оценкам Carbon Monitor, эмиссии парниковых газов в период пандемии за январь–август 2020 г. сократились в Китае всего на 2% в сравнении с аналогичным периодом 2019 г., что существенно меньше, чем в США (–13%), Индии (–13,4%) или странах ЕС (–10,6%). Это сокращение в Китае произошло прежде всего за счет снижения использования наземного транспорта и внутренних авиаперевозок, а не за счет энергетического сектора.

Китай совершил гигантский рывок в сфере предотвращения и смягчения последствий изменений климата, запустив в декабре 2017 г. национальный углеродный рынок. Первоначально он охватывал только энергетический сектор (свыше 1700 компаний, в основном государственных), на которые приходится примерно треть общих выбросов углерода в Китае (3,5 млрд т). После 2020 г. планировалось расширение углеродного рынка и вовлечение в него порядка 7000 компаний восьми секторов (помимо энергетики – нефтехимия, химия, строительные материалы, черная металлургия, цветные металлы, целлюлозно-бумажная промышленность и авиация). По оценкам, на национальный углеродный рынок будет приходиться более 9 % глобальных выбросов (2017), что сделает китайский рынок крупнейшим в мире и доведет долю глобальных выбросов, покрываемых ценами на углерод, как минимум до 21 % [3].

Китай инвестирует в возобновляемые источники энергии (ветровую и солнечную) больше, чем какая-либо другая страна (за 2010–2019 гг. – 758 млрд долл. США), но его инвестиции в ископаемое топливо также растут. Китай создал один из крупнейших рынков ветряных турбин, солнечных батарей и электромобилей. Он также обеспечивает производство двух третей солнечных батарей, установленных в мире [1].

Однако обрабатывающая промышленность страны остается углеродоемкой, спрос на электроэнергию от ископаемого топлива по-прежнему высок. Китай, в котором сосредоточена половина мировых угольных мощностей мира, активно поддерживает развитие угольной промышленности, в то время как в др. странах мира отмечается её спад (в том числе в Германии). После снятия в 2018 г. запрета на строительство новых угольных электростанций правительство Китая выдало только в 2020 г. разрешения на строительство новых угольных электростанций большей мощности, чем суммарно за 2018–2019 гг., доведя общую мощность угля в структуре энергобаланса до 993 ГВт.

В сентябре 2020 г. на Генеральной ассамблее ООН Президент КНР Си Цзиньпин объявил, что Китай пройдет пиковые выбросы до 2030 г., а к 2060 г. достигнет углеродной нейтральности. Он объявил, что Китай также усилит свои национально декларируемые цели в рамках Парижского соглашения, приняв «более энергичную политику», а также призвал другие страны к восстановлению зеленой экономики в эпоху после пандемии. Ответные меры Китая на COVID-19 содержат элементы зеленого восстановления, но пока они не достаточны для выведения Китая на траекторию низкоуглеродного развития. Позитивно оцениваются действия правительства КНР по широкому пакету стимулов (565 млрд долл. США в 2020 г. или 4,5% ВВП), нацеленных на перевод промышленности и рабочей силы в модернизированную цифровую экономику. Китай сейчас не перезапускает традиционную инфраструктурную стратегию, а делает ставку на ускоренное развитие возобновляемой

энергетики и производство электромобилей, включая развитие зарядной инфраструктуры и общественного транспорта, а также парка составов национальной высокоскоростной железной дороги. Несмотря на то, что этот пост-пандемийный пакет в сравнении с прошлыми мерами стимулирования экономики более «зеленый», тем не менее его нельзя считать благоприятным для смягчения последствий изменения климата.

Таким образом, Китай находится на пути к достижению пикового целевого показателя к 2030 году, снижению углеродоемкости экономики и перевыполнению целевых показателей по доле неископаемого топлива [3], что тем не менее не говорит о значительном прогрессе климатической политики КНР. Важно, чтобы Китай использовал дополнительные стимулы для преодоления нового угольного бума и направил усилия на проекты с низким уровнем выбросов и чистой энергии до окончания 14-й пятилетки (2020-2025 гг.).

В **Индии**, ответственной за 7% мировых выбросов от сжигания горючего топлива и промышленности, из-за экономического застоя, вызванного пандемией, произошло гораздо более существенное, чем Китае, относительное сокращение эмиссий парниковых газов. По оценкам Carbon Monitor, эмиссии парниковых газов за январь-август 2020 г. упали на 13,4% в сравнении с аналогичным периодом 2019 г. В наибольшей степени падение затронуло энергетику (-10,2% от эмиссий 2019 г.), промышленность (-20,1%), внутренние авиаперевозки (-49,7%). Угольная генерация и ее доля в структуре электроэнергетики резко упали в первом полугодии 2020 г. (-14%) по сравнению с первым полугодием 2019 г. Необходимо отметить, что рост выбросов CO<sub>2</sub>, связанных с энергетикой, уже замедлился в 2019 г. из-за снижения спроса на электроэнергию и увеличения доли возобновляемых источников энергии. Несмотря на то, что в 2020 г. не было построено новых угольных электростанций, индийское правительство поощряет увеличение добычи угля.

Очевидно, что после краткосрочного сокращения выбросов произойдет их рост, если в стране не будет разработана целенаправленная стратегия восстановления климатической безопасности после COVID-19. С объявлением большого пакета мер стимулирования (около 10% ВВП) и очищением атмосферного воздуха во время изоляции текущий кризис создает предпосылки для ускорения перехода Индии от угольной энергетики к возобновляемым источникам энергии, а также распространения электромобилей. Но большого оптимизма по отношению к этим возможностям нет, учитывая, что до сих пор 70% населения использует для готовки пищи древесное топливо и кизяк.

Индия поставила цель достичь мощности 450 ГВт от возобновляемых источников энергии к 2030 г., для этого расширяются инвестиции в солнечную энергетику, особенно в сельскохозяйственном секторе (к тому же автономные солнечные фотоэлектрические насосы позволяют расширить орошение и повысить доходы фермеров) [2]. В 2018 г. инвестиции в солнечную энергетику впервые превысили инвестиции в производство энергии на угольных ТЭС. Нарращивание возобновляемых источников энергии в Индии может обеспечить доступ к недорогой электроэнергии в больших масштабах и быстро, чему способствует понижение аукционных цен на энергию ветра и солнца (вдвое за два года) и увеличение стоимости производства электроэнергии на угле.

Правительство уделяет приоритетное внимание развитию инфраструктуры зарядки и производства электромобилей, чтобы облегчить переход к низкоуглеродной транспортной

системе. У Индии есть цель – 30% электромобилей а структуре продаж к 2030 г. В июле 2020 г. индийские железные дороги объявили о планах по достижению нулевых чистых выбросов к 2030 г.

Наряду с обязательствами Индии в рамках Парижского соглашения, продолжается реализация масштабного Национального плана действий в области климатических изменений (2008), охватывающего 8 направлений (в т.ч. лесонасаждения, сельское хозяйство, коммунальный сектор, водные ресурсы и др.). Приоритетное внимание уделяется усилиям по адаптации и устойчивости к последствиям изменения климата, что чрезвычайно важно для огромного населения, живущего за чертой бедности (около 300 млн индийцев имеет доход ниже 1,25 долл. в день).

**Выводы.** Очевидны как общие тенденции климатической политики Индии и Китая (в обеих странах прогнозируется снижение использования угля, что к 2030 г. может привести к сокращению выбросов углекислого газа примерно на 2–3 млрд т; увеличение доли ВИЭ в структуре энергобаланса), так и различия. Китай стремится взять на себя роль лидера в сфере глобального управления климатом, опираясь на финансовые ресурсы и масштабные инвестиции в возобновляемые источники энергии. Тем не менее достижение Китаем целей Парижского соглашения вызывают у экспертов сомнения (в диапазоне 3-4 градусов). У Индии есть потенциал стать мировым лидером для достижения цели Парижского соглашения в 2 градуса, учитывая поэтапный отказ от угля и ускорение перехода на возобновляемые источники, что принесет большие выгоды для устойчивого развития, включая улучшение здоровья населения, рост занятости и оздоровление окружающей среды.

### Литература

1. Nyabiage Jevans. China's role 'critical' if world is to meet climate change targets. South China Morning Post. Published: 8:30pm, 28 Jan, 2020
2. World Energy Outlook. IEA. 2019. <https://www.iea.org/weo2019/>
3. Zero-Carbon Initiative. <https://zero-carbon.org.cn/>
4. Китайская сеть торговли выбросами углерода 中国碳排放交易网 <http://www.tanpaifang.com/>

N.N. Alekseeva, E.A. Fortygina

### ASIA'S GIANT COUNTRIES: CURRENT CLIMATE POLICY

In 2000-s, the center of environmental problems has clearly shifted to Asian countries, especially China and India. Currently, China is responsible for about a third of the world's carbon emissions, and India contributes for 6-7% of global greenhouse gas emissions. The decisive role of China, and partly of India, in achieving the goals of the Paris Agreement (2015) is undeniable. The purpose of the work is to review the factors that determine the contribution of China and India to the destabilization of the climate situation on the planet, as well as the current policy in the field of climate change prevention and mitigation. The economic development of these countries in the post-pandemic era may have a greater impact on the implementation of the Paris Agreement than other states.

*Keywords:* Paris Agreement, climate policy, India, China, energy consumption, carbon emissions, coal production, renewable energy.

УДК: 504.38

*В.С. Дехнич*

*Казахстанский филиал Московского государственного университета  
имени М.В. Ломоносова*

г. Нур-Султан, Республика Казахстан (E-mail: vodo.ast@gmail.com)

## **ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ ПО СОКРАЩЕНИЮ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В КОММУНАЛЬНОМ И ТРАНСПОРТНОМ СЕКТОРАХ ГОРОДОВ КАЗАХСТАНА С УЧЕТОМ ИХ ПРОСТРАНСТВЕННО- ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК**

Сокращение выбросов парниковых газов в коммунальном и транспортном секторах городов может внести существенный вклад в смягчение процесса изменения климата и в выполнение добровольных обязательств, принятых Республикой Казахстан по в рамках Парижского соглашения. В статье описаны различия в углеродоемкости коммунального и транспортного секторов пяти крупных городов Казахстана, произведен анализ влияния их пространственно-географических характеристик на потенциал снижения углеродоемкости, а также предлагается система дифференциации обязательств городов по сокращению выбросов парниковых газов, которая позволяет минимизировать сдерживание развития городов.

*Ключевые слова:* Сокращение объемов выбросов парниковых газов, климатическая политика, Нур-Султан, Алматы, Шымкент, Караганда, Усть-Каменогорск.

С 1992 года, когда была принята Рамочная конвенция ООН об изменении климата, Казахстан осуществляет действия по сокращению выбросов парниковых газов (ПГ). По итогам Конференции сторон Конвенции в Париже (2015) Республика Казахстан приняла добровольные обязательства по сокращению выбросов парниковых газов к 2030 году не менее чем на 15% от уровня 1990 года, что эквивалентно сокращению на 13,8% от уровня 2018 года [5]. В работах [6, 7] описаны перспективы выполнения обязательств Республики за счет модернизации промышленности, однако возможный эффект мер по сокращению выбросов ПГ в коммунальном и транспортном секторах городов слабо исследован, несмотря на то, что выбросы ПГ от тепло- и энергопотребления, от использования личного автотранспорта и от потребления сжиженного газа в крупных городах составляют более 50% от общего объема.

В данной работе на примере ряда крупных городов Казахстана произведена оценка роли пространственно-географических факторов в формировании выбросов ПГ, а также предложена система дифференциации обязательств городов по сокращению выбросов парниковых газов. В качестве объектов исследования выбраны города Нур-Султан, Алматы, Шымкент, Караганда, Усть-Каменогорск, которые расположены в различных регионах Казахстана и включают 43% городского населения Республики [1].

Оценка объемов выбросов ПГ рассмотренных городов, произведенная методом даунскелинга [2] свидетельствует о значительных различиях их углеродоемкости и углеродного следа (Рис. 1).



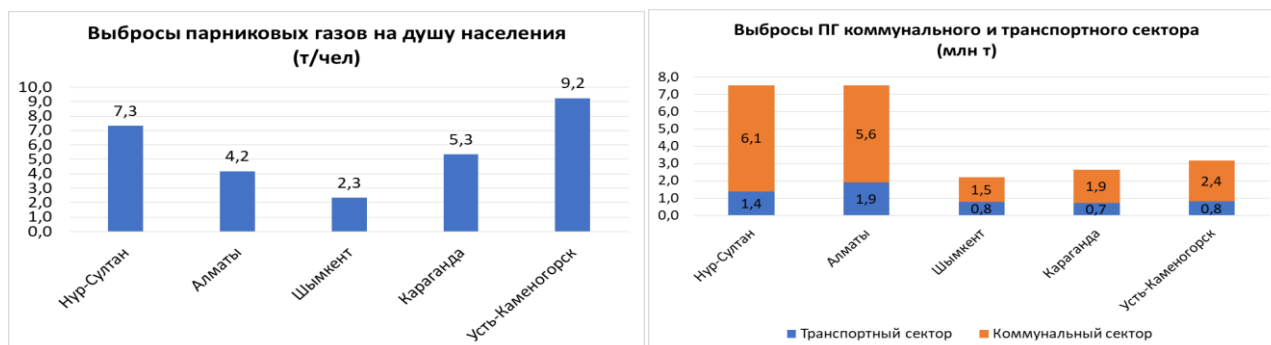


Рис. 1. Углеродоемкость и углеродный след рассмотренных городов

Максимальный объем выбросов ПГ наблюдается в городах Нур-Султан и Алматы и составляет около 7,5 млн т. Углеродоемкость коммунального и транспортного секторов, выраженная в т./чел., в Нур-Султане в 1,7 раза выше, чем в Алматы. Это обусловлено низкими зимними температурами, что приводит к увеличению потребления тепловой энергии, а также высокой долей угольной генерации, характерной для Нур-Султана. Минимальные значения объема (2,3 млн т) выбросов и углеродоемкости (2,3 т/чел.) характерны для Шымкента, которому свойственно абсолютное преобладание газовой генерации энергии, а также наиболее высокие среди рассмотренных городов температуры. Средний объем выбросов характерны для Усть-Каменогорса и Караганды, численность населения которых значительно меньше, чем в городах, описанных выше. Суммарный объем выбросов ПГ коммунального и транспортного секторов рассмотренных городов составляет около 23,1 млн т. Сокращение выбросов в городах, необходимое для выполнения национальных обязательств Республики к 2030 году, составляет 3,19 млн т от уровня 2018 года.

Оценка значимости влияния пространственно-географических факторов на объем выбросов парниковых газов производилась посредством оценки возможного изменения суммарного объема выбросов городов при их приведении к наиболее благоприятным среди рассмотренных условиям климата, структуре топливно-энергетического баланса и планировочной структуре. Согласно модельным расчетам, наиболее существенным пространственно-географическим фактором, увеличивающим объемы выбросов ПГ в городах, является топливный баланс. В условиях абсолютного преобладания газовой генерации в структуре топливного баланса, характерного для Шымкента, совокупные выбросы городов оказываются на 17,5% ниже наблюдаемого объема. В климатических условиях Шымкента, совокупные выбросы рассмотренных городов уменьшаются на 14,7%. В условиях высокой связности улично-дорожной сети, характерной для Алматы, совокупные выбросы рассмотренных городов сокращаются на 7,3% от наблюдаемого объема. Наименьшее влияние среди рассмотренных факторов на объем выбросов оказывает структура жилого фонда. При низкой доле индивидуальной жилой застройки как в Усть-Каменогорске, совокупные выбросы снижаются на 6,5% от наблюдаемого объема.

Различия пространственно-географических условий рассмотренных городов определяют неравенство потенциала снижения их углеродоемкости. В этой связи требуется

разработка системы дифференциации обязательств по сокращению выбросов ПГ, способная компенсировать такое неравенство. Предложенный нами способ дифференциации обязательств включает следующие этапы: 1) определение весового коэффициента (таблица 1) каждого пространственно-географического фактора, исходя из его возможного влияния на суммарный выброс ПГ городов; 2) нормирование (методом линейного масштабирования) количественных параметров (градусо-сутки отопительного периода (ГСОП), коэффициент связности улично-дорожной сети, доля угольной генерации; доля индивидуальной жилой застройки (ИЖС)), описывающих влияние каждого фактора; 3) Определение взвешенной суммы параметров; 4) Распределение целевого сокращения выбросов, пропорционально взвешенной сумме параметров.

В связи с необходимостью учета ожидаемого изменения численности населения в рассмотренных городах, этот фактор также был включен в перечень оцениваемых условий. Ему был присвоен наиболее высокий коэффициент значимости, так как различия, выбросов ПГ между рассматриваемыми городами, обусловленные исключительно фактором численности населения составляют более 420%. При этом, очевидно, что действия климатической политики не могут оказать влияние на фактор климата и населения (мы не рассматриваем сдерживание темпов роста населения, как меру по снижению выбросов). Как следствие, высокие значения показателя градусо-суток отопительного периода и прироста численности населения рассматривались, как условия, ограничивающие потенциал снижения выбросов ПГ, и города в таких условиях должны иметь более мягкие обязательства. В этой связи для указанных факторов использовался обратный весовой коэффициент.

Таблица 1

Весовые коэффициенты пространственно-географических факторов

Пространственно-географический фактор	$w_i$
Климат	0,032
Структура улично-дорожной сети	0,012
Структура топливного баланса	0,037
Структура жилого фонда	0,010
Население	0,912

Таблица 2

Взвешенная сумма нормированных значений интенсивности влияния пространственно-географических факторов

Город	Взвешенные значения параметров					Взвешенная сумма
	ГСОП	Коэффициент несвязности	Доля угольной генерации	Доля ИЖС	Ожидаемы прирост населения	
Нур-Султан	0,000	0,007	0,038	0,000	0,838	0,879
Алматы	0,023	0,000	0,028	0,007	0,523	0,581
Шымкент	0,032	0,024	0,000	0,010	0,000	0,054
Караганда	0,004	0,023	0,038	0,001	0,739	0,793
Усть-Каменогорск	0,003	0,018	0,030	0,001	0,912	0,956

При распределении обязательств по сокращению выбросов ПГ с применением предложенного алгоритма (Рис. 2) наиболее мягкие обязательства соответствуют городу Шымкенту, так как среди его ожидаемый прирост численности населения к 2030 году значительно выше, чем в остальных городах, а потенциал по снижению выбросов ПГ в значительной степени исчерпан, так как энергопроизводящие установки города используют газ в качестве топлива, и дальнейшее сокращение выбросов возможно лишь за счет реализации мер по снижению топливно- и энергопотребления конечных потребителей коммунального и транспортного секторов.

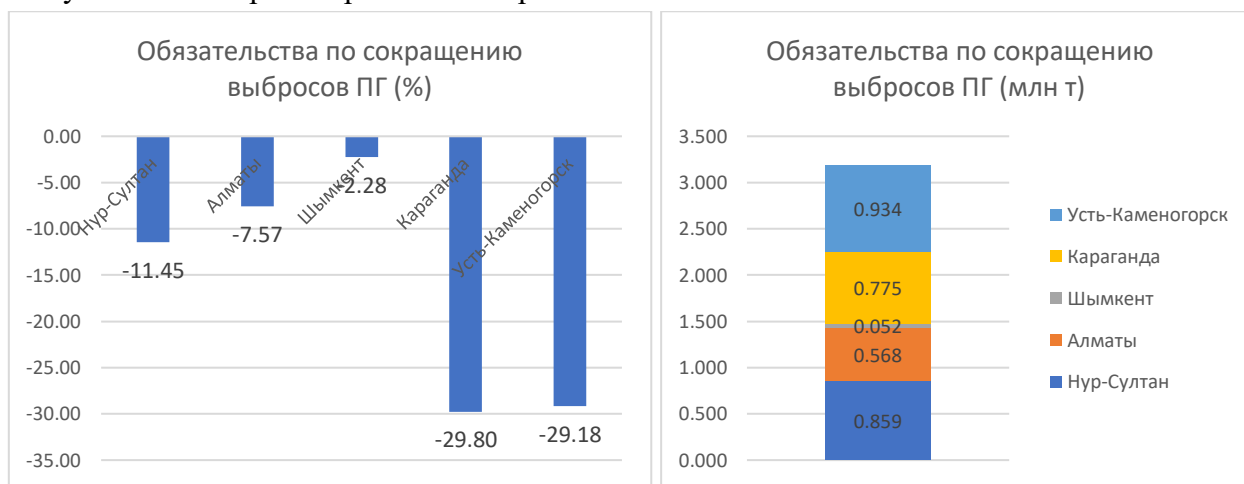


Рис. 2. Дифференцированные обязательства по сокращению выбросов ПГ в рассмотренных городах

Наиболее жесткие обязательства соответствуют городам Усть-Каменогорск и Караганда, так как в этих городах не ожидается значительного прироста численности населения, а также они обладают значительным потенциалом сокращения выбросов ПГ, как за счет газификации энергетики, так и за счет реализации дополнительных мер в коммунальном и транспортном секторах.

Таким образом, предложенная система дифференциации обязательств по сокращению выбросов парниковых газов позволяет выполнить национальные цели Республики Казахстан, минимизируя сдерживание темпов развития городов. Опыт дифференциации обязательств может быть распространен на все крупные города Республики. Выполнение городами обязательств возможно при осуществлении газификации энергетики, а также осуществлении дополнительных мер в коммунальном и транспортном секторах, содержащихся в Муниципальных планах повышения энергоэффективности [3, 4].

### Литература

1. Айдапкелов Н. Демографический ежегодник Казахстана. 2014-2018. Нур-Султан, 2019. Комитет по статистике Министерства экономики Республики Казахстан. 281 с.
2. Дехнич В. С. Моделирование объёмов выбросов парниковых газов в городах с использованием данных различной детальности // Материалы Международной конференции ИнтерКарто. ИнтерГИС. — Т. 26. — Москва: Москва, 2020. — С. 257–270.
3. Муниципальный план повышения энергоэффективности города Астана (При поддержке Программы содействия развитию системы управления в секторе энергетики (ESMAP) Всемирного банка), Астана, 2014, С. – 144.

- Муниципальный план повышения энергоэффективности города Алматы (При поддержке Программы содействия развитию системы управления в секторе энергетики (ESMAP) Всемирного банка), Астана, 2017, С. – 157.
- Intended Nationally Determined Contribution - Submission of the Republic of Kazakhstan: принят 25 ноября 2015 года;
- Kerimray A. Climate change mitigation scenarios and policies and measures: the case of Kazakhstan // *Climaty policy* 11, 332-352 (2016)
- Kolyagin I Analysis of the energy intensity of Kazakhstan: from data compilation to decomposition analysis // *Energy Efficiency*, 11(2), 315-335 - February 2018

V.S. Dekhnich

#### DIFFERENTIATION OF KAZAKHSTAN CITIES COMMITMENTS ON THE REDUCTION OF THE GREENHOUSE GASES EMISSIONS FROM MUNICIPAL AND TRANSPORT ACTIVITIES BASED ON THE SPATIAL CHARACTERISTICS

Reduction of greenhouse gas emission in the municipal and transport sectors of cities can make a significant contribution to mitigation of climate change and fulfilling the voluntary commitments of Kazakhstan adopted under the Paris Agreement. The paper illustrates the differences in the municipal and transport carbon intensity of five large cities, analyzes the impact of spatial characteristics on the potential for carbon intensity reduction, and also proposes a system for differentiating the commitments on cities greenhouse gas emissions reduction, that minimizes the constraint of urban development.

*Keywords:* Greenhouse gases emissions reduction, climate policy, Kazakhstan, Nur-Sultan, Almaty, Shymkent, Karaganda, Ust-Kamenogorsk.

УДК 551.583.63

*Н.М. Дронин<sup>1</sup>, А.П. Кириленко<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Географический факультет МГУ, Россия*

<sup>2</sup>*Университет Флориды, США*

г. Москва, Россия (E-mail: ndronin@gmail.com)

#### РЕКОРДНЫЙ РОСТ УРОЖАЕВ ЗЕРНОВЫХ В РОССИИ: АГРОТЕХНОЛОГИИ ИЛИ КЛИМАТИЧЕСКИЙ ФАКТОР?

В последние годы Россия зарекомендовала себя как ведущий мировой поставщик зерна. В контексте российской аграрной истории нынешний высокий рост производства зерна выглядит исключительным. Большинство статистических моделей «климатической урожайности» подтвердили очень высокую зависимость (>0,7) производства зерна от погодных условий в России в XX веке. Новая статистическая модель доказывает свою применимость к историческому периоду до 2010 года, но не объясняет последний рекордный рост урожайности зерна в целом по России и двум важным сельскохозяйственным регионам – Центральному Черноземью и Северному Кавказу, – в то время как остальные регионы по-прежнему демонстрируют хорошее соответствие регрессивным моделям. Мы интерпретируем эти результаты как свидетельство гораздо более высокого вклада аграрной политики в современную динамику

производства зерна, чем в любой другой исторический период российского сельского хозяйства.

*Ключевые слова:* изменение климата, статистические модели, урожай зерна, Россия, сельское хозяйство, экспорт зерна

В 2000 г. Россия занимала только 18-ое место по экспорту зерна на мировой рынок. В нынешнее десятилетие страна заявила о себе как крупнейшем экспортере зерна. В 2015–2016 гг. экспорт составил 34,5 миллионов тонн, включая 25,6 миллионов тонн пшеницы. Это вывело Россию в число лидеров на мировом рынке зерна. В 2017 г. был достигнут исторический рекорд производства зерна в 134,1 миллионов тонн, и Россия смогла экспортировать 48,8 миллионов тонн зерна, из них – 42 миллионов тонн пшеницы.

Климат признается главным фактором динамики урожайности зерновых в России, тогда как политический фактор (агротехнологии и управление) всегда играл вторичную роль в колебании урожайности. Статистические модели “погода-урожай” для России показывают, что климатический фактор определял более 70-80% динамики урожайности в 20-ом веке [1]. В начале нынешнего века ситуация не изменилась, и, например, ежегодные аналитические обзоры департамента сельского хозяйства США, привычно отмечают сильную зависимость урожаев зерновых России от погодных условий [2]. Такая зависимость от урожайности зерновых от погодного фактора не является типичной для развитых стран, в которых средний вклад погодного фактора оценивается в 27% [3]. Рекордные урожаи в последнее десятилетие могут быть результатом исключительно благоприятных погодных условий. Альтернативное объяснение – сельское хозяйство России стало менее зависимым от погодного фактора благодаря новым агротехнологиям и современным формам управления в аграрной сфере.

Наша статистическая модель охватывает временной период в 62 года, с 1958 г. по 2019 г. Данные урожайности зерновых содержатся в советских и российских статистических ежегодниках. Расчеты охватывает все области Российской Федерации за исключением нескольких территорий, для которых отсутствуют данные для более чем 10 лет. Таким образом, модель охватывает 59 административных единиц. Данные о среднемесячных температурах и осадках доступны в глобальных базах данных [4; 5].

Данные по урожайности зерновых в областях были откорректированы с тем, чтобы удалить влияние постепенного улучшения технологий (так называемый “агротехнологический тренд”). Отклонения от тренда коррелировались с метеорологическими показателями для каждого года и каждой административной единицы. Регрессия между урожайностью и климатическими показателями рассчитывались по трем моделям: множественной линейной регрессии (MLR), регрессии “лассо” (LR) и “ридж-регрессии” (RR). Уравнения регрессии носят индивидуальный характер для каждой административной единицы, но наиболее частыми метеорологическими параметрами (для половины областей) являются осадки периода вегетации (апрель-июль, положительная связь), осадки периода сбора урожая (август-сентября, отрицательная связь) и осадки февраля (отрицательная связь).

Результаты всех моделей показывают сходные результаты для российских регионов. В целом, три модели показывают большую обусловленность исторической динамики

урожайности климатическими условиями (около 0,7). Но модели также показывают, что в рассматриваемый период были три периода с положительным отклонением реальных урожаев от климатических урожаев, что может быть оценено как позитивное влияние агротехнологического фактора. Такими периодами являются середина 1960-х – середина 1970-х (Косыгинские реформы), середины 1980-х – 1990 г. (Горбачевские реформы) и современный период с 2012 г. Различия между последним периодом и предыдущими периодами реформ связаны с заметно большей амплитудой положительного отклонения реальной урожайности от климатической урожайности. В 2012–2019 гг. отклонение реальной урожайности от моделируемой климатической урожайности достигают максимальных значений. Мы также провели кластерный анализ, объединяя административные единицы в регионы, если они показывают сходные значения отклонения реальной урожайности от климатической урожайности. Кластерный анализ показал, что области (и края) с максимальным отклонением образуют компактный регион, охватывающий Центрально-черноземный район и Северный Кавказ, тогда как в остальных, менее продуктивных, областях текущие урожаи могут быть объяснены погодными условиями. До начала 2010-х гг. таких различий между двумя кластерами не наблюдалось.

Центрально-Черноземный район (8 областей) и Северный Кавказ (3 административные единицы) выступают как главные двигатели прогресса в зерновом хозяйстве страны. Помимо плодородных почв и относительно благоприятного климата эти регионы отличаются от других регионов страны наибольшими долями земель, находящихся под управлением агрохолдингов. В Центральном Черноземье доля таких земель достигает в среднем 45% (от 85% в Белгородской области до 25% в Воронежской). На Северном Кавказе доля земель у агрохолдингов достигает 21%. Далее к востоку доля агрохолдингов снижается до 17% в Волжском регионе, 9% – на южном Урале и 7% – в Западной Сибири [6]. Из 100 крупнейших производителей зерна 88 находятся в кластере с наибольшим отклонением урожаев от моделируемых значений климатической урожайности, и только два расположены в Волжском регионе, два – в Татарстане и четыре – в Сибири [7]. По мнению многих экспертов, с агрохолдингами связаны внедрение новых технологий, обновление семенного фонда, технической модернизации, что могло привести к ослаблению зависимости динамики урожайности от погодных условий (которые, кстати сказать, не показывают улучшение в современный период).

### Литература

1. Dronin NM, Kirilenko AP (2013) Weathering the Soviet countryside: The impact of climate and agricultural policies on Russian grain yields, 1958–2010// *The Soviet and Post-Soviet Review*. V. 40. Issue 1, 2013, pp. 115-143
2. USDA (2017) Foreign Agricultural Service. Russian Federation. Grain and Feed Annual
3. Lobell DB, Ortiz-Monasterio JI (2007) Impacts of day versus night temperatures on spring wheat yields: a comparison of empirical and CERES model predictions in three locations // *Agron. J.* 99(2), pp. 469-477
4. Schneider U, Becker A, Finger P, Meyer-Christoffer A, Ziese M (2018) GPCC Full Data Monthly Product Version 2018 at 0.5°: Monthly Land-Surface Precipitation from Rain-Gauges built on GTS-based and Historical Data. DOI: 10.5676/DWD\_GPCC/FD\_M\_V2018\_050

5. Schamm K, Ziese M, Becker A, Finger P, Meyer-Christoffer A, Schneider U, Schröder M, Stender P (2014) Global gridded precipitation over land: a description of the new GPCP First Guess Daily product. DOI: 10.5194/essd-6-49-2014
6. Rylko D (2011) Russian New Agricultural Operators (Agroholdings): Emergence, Performance, and Impact on the Domestic and World Agriculture and Agribusiness. Available at: [https://moel.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/moel/Downloads/Rylko\\_Russian\\_Agroholdings\\_Oct\\_2011.pdf](https://moel.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/moel/Downloads/Rylko_Russian_Agroholdings_Oct_2011.pdf), accessed 02 Aug 2020.
7. VIAPI (2009) 'Reitingi krupneishikh proizvoditelei sel'skokhozyaistvennoi prouktsii v Rossii (2006-2008 gg.)'. Moscow: Vserossiiskii institut agrarnykh problem i informatiki im. A.A. Nikonova. [www.viapi.ru/files/Agro300\\_2008.pdf](http://www.viapi.ru/files/Agro300_2008.pdf) accessed 22 July 2020.

**N. Dronin, A. Kirilenko**

### **RECORD GROWTH OF GRAIN HARVESTS IN RUSSIA: AGROTECHNOLOGY OR CLIMATIC FACTOR?**

In recent years Russia established herself as the world's leading supplier of grain and continues to draw ambitious plans for raising its grain production in longer term. Within the context of Russian agricultural history the recent high growth of grain production looks exceptional. Most statistical models "weather-yield" confirmed very high dependence ( $>0.7$ ) of grain production on weather conditions in Russia in the 20th century. Our new statistical model proves its applicability for historic past up to 2010 but fails to simulate most recent record growth of grain yields in general for Russia and for two important agricultural regions – Central Black earth and Northern Caucasus – while the rest still demonstrate good compliance with the regression models. We interpret these results as evidence about much higher contribution of agricultural policy in the recent dynamic of grain production than in any historical period of Russian agriculture.

*Keywords:* Climate Change, Statistical Models, Grain Yields, Russia, Agriculture, Grain Export

**УДК 504.123**

*Н.М. Дронин*

*Географический факультет МГУ*

г. Москва, Россия (E-mail: [ndronin@gmail.com](mailto:ndronin@gmail.com))

### **КОНВЕНЦИИ ПО ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА И БОРЬБЕ С ОПУСТЫНИВАНИЕМ: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПРОТИВОРЕЧИЯ**

Взаимоотношения между конвенциями по изменению климата (UNFCCC) и борьбы с опустыниванием (UNCCD) являются предметом данного анализа. Можно было ожидать сближения двух конвенций, поскольку они имеют отношение к климатическим аномалиям. Однако "опустынивание" с самого начала было довольно изолированной областью исследований, в то время как доклады ИРСС уделяли мало внимания к проблемам опустынивания в засушливых

районах, что, возможно, свидетельствует о том, что этот вопрос рассматривался как относящийся больше к социальной, а не экологической науке. Еще одной причиной слабого взаимодействия UNFCCC и UNCCD может быть большое различие в методологии исследований. В 90-х годах первые исследования, основанные на дистанционном зондировании, показали, что Сахель и другие засушливые регионы "позеленели" из-за увеличения количества осадков. В результате UNCCD вынужденно трансформируется из конвенции, которая ограничена географически засушливыми регионами, в конвенцию глобального управления земельными ресурсами.

*Ключевые слова:* опустынивание, изменение климата, Сахель, полузасушливые регионы, деградация земель

Конвенция по изменению климата (UNFCCC) и Конвенция по борьбе с опустыниванием (UNCCD) относятся к приоритетам глобальной экологической политики, но их реальный политический и научный статус очень разный. На Всемирном форуме по окружающей среде и устойчивому развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г. конвенция по изменению климата получила общую поддержку развитых и развивающихся стран. Проект UNCCD вызвал большие дискуссии, и был одобрен только благодаря консолидированной позиции африканских стран и вопреки сопротивлению ряда западных стран. UNCCD была названа "пасынком Рио" [1]. После вступления UNCCD в силу в 1996 г. проблема с ее финансированием оставалась нерешенной в течение следующих десяти лет, так как Глобальный Экологический Фонд (GEF) отказывался признавать ее глобальный характер.

Различия в научном статусе двух конвенций представляются разительными. В наиболее престижных научных журналах – Science и Nature – термин "изменения климата" появлялся в аннотациях 634 раза, тогда как термин "опустынивание" встречается только в 4 аннотациях, опубликованных в период 1996–2006 гг. [2]. Согласно другому недавнему исследованию количество научных публикаций в рецензируемых журналах по проблеме опустынивания не превышает 50-60 в год [3], что очень немного для проблемы, являющейся предметом международной экологической политики.

Несмотря на тематическую близость конвенции, их научное развитие протекало в относительной изоляции друг от друга. Согласно UNCCD опустынивание есть "результат действия разных факторов, включающие *климатические колебания* и хозяйственную деятельность", прежде всего, в семиаридных областях. Исследования в рамках UNFCCC могли бы внести свой вклад в оценку климатических трендов в засушливых зонах. Однако проблема опустынивания с самого начала исследовалась вне связи с работами по изменению климата [4]. В свою очередь доклады IPCC уделяли мало внимания процессам опустынивания в семиаридных зонах. Отдельный раздел "опустынивание" появился только в последнем докладе IPCC в 2019 г. [5].

Одна из причин слабого взаимодействия между двумя конвенциями, вероятно, связана с особенностями исторического развития концепции опустынивания. Концепция появилась в середине 1970-х гг. как реакция на катастрофическую засуху в Сахеле. Засуха объяснялась наступлением пустыни Сахары из-за аридизации регионального климата. Но на первой международной конференции в Найроби в 1977 г., посвященной проблемам опустынивания, эта гипотеза была отвергнута как не имеющая фактического и научного обоснования. С



отрицанием идеи расширения пустынь некоторые ученые стали принижать значение климатического фактора в процессе опустынивания и, одновременно, преувеличивать роль антропогенного фактора. Например, в одной из формулировок “опустынивания” подчеркивалось, что это – появление “аридных условий в тех местностях и ландшафтах, где они не должны происходить по климатическим причинам” [6]. Некоторые эксперты считали проблему опустынивания, как относящуюся к социально-экономическим феноменам, соответственно ее решение необходимо искать в сфере социальных и экономических отношений, а не в методах физического преобразования территории (лесоразведение и др.) [7].

До конца 2000-х гг. методическое отставание работ по опустыниванию было очевидным. Если доклады IPCC представляли результаты сложных глобальных динамических циркуляционных моделей (GCMs), то для производства глобальных оценок опустынивания использовались карты, построенные на экспертных оценках. Например, самая известная оценка деградации земель по регионам мира GLASOD, сделанная специально к форуму в Рио-1992, строилась на экспертных оценках 250 специалистов. В конце 2000-х такого рода экспертные оценки подвергались критике многих исследователей [8]. Только в 2008 г. ФАО и ЮНЕП предприняли глобальную оценку масштабов опустынивания на данных дистанционного зондирования. Новая оценка привела к существенно другим результатам, чем в проекте GLASOD. Регионы с наибольшей деградацией земель располагаются в условиях гумидного климата (78% всех деградированных земель), а наиболее деградированными оказались лесные экосистемы. Семиаридные зоны не являются проблемными в отношении деградации растительно-почвенного покрова, также как сельское хозяйство не представляет самой большой угрозы для состояния земель [9].

Исследования на региональном уровне методами дистанционного зондирования только подтверждают выводы глобальной оценки деградации земель. Многие семиаридные регионы, в том числе Сахель, показывают рост биопродуктивности, связанный, главным образом, с увеличением осадков. Большинство исследований в рамках UNCCD оперируют традиционными индексами сухости (AI), которые показывают тенденции к усилению засушливости в семиаридных зонах. Явное противоречие результатов, полученных расчетными и дистанционными методами, получило название “парадокс глобальной аридизации”, который формулируется как дилемма: “потепление – больше засушливости” или “потепление – меньше засушливости” [10]. Последний доклад IPCC определенно высказался о бесполезности применения традиционных климатических индексов для оценки динамики засушливости в семиаридных областях [5].

В настоящее время UNCCD постепенно отходит от своей первоначальной концепции о поступательной аридизации семиаридных областей, трансформируясь в глобальную конвенцию по земельным ресурсам. Так, секретариат конвенции предложил включить в список Целей Устойчивого Развития (SDGs) достижение Нейтрального Баланса Деградации Земель (LDN) к 2030 г. Эта цель распространяется на все географические регионы, независимо от степени засушливости их климата.

### Литература

1. Sharma A., Agarwal A., Narain S. (1999) Green Politics: Global Environmental Negotiations. New Delhi, Centre for Science and Environment, p. 409
2. Reynolds J.F. et al. (2007) Dryland Development Global Desertification: Building a Science for Dryland Development. Science. Vol. 316: 847-851
3. Xie H, Zhang Y, Wu Z and Lv T (2020) A Bibliometric Analysis on Land Degradation: Current Status, Development, and Future Directions. Land, 9, 28; doi:10.3390/land9010028
4. Grainger A, Smith M.S., Squires V.R., Glenn E.P. (2000) Desertification and Climate Change: the Case for Greater Convergence. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 5: 361–377
5. Mirzabaev A., Wu J., Evans J., García-Oliva F., Hussein I.A.G., Iqbal M.H., Kimutai J., Knowles T., Meza F., Nedjraoui D., Tena F., Türkeş M., Vázquez R.J., Weltz M. (2019) Desertification. In: Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems.
6. Graetz R. D. (1991) Desertification: A tale of two feedbacks. Ecosystem Experiments, H. A. Mooney et al., Eds., Wiley, 59–87.
7. Bakhit A. H.(1993) Desertification: Reconciling Intellectual Conceptualization and Intervention Effort. GeoJournal 31.1
8. Sonneveld B., Dent D. (2009) How good is GLASOD? J Environ Manage 90(1):274–283
9. Bai Z.G., Dent D.L., Olsson L. and Schaeppman M.E. (2008). Global Assessment of Land Degradation and Improvement. FAO LADA working paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome
10. Roderick ML, Greve P., Farquhar G.D. (2015) On the assessment of aridity with changes in atmospheric CO2 Water Resour.Res. 515450–63

**N. Dronin**

#### **CONVENTIONS ON CLIMATE CHANGE AND COMBATTING OF DESERTIFICATION: CONCEPTIAL CONTRADICTIONS**

The relationship between the UNFCCC and UNCCD is a subject for our analysis. One could expect convergence between research into desertification and global climate change. However, desertification has been a rather isolated field of study from the very beginning while the IPCC reports have demonstrated an apathy concerning desertification in drylands, perhaps indicating that in this forum the issue is categorized as belonging to social rather than environmental science. A methodological gap could be one further reason for the weak pairing of the UNFCCC and UNCCD. In the 1990s pioneer studies, based on remote sensing, had discovered that the Sahel and other semi-arid regions were “re-greening” due to some increase in precipitation. In its reaction to these findings the UNCCD has been evolving from an environmental agreement limited to addressing the narrow context issue of desertification in arid and semi-arid marginal regions to a position of global stewardship of land resources.

*Keywords:* desertification, climate change, Sahel, semi-arid regions, land degradation

УДК 551.586

*М.В. Захарова**Калужский государственный университет им. К.Э. Циолковского  
г. Калуга, Россия (E-mail: ZakharovaMV@tksu.ru)***ОЦЕНКА БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ПРИМЕРЕ  
МЕТЕОСТАНЦИИ СУХИНИЧИ КАЛУЖСКОЙ ОБЛАСТИ**

Данная статья посвящена оценке биоклиматических характеристик на примере Сухиничской метеостанции в Калужской области. Эти показатели учитывают температуру, влажность, ветровые условия и состояние атмосферного загрязнения. На основании результатов расчетов было установлено, что зимний период в этом регионе можно охарактеризовать как умеренно суровый. Уровень комфортности теплоощущений человека в зависимости от эффективной температуры оценивается как «комфорт (умеренно – тепло)». В то же время категория теплоощущений в градусах эквивалентно-эффективной температуры соответствует «зоне охлаждения». Метеорологический потенциал атмосферы свидетельствует о климатическом «субкомфорте» региона.

*Ключевые слова:* климатический комфорт, биоклиматические показатели, эффективная температура, эквивалентно-эффективная температура,

Одним из потенциалов развития Калужской области как «региона нового развития» в соответствии с принятой стратегией социально-экономического развития до 2030 года [4], объявлен туризм различных форм: от делового, культурно-познавательного, религиозного до агротуризма и спортивного туризма с активными формами отдыха. Оценивая туристическую привлекательность региона с позиций пригодности для рекреации и оздоровления необходимо учитывать температурно-влажностные и ветровые показатели состояния атмосферы, изменчивость климата, состояние загрязненности атмосферы, которые интегрально воздействуют на теплоощущение и общее самочувствие человека.

Косвенными индикаторами оценки состояния окружающей человека среды, которые характеризуют физические аспекты ее тепловой структуры, являются биоклиматические показатели [1, 2]. В настоящее время известны и применяются для расчетов более 30 биометеорологических показателей – индексов, которые условно подразделяются на 7 основных групп: температурно-влажностные показатели, температурно-ветровые, температурно-влажностно-ветровые, индексы изменчивости и континентальности климата, индексы, характеризующие состояние загрязнения атмосферы. В таблице 1 приведены формулы для расчета биоклиматических индексов, принятые для оценки климатической комфортности в данной работе.

Источником метеорологической информации послужили данные, обработанные и систематизированные ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД», содержащиеся в научно-прикладном справочнике «Климат России». Использованные данные содержат климатические нормы по данным наблюдений, проводимым на аэрологической станции Сухиничи за период с 1966 по 2016 гг., а по температуре воздуха с 1926 г.

Таблица 1

Формулы для расчета биоклиматических индексов

Биоклиматические индексы	Расчетная формула (номер)	Условные обозначения в формулах
Индекс жесткости погоды ( $S$ ) по С. Бодману	$S = (1 - 0,004T)(1 + 0,272V)$ (1)	$T$ – средняя месячная температура воздуха в январе, °С; $V$ – средняя скорость ветра за январь, м/с.
Эффективная температура ( $ET$ ) по А. Миссенарду	$ET = 37 - \frac{37 - t}{0,68 - 0,0014f + 1 / (1,76 + 1,4V^{0,75})} - 0,29t(1 - f / 100)$ (2)	$T, V, f$ – температура, скорость, относительная влажность воздуха.
Эквивалентно-эффективная температура ( $ЭЭТ$ ) по Б.А. Айзенштату	$ЭЭТ = T \cdot [1 - 0,003(100 - f)] - 0,385V^{0,59} [(36,6 - T) + 0,622(V - 1)] + [(0,0015V + 0,008) \cdot (36,6 - T) - 0,0167] \cdot (100 - f)$ (3)	$T, V, f$ – температура, скорость, относительная влажность воздуха.
Нормальная эквивалентно-эффективная температура ( $НЭЭТ$ ) по И.В. Бутьевой	$НЭЭТ = 0,8ЭЭТ + 7^{\circ}C$ (4)	$7^{\circ}C$ – поправка на охлаждающее действие ветра.
Биологически активная температура ( $БАТ$ )	$БАТ = 0,8НЭЭТ + 9^{\circ}C$ (5)	$9^{\circ}C$ – поправка на охлаждающее действие ветра.
Метеорологический потенциал атмосферы ( $K_{Мп}$ ) по Т.С. Селегей, И.П. Юрченко	$K_{Мп} = \frac{P_{ш} + P_{т}}{P_{о} + P_{v}}$ (6)	Число дней: $P_{ш}$ – со штилем; $P_{т}$ – с туманом; $P_{о}$ – с осадками $\geq 0,5$ мм; $P_{v}$ – с ветром $\geq 6$ м/с.

Климат Калужской области [3] – умеренно континентальный с хорошо выраженными сезонами года: умеренно жарким и влажным летом и умеренно холодной с устойчивым снежным покровом зимой. Средняя температура января составляет  $-10^{\circ}C$ , июля –  $+18^{\circ}C$ . Осадков выпадает 450-650 мм в год, из них 70% приходится на весенне-осенний период. В среднем большую часть года наблюдается южный и юго-западный ветер, летом наиболее часто отмечается ветер с северной составляющей.

Одним из наиболее известных индексов, служащих для оценки степени суровости зимних условий, является индекс Бодмана (табл. 1, формула (1)), показывающий «жесткость» зимней погоды в условных единицах по шкале баллов жесткости. Согласно этому критерию, зимний период можно охарактеризовать как умеренно-суровый ( $S = 2,05$ ).

Для оценки теплового состояния человека и степени дискомфорта используется понятие «эффективная температура» – это температура неподвижного воздуха, насыщенного водяным паром. В зависимости от температуры воздуха меняется и влияние

влажности на эффективную температуру, если температура ниже  $+10^{\circ}\text{C}$ , то сухой воздух кажется значительно теплее, чем влажный и наоборот. Для того, чтобы отразить зависимость тепловой чувствительности человека от воздействия ветра Миссенардом был введен такой показатель эффективной температуры, который учитывает влияние температуры, влажности воздуха и скорости ветра (табл. 1, формула (2)). Таким образом, по результатам оценки эффективной температуры ( $ET=17,5^{\circ}\text{C}$ ) уровень комфорта теплоощущений человека оценивается в среднем как «комфорт (умеренно – тепло)». Ценность данного биоклиматического индекса состоит в том, что его можно использовать как для теплого, так и для холодного сезонов года. В таком случае в зимний период (январь) среднее многолетнее значение эффективной температуры будет составлять  $ET=2,8^{\circ}\text{C}$ , что соответствует тепловой чувствительности «очень прохладно». В жаркий период (июль) в рассматриваемом районе данный биоклиматический показатель получен равным  $ET=23,1^{\circ}\text{C}$ , что относится к уровню климатической комфортности «комфортно-тепло».

Отечественными климатологами для интегральной оценки воздействия температуры, влажности и ветра на тепловосприятие человека в тени, принято использовать эквивалентно-эффективную температуру, предложенную Айзенштамом (табл. 1, формула (3)). Оценка данного показателя в среднем многолетнем аспекте для данной территории показала, что категория теплоощущения в градусах эквивалентно-эффективной температуры для одетого человека будет попадать в градацию ниже  $17,3^{\circ}\text{C}$ , для раздетого ниже  $16,7^{\circ}\text{C}$ , т.е. соответствовать «зоне охлаждения».

Оценка теплоощущений одетого человека может проводиться и с использованием нормальной эквивалентно-эффективной температуры, предложенной Бутьевой (табл. 1, формула (4)). Результаты расчета нормальной эквивалентно-эффективной температуры, выполненные по климатическим нормам, наблюдаемым на территории рассматриваемого района ( $НЭЭТ=17,1^{\circ}\text{C}$ ), свидетельствуют об уровне климатического комфорта «комфорт (умеренно – тепло)».

В то же время оценка биологически активной температуры (табл. 1, формула (5)), полученная по средним многолетним данным ( $БАТ=22,7^{\circ}\text{C}$ ), свидетельствует о тепловом дискомфорте, поскольку зона комфорта для этого показателя заключена в пределах от  $+10^{\circ}\text{C}$  до  $+20^{\circ}\text{C}$ . Необходимо подчеркнуть, что данный биоклиматический индекс учитывает совокупность одновременного воздействия температуры, влажности, скорости ветра и отраженной радиации земли.

Метеорологический потенциал атмосферы, разработанный Селегей и Юрченко (табл. 1, формула (6)), позволяет оценить способность атмосферного воздуха к самоочищению. Известно, что в случае  $K_{\text{Мп}} > 1$  преобладают процессы, которые способствуют накоплению вредных веществ в воздухе, в случае  $K_{\text{Мп}} < 1$ , напротив, преобладают процессы самоочищения атмосферы. С точки зрения оценки климатического потенциала самоочищения атмосферы территория попадает в зону «комфорта», если  $K_{\text{Мп}} < 0,8$ , «субкомфорта», если  $K_{\text{Мп}}$  от 0,81 до 1, «дискомфорта», если  $K_{\text{Мп}} > 1,1$ . По данным многолетних наблюдений установлено, что метеорологический потенциал  $K_{\text{Мп}} = 1,0$ . Такое

значение свидетельствует о том, что в атмосфере преобладают процессы, приводящие к накоплению вредных примесей, отражает низкую способность к самоочищению атмосферы, а с позиций биоклиматической оценки означает климатический «субкомфорт» рассматриваемой территории.

Следует отметить, что для дальнейшей типизации территории Калужской области по степени климатической комфортности необходимо привлечь метеорологическую информацию со всех пунктов действующей гидрометеорологической сети. Последующее пространственное обобщение биоклиматических индексов с позиций климатической комфортности территории позволит оценить условия жизни, самочувствия и здоровья населения, усовершенствовать санитарно-гигиенические нормативы условий трудовой деятельности, а также определить периоды для лучшей рекреационной деятельности.

### Литература

1. Андреев С.С. Интегральная оценка климатической комфортности на примере территории Южного Федерального округа России. Монография. СПб.: изд. РГГМУ, 2011. 304 с.
2. Добрынина И.В., Акимов Л.М., Куролан С.А. Медико-географическая оценка климатической комфортности территории Воронежской области // Вестник ВГУ, Серия: География, геоэкология. 2013. № 1. С. 120-128.
3. Доклад о состоянии природных ресурсов и охране окружающей среды на территории Калужской области в 2018 году. Калуга, 2019. 292 с.
4. «О Стратегии социально-экономического развития Калужской области до 2030 года». Доступно по адресу: <http://docs.cntd.ru/document/972215857>.

*M.V. Zakharova*

### ASSESSMENT OF BIOCLIMATIC CHARACTERISTICS ON THE EXAMPLE OF THE SUKHINICHI WEATHER STATION IN THE KALUGA REGION

This work is devoted to assessment of bioclimatic characteristics on the example of the Sukhinichi weather station in the Kaluga region. These indices consider temperature, humidity, wind conditions and the state of atmospheric pollution. Based on the results of calculations, it was found that the winter period in this region can be described as moderately severe. The level of comfort of a person's heat perception is estimated as «comfort (moderate – heat)» according to the effective temperature. At the same time, the category of heat perception in degrees of equivalent-effective temperature corresponds to the «cooling zone». The meteorological potential of the atmosphere testifies to the climatic «subcomfort» of region.

*Keywords:* climate comfort, bioclimatic indices, effective temperature, equivalent-effective temperature, biologically active temperature, meteorological potential of the atmosphere.

УДК 502.33; 502.313

*М.В. Котова**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
г. Москва, Россия (E-mail: mariakot121212@gmail.com)***ИЗУЧЕННОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В АРКТИКЕ: ОБЗОР РАБОТ, ПОСВЯЩЕННЫХ ПРОГНОЗИРУЕМЫМ ПОСЛЕДСТВИЯМ И ИХ ОЦЕНКЕ В ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ЗАРУБЕЖНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ**

Арктика - уникальный регион, интерес к которому на протяжении последнего столетия неуклонно возрастал, прежде всего из-за его экономического, геополитического и социального значения. Однако его развитие сопряжено с большими рисками, особенно обостряющимися из-за наблюдаемых и прогнозируемых климатических изменений. В целом, известно, что арктический регион отличают суровые естественные условия, трудность освоения и необходимость учета влияния природно-экологических факторов на всех этапах развития этих северных территорий.

Уязвимость хрупких систем Арктического региона, а также значительное обратное воздействие на глобальный климат обуславливают важность геоэкологических исследований: в том числе, обзорных работ, позволяющих оценить текущий уровень изученности проблемы, а также выявить «пробелы» - недостаточно освещенные на сегодняшний день вопросы - и предложить темы для дальнейших исследований.

Представленный обзор рассматривает отдельные труды, дающие общее представление об изученности проблемы изменения климата в Арктике. В ходе обзора выявляются общие и уникальные выводы различных исследователей, подчеркивается актуальность данной темы, а также предлагаются рекомендации для дальнейших исследований и использования уже существующих работ в общественных и внутривластных целях.

*Ключевые слова:* изменение климата, Арктика, обзор работ, геоэкологическая изученность Арктического региона, представление о проблеме изменения климата, изучение Арктики, использование климатической модели, последствия изменения климата, оценка ущерба, дальнейшие исследования, пробелы в изучении.

Арктика представляет собой уникальный регион, интерес к которому за последнее столетие неизменно возрастает – в первую очередь, из-за его экономического, геополитического и социального значения. Однако его развитие сопряжено с большими рисками, особенно обостряющимися из-за наблюдаемых и прогнозируемых климатических изменений. Уязвимость хрупких систем Арктического региона, а также значительное обратное воздействие на глобальный климат обуславливают важность исследований: в том числе, обзорных работ, позволяющих оценить текущий уровень изученности проблемы, а также выявить «пробелы» - недостаточно освещенные на сегодняшний день вопросы - и предложить темы для дальнейших исследований.

Несмотря на активный интерес ученых к Северу, большое количество отечественных и зарубежных работ по проблемам Арктики и непосредственно – климатических изменений, наличие разнообразных моделей и прогнозов – потенциал для будущих исследований все

еще остается весьма значительным. Имеющиеся на сегодняшний день работы не могут в полной мере охватить весь объем проблемы, как правило, концентрируясь на отдельных факторах. В будущем необходимо проведение комплексной оценки, уточнение существующих и создание новых моделей, а также составление конкретных рекомендаций и мер по минимизации рисков и ущерба.

В данном обзоре были рассмотрены некоторые труды, дающие представление об изученности проблемы изменения климата в Арктике. Также на основе обзора были выявлены общие и уникальные выводы различных исследований, подчеркнута актуальность данной темы и предложены рекомендации для дальнейших исследований и использования существующих работ.

Исследовательские труды в отношении данной проблемы условно можно разделить на общепрогнозные и количественно-оценочные. Первые из них могут рассматривать больший спектр факторов, их взаимосвязанность и последствия, однако редко переходят от качественных утверждений к конкретным количественным данным или классификациям. Вторые же – как правило, реже встречающиеся – обычно ограничивают отобранные факторы, предоставляя стоимостную оценку возможных последствий климатических изменений: однако вследствие этой ограниченности полученные данные могут быть недостаточно точными и актуальными, даже если используемый при моделировании климатический сценарий окажется полностью верным.

Ко второму виду работ относится труд «Assessment of climate change impacts on buildings, structures and infrastructure in the Russian regions on permafrost» [7]. Расчеты коллектива авторов под координацией Д. Стрелецкого демонстрируют прогнозируемое воздействие изменения климата на здания, сооружения и инфраструктуру в российских регионах в условиях вечной мерзлоты. Авторы рассмотрели такие факторы, как изменение температуры и влажности, оттаивание многолетнемерзлых пород и последующая активизация просадок грунтов и снижения несущей способности многолетней мерзлоты. Особенно выделяет это исследование стоимостное определение прогнозируемых последствий изменения климата на основе расчетных затрат на замену утраченных объектов инфраструктуры и строений.

Данный подход, безусловно, очень интересен как в плане результатов, так и с точки зрения методики. Однако отсутствие других факторов, кроме как воздействие климатических изменений (КИ) на характеристики вечной мерзлоты, в основе моделей снижает ее эффективность и точность.

Воронина С.А. и др. в работе [1] рассмотрели последствие изменений климата на отдельные сектора экономики и предположили варианты дальнейшего стратегического развития ситуации. Отдельно можно отметить методологические трудности, на которые указывают авторы. Подчеркивается, что горизонт планирования КИ определяется на значительный период 50-100 лет, тогда как экономические прогнозы обычно лежат в пределах 10-20 лет. Отмечено и широкое использование затратного подхода при подобных оценках, основанного на «катастрофичности» сценариев и стоимости восстановления и ликвидации ущерба. Авторский коллектив же считает, что, несмотря на увеличение



издержек, нельзя забывать о выгодах, приносимых КИ, в некоторой степени нивелирующих затраты экономики. Подобные выводы встречаются и в некоторых других работах.

Рассмотренные в работе сферы затрагивают, к примеру, сферу морского транспорта – в первую очередь, возрастание роли СМП и возможные прямые и косвенные выгоды в прогнозируемых условиях. В противовес отмечаются многочисленные негативные факторы. Данный анализ предлагает оценку конкурентоспособности СМП при пяти различных сценариях КИ и отталкивается от сравнения потенциальной стоимости перевозки через СМП и Суэцкий канал. В том же ключе рассматриваются потенциальные изменения в энергетическом секторе (указывается относительно благоприятное влияние на сектор при возрастании нестабильности и рисков, связанных с безопасностью) и последствия КИ для объектов строительства и инфраструктуры.

Однако, в отличие от работы [7], существенная часть рассмотренных в исследовании последствий приведена скорее в тезисной форме: без цифровых, количественных значений и без уточнения методики подобного прогнозирования. Данный факт не является критическим с точки зрения валидности работы, но оставляет потенциал для дальнейших исследований.

Статья «Экономическая оценка последствий деградации вечной мерзлоты под влиянием изменений климата для устойчивости дорожной инфраструктуры в Российской Арктике» Порфирьева Б.Н. и др. [4], как и [7], концентрируется на изменении климата и его влиянии на многолетнемерзлые грунты, на расчете рисков протаивания мерзлых пород и устойчивости дорожной инфраструктуры. Тем не менее, в ней не рассматривается влияние КИ на здания. Авторским коллективом приводятся три сценария: консервативный, умеренный и модернизационный. При этом сценарии различаются, не исходя из условий КИ, основанных на разных моделях (до середины текущего века используется сценарий RCP8.5), а на вариантах развития дорожно-транспортной сети АЗРФ и зависят от планов не только на восстановление дорожного полотна и инфраструктуры (консервативный вариант), но и на активное ее развитие – новое строительство и усовершенствование имеющихся объектов.

В заключение своих исследований авторы приходят к выводу, что для усовершенствования их работы и реализации (потенциально – в новой Стратегии развития АЗРФ) модернизационного сценария необходим дополнительный расчет по иному сценарию с более продолжительными сроками протаивания, деградации и исчезновения вечной мерзлоты. Как и авторы [1], Павленко и проч. отмечают проблему несоответствия горизонтов экономических и климатических прогнозов.

Важной деталью, отмеченной В.И. Павленко и Е.К. Глухаревой в работе [5], является неточность «западных» глобальных моделей при применении на региональном уровне – главным образом, недооценка изменений, что было выявлено на основе расчетов палеоклиматических параметров. Глобально исследователи проводят скорее общий обзор прогнозов и вероятных изменений, концентрируясь на деградации вечной мерзлоты, активизации криогенных процессов и опасных явлений и потенциальном ущербе, наносимом объектам промышленного, гражданского строительства и инфраструктуры (в том числе, упоминаются и антропогенные причины наподобие «эффекта горячих зданий»). Однако также авторами затронута проблема загрязнения окружающей среды и увеличением рисков

повышения концентрации загрязняющих веществ непосредственно в среде обитания человека в связи с потеплением климата и деградацией ММП.

В целом, данную работу отличает меньшая сосредоточенность на моделировании и количественной оценке в пользу раскрытия большего числа потенциальных геоэкологических последствий - как прямых, так и косвенных. Большое внимание уделяют авторы и возможными параметрам, по их мнению, необходимым для более полного учета и оценки происходящих КИ (в большом количестве биотическим), а также раскрывают значение экологического мониторинга для арктических районов – в особенности, в целях устойчивого развития данных территорий.

В статье «Access in Flux: Opportunities and Uncertainties in Arctic Transport and Development» [6] рассматриваются потенциальные возможности и риски при развитии транспортной сети и инфраструктуры в Арктической зоне. Автор концентрирует свое внимание двух климатически чувствительных транспортных системах: морской транспорт и ледовые и наземные зимние дороги. При помощи анализа существующей ситуации и отдельных примеров (городов, платформ, портов...), рассматривая различные модели изменения климата или иных компонентов окружающей среды, а также обращаясь к статистической информации прошлых лет автор выделяет наиболее вероятные сценарии развития упомянутых выше сетей.

Статья позволяет узнать об основных возможностях для развития Северного Морского пути и полярных месторождений. Немаловажным является анализ факторов, по которым развитие транспорта и инфраструктуры при изменении климата может быть нецелесообразным или нерентабельным. Уделяется внимание доступности внутренних - не приморских – поселений, роли зимних дорог и потенциальных последствий изменения климата. Данная статья во многих выводах сходится со отечественной статьей [1]. Можно отметить один из выводов Стефенсона, который предполагает расширение международного сотрудничества России с другими северными странами, а также предсказывает возможную интеграцию ранее исключительно «внутренних» с экономической точки зрения городов и регионов в глобальные сети.

Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. в своей работе «Климатические изменения в Арктике: последствия для окружающей среды и экономики» [2] начинают с подробного перечисления факторов, из-за которых исследования, сопряженные с моделированием, прогнозированием и построением климатических сценариев для Арктической зоны приобретают чрезвычайную сложность. В целом же, в статье произведен обзор основных арктических инициатив и проектов, а также результатов их оценочных докладов.

Безусловно, в работе затрагиваются известные возможные последствия КИ и изменений ледового покрова Арктики, обобщающих упомянутые оценки международных проектов. Обосновывается необходимость как согласования Стратегии развития АЗРФ с Комплексным планом реализации Климатической доктрины РФ, так и общего развития науки – особенно климатических исследований – в России. Также отмечается возможность использования опыта и потенциала международных организаций, таких как ПРООН, ЮНЕП, ОЭСР, Всемирный банк и др, для смягчения последствий КИ.

Большой коллектив авторов (А.Мельвин, П.Ларсена и др.) посвятил свою работу [3] исследованию последствий КИ и их влиянию на инфраструктуру (включая здания), а также значение проактивной адаптации для данного региона. При моделировании были задействованы контрастные климатические сценарии: пессимистичный RCP8.5 и более позитивный RCP4.5. Подобно работе Стрелецкого и др., данная работа рассматривает в первую очередь экономический ущерб применимо к разным частям Аляски и оценивает степень повреждений для объектов разного типа (дороги, аэропорты, трубопроводы и т.д.), предлагая стоимостную оценку ущерба. Также в работе рассматривается экономический эффект от проактивной адаптации к будущим изменениям (например, с возможностью сокращения ущерба дорогам на 80-100% при своевременном применении превентивных мер). Стоимость ликвидации ущерба и адаптационных мер соответственно возрастают при переходе от позитивного сценария к негативному.

Данная работа схожа с исследованием [7], к тому же в данной работе подробно рассматриваются последствия изменения скорости и распространения береговой эрозии. Кроме того, в работе Стрелецкого и др. не рассматривается экономическое влияние превентивных адаптационных мер.

В заключение можно привести следующие выводы:

- Абсолютное большинство исследователей опирается на модели IPCC, причем особенно часто используется пессимистичный сценарий RCP8.5. Возможны работы, уточняющие уже полученный результат при помощи использования других сценариев;

- Методики исследований зарубежных и отечественных ученых во многом сопоставимы. В прогнозных оценках будущих изменений (с поправкой на использование различных сценариев) ученые, в целом, сходятся во мнениях и качественной оценке, что обуславливает большой потенциал для совместных исследований;

- На сегодняшний день уже имеются рекомендации и методики по расчету изменения отдельных факторов и прогнозированию причиненного ущерба, которые можно использовать при составлении государственных программ, стратегий и, потенциально, СП, СНИПов и других руководящих документов;

- Во многих работах (особенно сопряженных с моделированием) наблюдается акцент на воздействии КИ на вечную мерзлоту. Несмотря на неоспоримую важность данного фактора, можно предположить, что в будущем необходимо расширить подобные исследования, связав оценки с большим числом факторов для получения комплексного результата.

### Литература

1. Воронина С.А., Порфирьев Б.Н., Семикашев В.В., Терентьев Н.Е., Елисеев Д.О., Наумова Ю.В. Последствия изменений климата для экономического роста и развития отдельных секторов экономики российской Арктики // Арктика: экология и экономика. 2017. №4(28). С. 4-17.
2. Катцов В.М., Порфирьев Б.Н. Климатические изменения в Арктике: последствия для окружающей среды и экономики // Арктика: экология и экономика. 2012. №2(6). С. 66-79.
3. Melvin A.M. et al. Climate change damages to Alaska public infrastructure and the economics of proactive adaptation // Proc. Natl Acad. Sci. No114. P. 122 -133.
4. Павленко В.И., Глухарева Е.К. Влияние изменений окружающей среды на экономическое развитие регионов российской Арктики // Проблемы прогнозирования. 2010. №2.

5. Порфирьев Б.Н., Елисеев Д.О., Стрелецкий Д.А. Экономическая оценка последствий деградации вечной мерзлоты под влиянием изменений климата для устойчивости дорожной инфраструктуры в Российской Арктике // Вестник Российской академии наук. 2019. Т. 89. №12. С. 1228-1239.
6. Stephenson S. Access to Arctic Urban Areas in Flux: Opportunities and Uncertainties in Transport and Development // «Urban sustainability in the Arctic: visions, contexts, and challenges», 2017. P. 147-154.
7. Streletskiy D. A. et al. Assessment of climate change impacts on buildings, structures and infrastructure in the Russian regions on permafrost // Publ. *Environmental Research Letters*, 2019. Volume 14, Issue 2.

**M.V. Kotova**

**KNOWLEDGE ON THE PROBLEM OF CLIMATE CHANGE IN THE ARCTIC:  
A REVIEW OF WORKS DEVOTED TO FORECASTED CONSEQUENCES AND THEIR  
ASSESSMENT IN DOMESTIC AND FOREIGN STUDIES**

The Arctic is a unique region, the interest in which has steadily increased over the past century - primarily because of its economic, geopolitical and social significance. However, its development is fraught with great risks and uncertainties, especially aggravated by the observed and projected climate changes. The vulnerability of the fragile systems of the Arctic region, as well as the significant reverse impact on the global climate, determine the importance of research, including surveys to assess the current level of knowledge of the problem, as well as to identify "gaps" - insufficiently covered issues to date - and suggest topics for further research.

This review examines some of the work on climate change in the Arctic in order to give an idea of the extent to which this topic has been studied. Also, common and unique conclusions of various studies were identified, the relevance of this topic was emphasized, and recommendations for further research and the use of existing works were proposed.

*Keywords:* climate change, Arctic, review of works, geoecological study of Arctic region, knowledge on problem of climate changes, study of Arctic, using a climate model, consequences of changing climate, damage assessment, further research, gaps in study

**УДК 632.112**

**О.П. Лукашова, И.А. Гонеев**

*ФГБОУ ВО «Курский государственный университет»*

г. Курск, Россия (E-mail: olga\_lukashova@mail.ru; goneev@gmail.com)

**К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ОПАСНЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА  
ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПУСТЫНИВАНИЯ  
В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Последствия глобального изменения климата проявляются не только в природе, но и влияют на хозяйственную деятельность человека. Рост температуры и нестабильность выпадения осадков, увеличение продолжительности антициклональных погод может быть одной из природных предпосылок начала

процесса опустынивания. В статье рассматривается динамика метеорологических показателей за последние 50 лет и периодичность проявления опасного метеорологического явления – засуха за последние 20 лет. Регион исследования – Курская область. Данные позволяют говорить о стабильности климатических условий и отсутствия опасений проявления опустынивания в регионе

**Ключевые слова:** климатические условия, опасные метеорологические явления, засуха, опустынивание.

В конце 20 века (1997 – 2000 годы) силами ЮНЕП и Центра международных проектов Госкомэкологии РФ (ЦМП) был проведен масштабный проект «Поддержка деятельности по борьбе с опустыниванием в странах СНГ». Исследования, проведенные при подготовке национальной программы действий по борьбе с опустыниванием (НПДБО), охватили значительную часть территории России (16 субъектов РФ), затронутую опустыниванием, и четко показали важнейшее значение проблемы опустынивания для России, позволили оценить экологические, социальные и экономические последствия опустынивания, выявить наиболее важные направления деятельности по борьбе с ним. Среди них есть регионы, которые находятся в непосредственной географической близости от территории Курской области. Это Ростовская и Саратовская области. В программных документах отмечалось, что «...процессы опустынивания и засух охватывают более 100 млн. га земли в 34 субъектах РФ, вызывая крайне негативные экологические, социальные и экономические последствия. Хотя подверженная воздействию опустынивания территория составляет всего 7% от общей площади РФ, здесь проживает около 50% населения страны, производится более 70% сельскохозяйственной продукции. Непосредственно испытывают негативное воздействие опустынивания не менее 21 млн. чел. сельского населения» [1].

Прошло более 20 лет. Тенденции опустынивания в регионах, отмеченных программой, сохранились. Появились сведения о проявлении этих процессов в Воронежской области.

Индикаторами опустынивания служат наиболее информативные количественные и качественные показатели состояния природной среды. В этой схеме выделяют три группы индикаторов: физические (почвенно-геохимические и гидрологические), биологические и социальные. Среди физических индикаторов в первых рядах стоит показатель проявления неблагоприятных климатических процессов, в том числе такого опасного природного явления как «засуха».

Понятие «засуха» можно рассмотреть как – «естественное явление природы, обусловленное циркуляционными процессами в атмосфере, следствием которых становится длительное отсутствие осадков (или значительное их сокращение по сравнению со средними многолетними величинами) в сочетании с повышенными температурами воздуха, почвы и ветрами (суховеи), что приводит к резкому снижению относительной влажности воздуха и истощению запасов влаги в почве» [5].

В более узком понимании «засуха – это «агрометеорологическое явление, вызывающее резкое несоответствие между нормальной потребностью растений во влаге и ее поступлением из почвы в результате недостаточного количества осадков и повышенного испарения, нарушающих водоснабжение растений» [6].

Многочисленные исследования происхождения засух и суховеев показали, что их образование и развитие на территории России связано с циркуляцией атмосферы, приводящей к установлению длительного периода антициклональной погоды.

Засуха в Центральном Черноземье - явление периодическое и нередкое. На севере и в центральной части засушливые годы бывают каждые 4-5 лет, на юге - через 3-4 года. По данным ФГБУ «Центрально-Черноземное УГМС» такие явления свойственны для большей части области в 3 декаде июля – 2 декаде августа. Продолжительность засушливых периодов длиной 2-3 декады к началу 21 столетия увеличивается, а это может негативно сказываться на вегетирующих растениях и приводить к эпизодическим почвенным и атмосферным засухам [2].

На территории области неоднократно зафиксированы опасные гидрометеорологические явления, такие как засухи и суховеи. В 20 веке период участвовавших засух приходился на 1960-1970 гг. Очень сильные засухи наблюдались в 1981 году на востоке области, средней интенсивности засухи были отмечены в 1959, 1960, 1963, 1970, 1992 и 2010 гг., слабые засухи отмечались в 1967, 2007, 2012 и 2013 гг., а в остальные годы засуха отсутствовала. Наибольшую повторяемость имеют засухи средней интенсивности [3].

Одной из причин увеличения повторяемости засух на территории области является общепланетарные изменения климата. До середины прошлого столетия лесостепь характеризовалась постоянством (гомеостазом) природной среды. В последние десятилетия он был нарушен в результате глобального изменения климата, уничтожения лесов на значительной территории, распашки луговых степей, техногенного загрязнения. В ЦЧР усилилась континентальность климата, резко понизился уровень грунтовых вод (с 2 до 4-5 м), повысился индекс сухости, вдвое увеличилось число засух в десятилетие. Данный процесс продолжает нарастать: если скорость потепления за период 1948-2005 гг. составляла  $0,11^{\circ}\text{C}/10$  лет, то за 1976-2005 гг. она стала вдвое выше -  $0,24^{\circ}\text{C}/10$  лет [4].

Для определения рисков засух была создана база данных по основному агрометеорологическому параметру, который характеризует условия увлажнения и атмосферные засухи – гидротермическому коэффициенту увлажнения Г.Т. Селянинова (ГТК). Анализ динамики ГТК показывает, что происходящие изменения направлены в сторону оптимизации увлажнения: тенденция к переувлажнению 1970-1980-х гг. сейчас не проявляется, а среднее значение ГТК за последний период (начиная с 1980 г.) практически точно составляет значение в пределах нормы 1,2 (против 1,0 в середине XX в.). Снижение значений ГТК в последние десятилетия обусловлены увеличением сумм активных температур воздуха выше  $10^{\circ}\text{C}$  на  $190\text{--}240^{\circ}\text{C}$  [2].

Отметим также, что на Среднерусской возвышенности ГТК неустойчив. Это объясняется условиями выпадения ливневых осадков в условиях рельефа возвышенности. В настоящее время отмечается достаточно устойчивая тенденция снижения осадков в середине вегетационного периода и роста их в начале и в конце его, главным образом в июне и августе. Это может отрицательно влиять на продуктивность природных и культурных ландшафтов, однако при сохранении в почве влаги осадков, выпавших в предыдущие месяцы, неблагоприятные последствия могут не проявиться.

Анализ фондовых материалов о проявлении атмосферной и почвенной засухи позволил определить периодичность этого явления, географию проявления и динамику повторяемости.

Наиболее ярко засуха проявила себя в 2010, 2014, 2015 и 2018 году. Чаще наблюдалась атмосферная засуха, чем почвенная (77% и 23% соответственно). Наибольшая повторяемость почвенной засухи пришлась на 2010г (6 проявлений), наименьшая (2 проявления) на 2015 и 2018 год.

Самым активным по проявлению атмосферной засухи стал 2018 год (более 10 повторений), и лишь немного уступил ему 2008, 2014 и 2015 года, где повторений было от 6 до 8 раз.

Анализируя географию проявления засухи, как опасного метеорологического явления, можно отметить, что практически вся область была охвачена засухами, прежде всего, атмосферными. Почвенные засухи проявлялись не на всех территориях области.

Все вышеизложенное заставляет более внимательно относиться к показателям климатических изменений. Но критических явлений, которые бы прямо указывали на начало процессов климатического опустынивания, в области пока не происходит.

### Литература

1. Конвенция по борьбе с опустыниванием. Программы действий по борьбе с опустыниванием в регионах Российской Федерации // Степной бюллетень, №10, 2001г. ISSN 1726-2860 [электронный ресурс], режим доступа <http://savesteppe.org/ru/archives/4711> (дата обращения 27.01.2019г)
2. Краткий обзор особенностей распределения засух по территории РФ за вторую декаду июня 2015 г. URL: <https://meteoinfo.ru/news/1-2009-10-01-09-03-06/11254-25062015-2015>
3. Лукашова О.П. Динамика изменчивости природно-климатических условий территории как фактор устойчивости ландшафтов лесостепи (на примере Курской области). //Материалы Международной научной конференции. Под редакцией Е.А. Позаченюк. Симферополь. 2018. С.296 - 298.
4. Переведенцев Ю. П., Гоголь Э. П., Наумов К. М., Шаталинский К. М. Глобальные и региональные изменения климата на рубеже XX и XXI столетий // Вестник ВГУ. География. Геоэкология. 2007. № 2. С. 5 –11.
5. Толковый словарь по сельскохозяйственной метеорологии / [И.Г. Грингоф и др.]. - СПб. : Гидрометеиздат, 2002. 470 с.
6. Шульгин А.М. Агрометеорология и агроклиматология. Л.: Гидрометеиздат, 1978. 200 с.

*O. P. Lukashova, I. A. Goneev*

### **IMPACT OF DANGEROUS METEOROLOGICAL PHENOMENA ON THE POTENTIAL OF DESERTIFICATION IN THE KURSK REGION**

The problem of desertification of the territory of countries lying in temperate latitudes is becoming relevant in the light of modern climate changes. The General trend of increasing air temperature, increasing days with atmospheric and soil droughts, and disruption of precipitation - all this can give grounds to talk about the potential of desertification in the Kursk region. The article presents data on the manifestations of a

dangerous natural phenomenon-drought in the Kursk region and the reasons for increasing the frequency of this phenomenon.

*Keywords:* desertification, dangerous atmospheric phenomena, drought

УДК 504.38

**Е.А. Лупешко**

*МГУ имени М.В. Ломоносова*

г. Москва, Россия (E-mail: lupeshkoliza@gmail.com)

### **ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА КАЗАХСТАНА**

Исследование оценивает возможный ущерб от изменения климата в Казахстане в соответствии с худшим климатическим сценарием ИРСС - сценарием А2. В работе были отобраны 18 проектируемых последствий 5 основных групп: водные ресурсы, растениеводство, животноводство, здоровье населения и чрезвычайные происшествия природного генезиса. Для каждого последствия предлагается оригинальный метод его оценки. Степень определенности оценки оценивалась по трем параметрам: прямое или косвенное последствие изменения климата, качество прогноза (наблюдаемый тренд, модельный подсчет или экспертное мнение) и стоимостные эквиваленты были подобраны прямые или путем аналогов.

*Ключевые слова:* изменение климата, Казахстан, экологический ущерб, экономический ущерб, эколого-экономическая оценка

Исследования в области эколого-экономических аспектов деятельности человека ориентированы на устойчивость развития экономики. Аномально быстрый рост среднегодовой глобальной температуры и его серьезные последствия признаются большинством ученых и политиков во всем мире. В Казахстане также сознается актуальность проблемы, предпринимаются попытки наиболее полной оценки влияния тенденций изменения климата на развитие страны и реализуются проекты адаптации к новым условиям.

Актуальность работы состоит в расчете последствий изменения климата в денежных эквивалентах, что позволит более точно оценить возможный экономический ущерб и привлечь внимание специалистов из разных областей знаний, а также сделает понимание последствий изменений климата более доступным для политиков и рядовых граждан.

Для выполнения поставленных задач были подобраны расчетные методики индивидуально для каждого из 18 прогнозируемых последствий изменения климата в пяти секторах хозяйственной деятельности: 1. Водные ресурсы, 2. Растениеводство, 3. Животноводство, 4. Здоровье населения и 5. Чрезвычайные происшествия природного генезиса. Были проведены расчеты потерь при помощи анализа картографического и литературного материала. Так же в процессе расчетов использовались программы ArcGis и ПК ЭРА-Воздух.

В ходе данной работы был проанализирован сценарий изменения климата А2, рассчитанный до 2050 год. Сценарий характеризуется своими значениями среднегодовых



климатических параметров, сезонных изменений температуры и изменения эффективных температур (которые использовались автором для оценки последствий для здоровья населения).

Был посчитан материальный ущерб от изменения климата по регионам Казахстана в миллионах тенге и процентах от ВРП регионов. Построены карты по каждой группе последствий, а также карта с итоговыми результатами и структурой экономических потерь.

Произведен сравнительный анализ ожидаемого ущерба к 2050 году в секторах экономики и в целом по Казахстану с планируемыми затратами на политику по смягчению и адаптации к климатическим изменениям, принятым в связи с обязательствами Казахстана при вступлении в Рамочную конвенцию ООН по изменению климата, а также в пределах самого Казахстана между областями, учитывая их природные особенности и экономическую направленность. Каждое из 18 последствий охарактеризовано степенью определенности прогнозов по трем параметрам: климатическая обусловленность (прямая или косвенная), верифицируемость прогноза (наблюдаемый тренд, модель, экспертная оценка), наличие прямых или косвенных ценовых показателей.

Наибольший ущерб – 88085,3 млн. тг (203,32 млн. долл.) (31% от общей суммы рассчитанного ущерба для страны) приходится на Алматинскую область, которая относится к горнолесным территориям, как и Восточно-Казахстанская область, с годовыми потерями в 27702 млн. тг (63,94 млн. долл.) (9,7%). В целом можно сказать, что на горнолесные области приходится 40,7% от суммы годового ущерба по стране.

Максимальные потери в регионах Казахстана ожидаются в связи с ростом частоты стихийных бедствий. Суммарный ущерб от них достигает 129059,6 млн. тг (297,89 млн. долл.), что составляет 45% от всего ожидаемого ущерба. Наименьшие суммы потерь, согласно расчетам, будут наблюдаться в здравоохранительном секторе экономики. Их суммарная стоимость составляет 2043 млн. тг (4,72 млн. долл.). В целом предполагаемые потери по всему Казахстану составляют 284306,9 млн. тг (656,23 млн. долл.).

Сравнение возможного ущерба для экономики Казахстана с текущими расходами на адаптацию к изменению климата проводилось по разнице ущербов в случае успешной реализации климатической политики (когда повышение температуры не превысит 2°C) и трендовым сценарием, предусматривающий средний рост температуры по стране в 2,6°C. Дополнительный годовой ущерб, связанный с превышением порогового значения на 0,6°C, обойдется в 88225,7 млн. тг (203,64 млн. долл.) – намного выше текущих расходов (2015 г.), равных 3480 млн. тг (8,03 млн. долл.) в год.

### Литература

1. Seventh National Communication and third Biennial report of the Republic of Kazakhstan to the UN Framework Convention on Climate Change, 2017
2. Тюрина Е.А., Верхотуров Д.А., Стецюк В.В., Подольский С.В., Дьяченко Ю.К., Топчий А.В., Экологическая экономика: этапы развития концепции основные направления исследований, ФГАОУ ВПО «ДВФУ», 2016.
3. Будыко М. И. Влияние человека на климат. Л.: Гидрометеорологическое издательство. 1972. — 46 с.

**Е.А. Lupeshko**

### **ECOLOGICAL-ECONOMIC ASSESSMENT OF POSSIBLE CONSEQUENCES OF THE CLIMATE CHANGE IN KAZAKHSTAN**

The study aims to estimate possible damages caused by climate change in Kazakhstan according to the worst climatic IPCC scenario A2. In the paper we assess 18 projected consequences in 5 basic sections: water resources, crop production, livestock production, health of population, and extreme events. For each consequence an original method is proposed. Confidence of the assessments is evaluated according to three parameters: direct vs indirect impact of climate change, quality of projection (observed trend vs modeling vs experts' opinion), and direct vs indirect cost of damage.

*Keywords:* climate change, Kazakhstan, environmental damage, economical damage, ecological-economical assessment

**УДК 911.9: 551.583**

*А.А. Медведков*

*МГУ имени М.В. Ломоносова*

г. Москва, Россия (E-mail: a-medvedkov@bk.ru)

### **АРКТИЧЕСКАЯ ЗОНА РФ: НОВЫЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА**

В статье рассматриваются обострившиеся вызовы, обусловленные изменениями климата, применительно к самым разным районам Арктической зоны РФ: акватории Северного Ледовитого океана, арктическому побережью и бореальной криолитозоне. На примере малоизученных угроз проанализированы меняющиеся условия, требующие учёта при развитии методов оценки природных и природно-антропогенных рисков. Рассматриваемые вызовы (разливы нефти и ухудшение условий для их ликвидации при сокращении площади морских льдов, увеличение пожароопасности мерзлотно-таёжных ландшафтов и учащение наводнений ледово-подпрудного генезиса в условиях раннего наступления весны) способны нанести серьёзный ущерб при ускоренном освоении ресурсов Арктической зоны РФ.

*Ключевые слова:* Арктическая зона РФ, криолитозона, изменения климата, разливы нефти, подпрудно-ледовые наводнения, лесные пожары

*Введение.* Важность научных исследований по данной тематике подтверждается положениями "Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности". В целях развития науки и технологий (п. 14 Стратегии) предусматривается проведение комплексных научных исследований по изучению опасных природных явлений в Арктической зоне Российской Федерации, разработке и внедрение современных технологий и методов их прогнозирования в условиях меняющегося климата. Учитывая, что темпы потепления климата в Арктическом регионе характеризуются наибольшими скоростями (рис. 1), необходима актуальная оценка вклада данного фактора в формирование экологической ситуации полярных и приполярных районов нашей страны.

Важно понимать с какими угрозами придется столкнуться в условиях прогрессирующего потепления климата и роста его нестабильности.

*Арктическая зона: зонально-географическая обусловленность экологических проблем.* Арктическая зона охватывает следующие зональные ландшафты: арктическую пустыню, тундру, лесотундру и заходит даже в пределы тайги. В каждой природной зоне имеется свой спектр ключевых экологических угроз и рисков, а с учетом современных тенденций изменения окружающей среды, они усиливаются. Для арктических пустынь и тундр ключевой угрозой являются разливы нефти, которые могут произойти при ее добыче и транспортировке. Для арктических и типичных тундр - добыча на суше нефти и природного газа и их транспортировка. Это способствует усилению геофизиологических рисков и сильнейшей деградации северных ландшафтов. В таежной зоне риски для природы и населения связаны с учащением лесных пожаров и подпрудно-ледовых наводнений. В рамках данного сообщения, мы остановимся на важнейших экологических угрозах, наблюдаемых сегодня в самых разных физико-географических условиях Арктической зоны: разливы нефти и ухудшение условий для их ликвидации при сокращении площади морских льдов, увеличение пожароопасности и учащение наводнений ледово-подпрудного генезиса в условиях изменяющегося климата. На этих трех ключевых и малоизученных примерах в рамках настоящей статьи мы и остановимся.

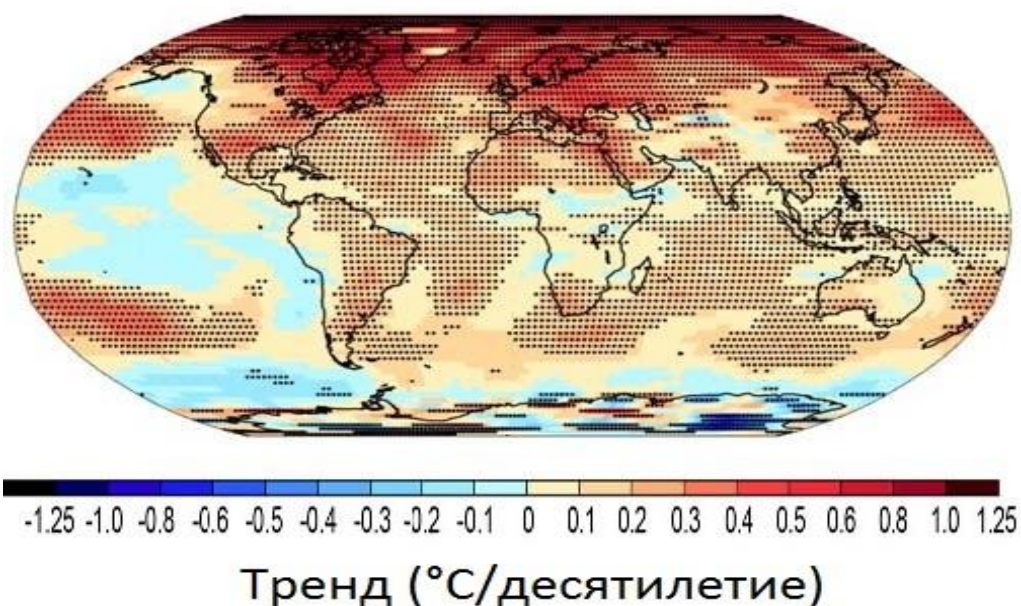


Рис. 1. Изменение среднегодовых температур приземного слоя воздуха с 1979 по 2012 гг. по данным дистанционного зондирования [Stocker et al., 2013]

*Разливы нефти и их ликвидация в условиях Северного Ледовитого океана.* Обнаружение, мониторинг и ликвидация нефтяного загрязнения в разных физико-географических условиях имеют свои особенности. При нефтяном загрязнении в морской акватории, площадь нефтяных пятен будет зависеть от вязкости нефти и скорости ее распространения, что в свою очередь определяется отнюдь не только свойствами самой нефти, а прежде всего - температурой окружающей природной (вмещающей) среды. Например, многочисленные экспериментальные исследования показывают [Ликвидация

разливов нефти..., 2013], что нефтяное пятно в холодных арктических водах будет толще, но меньше по площади, чем в морях умеренного пояса. Таким образом, чем ниже температура воздуха и водной акватории, тем медленнее распространяется загрязнение. В арктических условиях на протяжении большей части года, при попадании нефти под лед, он полностью покрывается им от нескольких часов до нескольких дней (кроме случаев, когда нефть попадает на лед позже мая в Арктике и позже апреля в Субарктике). А при разливах нефти под ледовым покровом, оно локализуется на относительно небольшом расстоянии от самого источника разлива (по сравнению с открытой водой). К тому же, неровный характер ледовой поверхности еще в большей степени локализует нефтяное пятно, особенно в областях распространения торосов. Пятна нефти на льду толще, а площадь их распространения значительно меньше, чем на открытой водной поверхности. Также, в роли естественного абсорбента выступает снежный покров (особенно свежеснеженный), который сорбирует разлитую нефть, и она стекает через снежную толщу вниз к слою льда и растекается по поверхности ледового покрова.

Ситуация усложняется при разливах нефти, если нефтяное пятно располагается под поверхностью льда. По данным экспериментальных исследований [Ликвидация разливов нефти..., 2013], для его миграции необходимы следующие подледные условия: если это произошло под пресным льдом, который не характеризуется значительными неровностями своих поверхностей, то достаточной для перемещения нефтяного пятна будет скорость - около 5 см/с. Если же это морской многолетний лед, то для миграции нефтяного загрязнения необходима большая скорость - 15-30 см/с. Основываясь на океанологических данных отметим, что скорость зимних подледных течений в Арктике является недостаточной для перемещения разлитой нефти, в качестве исключения в Российском секторе Арктике могут выступить крупные дельтовые области (р. Лена) и фьордовый тип берега, который в целом не типичен для арктического побережья России.

В условиях глобального потепления опасность нефтяного загрязнения увеличивается, прежде всего, за счет уменьшения сплошности ледового покрова, в результате увеличивается энергия волн, улучшаются условия для дрейфа нефтяных пятен, возрастает вероятность достижения нефтяного загрязнения береговой линии (в условиях увеличения абляции припайных льдов и снижения продолжительности его существования)

От типа нефти зависит скорость обнаружения нефтяного загрязнения [Ликвидация разливов нефти..., 2013]. Если нефть легкая, то она поднимется и выступит на поверхности льда еще до начала активной стадии его абляции. Тогда же нефтяное загрязнение обнаружить и ликвидировать значительно проще, к тому же, это и менее затратно. А если же зафиксирован разлив более вязкой нефти или нефтепродуктов (дизеля, мазута и др.), то их подъем на поверхность более вероятен в период активного развития процессов абляции, что делает обнаружение нефтяного пятна технологически более сложным и значительно более дорогим. Такие нефтяные разливы в ледовых условиях представляют большую экологическую опасность.

Таким образом, временные рамки для обнаружения и ликвидации нефтяных разливов в арктических условиях характеризуются большими значениями, чем в морях умеренных широт. Но увеличение продолжительности динамически активного периода и как следствие

- усиление волновой энергии в условиях Арктического бассейна [Огородов, 2016], ведут к росту опасности разливов нефти.

*Усиление опасности подпрудно-ледовых наводнений в криолитозоне.* Участились случаи гидрологических аномалий в криолитозоне. Так, по данным многолетних наблюдений выясняется, что большие реки в условиях криолитозоны становятся сегодня опаснее, чем ранее, для человека и его поселений. Так, резкое потепление в начале весны, как правило, вызывает высокое и даже катастрофическое половодье, совпадающее с ледоходом [Медведков, 2016]. Этому подвержены не только фрагментированные гидротехническими сооружениями участки зарегулированных рек, но и незарегулируемые плотинами, например, р. Подкаменная Тунгуска. Отметим, что после 2000-х гг. в данном случае опасность наводнений подпрудно-ледового генезиса стала учащаться, позднее на этот вызов стало реагировать главное управление МЧС по Красноярскому краю, проводя взрыв таких ледяных плотин еще на стадии их формирования.

*Рост опасности лесных пожаров в бореальной криолитозоне.* Бореальная криолитозона - это, прежде всего сибирская тайга. Так, в лесах Сибири ежегодно возникает от 4,5 до 27 тыс. пожаров, которые охватывают площадь от 3,5 до 18 млн. га. Динамика горимости сибирских лесов за последние годы показывает устойчивую тенденцию роста числа и площади пожаров [Цветков, Буряк, 2014]. Точная площадь гарей неизвестна, что объясняется формальной сложностью их учета. Так, по официальным данным на площади Борского лесхоза (юг Туруханского района) площадь гарей составляет 1,5 тыс. га, но местные специалисты утверждают, что это сильно заниженная величина. Чтобы перевести территории, покрытые лесом, в категорию гарей, необходим приезд лесопатолога из краевого центра защиты леса. А учитывая транспортно-географическую удаленность территории (более 900 км по Енисею от Красноярска), это не всегда возможно. Значимую роль выполняет и заинтересованность региональных органов власти в обозначении более высоких показателей лесистости.

Важно отметить, что существенно ослаблена защита лесов в результате существующих инфраструктурных проблем, проявляющихся в отсутствии соответствующей техники (вертолетов, аэропланов), столь необходимой для проведения воздушного мониторинга бореальных лесов.

Наряду с увеличением мощности деятельного слоя, проявляющейся в связи с наблюдаемой деградацией льдистых пород [Климат, мерзлота и ландшафты и др., 2003; Medvedkov, 2016], еще один важнейший фактор увеличения пожароопасности в сибирской тайге - рост числа неспециализированных лесозаготовителей, которые зачастую игнорируют противопожарную профилактику. На лесосеках, которые ведут неспециализированные лесозаготовители, наряду с порубочными остатками обнаруживается значительное количество брошенной дровяной древесины.

Существующие многочисленные лесопирологические оценки бореальных районов в качестве ведущего фактора пожароопасности рассматривают только растительные горючие материалы, их запасы и динамику свойств горимости [Волокитина, Софронов, 2002]. В таких работах из рассмотрения выпадает транспирационный потенциал лесных ландшафтов, роль которого весьма значительна в формировании микроклимата и пожарной обстановки.

Выявлено, что чем меньше запасы фитомассы, тем ниже транспирационный потенциал лесорастительного покрова и, по-видимому, выше зависимость частоты пожаров от экстремально высоких летних температур [Медведков, 2015]. Полученные результаты и наблюдения позволяют сделать вывод о том, что в условиях продолжительного засушливого периода, леса на мерзлоте быстрее прогреваются и высушиваются, в результате чего и снижается их обводненность. Ерниковые заросли и редкостойная тайга - типичные мерзлотно-таежные ландшафты<sup>1</sup>, но ввиду своих биогеофизических особенностей они не выполняют роль противопожарных барьеров [Медведков, 2016]. В сухие периоды такие природные комплексы оказываются наиболее уязвимыми к лесным пожарам. Ряд исследователей - лесоведов [Валендик, Кисилыхов и др., 2014] отмечают, что исчезновение на местности естественных преград распространению пожара, является основной причиной появления крупных пожаров<sup>2</sup>. Роль данного фактора необходимо учитывать при разработке сценариев развития пожароопасной ситуации.

*Другие виды экологических проблем.* К числу других важнейших для Арктической зоны экологических угроз следует также отнести: нефтяное загрязнение рек Арктического бассейна (по данным Гринпис [2011], особенно неблагоприятная гидроэкологическая ситуация<sup>3</sup> сложилась на многих участках акватории Баренцева и Белого морей, а также моря Лаптевых), радиоактивное загрязнение морей Арктического бассейна, ухудшение медико-экологической ситуации (увеличение ареала обитания клещей и др. насекомых - основных переносчиков инфекций, увеличение активности болезнетворных микроорганизмов при увеличении среднегодовой температуры воздуха и уменьшении продолжительности зимних морозов), активизация криогенных явлений и ухудшение мерзлотно-экологической обстановки в районах нефтегазового и др. видов техногенного освоения, разгерметизация камер подземных ядерных взрывов, загрязнение тундровых почв (преимущественно аркто-тундровых и тундрово-глеевых) нефтепродуктами, также важно отметить и такую потенциально значимую экологическую угрозу, как - биологическая инвазия чужеродных видов в арктических морях, которая появится при активном использовании Севморпути и окажет серьезное воздействие на воспроизводство, динамику и качество морских биоресурсов Арктики. Экологические угрозы в условиях современных изменений климата имеют тенденцию к их усилению. В связи с этим, уже сегодня необходима разработка мер по адаптации территории, населения и хозяйства Арктического региона к наблюдаемым природно-климатическим изменениям в целях защиты народонаселения, снижения риска чрезвычайных ситуаций и возможных экономических потерь.

---

<sup>1</sup> Мерзлотно-таежные ландшафты - природные комплексы бореальной зоны разного иерархического уровня, ведущим формирующим фактором которых выступает криогенез, определяющий специфику почвообразования (криотурбация, оглеение, высокая влагонасыщенность, замедленная минерализация растительных остатков), экзодинамических процессов (солифлюкция, пучение, термокарст) и особую структуру растительного покрова (угнетенность, разреженность и низкий бонитет древостоя, широкое распространение пихты стланиковой формы, карликовой березы и голубики, типично преобладание сфагновых мхов).

<sup>2</sup> Крупный пожар охватывает площадь не менее одного ландшафтного урочища и носит смешанный характер своего развития. Такой пожар требует специальных организационных мероприятий для его тушения [Валендик, 1990].

<sup>3</sup> Концентрация загрязняющих веществ в водной среде в 2-3 раза превышает норму.

### Литература

1. Валендик Э.Н. Борьба с крупными пожарами. М.: Наука, 1990. 193 с.
2. Валендик Э.Н., Кисимехов Е.К., Рыжкова В.А. и др. Лесные пожары в Средней Сибири при аномальных погодных условиях // Сибирский лесной журнал. 2014. № 3. С. 43-52.
3. Волокитина А.В., Софронов А.М. Классификация и картографирование растительных горючих материалов. Новосибирск: СО РАН, 2002. 306 с.
4. Гринпис России (2011). Нефтегазовое освоение Арктики: какой ценой? Доклад 27 сентября 2011 г. Режим доступа: [http://www.greenpeace.org/russia/ru/press/reports/Gas\\_oil\\_development/](http://www.greenpeace.org/russia/ru/press/reports/Gas_oil_development/)
5. Климат, мерзлота и ландшафты Среднеенисейского региона / Горшков С.П., Ванденберг Дж., Алексеев Б.А. и др. М.: МГУ, 2003. 90 с.
6. Ликвидация разливов нефти на арктическом шельфе. Передовой международный опыт. М., 2013. 140 с.
7. Медведков А.А. Среднетаежные геосистемы Приенисейской Сибири в условиях меняющегося климата. М.: МАКС Пресс, 2016. 144 с.
8. Медведков А.А. Мерзлотные ландшафты - источники повышенной пожароопасности сибирской тайги в условиях потепления климата // Материалы 9-й Международной научно-практической конференции "Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире" (ГЕОРИСК -2015). М.: РУДН, 2015. С. 483-486.
9. Огородов С.А. Роль морских льдов в динамике рельефа береговой зоны. М.: МГУ, 2011. 173 с.
10. Цветков П.А., Буряк Л.В. Исследование природы пожаров в лесах Сибири // Сибирский лесной журнал. 2014. № 3. С. 25-42.
11. Medvedkov A.A. Response of permafrost middle-taiga landscapes of Central Siberia to global warming at the end of XX - the beginning of XXI century // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2016, vol. 48., no. 1. (<http://iopscience.iop.org/1755-1315/48/1/012009>).
12. Stocker T. F. et al. IPCC: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

#### A.A. Medvedkov

#### ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION: NEW GEOECOLOGICAL CHALLENGES IN THE CONTEXT OF GLOBAL CLIMATE CHANGE

The article examines the aggravated challenges caused by climate change in the different regions of the Russian Federation Arctic zone: the Arctic Ocean, the Arctic coast and the boreal permafrost zone. On the example of little-studied threats, the changing conditions are analyzed, which require deeper look while developing methods for assessing natural and natural-anthropogenic risks. The following challenges were considered: oil spills and deterioration of conditions for their elimination with a decrease in the area of sea ice, an increase in the fire hazard of permafrost-taiga landscapes and an increase in floods of ice-dammed genesis in the early onset of spring. These challenges and the accelerated resources development might cause serious damage.

*Keywords:* Arctic zone of the Russian Federation, cryolithozone, climate change, oil spills, ice flood, forest fires

УДК 551.583/341.161

*А.Б. Полонский<sup>1,2</sup>, М.Е. Пекарникова<sup>1</sup>*<sup>1</sup> *Институт природно-технических систем*<sup>2</sup> *Филиал МГУ имени М.В. Ломоносова в г. Севастополе*

(E-mail: pekarnikowa@mail.ru)

**МЕЖДУНАРОДНАЯ И НАЦИОНАЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО КОНТРОЛЮ  
ЗА АНТРОПОГЕННЫМИ ИЗМЕНЕНИЯМИ КЛИМАТА:  
ОТ РАМОЧНОЙ КОНВЕНЦИИ ООН ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ КЛИМАТА  
ДО ПАРИЖСКОГО СОГЛАШЕНИЯ**

Вследствие глобального характера проблемы изменения климата и борьбы с ним ни одна страна не может справиться с этим в одиночку. Необходимы согласованные действия всего международного сообщества. Как всегда, в этой ситуации есть много дополнительных проблем. В этой презентации будут описаны некоторые из них и обсуждены политические, экономические и правовые аспекты международных и национальных усилий по контролю антропогенного изменения климата. Презентация основана на информации, проанализированной в монографии одного из докладчиков, а также на последних региональных и геополитических событиях, связанных с обсуждаемой проблемой.

*Ключевые слова:* экономические, политические и правовые аспекты по контролю за изменением климата

**Введение.** В силу глобальности проблемы климатических изменений и контроля над ними ни одна из стран не в состоянии справиться с ней в одиночку. Необходимы согласованные действия всего мирового сообщества. Как всегда, в подобной ситуации возникает множество дополнительных проблем. В настоящей презентации будет описана часть из них и обсуждены политико-экономические и правовые аспекты международной и национальной деятельности по контролю за антропогенными изменениями климата. Основу презентации составляют сведения, проанализированные в монографии [2], а также последние региональные и геополитические события, имеющие отношения к обсуждаемой проблеме.

**Рамочная Конвенция ООН об изменении климата и Киотский протокол.** Повышение глобальной температуры у поверхности Земли, наличие которого стало понятно большинству специалистов к началу 1990-х годов, и его потенциально опасные последствия привели к разработке Рамочной Конвенции ООН об изменении климата 1992 года. В ней декларировалось следующая цель документа [3]:

*«Конечная цель настоящей Конвенции и всех связанных с ней правовых документов, которые может принять Конференция Сторон, заключается в том, чтобы добиться во исполнение соответствующих положений Конвенции стабилизации концентраций парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему».*

После ратификации Конвенции большинством стран мира она вступила в силу 21 марта 1994 года. В 1997 году был подписан Киотский протокол (КП) к принятой и ратифицированной ранее Конвенции, который устанавливал конкретные ограничения на



выбросы парниковых газов для каждой из стран, подписавших протокол [1]. За основу для дальнейших расчетов брался уровень выбросов парниковых газов за 1990 год. Каждая из стран, присоединившихся к этому протоколу и ратифицировавших его, брала на себя обязательства по сокращению эмиссии парниковых газов по отношению к выбросам 1990 года. Типичная величина сокращения эмиссии каждой страной составляла 6-7%. После ратификации Киотского протокола Россией он вступил в действие. В конце 2005 г. в Монреале были разработаны конкретные шаги по практической реализации КП, в том числе и по торговле квотами на выброс парниковых газов. Предполагалось, что страны, перевыполнившие свои обязательства по ограничению эмиссии парниковых газов, смогут продавать свою квоту на эмиссию тем странам, которые не выполняют по тем или иным причинам принятые ограничения.

Все страны, образовавшиеся на пост-советском пространстве, оказались в роли потенциальных продавцов квотами, так как 1990 год был последним годом перед развалом СССР, который привел к глубокому промышленному спаду во всех этих странах и, следовательно, к сокращению эмиссии парниковых газов. Поэтому они могли присоединиться к КП, практически не накладывая на себя никаких ограничений на выбросы парниковых газов. Вместе с тем, многие крупнейшие эмитенты парниковых газов (например, США и Австралия) не присоединились к КП, критикуя его основные принципы. Критика эта сводилась к следующим трем пунктам:

- Научная основа КП вызывает большие сомнения, поскольку не доказана определяющая роль антропогенного фактора в наблюдаемом потеплении нижней тропосферы.

- Даже если наблюдаемое глобальное потепление действительно обусловлено антропогенными факторами, меры, предусмотренные КП, совершенно недостаточны, т.к. они в очень малой степени влияют на содержание парниковых газов в атмосфере. Следовательно, он не является эффективным инструментом сдерживания глобального потепления.

- КП несправедлив, т.к. подавляющее большинство стран третьего мира никак не собираются ограничивать выбросы парниковых газов.

Относительно 1-го пункта можно отметить, что все страны, подписавшие Рамочную Конвенцию ООН 1992 г., автоматически признали наличие проблемы как таковой. Аргументация критиков КП по 2-му пункту в значительной степени справедлива. Вместе с тем очевидно, что эта критика обусловлена в основном чисто экономическими причинами, поскольку ограничение выбросов в динамично развивающихся экономиках могло привести к спаду производства и сопутствующим проблемам. С формальной точки зрения, противники КП отстаивали необходимость согласованных, но более действенных мер по ограничению выбросов, поскольку этот протокол, по их мнению, не имел никакого практического значения. Поэтому США разработали собственную перспективную программу развития энергосберегающих технологии и перехода к промышленному производству без выбросов парниковых газов. Декларация о совместных действиях в этом направлении была подписана летом 2005 странами Тихоокеанского региона. Эту декларацию можно считать альтернативной КП программой действий. Справедливость 3-го пункта вообще весьма

сомнительна, поскольку душевое энергопотребление в странах третьего мира настолько уступает потреблению энергии в промышленно развитых странах, что первоочередное ограничение выбросов последними кажется, как раз, наиболее естественным требованием. Так, например, по данным Всемирного банка, первая пятерка стран, выбрасывающих наибольшее количество парниковых газов (Китай, США, Индия, Россия и Япония) обеспечивала в 2014 году около 55% суммарной эмиссии, в то время как сто беднейших стран эмитировали в этот же период менее 0.1% общего количества выбросов [7]. КП действовал до 2012 года. После окончания срока его действия большинство подписавших его стран продолжали следовать основным положениям протокола до достижения следующего международного соглашения по контролю за эмиссией парниковых газов.

**Парижское соглашение.** Следующим шагом на пути реализации согласованных международных мер по контролю за эмиссией парниковых газов стало Парижское соглашение (ПС). Оно было принято 12 декабря 2015 года в результате обсуждения, прошедшего на 21-й конференции по Рамочной конвенции об изменении климата в Париже. В конечном счете, его поддержали все 197 участников Рамочной конвенции. Делегации, представляющие эти страны, пришли к соглашению, что для предотвращения необратимых последствий для окружающей природной среды человечеству необходимо удержать рост средней температуры на планете в пределах 1,5–2°C по отношению к температуре в доиндустриальную эпоху. Однако этому предшествовало очень сложное обсуждение. Главным камнем преткновения стало требование большой группы слаборазвитых стран создать специальный фонд для помощи этим странам. Они заявили, что все проблемы с антропогенными изменениями климата вызваны безудержным ростом потребления в развитых странах. Поэтому эти страны отказались нести хоть какие-нибудь затраты на уменьшение выбросов парниковых газов и смягчение последствий глобального потепления. Напротив, они потребовали, чтобы им платили за ущерб, который они несут при борьбе с последствиями глобального потепления, против чего никто особенно и не возражал. Главная проблема заключалась в размере специального «зеленого» фонда и распределении средств между странами-донорами, а также в механизме их передачи странами третьего мира. В конечном счете участники ПС приняли на себя следующие обязательства [6]:

- принять национальные планы по снижению выбросов парниковых газов в атмосферу и пересматривать их в сторону ужесточения каждые пять лет с тем, чтобы ограничить рост температуры по сравнению с доиндустриальным периодом полутора-двумя градусами;

- разработать к 2020 году национальные стратегии перехода на "зеленые" технологии и безуглеродную экономику;

- ежегодно выделять в Зеленый климатический фонд 100 млрд. долларов США для помощи слаборазвитым и наиболее уязвимым (для последствий климатических изменений) странам. После 2025 года эта сумма должна быть пересмотрена в сторону увеличения "с учетом потребностей и приоритетов развивающихся стран".

4 ноября 2016 года климатический договор вступил в силу. И практически сразу после этого новая администрация США, возглавляемая только что избранным Президентом Дональдом Трампом, заявила, что США выходят из него! Необходимо отметить, что Республиканская партия США, в отличие от демократов, не поддерживает предусмотренные

ПС согласованные усилия мирового сообщества по контролю над эмиссией парниковых газов. Эта традиция продолжает линию республиканцев на отказ от ратификации КП. В связи с этим особую роль в дальнейших международных усилиях по контролю за эмиссией парниковых газов играют текущие выборы в США. Если в результате этих выборов к власти в США придут демократы, то позиция страны в этом вопросе радикально изменится.

Россия присоединилась к ПС в конце 2019 года после подписания постановления Правительства РФ от 21 сентября 2019 г. № 1228. Необходимо отметить, что такая формула присоединения к ПС (вместо его ратификации с помощью парламентской процедуры) позволяет России более гибко реагировать на последующие решения международного сообщества, касающиеся контроля над выбросами парниковых газов. ПС является более гибким международно-правовым актом по сравнению с КП, поскольку каждая страна сама определяет свой вклад в сокращение таких выбросов и должна каждые пять лет проверять, как идёт работа по реализации целей соглашения. Конечно, такая «мягкая» формулировка несет в себе опасность невыполнения основной цели Соглашения. Вместе с тем, ПС предоставляет России значительные перспективы для развития новых технологий, связанных с низкоуглеродной («зелёной») экономикой. При этом нет необходимости прибегать к быстрым и болезненным сокращениям традиционных отраслей топливно-энергетического комплекса, поскольку после распада СССР в 1991 году выбросы парниковых газов в России значительно снизились. Для углекислого газа они достигли исторического минимума (около 2,1 Гт CO<sub>2</sub>, без учета лесного сектора) в 1998 году, что на 41% ниже, чем в 1990 году [5]. С тех пор эмиссия CO<sub>2</sub> возросла, хотя в настоящее время остается значительно ниже, чем в 1990 году. Ратификация ПС дает возможность РФ активно участвовать в формировании современной глобальной климатической повестки и она может влиять на вводимые регуляторные меры с учетом национальных интересов страны. Именно этот принцип заложен в основу нормативно-правовых документов, которые сейчас разрабатываются. Правительством РФ утвержден «Национальный план мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2025 года». В документе определены федеральные организационные и нормативно-правовые меры на 2020-2022 гг., порядок разработки отраслевых и региональных планов, информационное и научное обеспечение работ. За этот период нужно лучше разобраться с ситуацией и приступить ко второму этапу адаптации – конкретным мерам в различных отраслях экономики и охранным мероприятиям. План предусматривает создание соответствующей организационно-правовой структуры на федеральном уровне, разработку к концу 2021 года отраслевых планов, а также широкий спектр действий по информационному и научному обеспечению работ. В частности, в план включена подготовка к концу 2022 года очередного «Оценочного доклада об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации», включающего оценки уязвимости и сценарии адаптации [4]. Он должен стать научной основой работ по второму этапу (на 2023-2025 гг.) и на дальнейшую перспективу. Субъектам РФ рекомендуется организовать работу по адаптации к изменениям климата и в 2022 году утвердить свои региональные планы. Они должны ежегодно отправлять в Минэкономразвития России отчеты о реализации соответствующих мероприятий. Предусмотрено, что Минприроды России, Росгидромет и другие ведомства уже к концу 2020 года разработают «Типовой

паспорт климатической безопасности территории субъекта Российской Федерации». И эти мероприятия в настоящее время активно реализуются.

**Заключение.** С 1960-х годов Россия подписала более 25 международных соглашений по охране окружающей среды. Предпринимаемые в настоящее время усилия по контролю над антропогенными изменениями климата и разработке комплексной адаптационной стратегии продолжает эту практику. Для России крайне важно участие в реализации климатических соглашений, поскольку потенциальные угрозы от неконтролируемого изменения климата очень опасны для устойчивого развития страны. Одними из важнейших негативных последствий потепления для РФ является деградация вечной мерзлоты, сопровождаемая увеличением повторяемости и интенсивности особо опасных гидрометеорологических явлений и масштабных пожаров. В этой связи необходима разработка конкретных адаптационных мер, минимизирующих негативные последствия антропогенных изменений климата.

### Литература

1. Киотский протокол к Конвенции об изменении климата. UNEP/IUC International Environment House 15, Chemin des Anemones CH-1219 Chatelaine, Switzerland. - 1997. - С.1-33.
2. Полонский А.Б. Изменения климата: мифы и реальность. Севастополь: ИПТС, 2020-223 с.
3. Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата. (Принята 9 мая 1992 г.). [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).
4. Распоряжение Правительства РФ от 25.12.2019 N 3183-р «Об утверждении национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года»/Текст документа в некоммерческой интернет-версии Консультант Плюс.
5. Федоров Б.Г. Российский углеродный баланс: монография. – М.: Научный консультант, 2017. – 82 с.
6. FCCC/CP/2015/L.9/Rev.1. United Nations, 2015, 32 p.
7. World Bank: CO<sub>2</sub> emissions (kt). 2018.

*A. B. Polonsky, M. E. Pekarnikova*

### INTERNATIONAL AND NATIONAL EFFORTS TO CONTROL ANTHROPOGENIC CLIMATE CHANGE: FROM THE UN FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE TO THE PARIS AGREEMENT

Due to the global nature of the problem of climate change and its control, no country can cope with it alone. Concerted action by the entire international community is needed. As always, there are many additional problems in this situation. This presentation will describe some of them and discuss the political, economic, and legal aspects of international and national efforts to control anthropogenic climate change. The presentation is based on the information analyzed in the monograph of one of the speakers, as well as the latest regional and geopolitical events related to the issue under discussion.

*Keywords:* economic/political and legal aspects of the climate change control



## **СЕКЦИЯ 3**

### **ТРЕНДЫ АНТРОПОГЕНИЗАЦИИ ЛАНДШАФТОВ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ (ЦУР-15)**

УДК 911.9+338.266.4

*Ю.В. Бабина**ФГБУН «Институт географии Российской академии наук»,  
г. Москва, Россия (E-mail: yu.v.babina@igras.ru)***НАЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБЛАСТИ ЗАЩИТЫ ОТ ДЕГРАДАЦИИ ЗЕМЕЛЬ И  
ОПУСТЫНИВАНИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Рассматриваются национальные цели по предотвращению опустынивания и деградации земель в Российской Федерации в рамках стратегического планирования и программные приоритеты в отношении процессов опустынивания и деградации земель, относящихся к различным категориям. Оценивается результативность сохранения сельскохозяйственных угодий от ветровой эрозии и опустынивания на землях сельскохозяйственного назначения. Выделяются актуальные проблемы совершенствования инструментов государственного регулирования в области предотвращения процессов опустынивания и деградации земель в целях преодоления тенденции к ухудшению состояния почв и земель.

*Ключевые слова:* деградация земель, опустынивание, категории земель, стратегическое планирование, государственные программы

Национальные цели по предотвращению деградации земель в Российской Федерации устанавливаются в рамках общей системы стратегического планирования в соответствии с Федеральным законом от 28.06.2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации», регулирующим отношения в процессе целеполагания (определения направлений, целей и приоритетов социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации), прогнозирования, планирования и программирования социально-экономического развития Российской Федерации, а также мониторинга и контроля реализации документов стратегического планирования.

Хотя усиление деградации земель согласно «Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 год», утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 19.04.2017 г. № 176, признано одним из главных глобальных и внутренних вызовов экологической безопасности Российской Федерации, а ухудшение качества земель всех категорий проявляется практически во всех регионах, активные меры по предотвращению деградации земель, прямо соответствующие международным обязательствам Российской Федерации по борьбе с опустыниванием и деградацией земель, по российскому законодательству распространяются только на земли сельскохозяйственного назначения, охрана и восстановление которых регулируется специальным Федеральным законом "О государственном регулировании обеспечения плодородия земель сельскохозяйственного назначения". Именно для земель сельскохозяйственного назначения устанавливаются государственные цели по предотвращению деградации земель.

Для достижения целей и приоритетов социально-экономического развития Российской Федерации, содержащихся в документах стратегического планирования, согласно Федеральному закону «О стратегическом планировании в Российской Федерации» на национальном уровне разрабатываются, финансируются и реализуются государственные программы. Эти программы содержат комплекс планируемых мероприятий, взаимосвязанных по задачам, срокам осуществления, исполнителям и ресурсам, и инструментов государственной политики, обеспечивающих в рамках реализации ключевых государственных функций достижение приоритетов и целей государственной политики в сфере социально-экономического развития. При этом предусмотрены возможности корректировки или досрочного прекращения основных мероприятий программ и подпрограмм или государственной программы в целом.

К основным программам, утвержденным Правительством Российской Федерации и реализованным с учетом выделяемого финансирования на цели, связанные с предотвращением (смягчением) процессов деградации земель и опустынивания, относятся [2, с 325-326]:

- «Сохранение и восстановление плодородия почв на 2006-2010 годы и на период до 2013 года»;

- Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 - 2020 годы, включавшая федеральную целевую программы (ФЦП) «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения России на 2014-2020 годы», завершенная в 2018 году;

- Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия (в последней редакции постановления Правительства РФ от 31.03.2020 г. № 375 с проектным этапом 01.01.2018 г. – 31.12.2025 г.), включающая ведомственную программу «Развитие мелиоративного комплекса России».

Несмотря на структурные изменения в организации выполнения этих программ, наиболее общим и прослеживаемым индикатором результативности мероприятий по сдерживанию процессов опустынивания и деградации земель сельскохозяйственного назначения является целевой показатель «Защита и сохранение сельскохозяйственных угодий от ветровой эрозии и опустынивания за счет проведения агролесомелиоративных и фитомелиоративных мероприятий». Плановые и фактические значения этого целевого показателя за 10 лет не имеют выраженной динамики, но в целом характеризуются тенденцией к снижению (Табл. 1).

Таблица 1

Защита и сохранение сельскохозяйственных угодий от ветровой эрозии и опустынивания за счет проведения агролесомелиоративных и фитомелиоративных мероприятий (по данным государственных программ и ежегодных национальных докладов о ходе и результатах их реализации) [3, 4], тыс. га

Годы	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
План	95	122	125	126	130	100	100	150	123,7	131,5	107	21,4	15,4
Факт	171	302,2	н/д	138	121,3	148,2	157,2	103,1	125,3	130,5	108,5	-	-

Отмечавшееся в отдельные годы невыполнение плановых показателей в национальных докладах объяснялось тяжелыми погодными условиями, отсутствием влаги в почве в весенний период (малоснежная зима, отсутствие весенних осадков), почвенной засухой и т.п.

В некоторых других программных документах, утвержденных нормативными правовыми актами, национальные цели определены как общие направления развития, относящиеся к предотвращению деградации земель, без указания количественных показателей. Так, например, в «Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года», утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 20.09.2018 г. № 1989-р, установлено, что для поддержания лесистости территорий, в первую очередь в засушливых условиях, и для защиты их от водной и ветровой эрозии, опустынивания и деградации почв необходимо создание лесных насаждений на землях лесного фонда и землях иных категорий, на которых ранее леса не произрастали, но констатируется, что объемы лесоразведения в настоящее время сведены к минимуму и осуществляются на площади около 13 тыс.га на землях различного целевого назначения, а во многих субъектах Российской Федерации эти работы прекращены практически полностью, в том числе в регионах, нуждающихся в защите почв от эрозии (Астраханская, Волгоградская, Тамбовская области и др.).

В отношении нарушенных земель, являющихся источником отрицательного воздействия на окружающую среду в связи с уничтожением почвенного покрова, нарушением гидрологического режима и образованием техногенного рельефа при разработке месторождений полезных ископаемых, выполнении геологоразведочных, изыскательских, строительных и других работ, национальные цели в Российской Федерации не устанавливаются, а определенная законодательством обязательная рекультивация отработанных нарушенных земель возложена на предприятия-производители этих работ.

Вместе с тем, в стране существуют обширные нарушенные и не рекультивированные земли, площадь которых в целом по России заметно увеличивается (за 2010-2018 гг. с 1000,3 до 1072,4 тыс. га [1]), в том числе по причине ликвидации предприятий-производителей работ, вызвавших нарушение земель, а также в результате больших объемов складирования отходов, в том числе несанкционированного (с увеличением площади земель под полигонами отходов и свалками за 2010-2018 г.г. с 114,9 до 129,0 тыс. га). Постоянное ухудшение ситуации предопределило признание приоритетной общенациональной проблемой ликвидацию так называемого накопленного экологического вреда, которая является одним из условий улучшения качества окружающей среды и экологических условий жизни человека.

В связи с этим с 2016 года в Государственной программе Российской Федерации "Охрана окружающей среды" приняты национальные цели, связанные с рекультивацией определенных объектов накопленного вреда (ущерба) окружающей среде, с установлением для них значений показателей, которые утверждались на 2016-2020 гг. и (в редакции программы по постановлению Правительства РФ от 31.03.2020 г. № 397) устанавливаются на период до 2024 года в рамках подпрограммы "Регулирование качества окружающей среды".



Но эти показатели предусматривают рекультивацию весьма ограниченного числа объектов накопленного вреда.

Таким образом, программные методы предотвращения процессов опустынивания и деградации земель в целях преодоления тенденции к ухудшению состояния земель в целом носят весьма фрагментарный характер, а наиболее развитое направление государственного регулирования деятельности в области защиты от деградации земель и опустынивания на землях сельскохозяйственного назначения отличается неустойчивостью результатов и имеет тенденцию к ослаблению.

### Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». М.: Минприроды России; НПП «Кадастр», 2019. 844 с.
2. Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России: опустынивание и деградация земель, институциональные, инфраструктурные, технологические меры адаптации (сельское и лесное хозяйство)». Том 2. М.: ООО «Издательство МБА», 2019. 476 с.
3. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2018 году государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. URL: [rosinformagrotech.ru](http://rosinformagrotech.ru)...download...doklad...khode...godu... (дата обращения: 07.04.2020).
4. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2019 году государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. URL: [mcx.gov.ru](http://mcx.gov.ru)upload/iblock/98a/ (дата обращения: 07.04.2020).

### Yu.Babina

#### **NATIONAL FEATURES OF STATE REGULATION OF ACTIVITIES IN THE FIELD OF PROTECTION AGAINST LAND DEGRADATION AND DESERTIFICATION IN THE RUSSIAN FEDERATION**

National goals for the prevention of desertification and land degradation in the Russian Federation in the framework of strategic planning and program priorities in relation to the processes of desertification and land degradation belonging to various categories are considered. The effectiveness of preserving agricultural land from wind erosion and desolation on agricultural land is evaluated. The article highlights the actual problems of improving the tools of state regulation in the field of preventing desertification and land degradation in order to overcome the tendency to soil and land degradation.

*Keywords:* prevention of land degradation, protection of land from erosion, strategy, state programs, targets

УДК 910.1: 911.3:502.5

**В.Н. Бочарников***Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток*  
г. Владивосток, Россия (E-mail: vbocharnikov@mail.ru)**ТЕРРИТОРИИ ДИКОЙ ПРИРОДЫ В АДМИНИСТРАТИВНО-ЭКОНОМИЧЕСКОМ  
ПРОСТРАНСТВЕ РЕГИОНОВ РОССИИ**

В сообщении представлены результаты оценки антропогенной нарушенности ландшафтов в 45 регионах России, где еще сохранились целостные районы дикой природы. Для каждого субъекта Российской Федерации были определены три характеристики, связанные с дикой природой, а именно: рассчитывалась общая площадь территорий дикой природы; доля «заповедных» территорий от общей площади субъекта РФ, соотношение дикой природы, входящей в состав официально существующих особо охраняемых природных территорий на территории субъекта. Структурные отношения между региональными субъектами и территориальная степень изменчивости выше упомянутых показателей были проанализированы с использованием недавно разработанных инструментов в области экологии сообщества, с тем, чтобы рассчитать кластеры тесно связанных между собой регионов на базе специфического показателя сингулярности каждого региона. Новые инструменты территориального анализа данных о дикой природе, использованные в этом исследовании, могут способствовать разработке проблемно-ориентированных решений по охране природы.

*Ключевые слова:* региональная политика, устойчивое развитие, заповедные зоны, охраняемые территории, кластеризация, дендрограмма UPGMA, структурная изменчивость, функциональная сингулярность.

В данном сообщении мы рассматриваем новый для России опыт разработки простого в аналитике способа организации и представления наглядной картографической информации в формате генерализованной модели «экономической освоенности» территории Российской Федерации. Количественно (см. «Индекс дикой природы») подтверждается тезис о том, что географически территории «за Уралом» - Сибирь и Дальний Восток, составляя большую часть территории, рассматриваемые как основные ресурсные зоны страны, обладают ценнейшим, но не учитываемым в экономике геоэкологическим показателем, так же как и комплексным территориальным ресурсом – высокой долей сохранности естественных геоэкосистем [1]. «Дикая природа» как особого рода геоконцепт представляет собой научную идею, образ которой помогает «высветить» и понять закономерности естественного функционирования природных геоэкосистем [2]. В практическом отношении, идентификация и показ крупных участков дикой природы, позволяет включать в единый континуум естественные природные геосистемы, так и огромный «обобщенный массив» территорий всех типов антропогенной освоенности, а также наглядно «проявлять» реальное «количество» и «качество» экономического пространства в регионах России (Табл. 1).

Таблица 1

Сравнительные характеристики степени сохранности природных геосистем в административно-территориальных субъектах Российской Федерации

Регион	Название	Общая площадь, кв. км.	Доля дикой природы (%)	Площадь дикой природы на территории ООПТ федерального значения	Доля официально охраняемой дикой природы (%)	Индекс региональной освоенности*
S_1_N	Алтайский край	168158,8	5,5	381,4	4,1	3.1.3.
S_2_P	Амурская обл.	362996,6	57,7	3336,5	1,6	3.2.0.
S_3_P	Архангельская обл.	308401,3	52,4	4662,1	2,9	3.2.0.
S_4_N	Астраханская обл.	47226,0	7,9	0,0	0,0	3.1.1.
S_5_N	Вологодская обл.	145778,2	14,2	142,7	0,7	2.1.0.
S_6_P	Еврейская а.обл.	36294,5	35,8	342,1	2,6	3.2.0.
S_7_P	Иркутская обл.	773838,0	59,9	11050,2	2,4	3.2.0.
S_8_P	Камчатский край	464568,4	85,5	15348,9	3,9	3.2.0.
S_9_N	Кемеровская обл.	95710,9	21,1	4792,9	23,7	2.1.0.
S_10_N	Кировская обл.	120785,7	3,7	135,3	3,0	3.1.2.
S_11_N	Костромская обл.	60182,5	9,7	164,0	2,8	3.1.1.
S_12_N	Краснодарский край	75199,5	1,5	0,0	0,0	3.1.3.
S_13_P	Красноярский край	2332928,9	86,6	100495,4	5,0	2.2.0.
S_14_N	Республика Крым	26065,1	6,7	?	?	4.1.2.
S_15_N	Ленинградская обл.	85898,2	1,5	0,0	0,0	2.1.0.
S_16_P	Магаданская обл.	462646,7	79,8	8485,1	2,3	3.2.0.
S_17_P	Мурманская обл.	143123,7	65,6	5797,5	6,2	3.2.0.
S_18_P	Ненецкий а.о.	273714,9	83,6	25730,7	11,2	1.2.0.
S_19_N	Новгородская обл.	54842,1	1,3	0,0	0,0	3.1.1.
S_20_N	Новосибирская обл.	177847,4	17,4	85,4	0,3	3.1.1.
S_21_N	Омская обл.	141266,7	21,3	0,0	0,0	3.1.1.
S_22_N	Оренбургская обл.	124399,1	0,9	0,0	0,0	3.1.1.
S_23_N	Пермский край	161206,8	17,6	2398,0	8,4	2.1.0.
S_24_P	Приморский край	164813,8	40,7	4134,9	6,2	3.2.0.
S_25_N	Псковская обл.	55402,3	1,8	27,0	2,8	3.1.2.
S_26_P	Республика Алтай	92942,4	42,5	7542,8	19,1	4.2.0.
S_27_N	Республика Башкортостан	142753,2	3,4	1151,1	23,9	2.1.0.
S_28_P	Республика Бурятия	352818,1	53,5	14387,4	7,6	3.2.0.
S_29_N	Республика Дагестан	48261,1	4,3	141,7	6,9	4.1.2.
S_30_N	Республика Калмыкия	74729,9	11,9	2167,0	24,4	4.2.0.
S_31_N	Республика Карелия	173154,2	23,9	2390,1	5,8	3.2.0.
S_32_P	Республика Коми	416748,2	61,0	21163,4	8,3	2.2.0.
S_33_P	Республика Саха (Якутия)	3073677,0	80,0	18317,8	0,7	2.2.0.
S_34_P	Республика Тува	168610,7	56,7	4667,1	4,9	4.2.0.
S_35_P	Республика Хакасия	61717,3	26,3	3640,4	22,4	3.2.0.

S_36_N	Ростовская обл.	101039,2	0,5	37,0	6,9	3.1.3.
S_37_P	Сахалинская обл.	84637,7	37,1	0,0	0,0	1.2.0.
S_38_N	Свердловская обл.	194089,9	19,7	450,0	1,2	2.1.0.
S_39_N	Ставропольский край	66193,6	1,7	0,0	0,0	3.1.3.
S_40_P	Томская обл.	314827,9	69,5	0,0	0,0	2.2.0.
S_41_P	Тюменская обл.	160014,9	41,9	0,0	0,0	2.1.0.
S_42_P	Хабаровский край	785973,0	78,2	22418,9	3,6	3.2.0.
S_43_P	Ханты-Мансийский а.о.	534944,1	75,7	11637,7	2,9	1.2.0.
S_44_P	Забайкальский край	432474,0	47,7	5920,7	2,9	3.2.0.
S_45_P	Чукотский а.о.	715946,2	92,0	23753,0	3,6	3.2.0.
S_46_P	Ямало-Ненецкий а.о.	684499,4	88,6	20687,7	3,4	1.2.0.

\* Типология регионов разработана Независимым институтом социальной политики (2010). Источник: Социальный атлас российских регионов. Легенда к характеристикам типология регионов: 1.1. Федеральные города. 1.2.0. «Богатые» нефтегазодобывающие регионы. 2.1.0. Относительно развитые или опережающие по доходу, освоенная зона. 2.2.0. Слабосвоенная зона. 3.1.1. Более урбанизированные среднеразвитые промышленные регионы. 3.1.2. Полудепрессивные промышленные регионы. 3.1.3. «Более аграрные» регионы. 3.2.0. Слабосвоенная зона. 4.1.1. Депрессивная область. 4.1.2. Слаборазвитые республики Юга. 4.2.0. Аутсайдеры, слабоосвоенная зона.

Можно заметить, что экономическое пространство России представлено географически-ориентированными секторами: Север и Северо-Запад Европейской части России, Центральная и Южная Россия, Урало-Поволжье. Это территории, подходящие для многих видов человеческой деятельности, привлекательны к освоению, быстрее развиваются, в процессе хозяйственной деятельности происходит трансформация и перестройка природных и формирование антропогенных ландшафтов, что предопределяет конфликтогенность во взаимодействии общества и природной среды (Рис. 1).



Рис. 1. Дикая природа (указана в процентах) и освоенные территории в экономических макрорегионах (отделены границами и пронумерованы на рисунке) Российской Федерации

Здесь следует отметить, что противопоставление урбанизированных пространств (городских агломераций) и естественных природных ареалов – дикой природы не придумано человеком, оно следствие, констатация фактически сложившейся ситуации на планете, несмотря на многочисленные попытки «управления» природой в определенную эпоху и определенному социуму кажущемуся нужным ему направлению. Рассмотрим на более детальном уровне, выполняя специальные сравнительные расчеты, в основу которых берется известный математический показатель сингулярности [3]. Сингулярность в математике – это явление, при котором число кризисов становится бесконечным, а промежутки между ними стремятся к нулю. Мы рассчитывали<sup>1</sup> сингулярность по тем административно-территориальным субъектам Российской Федерации, в которых сохранились крупные (не менее 500 кв. км) районы дикой природы, но объединенные в регионы, которые были представлены административно-территориальными субъектами, общее их в России – 85, но в расчеты были взяты только те регионы, в которых сохранились крупные районы выше обозначенной площади. И наоборот, населенные пункты, дороги, промышленная и жилая инфраструктура и прилежащие к ним районы – буферные зоны являются зонами значительного антропогенного воздействия, что отражает в целом территорию, в которой существенно снижен или трансформирован естественный уровень обеспечения биосферных функций и экосистемных услуг (Рис. 2).

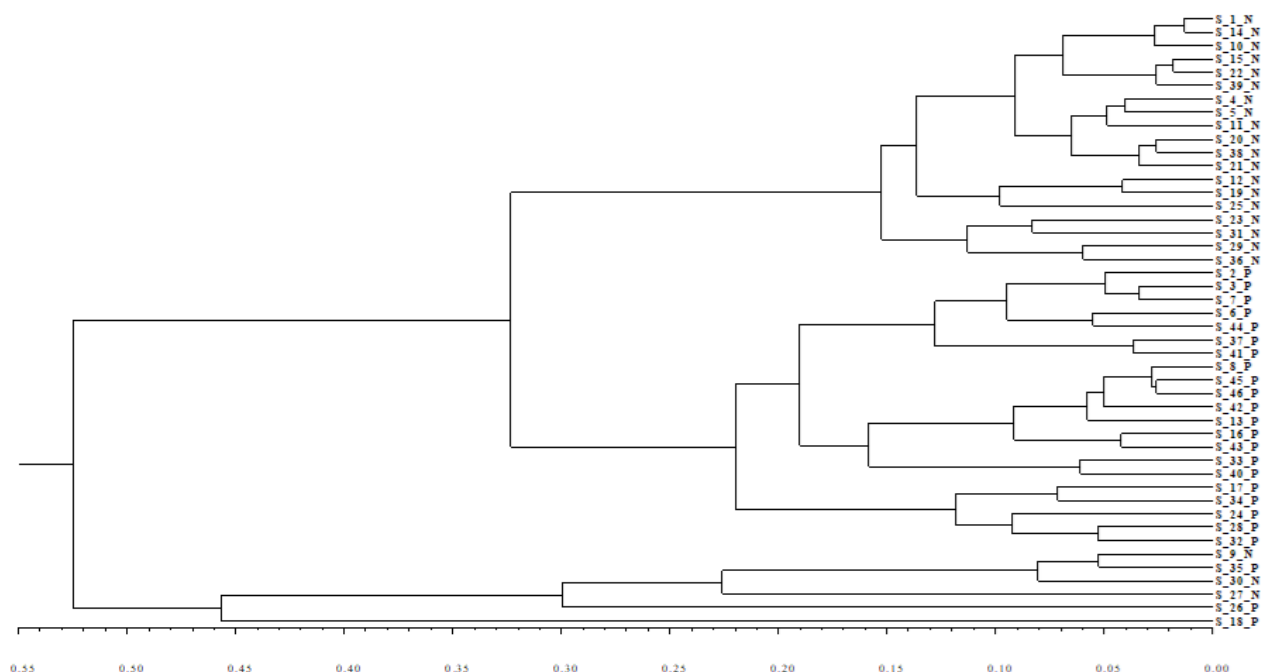


Рис. 2. Результаты расчета сингулярности регионов Российской Федерации на основании показателя соотношения сохранности дикой природы, доли антропогенно-измененных районов и площади ООПТ федерального значения.

Показатель сингулярности по своей исходной математической сути обозначает то условие, демонстрирует точку бифуркации, где еще возможно оценить крупные геоэкологические последствия, необходимые для стратегического планирования развития

<sup>1</sup> Расчет сингулярности был выполнен профессором Евсеем Косманом, по его авторскому алгоритму, сведения по расчетам дикой природы России были обеспечены ГИС-специалистом Евгением Егидаревым и автором данного сообщения, обобщенные результаты представлены дендрограммой

России. Расчет положительных значений сингулярности имеет близкий диапазон количественных значений (от 8,59 до 23,71), но в том случае, если вводится вектор, показывающий сингулярности, то «чистое» негативный характер сингулярности, то следует принимать оперативные и значимые меры к сохранению окружающей среды в конкретном регионе.

Как показали расчеты степени сохранности естественных природных геосистем, регионы «за Уралом» - Сибирь и Дальний Восток России (ДВР), составляют большую часть территории, они же и рассматриваются как основные ресурсные зоны, включая запасы пресной воды, и иные «поддерживающие» и «средовые» экосистемные услуги, как и не учитываемым ныне свойством – территориальной целостностью крупных районов с высоким уровнем сохранности природных экосистем, что необходимо рассматривать как особое противопоставление и сопоставлении природных и культурных ландшафтов России [4]. Значение сингулярности может быть очень близким для тех регионов, которые обладают сходством по какому-либо параметру. На крайних «положительных» в природоохранном отношении полюсах находится Архангельская область, и наоборот, как требующие экстренных природоохранных мер для защиты биоразнообразия следует рассматривать Республику Алтай и Республику Хакасия.

В сравнительном аспекте можно отметить, что иерархическим образом, организованные результаты расчетов соотношения дикой природы, особо охраняемых природных территорий (ООПТ) федерального значения и антропогенно-нарушенных районов, подразделяются на два больших кластера, которым могут быть присвоены положительные и отрицательные значения. В первом случае, допустимы «штатные меры» осуществления региональной природоохранной политики, во втором варианте, показывается, что отрицательные значения ранжируют в диапазоне (8,58 до 21, 84), присвоенных Вологодской и Костромской областях в минимальных значениях, и Республике Калмыкии и Кемеровской области, в максимальном выражении.

Следовательно, на общероссийском уровне территориальная организация устойчивого природопользования в обязательном порядке должна включать выяснение границ устойчивости природной составляющей географической оболочки, геосистем (экосистем), разработку и внедрение экологических ограничений человеческой деятельности, возможность управления на основе контроля показателей комплексной оценки природных, социальных, экономических, и других ресурсов и условий жизнедеятельности самого человека, что может быть выражено в анализе конкретно локализованных с позиций ведения экономической деятельности территорий, что можно обеспечить на основе расчетов индекса дикой природы и посредством осуществления сравнительной региональной оценки геоэкосистем.

### Литература

1. Бочарников В.Н., Егидарев Е.Г. Дикая природа – новый природоохранный индекс // Проблемы региональной экологии. - 2015. - № 5. - С. 75-80.
2. Бочарников В.Н. Дикая природа и антропогенный ландшафт: интегрированный опыт геоинформационного картографирования территории России // Географический вестник. - 2016. - № 2(37). - С. 161–173.

3. Kosman E., Burgio K. R., Presley S. J., Willig, M. R., Scheiner, S. M.). Conservation prioritization based on trait-based metrics illustrated with global parrot distributions. *Diversity and Distributions*, 2019, 25 (7), P. 1156–1165.
4. Бочарников В.Н. «Дикая природа» и «культурный ландшафт»: возможности применения в ландшафтоведении // Астраханский вестник экологического образования. - 2014. - № 4. - С. 5-23.

**V. N. Bocharnikov**

### **WILDERNESS IN THE ECONOMIC SPACE OF RUSSIAN REGIONS**

In this research, virgin pieces of wild nature were considered as spatial units of terrestrial wilderness. Wilderness has etymologically multiple meanings that results in a wide variety of the corresponding approaches to study it and interpretations. Such classification of wilderness status in different regions is a highly important issue for policy makers to clearly determine objectives of nature protection, to shape proper feasible ways of reaching those objectives, and to efficiently manage sites of biodiversity conservation. New tools of wilderness data analysis used in this study can facilitate development of problem-oriented solutions of nature preservation. Singularity was chosen for making background for wilderness analysis, using also mapping as reliable tool by GIS implementation. The performed analyses of 45 federal subjects revealed huge differences among them. Thus, the wilderness index (WI, proportion of wilderness) ranged from 0.5% in Rostov Oblast to 92% in Chukotka Autonomous Okrug; protected areas did not exist in Stavropol Krai, whereas the largest proportion of protected areas (PA) was in Altai Republic (12.3%); maximum proportion of protected wilderness (PW) was in Republic of Kalmykia (24.4%), but wilderness was not protected in 10 federal subjects from 7 federal districts. The most positively singular federal subjects were Altai Republic (23.7), Republic of Khakassia (21.3), and Nenets Autonomous Okrug (19.9), whereas the worst situation with wilderness was indicated by foremost negative singularity in Republic of Kalmykia (-21.8), Kemerovo Oblast (-21.4), and Republic of Bashkortostan (-19).

*Keywords:* regional policy, sustainability development, wilderness areas, protected areas, clustering, UPGMA dendrogram, functional variability, functional singularity.

**УДК 504.5: 691.175**

***A. В. Бояринов, Н. В. Василевская***

*Мурманский арктический государственный университет*

г. Мурманск, Россия (E-mail: boiarinov.anton.v@gmail.com; n.v.vasilevskaya@gmail.com)

### **ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ МИКРОПЛАСТИКОМ КАК ГЛОБАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА**

В статье рассматривается проблема загрязнения среды микропластиком, которое в настоящее время стало глобальной угрозой. Представлен краткий обзор исследований микропластика, а также источников загрязнения, количества частиц в окружающей среде и живых организмах, его физических и химических свойств.

Обсуждается оценка опасности загрязнения микропластиком для пищевых цепей.

*Ключевые слова:* микропластик, экологическая опасность

Проблема загрязнения окружающей среды микропластиком возникла во второй половине XX века. В настоящее время она приобрела глобальный характер, начались исследования экологической опасности микропластика для окружающей среды и живых организмов, особенно в морской среде [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8], [13], [14]. В России аналогичные исследования стали проводиться в последнее десятилетие [1], [11].

Количество производимого в мире пластика в XXI веке значительно увеличилось: если в 1950 г производилось 2 млн тонн пластиковых полимеров, в 1980 г. - 120 млн. тонн, то в 2015 г - 380 млн т. [9]. Увеличение спроса на пластик связано с низкой стоимостью его производства, простотой формовки и физико-химическими свойствами, особенно относительной инертностью и долговечностью. Именно долговечность (устойчивость к большинству естественных факторов деградации, в том числе биodeградации) является одной из главных проблем загрязнения окружающей среды пластиком. От 2 до 5% производимых пластиковых отходов попадают в морскую среду [10]. Негативные последствия воздействия загрязнения пластиковыми отходами морской и наземной среды весьма различны: от физического влияния на ландшафты и сообщества, причинения физического урона живым организмам, в том числе при попадании в пищеварительную полость; до более сложных и всё ещё малоизученных воздействий (адсорбция пластиками сторонних поллютантов, перенос и инвазии микроорганизмов на пластиковом субстрате и образование эпипластических сообществ, образование микропластиковых частиц и их воздействия и др.).

Проблема загрязнения окружающей среды микропластиком (МП) исходит преимущественно из общей проблемы загрязнения пластиковыми отходами, но при этом имеет ряд особенностей. Микропластиковые частицы подвержены воздушному переносу, характеризуются отличным от макропластика движением в толще воды, с большей вероятностью поглощаются живыми организмами, а затем переносятся по пищевой цепи, могут транслоцироваться в ткани и др. При этом частицы МП обнаружены во всех морях и океанах (хотя и с различным содержанием), во многих пресноводных водоёмах, в почве и приповерхностном воздушном слое. Даже арктические регионы значительно загрязнены микропластиком [7]. МП идентифицирован более чем у 600 видов рыб, других групп морских организмов, в том числе у коммерчески значимых, промысловых видов [14]. МП оказывает различные негативные эффекты на биоту, хотя его воздействие в нынешних концентрациях на здоровье человека всё ещё является вопросом дискуссионным.

Под МП понимают любые частицы из разных видов пластмасс, имеющих размеры менее 5 мм в диаметре. Пластик – это материалы, основой которых являются синтетические или натуральные высокомолекулярные соединения (полимеры). В их основе обычно лежат соединения углерода, водорода, кремния, азота и хлорида. Основным компонентом, используемым при производстве всего спектра современного пластика, является нефть, уголь и природный газ [15]. Существует множество видов пластика с отличающимся химическим составами, структурой, физическими и химическими свойствами. Наиболее распространены следующие: полиэтилен (PE), полипропилен (PP), поливинилхлорид (PVC),



полиуретан (PUR), полиэтилентерефталат (PET), полибутелентерефталат (PBT), нейлон (PA), ацетат целлюлозы (CA). В исследованиях, рассматривающих состав микропластиковой смеси, МП классифицируют по видам так же, как и пластмассы [2].

МП, как производимый напрямую, так и происходящий вследствие разложения макропластика, имеет физико-химические свойства, соответствующие тому виду пластика, из которого он происходит. Его основными физическими свойствами являются: плотность, температура плавления и горения. Среди химических свойств нужно выделить устойчивость к бактериальному разложению (биodeградации), относительную устойчивость к кислотам и щелочам. Поскольку в большинстве случаев МП в окружающей среде присутствует в виде смеси частиц различных видов пластика, то эта смесь приобретает смешанные характеристики. Однако, из-за микроскопического размера, эти частицы ведут себя отлично от макропластика. Особенно стоит отметить скорость оседания и распространения (разноса) частиц, способность к воздушному переносу. В отличие от макропластика, его микрочастицы с плотностью меньше воды не обязательно будут держаться на ее поверхности. Из-за течений и волн они, вероятнее всего, будут находиться в приповерхностном слое воды, хотя могут достигать и бентоса.

МП также классифицируют по размерам. Наиболее общее его определение подразумевает под собой любые фрагменты пластмасс менее 5 мм в диаметре, хотя существуют и другие. Так, некоторые исследователи понимают под МП частицы менее 1 мм [5], менее 2 мм [12], от 2 до 6 мм [8]. Отдельно стоит вопрос об определении нижних размерных границ микрочастиц, так как в последнее время всё больше внимания уделяется изучению частиц нанопластика: менее 1 мкм [4]. Однако, большинство учёных определяют МП как частицы от 0,5 до 5 мм, в некоторых случаях от 0,3 мм [1]. Последнее связано с широким применением для его исследования планктонных сетей с диаметром ячеек в 333-335 мкм [1]. Распределение МП по размерным классам в каждом отдельном случае обычно зависит от исследователей и количества отобранного материала. В большинстве научных работ также применяется классификация по форме частиц МП. Обычно выделяют: гранулы, сферы, нити и фрагменты, иногда выделяют плёнки [13].

По происхождению выделяют первичный и вторичный МП. Первичный используется в сфере производства косметической и моющей продукции, при производстве воздушно-абразивных материалов, в медицине как вектор для различных веществ. Также производятся промышленные гранулы, которые в дальнейшем используются при формовке пластика в различные изделия [6]. Первичный МП попадает в водную среду преимущественно со сбросом сточных, в том числе коммунальных вод. Даже при наличии очистных сооружений, не весь МП может быть отфильтрован из-за микроскопического размера, различной плотности частиц и неспособности разложения методами биологической очистки. Вторичный МП образуется при распаде макропластика на более мелкие фрагменты под влиянием различных физических, химических и биологических факторов. Это может происходить как в водной, так и в наземной среде. Главными факторами, влияющими на скорость фрагментации являются ультрафиолетовое солнечное излучение, трение с другими твёрдыми частицами, волновая активность. Под действием данных факторов макропластик распадается на частицы МП, которые постепенно становятся всё мельче, в дальнейшем

превращаясь в нанопластик [6]. Большинство биоразлагаемых пластиков также образуют частицы МП, т.к. состоят из смеси полимеров, легко поддающихся бактериальному разложению, так и обычных синтетических полимеров.

Первые исследования воздействия МП на живые организмы начались только в 2000-х годах. В 2008 г. было опубликовано исследование, посвящённое транслокации частиц МП из жаберной полости мидий в их циркуляторную систему [3]. В настоящее время около четверти экотоксикологических исследований посвящено изучению воздействий МП на пресноводные организмы, остальные – на морские. Среди морских организмов наибольшее количество исследований посвящено рыбам (25%), моллюскам (15%) и ракообразным (19%) [13]. В исследованиях воздействия МП на биоту выявлены различные негативные эффекты: увеличение смертности организмов в популяциях, снижение репродуктивности, нейротоксический эффект, воздействие на биотрансформацию ферментов, генотоксичность, цитотоксичность, оксидативный стресс, изменение поведения организмов, влияние на параметры крови и гефолимфы, различные физические эффекты. МП может оказывать влияние на биоту на различных уровнях: от субклеточного, до экосистемного. Однако, во многих исследованиях, проводимых в лабораториях, используются довольно высокие концентрации МП, редко сопоставимые с концентрациями присутствующими в окружающей среде. Вопрос степени оказываемых малыми концентрациями негативных эффектов на живые организмы всё ещё является дискуссионным. Механизмы влияния МП на биоту можно условно разделить на физиологические и биохимические. В первом случае главными факторами являются поглощение и аккумуляция частиц, ведущие, например, к механической блокировке желудочно-кишечного тракта. Микрочастицы пластика имеют широкий спектр размерных групп и низкую плотность, поэтому многие живые организмы, как позвоночные, так и беспозвоночные, воспринимают их как источник пищи. Поскольку пластик не разлагается их ферментативной системой, его проглатывание представляет угрозу для организмов и может привести к их гибели [11]. Биохимический механизм проявляется при выделении поглощаемых частиц производственных добавок (фталаты, бифенол А, алкифенолы и др.) и адсорбированных ранее фоновых поллютантов, в т.ч. тяжёлых металлов и ксенобиотиков. К биохимическому механизму относят также и происходящую транслокацию частиц МП во внутренние системы организмов. Стоит отметить аккумуляцию частиц МП в пищевых сетях по мере перехода от низких уровней к высоким [16]. Из-за водоотталкивающих свойств в микропластике концентрация стойких органических загрязнителей (ROP) выше фоновых. Большое количество ROP оказывает сильное токсическое воздействие на морской планктон, имеющий небольшую массу тела [11]. При этом доза зависит не только от объема микрочастицы, но и от времени ее пребывания в организме и кинетики перехода СОЗ из частиц микропластика в зоопланктон. Микропластики также могут сохраняться в тканях морских животных и людей в верхней части пищевой цепи.

### Литература

1. Зобков М. Б., Есюкова Е. Е. Микропластик в морской среде: обзор методов отбора, подготовки и анализа проб воды, донных отложений и береговых наносов // Океанология. 2018. Т. 58. № 1. С. 149 – 157.

2. Andrady A.L. Microplastics in the marine environment // Marine Pollution Bulletin. 2011. V. 62. P. 1596 - 1605.
3. Browne M. A. , Dissanayaki A., Galloway T. S., Lowe D. M., Thompson R. C. Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L ) // Environment Science Technology. 2008. V. 42. P. 5026 – 5031.
4. Chen C. L. Regulation and management of marine litter //Marine Anthropogenic Litter. 2015. P. 395 – 428 .
5. Claessens M., De Meester S.,Van Landuyt L., De Clerk K., Jassen C. R. Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast // Marine Pollution Bulletin. 2011. V. 62. P. 2199 – 2204.
6. Cole M., Lindeque P., Halsband C., Galloway T. S. Microplastics as contaminants in the marine environment: A review // Marine Pollution Bulletin. 2011. V. 62. P. 2588 - 2597 .
7. Cózar A., Marti E., Duarte C. et al. The Arctic Ocean as a dead end for floating plastics in the North Atlantic branch of the Thermohaline Circulation / // Science Advances. 2017. V.. 3. P. 1-9.
8. Derraik J.G.B. The pollution of the marine environment by plastic debris : a review// Marine Pollution Bulletin. 2002. V. 44. P. 842 – 852 .
9. Geyer R., Jambeck J. R., Law K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made - Supplementary Information // Science Advances. 2017. V. 3. № 7. P. 19 – 24 .
10. Jambeck J. R., Andrady A., Geyer R., Narayan R., Perryman M., Siegler T., Wilcox C., Lovender Law K. Plastic waste inputs from land into the ocean// Science. 2015. V. 347. P. 768-771.
11. Kleshchenkov A. V., Filatova T.B. Microplastic is a problem of planetary scale// Научный альманах Причерноморья. 2019. Т. 18. № 2. С. 66 – 78
12. Ryan P. G., Moore C.G., Franeker J. A., Moloney C. A. Monitoring the abundance of plastic debris in the marine environment // Philos. Trans. R. Soc. Lond. B. Biol. Sci. 2009. V. 364 P. 1999 – 2012
13. Sa L. S., Oliveira M., Ribeiro T. L., Fütter M. N. Studies of the effects of microplastics on aquatic organisms: What do we know and where should we focus our efforts in the future? // Science of the Total Environment. 2018. V. 645. P. 1029 – 1039.
14. Santillo D., Mille K., Johnston P. Microplastics as contaminants in commercially important seafood species // Integrated Environmental Assessment and Management. 2017. V. 13 (3). P. 516 – 521 .
15. Shah A.A., Hasan F., Hameed A., Ahmed S. Biological degradation of plastics: A Comprehensive review// Biotechnology Advances. 2008. V. 26. P. 246 – 265
16. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment. GESAMP. 2016. V. 93. 220 p.

**A.V. Boyarinov, N.V. Vasilevskaya**

### **MICROPLASTIC POLLUTION AS A GLOBAL ENVIRONMENTAL PROBLEM**

The article considers the problem of microplastic pollution which has currently become a global threat. A brief review of microplastic studies, as well as the sources of microplastic pollution, amount of the particles in environments and living organisms, its physical and chemical properties are presented. The article also refers to evaluation of danger from microplastic pollution within the food chains.

*Keywords:* microplastic, environmental danger

УДК 504.1

*Ю.С. Гринфельдт**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*

г. Москва, Россия (E-mail: y.greenfeldt@gmail.com)

**ОСНОВНЫЕ УГРОЗЫ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИБРЕЖНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ МИРА И МОДЕЛИ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Прибрежная зона играет важную роль в обеспечении различных ценных экосистемных услуг. Уязвимость к изменениям окружающей среды в зоне контакта суша-море особенно заметна из-за высокой концентрации населения (более 60% сосредоточено в 100-километровой полосе от морских побережий) и, как следствие, загрязнения окружающей среды (Соз, тяжелые металлы и т.д.), глобальные климатические изменения также влияют на состояние прибрежных ландшафтов. В этом исследовании были рассмотрены основные типы загрязняющих веществ и изменения окружающей среды, вызванные различными воздействиями на прибрежные экосистемы. Побережья Восточной Атлантики и западной части Тихого океана – основные регионы мира по концентрации загрязняющих веществ. Оценка состояния прибрежных районов мира с точки зрения комплексного взаимодействия водной и наземной сред, совершенствование комплексной глобальной системы наблюдений и управление прибрежными экосистемами могут играть эффективную роль в содействии устойчивому управлению. В статье предлагаются некоторые меры по усилению управления прибрежными зонами с точки зрения смягчения последствий.

*Ключевые слова:* прибрежная зона, загрязнение, эвтрофикация, прибрежные экосистемы, взаимодействие суши и океана, управление прибрежной зоной, экологические изменения

В прибрежных районах мира проживает более 1,5 млрд человек и сосредоточено 2/3 городов с населением более 1 млн человек. Активному использованию морских побережий способствуют высокая концентрация биологических ресурсов, широкие возможности для ведения экономической деятельности, удобный выход на международные рынки. Ширина прибрежной зоны в разных странах колеблется от сотен метров до сотен километров [1].

Прибрежная зона является границей между сушей и морем и представляет собой одну из наиболее важных областей Мирового океана еще и с точки зрения разнообразия видов природопользования. Прибрежные морские экосистемы, которые включают эстуарии, мангровые заросли, коралловые рифы, шельфовую зону с донными сообществами, предоставляют различные услуги, такие как круговорот питательных веществ, детоксикация загрязняющих веществ, производство продуктов питания, сырья, обеспечение среды обитания, регулирование вызванных штормами нарушений, последующее восстановление [4]. Кроме того, во многих регионах мира прибрежные зоны – это ценный природно-рекреационный ресурс. Прибрежные и морские экосистемы обеспечивают около  $2 \times 10^{10}$  кг донной рыбы и  $8 \times 10^9$  кг пелагической рыбы, что составило 28% мирового производства рыбы в 2013 году [3, 6]. Коралловые рифы, по оценкам, являются средой обитания для 830 000 видов организмов [8]. Лагунные природные комплексы, мангровые заросли и ареалы

водорослей содержат больше углерода, чем земная экосистема в целом. Будучи местом взаимодействия суши и океана, прибрежная зона также выступает в качестве буферной зоны, служит в качестве фильтра, концентрирующего загрязняющие вещества и другие наземные виды стока перед поступлением в открытый океан [7].

За последние 30 лет было уничтожено около 35% мангровых формаций, разрушено 20% коралловых рифов и столько же трансформировано. Около 40% акватории Мирового океана подвержены тем или иным видам воздействия человека [1].

Эвтрофикация, вызванная чрезмерным поступлением органических веществ с суши, затронула многие районы прибрежной зоны. Процессы эвтрофикации получили широкое распространение: из 350 обследованных прибрежных областей 267 подвержено цветению водорослей, и биологическая среда испытывает нехватку кислорода [1]. На основе последних данных Восточная Азия и Западная Европа идентифицируются, как горячие точки по загрязнению органическими веществами. В Китае загрязняющие вещества в прибрежной зоне в основном концентрируются в заливе Ляодун, Бохайском заливе, устье Янцзы, заливе Ханчжоу и устье Жемчужной реки [10, 12, 13]. Чрезмерная аккумуляция загрязняющих веществ также представляет серьезную угрозу для многих прибрежных экосистем Мексиканского залива, Северного и Балтийского морей [2]. Цветение водорослей и гипоксия являются двумя наиболее острыми последствиями эвтрофикации. На более поздних стадиях наблюдается повышение бактериального фона и аноксия [9]. «Мертвые зоны» в прибрежных экосистемах распространяются экспоненциально и имеют серьезные последствия для более чем 400 систем по всему миру с 1960-х годов [5].

Концентрации основных металлов в прибрежных донных осадках, включая цинк, медь, хром, свинец, никель, мышьяк, ртуть и кадмий в основном сосредоточены у берегов Западной Европы, Восточной Азии, Северной Америки, Африки, Австралии и полярных регионов. Физиологические повреждения в результате длительного воздействия высоких концентраций металлов потенциально могут изменить ультраструктуру клеток. Например, медь, свинец и мышьяк могут вызывать аномальную и aberrантную ультраструктуру клеток ценнейшего вида водорослей Саргассум бледный (*Sargrassum pallidum*) [11]. Металлы также могут ингибировать активность фермента и влиять на осмотическое давление. Изменяя микроструктуру организмов, металлы могут влиять на рост и чувствительность видов, распространенных не только в прибрежной зоне.

Учитывая актуальные проблемы в прибрежной зоне, эффективное и своевременное управление морскими экосистемами имеет фундаментальное значение для поддержания тех ценных функций и услуг, которые они обеспечивают. С точки зрения сложной природно-антропогенной системы важно рассматривать одновременно воздействие на сушу и управление прибрежными районами. «Взаимодействие суши и океана в прибрежной зоне» (LOICZ) стал одним из основных научных проектов международной программы по геосфере и биосфере (IGBP). Это международный исследовательский проект (реализуется с 1993 года). В некоторых странах более 30 лет назад начали работать программы мониторинга, такие как «MusselWatch» (США с 1986 года), шведская национальная программа мониторинга загрязняющих веществ в морской среде «Биота» (с 1969 года) и «Банк экологических образцов» (Германия с 1980-х годов), проводили долгосрочные наблюдения

за изменениями прибрежной окружающей среды. Для разработки модели эффективного управления необходимо: оценить прибрежный морской капитал, проанализировать существующие программы по комплексному управлению взаимодействием суши и океана в прибрежной зоне, внедрить интегрированную глобальную систему наблюдения, в основе которой должен быть экосистемный подход [14].

### Литература

1. Россия в глобальном экологическом пространстве. Ежегодник Русского географического общества. Под ред. Н.С. Касимова, Н.Н. Алексеевой / Н.Н.Алексеева, М.А.Аршинова, А.И.Банчева и др. — Эксмо Москва, 2018. — 320 с.
2. Carstensen, J., Andersen, J.H., Gustafsson, B.G., Conley, D.J., 2014. Deoxygenation of the Baltic Sea during the last century. *Proc. Natl. Acad. Sci. Unit. States Am.* 111 (15), 5628e5633.
3. Christensen, V., Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Buszowski, J., Pauly, D., 2014. A century of fish biomass decline in the ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 512, 155e166.
4. Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253e260.
5. Diaz, R.J., Rosenberg, R., 2008. Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. *Science* 321 (5891), 926e929..
6. FAO, 2013. Food and agriculture organization of the united nations. *Cyprinus carpio*.
7. Ferreira, A.M., Marques, J.C., Seixas, S., 2017. Integrating marine ecosystem conservation and ecosystems services economic valuation: implications for coastal zones governance. *Ecol. Indicat.* 77, 114e122.
8. Fisher, R., O'Leary, R.A., Low-Choy, S., Mengersen, K., Knowlton, N., Brainard, R.E., Caley, M.J., 2015. Species richness on coral reefs and the pursuit of convergent global estimates. *Curr. Biol.* 25 (4), 500e505.
9. Jakobsen, H.H., Markager, S., 2016. Carbon-to-chlorophyll ratio for phytoplankton in temperate coastal waters: seasonal patterns and relationship to nutrients. *Limnol. Oceanogr.* 61 (5), 1853e1868
10. Liu, S., Lou, S., Kuang, C., Huang, W., Chen, W., Zhang, J., Zhong, G., 2011. Water quality assessment by pollution-index method in the coastal waters of Hebei Province in western Bohai Sea, China. *Mar. Pollut. Bull.* 62 (10), 2220e2229.
11. Miao, L., Yan, W., Zhong, L., Xu, W., 2014. Effect of heavy metals (Cu, Pb, and As) on the ultrastructure of *Sargassum pallidum* in Daya Bay, China. *Environ. Monit Assess.* 186 (1), 87e95.
12. Stokal, M., Yang, H., Zhang, Y., Kroeze, C., Li, L., Luan, S., Wang, H., Yang, S., Zhang, Y., 2014. Increasing eutrophication in the coastal seas of China from 1970 to 2050. *Mar. Pollut. Bull.* 85 (1), 123e140.
13. Wang, Y., Liu, D., Dong, Z., Di, B., Shen, X., 2012. Temporal and spatial distributions of nutrients under the influence of human activities in Sishili Bay, northern Yellow Sea of China. *Mar. Pollut. Bull.* 64 (12), 2708e2719.
14. Yonglong Lu, Jingjing Yuan, Xiaotian Lu, Chao Su, Yueqing Zhang, Chenchen Wang, Xianghui Cao, Qifeng Li, Jilan Su, Venugopalan Ittekkot, Richard Angus Garbutt, Simon Bush, Stephen Fletcher, Tonny Wagey, Anatolii Kachur, Neville Sweijd, 2018. Major threats of

pollution and climate change to global coastal ecosystems and enhanced management for sustainability. *Environmental Pollution* 239 (2018) 670-680

**Y.S. Grinfeldt**

## **MAIN THREATS OF ANTHROPOGENIC IMPACT ON THE WORLD'S COASTAL ECOSYSTEMS AND MODELS OF EFFECTIVE MANAGEMENT**

The coastal zone is important in providing various valuable ecosystem services. Vulnerability to environmental changes in the land-sea contact zone is particularly noticeable due to the high concentration of the population (more than 60% is concentrated in the 100 km strip from the sea coasts), and as a result, pollution (POPs, heavy metals, etc.). Global climate changes also affect the state of coastal landscapes. This study reviewed the main types of pollutants and environmental changes caused by various impacts on coastal ecosystems. The coasts of the Eastern Atlantic and Western Pacific have become the world's leading regions in terms of concentrations of pollutants. Assessment of the world's coastal areas from the perspective of the integrated interaction of water and land environments, improvement of the integrated global observing system, and management of coastal ecosystems can play an effective role in promoting sustainable management. The paper suggests some measures to strengthen coastal zone management in terms of mitigation.

*Keywords:* coastal zone, contamination, eutrophication, coastal ecosystems, land-ocean interaction, coastal zone management, environmental changes.

**УДК 911.9 (470+571)**

*О.А. Климанова<sup>1</sup>, Е.Н. Букварева<sup>2</sup>, О.А. Илларионова<sup>1</sup>, Е.Ю. Колбовский<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,*

<sup>2</sup> *Центр охраны дикой природы*

*г. Москва, Россия (E-mail: oxkl@yandex.ru)*

## **ОПЫТ УЧЕТА ЦЕННОСТИ ЭКОСИСТЕМ И БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Рассмотрен опыт учета ценности биоразнообразия и экосистемных услуг при разработке комплексных планов развития сельских территорий. Описана методика расчета экологического следа, экосистемных активов и услуг на основе открытых данных, статистических источников и данных геоинформационного моделирования. Полученные значения интегральных индикаторов проанализированы с позиций их возможной интерпретации для целей управления территориальным развитием. Предложены рекомендации по совершенствованию системы учета показателей и индикаторов на разных территориальных уровнях.

*Ключевые слова:* экосистемные услуги, экологический след, сельские территории, территориальное развитие

**Постановка проблемы.** Интеграция ценности экосистем и биологического разнообразия в систему территориального планирования и развития – одна из составляющих Задачи 15.9, обозначенной в составе ЦУР 15 - Защита и восстановление экосистем суши. В

Российской Федерации планирование территориального развития осуществляется, в т.ч. посредством документов стратегического (на уровне Российской Федерации, макрорегионов и субъектов Российской Федерации) и территориального характера (схемы территориального планирования, генпланы, мастер-планы, комплексные планы). Несмотря на наличие рекомендаций по разработке стратегических документов со стороны Министерства экономического развития, а также положений Градостроительного Кодекса, определяющих включение экологической тематики в их состав, собственно биоразнообразию и экосистемные услуги пока еще находятся вне планировочного поля в Российской Федерации, а их учет при планировании, в значительной степени, определяется доброй волей составителя этих документов.

Проведенный авторами анализ содержания Генеральных планов городов-миллионников Российской Федерации показал, что в 3 из 15 понятие экосистемных услуг вовсе не упоминается, а в оставшихся 12 наибольшее внимание уделяется услугам по очистке воздуха, созданию условий для рекреации и сохранению местообитаний. Отметим, что речь идет о крупнейших городах, в которых проживает каждый четвертый житель страны. Одна из причин сложившейся ситуации – отсутствие достоверных источников данных, алгоритмов и расчетов об объеме биоразнообразия и экосистемных услуг в стране. Частично этот пробел восполнен докладами ТЕЕВ-1 и ТЕЕВ-2 - Экосистемные услуги России, которые предоставляют информацию по субъектам Российской Федерации. Оценка состояния экосистемных услуг в крупнейших городах будет опубликована в третьем томе доклада в 2021 г. Для сельских территорий России разработка модельной методики предпринята в рамках разработки комплексных планов развития сельских территорий.

**Материалы и методы исследования.** Разработка методики осуществлялась для расчета экологического следа и экосистемных услуг отдельных муниципальных районов, расположенных в Удмуртии, Адыгеи, Камчатском крае и Воронежской области. Выбор районов определялся, прежде всего, желанием органов местного самоуправления муниципальных районов и региональных властей принять участие в подобной исследовательской работе в рамках научного обоснования проектов по Государственной программе «Комплексное развитие сельских территорий». Источниками данных стала база данных Росстата «Показатели муниципальных образований», открытые данные региональных министерств и ведомств, геоинформационные данные из открытых источников, а также результаты полевых наблюдений.

Под экологическим следом сельской территории понимался интегральный показатель совокупного антропогенного воздействия на природную среду в границах сельской территории (муниципального района, сельского поселения и т.д.). Он был рассчитыван на основе 14 показателей, характеризующих воздействие на земельные ресурсы, атмосферный воздух, водные ресурсы сельских территорий. В число индикаторов фоновой нагрузки были включены: селитебная нагрузка (U), плотность населения (P); плотность дорожной сети (Lroad); распаханность (Plow); геохимическая нагрузка на среду (Q1). Группа индикаторов эффективности управления качеством среды состояла из коэффициента накопления ТКО (W), экологичности водопотребления (V), эффективности улавливания выбросов (Q2), эффективности рекультивации и экореабилитации (A).



Интегральный показатель следа рассчитывался по формуле:

$$\text{ЭС}_{\text{инт}} = ((U \times 3 + P \times 1 + L_{\text{road}} \times 2 + P_{\text{low}} \times 3 + Q1 \times 5) / W \times 4 + V \times 5 + Q2 \times 4 + A \times 3) \times 100$$

Экосистемные активы сельской территории (понятие, близкое аналогичному по системе СПЭУ-ЭЭУ) использовалось для учета ценности биоразнообразия сельского района. При расчете использованы следующие показатели: 1) доля площади каждого типа экосистем в районе от суммарной площади этого типа экосистем в субъекте РФ; 2) доля видов растений и грибов, занесённых в региональную Красную книгу, обитающих на территории района; 3) доля видов животных, занесённых в региональную Красную книгу, обитающих на территории района; 4) доля площади района, охваченная ООПТ разного типа и статуса.

Интегральный индикатор (ID) вычислялся как сумма индикаторов ценности всех типов экосистем района для сохранения разнообразия экосистем (ED) и видового разнообразия (RD) субъекта РФ, умноженная на индикатор обеспеченности района ООПТ (PD).

$$ID = (ED + RD) \times PD$$

При расчете экосистемных услуг использованы подходы, апробированные в рамках докладов ТЕЕВ-1 и ТЕЕВ-2 - Экосистемные услуги России. Для расчета нормативных объемов продукционных услуг - продукция древесины, недревесная продукция наземных экосистем, охотничья продукция, продукция кормов на природных пастбищах – использованы данные о допустимых объемах изъятия ресурсов лесохозяйственного регламента лесничеств, расположенных на территории района, и охотхозяйственного реестра субъекта Федерации. Объем услуг по обеспечению объема стока, предотвращению почвенной эрозии, очистке воздуха от загрязнения, хранению и регулированию запасов углерода, обеспечению условий для отдыха и рекреации, туризма на природе был определен на основе геоинформационного моделирования по специально разработанным методикам.

**Результаты и их обсуждение.** Рассчитанные на основе описанных подходов показатели экологического следа продемонстрировали разброс от 65 (Елизовский район) до 353 (Кизнерский район). Наибольший вклад в увеличение экологического следа дают нерешенные проблемы с утилизацией отходов и водоотведением, ситуация с которыми достаточно сложная на значительной части сельских территорий. В то же время даже для районов с выраженной аграрной специализацией (показатель распаханности находится в числителе формулы), повышение эффективности управления качества среды значительно улучшает интегральный показатель экологического следа. В этой связи отметим, что для сельской местности любые инфраструктурные проекты в области жилищно-коммунального хозяйства, в т.ч. основанные и на облегченных инженерных стандартах и природоподобных технологиях будут значимы и с точки зрения улучшения качества окружающей среды и, как результат, объема экосистемных активов территории.

Из трех рассчитанных индикаторов экологический след оказался наиболее обеспеченным данными, хотя они и являются разрозненными и противоречивыми, т.к. собираются разными ведомствами и содержатся в разных источниках. Прежде всего это касается площадей свалок и нарушенных территорий, которые в настоящее время могут быть учтены только по данным органов местного самоуправления или дистанционного зондирования.

Интегральный индикатор экосистемных активов составляет от 60 (Кизнерский район) до 1751 (Майкопский район). Последний – уникален в своем роде – все лесные экосистемы Республики Адыгея находятся в этом районе, причем часть его также входит в состав объекта Всемирного наследия ЮНЕСКО «Западный Кавказ». Очевидно, что экосистемы Майкопского района имеют не только республиканское, но и макрорегиональное, а также мировое значение и их сохранение – важная часть мероприятий по территориальному планированию.

Обеспеченность информацией для расчета экосистемных активов невысока, если не сказать минимальна. В открытом доступе отсутствуют адекватные и сопоставимые данные о площадях различных типов экосистем, видовом разнообразии растений и животных. Без наличия этих данных любые расчеты экосистемных активов будут неполными и представлять собой, прежде всего, экспертные оценки, а, значит, не могут быть тиражируемы.

Расчет экосистемных услуг для каждого из рассмотренных районов представлял собой отдельную исследовательскую задачу, решение которой предполагало разработку авторских алгоритмов. Главной проблемой и тут можно назвать недостаток данных. Продукционные услуги обеспечены нормативными данными, но отсутствуют данные о реальном используемом объеме. Средорегулирующие и рекреационные услуги и в части предлагаемого и используемого объема могут быть оценены лишь на уровне методических подходов.

Экономическая ценность предоставленного (потенциального) объема экосистемных услуг (за исключением «углеродных» услуг) во всех рассмотренных районах определяется подавляющим преобладанием ценности регулирующих услуг. Лишь в Кизнерском районе заметную долю (8%) в суммарной стоимости составляют продукционные услуги (в данном случае – это ценность древесины). Ценность рекреационных услуг в суммарной ценности предоставленного объема услуг не заметна.

В суммарной ценности используемого объема регулирующие услуги также преобладают во всех районах, кроме Кизнерского, где превалирует ценность продукционных услуг (главным образом, древесины). В целом, в суммарной стоимости используемого объема ценность продукционных и рекреационных услуг становится заметнее, хотя доля рекреационных услуг нигде не превышает 5%. Таким образом, регулирующие услуги составляют подавляющую часть экологического потенциала всех районов и в большинстве случаев также вносят наибольший вклад в объем актуально используемых услуг. Исходя из этого, оценка и сохранение регулирующих услуг должны рассматриваться как приоритетная задача экологического развития районов. Исключение регулирующих услуг из районных оценок недопустимо, так как это приведет к сильному искажению соотношения ценности разных категорий экосистемных услуг и принятию неверных управленческих решений, которые могут вызвать деградацию экосистем и потерю общей ценности экосистемных активов и услуг.

**Выводы.** Оценка экологического следа, экосистемных активов и экосистемных услуг сельских территорий – один из наиболее действенных путей их учета в системе планирования территориального развития в Российской Федерации. Главную сложность на

пути их учета составляет крайне низкая обеспеченность исходными данными, которые, даже будучи собираемыми статистической отчетностью, плохо отражают реальную ситуацию или даже противоречат друг другу. В абсолютном же большинстве случаев они просто отсутствуют, оставляя за скобками комплексного развития огромный пласт проблем, связанных с экологическими проблемами сельских территорий.

В рамках лучшей международной практики оценка экосистемных услуг должна производиться комплексно для всех их категорий: производственных, регулирующих, рекреационных. Исключение регулирующих услуг из оценки недопустимо, так как это ведёт к смещению оценок и принятию неверных хозяйственных решений, которое могут привести к деградации экосистем и утрате экосистемных активов. Экономическая (денежная) оценка экосистемных услуг должна производиться на основе физической оценки их объемов.

Для оперативной оценки экосистем и экосистемных услуг на муниципальном уровне необходимо создание федеральной базы данных об экосистемных услугах России, или баз данных об экосистемных услугах субъектов Федерации. Эти базы данных должны включать физические показатели экосистемных услуг, полученные в ходе их комплексной оценки на основе цифровых карт. Для разработки планов территориального развития районов необходимо картирование природных экосистем и экосистемных услуг района.

*Klimanova O., Bukvareva E., Illarionova O., Kolbowski E.*

#### **EXPERIENCE OF TAKING INTO ACCOUNT THE VALUE OF ECOSYSTEMS AND BIODIVERSITY IN PLANNING FOR TERRITORIAL DEVELOPMENT IN THE RUSSIAN FEDERATION**

The experience of taking into account the value of biodiversity and ecosystem services in the development of rural areas is considered. A method for calculating the ecological footprint, ecosystem assets and services based on open data, statistical sources, and GIS-modeling is described. The obtained values of integral indicators are analyzed from the point of view of their possible interpretation for the purposes of territorial development. Recommendations for improving the system of accounting for indicators at different territorial levels are proposed.

*Keywords:* ecosystem services, ecological footprint, rural areas, territorial development

УДК 911.9

*А. А. Ковальская*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
г. Кокшетау, Казахстан (E-mail: nastya1328218@mail.ru)*

#### **ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ КУРОРТОВ СЕВЕРНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ**

В статье сравниваются альтернативные варианты размещения горных курортов, полученные путем последовательного выделения пригодных территорий. В основе лежит формализованный метод оценки с использованием

геоинформационных систем и дешифрирования. Результатом работы стала сравнительная оценка пригодных территорий для горнолыжного туризма, определены пространственные ресурсы для развития туризма, определены лимитирующие факторы в виде опасных природных процессов, мест с высокой экологической ценностью.

*Ключевые слова:* горнолыжные курорты, пригодность, опасные природные процессы, экологические ограничения, ландшафтное разнообразие, эстетическая привлекательность.

Северный Тянь-Шань обладает необходимыми условиями для развития горных курортов. Главное преимущество данной горной системы – это продолжительность сезона катания, которая является одной из самых длительных среди остальных мест размещения горных курортов в мире. Исследуемая территория на протяжении длительного периода использовалась для достижения спортивных целей. Рекреационные цели стали важнее к началу XXI века, появилось много проектов по строительству горнолыжных курортов на данной территории. Однако в результате этого возникли конфликты интересов общественности и инвесторов, строительных компаний. В данном случае речь идет о проекте Кок-Жайлау, который разрабатывался с 2011 года и завершился в 2020 году. Позиция общественности и экологов, которая выступила за возвращение территории Кок-Жайлау в состав Иле-Алатауского национального парка, оказалась сильнее интересов инвесторов, которые хотели создать горнолыжный курорт «Кок-Жайляу» [5]. В связи с этим на данной территории возникла проблема изучения ландшафтно-экологических факторов, влияющих на развитие горнолыжного спорта.

Целью данной работы является сравнение альтернативных вариантов размещения горных курортов и выбор оптимальных в экологическом и социально-экономическом смысле.

В основе исследования лежит метод формализованной оценки, использование геоинформационных систем и дешифрирования для выявления необходимых параметров. При анализе пригодности и при планировании территории горнолыжных курортов учитываются ограничения законодательства, в том числе физико-географические, социально-экономические и экологические аспекты. В работе выполняется процедура последовательного вычленения пригодных территорий.

Для написания работы были использованы следующие материалы: карта хребтов Тянь-Шаньской горной страны (1: 4000000), карта лавинной опасности (1:2500000), карта селевой опасности (1:2500000), сейсмическое районирование (1:7500000), цифровая модель рельефа с разрешением 30 м, векторные слои дорог, рек для карт в ArcGIS, функциональное зонирование Иле-Алатауского национального парка, снимки из Google Earth, координаты точек с фотографиями мест исследования.

Для достижения поставленной цели были проведены исследования в нескольких направлениях:

1) *Оценка пригодности территории по требованиям горных курортов.* При планировании горнолыжного курорта (ГЛК) необходимо учитывать рельеф, как важный компонент, от которого зависят такие характеристики горнолыжных трасс (ГЛТ), как

протяженность, крутизна, ширина трассы [4]. Высота над уровнем моря, экспозиция склонов, растительный покров определяют важные для ГЛК показатели: количество выпавшего снега, температура, скорость ветра и продолжительность горнолыжного сезона [4]. На данном этапе исследования охватываются природные условия территории, отражающие ее пригодность для посещения рекреантов и технических характеристик, необходимых для строительства.

Для выявления пригодных территорий проводились следующие исследования: создание мозаики растров на основе ЦМР и расчет необходимых показателей; переклассификация данных; перевод полученных слоёв в векторные данные и объединение их в общий слой, присвоение полученным участкам классов пригодности. Путем взвешивания выбранных критериев и суммирования классов каждого выделенного участка, определены 4 группы объектов: 1.Непригодные для строительства ГЛК ( $\leq 4$  баллов); 2.Малопригодные (от 5 до 12 баллов); 3.Пригодные (от 13 до 16 баллов); 4.Наиболее пригодные (от 17 до 20 баллов). Это стало основой для карты пригодности территории.

Для анализа оценки пригодности взяты 2 участка из класса «пригодные» и выявлены различия между ними. Один участок, расположен к западу от реки Карагайлы, а другой – вытянут вдоль склона, противоположного горнолыжному курорту Шымбулак. Первый участок располагается на высоте от 1700 до 2200 м. Значения уклонов варьируются от 12 до 40°, а рельеф большей части территории ровный и мало расчлененный. Участок имеет склоны, в основном, западной, северо-западной, северной экспозиции. Градиент склонов варьируется от 25 до 53%. Второй участок расположен на высоте 2200 – 2400 м, с уклонами от 12 до 30°. Участок характеризуется мало расчлененным рельефом, имеет склоны восточной, северо-восточной и северной экспозиции. А градиент склона изменяется от 18 до 60%. Отсюда следует вывод: по всем параметрам оба участка отражают результаты формализованной оценки, но первый участок лучше подходит под критерии пригодности территории для ГЛК, нежели второй.

2) *Выявление ограничений, связанных с опасными природными процессами.* В результате проведения оценки пригодности, в группу наиболее пригодных вошли прирусловые участки, шлейфы склонов, сложенные породами, которые сильно подвержены смыву, т.е. места, соседствующие с природными рисками. К примеру, потенциально пригодный участок к западу от Бутаковки характеризуется наличием лавинных прочесов среди елей, что говорит о недавнем сходе лавин. Также отмечается скопление потенциальных участков по реке Большая Алматинка, для бортов которой характерны участки смыва рыхлого материала с незакрепленной растительностью поверхности. В таком случае на риски схода лавин и селей накладываются еще и осыпи, материал которых, осыпающийся со склонов, может стать основой для образования селевых потоков [2].

Для каждого потенциально пригодного объекта важна инфраструктура и территория, за счет которой она будет закладываться или расширяться. Для анализа оценки рисков от опасных процессов рассмотрим уже описанные в предыдущей оценке 2 участка из класса «пригодные». Первый участок входит в зону средней лавинной и селевой опасностей (2-10%), второй - в зону очень высокой лавинной опасности (больше 50%) и средней селевой

опасности. Следовательно, при размещении ГЛК в пределах второго участка потребуются защитные сооружения и мероприятия против лавин.

3) *Выявление экологических ограничений для развития курортов.* Значимыми с точки зрения экологии являются территории, закрепленные законодательством. Они исключаются из использования, а для дальнейшего анализа и корректировки оценки пригодности остаются зоны ООПТ с ограниченной хозяйственной деятельностью, зона с разрешенной туристской деятельностью и рекреацией [1]. Экологические ценности, не касающиеся законодательства: 1. Экологические коридоры: русла, долины рек, водораздельные леса, помогающие птицам, животным перемещаться между разными ландшафтными зонами во время сезонных миграций; 2. Защитные участки в зонах возможного развития опасных процессов; 3. Водосборы, в случае нарушения которых возникают изменения в структуре бассейна и его загрязнение; 4. Высокое ландшафтное разнообразие, мозаичность растительного покрова, определяющиеся расчлененностью, крутизной и экспозицией склонов; 5. Уникальные местообитания животных и растений важны как составляющая биоразнообразия; 6. Малонарушенные долины рек: р. Талгар, р. Карагайлы. Такие экологические ценности в виде вкраплений могут возникнуть посреди пригодных территорий, поэтому застройщику необходимо учитывать их и разработать способы приспособления.

При рассмотрении выбранных двух участков из класса «пригодные» видно, что оба участка входят в зону ограниченной хозяйственной деятельности, т.е. для размещения объектов необходимо определение норм рекреационных нагрузок. Первый участок еще входит в зону туристской и рекреационной деятельности, для которой характерно меньшее количество ограничений. Его территория характеризуется высоким ландшафтным разнообразием, он расположен между мало нарушенными долинами рек, важных с точки зрения экологии, поэтому участок пригоден для размещения ГЛК. Второй участок также характеризуется высоким ландшафтным разнообразием, но из-за высокой вероятности возникновения опасных процессов, он выполняет защитную функцию, т.к. растительность способствует предотвращению смыва рыхлого материала и попаданию в водотоки. Таким образом, второй участок является более важным с экологической точки зрения.

Кроме того, была проведена оценка эстетической привлекательности территории. Первый участок характеризуется малой посещаемостью, по сравнению со вторым участком. Оба участка относятся к территориям с высокой мозаичностью растительного покрова. Первый участок, не столь привлекателен с точки зрения эстетичности рельефа: он имеет среднюю степень расчленения. А второй участок, ввиду наличия склонов с опасными процессами, сильнее расчленен и более привлекателен [3]. В результате получен следующий вывод: мало посещаемые территории к западу от долины реки Большая Алматинка обладают высокой эстетической привлекательностью и они благоприятны для развития рекреационной деятельности. Наиболее привлекательные места менее доступны для рекреантов, поэтому эстетический потенциал территории раскрыт не в полной мере.

4) *Определение оптимального размещения курортов, приход к компромиссному решению.* В результате проведенного исследования начальная оценка пригодности по

требованиям курортов была скорректирована, что сократило пригодную площадь и/или изменило допустимую конфигурацию участков на разных стадиях исследования.

В результате итоговой сравнительной оценки, два участка, которые были проанализированы в предыдущих главах, были отнесены к разным категориям. Первый участок, расположенный к западу от реки Карагайлы, подошедший по всем критериям пригодности, не подверженный опасным процессам и ценный с эстетической точки зрения, включен в категорию участков, наиболее оптимальных для ГЛК. Второй же участок, вытянутый вдоль склона, противоположного горнолыжному курорту Шымбулак, подошедший по критериям пригодности, но подверженный опасным процессам и ценный с экологической точки зрения, включен в категорию участков, непригодных для использования за пределами заповедной зоны.

На основе проведенных исследований сделаны следующие выводы:

- Наиболее пригодны территории с признаками: база на высотах не ниже 1700 м, с уклонами трассы не более 40°, ровный или мало расчлененный рельеф, западная, северо-западная, северная экспозиция, с градиентом склона 20-50%. Главный лимитирующий фактор, исключающий строительство на максимальных площадях - это наличие опасных процессов и рельеф, из-за чего среди пригодных участков вытянутые и неудобные конфигурации для ГЛК.
- При строительстве ГЛК следует избегать участков с высокими экологическими ценностями. Среди них: урочище Кокжайлау в междуречье Большой и Малой Алматинки, склоны долин рек Карагайлы и Аксай в среднем их течении; экологические коридоры к северо-востоку от долины р. Бутаковка .
- Пространственные ресурсы для развития горнолыжного туризма за пределами уже существующих курортов расположены на территории 6000 га, в среднегорной ландшафтной зоне от 1600 до 2900 м.
- Эстетический фактор создает дополнительные ценности ГЛК, он увеличивает возможности многосезонного отдыха.

### Литература

1. Закон Республики Казахстан от 7 июля 2006 года № 175-III «Об особо охраняемых природных территориях»: с изменениями и дополнениями по состоянию на 28.10.2019 г. Статья 28. 6.
2. Институт географии. Результаты исследований. 2003–2005 гг. Доступно по адресу: [http://nlib.library.kz/elib/library.kz/jurnal/g\\_2006\\_1/32-41.pdf](http://nlib.library.kz/elib/library.kz/jurnal/g_2006_1/32-41.pdf)
3. Колбовский Е. Ю. Эстетическая оценка ландшафтов: проблемы методологии // Ярославский педагогический вестник. Ярославль, 2011. № 4. Том III (Естественные науки).
4. Кусков А.С., Лыскова О.В. Курортология и оздоровительный туризм. Учебное пособие. Саратов: издательство Юл, 2003. 164 с.
5. Проект «Кок-Жайлау»// Информационный портал «Tengrinews». Доступно по адресу: [https://tengrinews.kz/kazakhstan\\_news/s-chego-nachinalsya-proekt-kok-jaylyau-383035/](https://tengrinews.kz/kazakhstan_news/s-chego-nachinalsya-proekt-kok-jaylyau-383035/)

*A.Kovalskaya*

## LANDSCAPE AND ECOLOGICAL FACTORS OF THE DEVELOPMENT OF MOUNTAIN RESORTS OF THE NORTHERN TYAN-SHAN

The article compares alternative options for the location of mountain resorts, obtained by successive isolation of suitable territories. It is based on a formalized assessment method using geographic information systems and decoding. The result of the work was a comparative assessment of suitable territories for ski tourism, spatial resources for the development of tourism were determined, limiting factors were identified in the form of dangerous natural processes, places with high ecological value.

*Keywords:* ski resorts, suitability, natural hazards, environmental constraints, landscape diversity, aesthetic appeal.

УДК: 504.062.2

*Д.И. Ковбакин*

*Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова  
г. Москва, Россия (E-mail: Danic4444@mail.ru)*

## АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ЗЕМЕЛЬ В ФЕРМЕРСКИХ И КООПЕРАТИВНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ НА ПРИМЕРЕ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ КАЗАХСТАНА

Основными производителями зерна в Казахстане являются семейные фермы и кооперативные хозяйства. Статистика показывает, что раньше кооперативы имели более высокие урожаи по сравнению с семейными фермами. На примере пяти районов Акмолинской области сравнивается качество земель, арендуемых кооперативами и семейными хозяйствами, предполагая, что разница в типах почв может быть фактором снижения урожайности в последних. Ключевые слова: урожайность, зерновые, хозяйства, факторы, Казахстан.

*Ключевые слова:* урожайность, зерновые, хозяйства, факторы, Казахстан.

В начале 1990-х гг., с приобретением независимости, Казахстан и другие бывшие советские республики провели аграрные реформы, основными целями которых были реструктуризация колхозов и совхозов и образование большого количества небольших фермерских хозяйств [3]. Ключевая роль в судьбе реформ отводилась небольшим фермерским хозяйствам семейного типа. Однако, в 1990-е гг. реструктуризация бывших колхозов и совхозов была в значительной степени формальной и медленной, как и во всех странах СНГ [2]. Одновременно происходила либерализация рынка, приведшая к сильному росту цен на топливо, удобрения, сельскохозяйственную технику и другие ресурсы, необходимые для производства сельскохозяйственной продукции. В результате к концу 1990-х гг. производство зерна упало, наблюдалось значительное сокращение посевных площадей [4].

Целью работы является оценка перспектив развития индивидуальных и коллективных фермерских хозяйств в Казахстане на примере Акмолинской области на основе анализа экологических и социально-экономических факторов сельскохозяйственного производства.



Основным фактором, определяющим успешность аграриев, выражающуюся в урожайности, является плодородие почвы. Плодородие оценивают различными методами, чаще всего в балах бонитета. На плодородие влияет большое количество факторов, таких как: количество осадков, теплообеспеченность, режим осадков, содержание гумуса в почве, механический состав почвы. Различия в урожайности также могут быть связаны и с экономическими причинами, так более успешные землевладельцы, использующие лучшую технику, удобрения и пестициды, будут получать больший выход продукции с земельного участка.

Ввиду закрытости подробной информации о каждом землепользователе необходимо использовать косвенные методы оценки с использованием районной статистики. Для сравнения районов по различным характеристикам использовался сравнительно-географический метод исследования. Анализ районной статистики из сборников проводился с помощью программного продукта GeNe 2.2. позволяющего сопоставить значения любых факторов в терминах вероятности.

В исследовании программа показывает вероятность того, что районы, имеющие различную долю фермерских хозяйств, будут обладать определенной характеристикой природных или экономических условий. Сопоставлялись районы с относительно высоким, средним и относительно низким процентом фермерских хозяйств со следующими природными параметрами: биоклиматический потенциал, содержание гумуса в почвах, содержание азота в почвах, механический состав почв, повторяемость засух и другие [1].

Районы с разной долей фермерских хозяйств также сопоставлялись по следующим экономическим параметрам: обеспеченность тракторами, обеспеченность ГСМ, затраты на семена и некоторые другие (демографические) характеристики. Такой метод очень удобен, так как позволяет одновременно сопоставлять большее количество характеристик, разбивая их на группы.

Было выявлено, что районы с несколько худшими условиями имели большую долю участков в собственности фермеров, а также именно эти районы имели положительную динамику посевных площадей и урожайности, при “низких стартовых” позициях.

Для исследования внутри районов необходимо использовать более подробную информацию с учетом расположения конкретных участков на земле, для этого используются ГИС-технологии. На основе данных сайта автоматизированной информационной системы государственного земельного кадастра (АИС ГЗК), а также таблиц экспликации земель были построены карты землепользования и почвенные карты пяти модельных районов.

Для анализа значимости природных факторов были построены карты землепользования по формам хозяйствования пяти районов Акмолинской области (данные сайта АИС ГЗК и таблицы экспликации земель), которые накладывались на почвенные карты (рис.1).

С помощью ArcGIS рассчитывался процент территории разных типов и подтипов почв под участками в разных формах собственности. Анализ не подтвердил вытеснение индивидуальных фермеров на территории с менее плодородными почвами. Например, в Шортандинском районе, в котором урожайность зерновых заметно выше в кооперативных хозяйствах, разные формы хозяйствования не отличаются в отношении типов и подтипов почв – 75 % земель приходится на черноземы обыкновенные, черноземы южные и темно-

каштановые почвы. Можно даже сказать, что фермеры занимают несколько лучшие условия (всего 13 % занимают солончаки и солонцы против 18 %). Схожая картина наблюдается и в остальных районах Акмолинской области, где фермерские хозяйства занимают схожие по пригодности участки, но значительно уступают по средней урожайности сельхозпредприятиям.

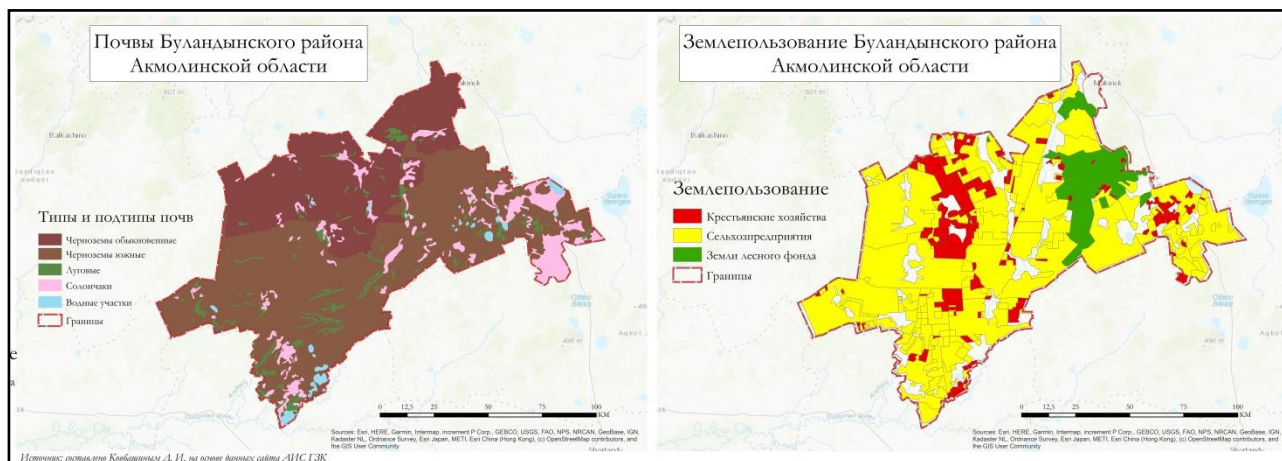


Рис. 1. Карты почв и землепользования Буландынского района

Глубинные интервью с представителями индивидуальных и кооперативных форм собственности подтвердили вывод о наличии значительных экономических ограничений для фермерских (семейных) хозяйств в современный период. Можно сделать вывод, что после выхода из кризиса фермерские хозяйства смогли внести ощутимый вклад в производство сельскохозяйственной продукции, но они вряд ли смогут стать основной формой собственности в зерновом секторе.

### Литература

1. Алёнов Ж.Н., Кошен Б.М., Хусаинов А.Т., Сагалбеков Е.У., Игенбаев Б.М. Программа по рациональному использованию земель сельскохозяйственного назначения по Акмолинской области на 2012 – 2015 гг., Кокшетау, 2012. 183 с.
2. Нефедова Т.Г. Десять актуальных вопросов о сельской России: Ответы географа. М., 2013. – 456 с.
3. *Dudwick N., Fock K., Sedik, D.* Land reform and farm restructuring in transition countries: the experience of Bulgaria, Moldova, Azerbaijan, and Kazakhstan (Russian). World Bank working paper, no. 104. Washington, DC: World Bank. 2007. 110 p.
4. Wandel J., *Agroholdings or Clusters in Kazakhstan's Agro-Food Sector?* IAMO Forum. 2008, 38 p.

**D. I. Kovbashin**

### **ANALYSIS OF LAND QUALITY IN INDIVIDUAL AND COOPERATIVE FARMS ON THE EXAMPLE OF THE AKMOLA REGION OF KAZAKHSTAN**

The main grain producers in Kazakhstan are cooperative farms and family farms. Statistics show that cereal crop cooperative farms are generally more productive. On the

example of five districts, the quality of leased land is compared, which is assumed to be the main factor in the difference in yield of different types of farming.

*Keywords:* cereals, productivity, soil, farmers, Kazakhstan

УДК 502/504

**В.В. Онищенко<sup>1</sup>, Н.С. Дега<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева  
г. Карачаевск, Россия (E-mail: ovv333@mail.ru, dega999@mail.ru)

## КОМПЛЕКСНЫЙ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РЕПРЕЗЕНТАТИВНОЙ ГОРНОЙ ТЕРРИТОРИИ – КЛЮЧЕВОЕ ЗВЕНО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Сложившаяся ситуация в горных районах Северо-западного Приэльбрусья определила проблемы географического, экологического и социально-культурного содержания требующие поиска путей научно обоснованного, системного анализа взаимодействия общества природы и горного природопользования. Геоэкологический принцип изучения горной территории на современном этапе естественного развития и антропогенного освоения выявляет специфические особенности преобразования геосистем от естественных ландшафтов, природных богатств и происходящих в них процессов и явлений, до уклада жизни горного населения. Если еще в начале текущего тысячелетия только формировался системный подход к исследованию горных территорий (Ю.П. Баденков, 2002), сегодня он объективно необходим.

*Ключевые слова:* горная территория, антропогенный фактор, геоэкологический мониторинг, системный подход, адаптация природопользования, устойчивое развитие.

Стремительное освоение горных территорий в условиях формирования рыночных отношений и рекреационного развития Северо-Западного Приэльбрусья (Карачаево-Черкесии) имеет свои специфические черты:

- Разноведомственность использования природных ресурсов в территориально ограниченной географической среде, без должного контроля ее освоения и эксплуатации;
- Отсутствие единой системы управления горного природопользования при утере доминирующей роли государственной монополии на природные ресурсы и охрану окружающей среды;
- Трансформация традиционной рекреационной деятельности, связанной с перестройкой сельского образа жизни на «развалинах» прошлой рекреационной инфраструктуры;
- Социально-экономическая необустроенность горных поселений – отсутствие работы, миграции молодежи в города, снижение уровня культурного благосостояния и т.д.

Все это находит отражение в бессистемном, рекреационно-традиционном развитии: использовании природных ландшафтов под частные гостиничные хозяйства, не контролируемый «дикий» туризм, отсутствие архитектуры застроек, не соблюдение

санитарных норм и правил при обустройстве обособленных коммуникаций, отгонно-пастбищное животноводство приобретает стихийный характер.

Разработка мер контроля и комплексного управления горными геосистемами, во многих аспектах решает задачи сбалансированного развития жизнедеятельности горного населения, оптимального использования природных ресурсов с максимально возможным сохранением окружающей среды

Для Карачаево-Черкесии, где около 90 % горной территории, в интервале высот 400 – 5642 м. над уровнем моря, с исключительно высоким уровнем биологического и ландшафтного разнообразия; со множеством этносов, укладов, культур и конфессий (в республике проживают представители 92 национальностей), перераспределяющих плотность проживания и специфичность природопользования, необходима научная система ограничений и способов ее реализации. Поэтому естественно желание сформулировать внутреннюю специфику научных направлений или наук об отдельных компонентах горной среды обитания, прежде всего природно-географического характера.

Несмотря на удовлетворительную географическую изученность региона, решению проблем рационального природопользования с сохранением окружающей среды не уделяется должного внимания. Обустройство здесь туристско-горнолыжного кластера следует признать правильным, однако, необходимо констатировать его экономический вектор направленности. Продолжающаяся разноукладная хозяйственная деятельность сохраняет проблему научно обоснованных экологических ограничений воздействия человека на географическую среду.

Конечной целью этой разработки является региональное природопользование - обеспечение оптимального, сбалансированного подхода к «природе, как всеобщей основе труда» [4].

Объектом регионального природопользования выступают отношения между природными, социально-экономическими и экологическими факторами процесса взаимодействия общества и природы. Предметом природопользования, по Н.Ф. Реймерсу [9], следует считать оптимизацию (адаптацию) этих отношений в жизнеобеспечивающей географической среде (Анучин, 1982), стремление к ее сохранению и воспроизводству.

Для того, чтобы решить вопрос как оптимально объединить научные направления сбора, обработки и анализа эмпирических данных, на базе Карачаево-Черкесского государственного университета в 2008 году была организована НИЛ геоэкологического мониторинга. Именно геоэкологическое направление, по определению многих авторов, в частности Б.И. Кочурова (1998) занимается изучением пространственных (территориальных) закономерностей взаимодействия общества с окружающей не только природной, но и техногенной, экономической и культурной средой. Это определение, по крайней мере, указывает на значительное сопряжение объектов изучения географии и геоэкологии.

Геоэкологический мониторинг горной территории Карачаево-Черкесии изначально предусматривал системный сбор, обработку и анализ эмпирических данных нескольких направлений, в рамках которых получены определенные результаты: 1) анализ пространственно-временной динамики гидрометеорологических показателей позволил установить характер потепления регионального климата, разработать модели тепло- и

влагообеспеченности исследуемой территории, устанавливающие границы вертикальной поясности и аномальные климатические зоны; 2) изучение баланса колебания языков ледников показало современные черты деградации оледенения и образования малых форм ледников, а также характер экзогенного преобразования постледникового рельефа; 3) физико-географическое и гидрохимическое обследование горных озер установило их индикаторную роль не только в процессе ландшафтообразования, и геохимических миграций в горных ландшафтах, но и рекреационную привлекательность; 4) биогеоценологические исследования лесных сообществ и экосистем позволили проанализировать рост, развитие и продуктивность доминирующих типов леса, формирующих горно-лесные ландшафты, биоразнообразие и их эколого-географическую роль в структуре горного природопользования; 5) ландшафтно-экологический подход в изучении гляциально-нивальных комплексов (экотонов) Северо-Западного Приэльбрусья расширил современные представления о высотно-поясном ландшафтообразовании, определил вектор однонаправленных и необратимых изменений среднегорно-высокогорных ландшафтов; 6) социально-экологический опрос населения КЧР показал причинно-следственные связи переплетений общественного развития региона с динамикой формирования географической среды; 7) гидрохимический анализ и динамика поверхностного стока основных водных артерий гидрографической сети Карачаево-Черкесии позволили оценить степень антропогенной нагрузки как на горные долины, так и на водосборные бассейны рек, в том числе и в зоне интенсивной рекреации.

Приведенный обзор выполненных исследований НИЛ геоэкологического мониторинга не исчерпывает содержание бесчисленного множества различных территориальных сочетаний географической среды [3, 5, 6, 7]. Тем не менее, уже на складывающемся уровне взаимодействия горного сообщества с природной средой проявляются контуры трансформации элементов географической среды, понять и объяснить которые невозможно без привлечения сферы знания, включающие естественные (география, экология, биология), общественные (экономика, социология) и технические (различные направления природопользования) дисциплины.

Комплексность геоэкологического мониторинга заключается в наблюдении, контроле и управлении природно-антропогенных процессов и явлений, связанных с прямым и косвенным воздействием на качество географической среды. В этом определенная геоэкологическая сущность регионального природопользования наряду с его географическим, экологическим, биологическим и социально-экономическим содержанием. Представленная на рис 1 схема, составленная по принципу, предложенному Мегахан, цит. Хамилтон [11] для склоновых процессов горных водосборов, в определенной степени позволяет нам приблизиться к пониманию сущности геоэкологии горной территории как комплексного, интегрального направления в сфере пересечения естественных, общественных и технических дисциплин, изучающее геосистемные процессы и явления как результат взаимодействия и общества и природы.

При выборе объектов геоэкологического мониторинга горной Карачаево-Черкесии, в контексте перспектив развития природопользования рассматривалось все многообразие дифференциации географической среды, которая отражает характеристики как отдельных

природных компонентов и комплексов, так и геоэкосистемы Северо-Западного Приэльбрусья в целом. Недостаточность этой информации препятствовала формированию геоэкологического подхода к горному природопользованию. Уместным будет вспомнить тезис Н.Ф. Реймерса [9] «Период не контролируемого взаимодействия экосферы и человечества неминуемо должен закончиться». «В современных научных исследованиях объекты экологии и географии часто сливаются» констатирует К.М. Петров [8], оценивая задачи экологии и географии. В этой связи необходимость совершенствования интегрирующей науки – геоэкологии следует рассматривать как ключ к устойчивому развитию, особенно «компактных» горных территорий, отличающихся «трудно понимаемым» разнообразием, их «все подавляющим» свойством вертикальности, «трёх мерности архитектуры», что делает их мало восприимчивыми на фоне общего развития современного мира [1].

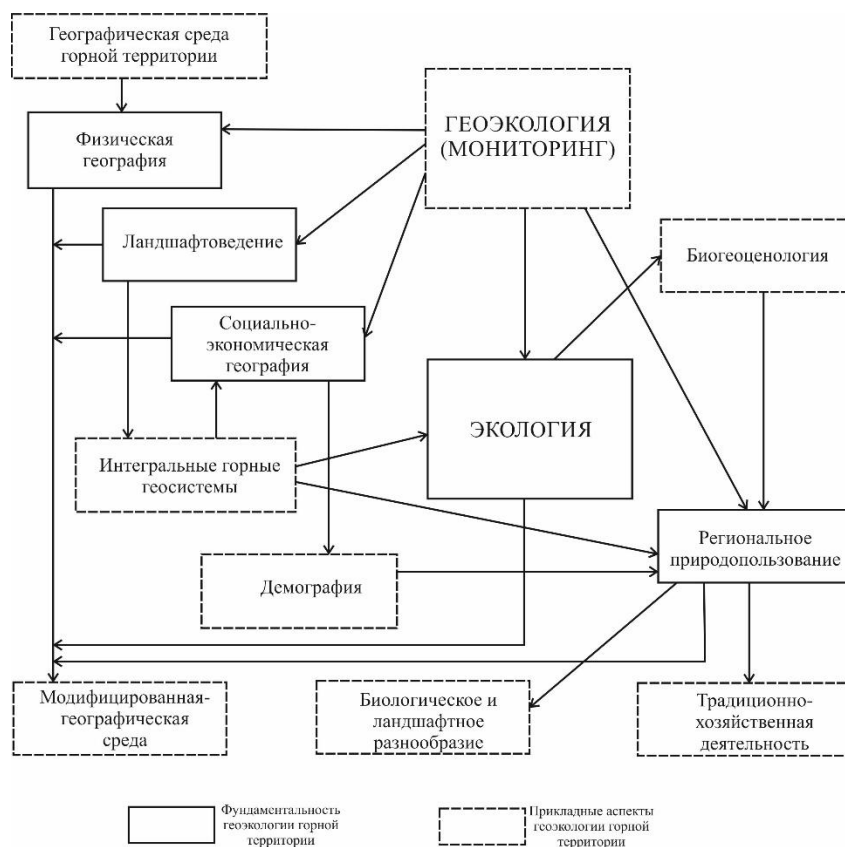


Рис. 1. Структура геоэкологического мониторинга горных территорий Северо-Западного Приэльбрусья

Разнообразие природно-географического характера, определили внутреннее содержание научных направлений (наук) об отдельных компонентах горной среды обитания. Появился вариант научных дисциплин формулирующих региональную геоэкологию как «философскую категорию познания и восприятия (Селиверстов, 2002)» региональной системы «природа гор – горное население – горное природопользование» для комплексного, рационального освоения гор.

Многоплановый принцип горной геоэкологии - это совместимость комплексных исследований географии, экологии, экономики, демографии, культуры, природопользования и иных направлений специфического, самобытного, взаимосвязанного и взаимообусловленного сочетания горного развития. Именно эту интегрированную многоплановость в изучении проблем горных территорий Ю.П. Селиверстов (2002) рассматривал в благоприятном жизнеобеспечивающем пространстве естественной природы, при не истощительном «использовании ее богатств и продуктов труда людей».

Адаптация полиэтнической культуры в географической среде Карачаево-Черкесии подразумевает прогрессивное развитие горных этносов по степени гармонии с природой в постиндустриальный период рекреационно-ресурсной экспансии. Понятие адаптированная культура в горах объединяет биоэкоцентрические связи полиэтнических сообществ характеризующиеся социальными, экономическими, демографическими, культурными и иными особенностями горного населения, существенно отличительного от равнин.

Теоретико-эмпирическая программа геоэкологического мониторинга в КЧР построена на принципах становления геоэкологии как географической дисциплины о географической среде, «ее геосистемах, ландшафтах или природно-территориальных комплексах», с одной стороны и среды социально-экономической деятельности с другой [10]. «Геоэкологию в ее эколого-ландшафтном понимании», считает И.Е. Тимашев [9] «можно назвать наукой XXI века». Географическая среда горной системы – это многочисленное сочетание территориальных различий, выявление, установление законов и моделирование которых создает информационное поле для неистощимого горного природопользования и устойчивого регионального развития.

Приемлемая концепция устойчивого развития мировой системы, предложенная В.Г. Горшковым [2] на основе соблюдения законов природы. Главное в теории автора – определение порога устойчивости биологической составляющей географической оболочки Земли, при превышении которого нарушается устойчивость биоты в динамической среде ее обитания.

### Литература

1. Айвз Дж., Мессерли Б., Роадс Р.И. Повестка дня для устойчивого горного развития / Горы мира... Вклад в главу 13 Повестки дня на XXI век. Редакторы русского издания Ю.П. Баденков, В.М. Котляков. М.: Изд. дом «Ноосфера», 1999. – С. 437-448.
2. Горшков В.Г. Энергетика биосферы и устойчивость состояния окружающей среды / Итоги науки и техники. Сер. теоретических и общих вопросов географии. М.: ВИНТИ, 1990. - Т. 7. – 123 с.
3. Дега Н.С., Онищенко В.В., Петропавловский Б.С. Влияние техногенной трансформации воздушной среды на устойчивость хвойных лесов Карачаево-Черкесии / Устойчивое развитие горных территорий. Владикавказ, 2018 - Т.1. № 1 (35). – С.69-76.
4. Куражсковский Ю.Н. Очерки природопользования. – М.: Мысль, 1969. – 268 с.
5. Онищенко В.В., Дега Н.С. Устойчивое развитие Карачаево-Черкесии в условиях современной организации горных экосистем / Устойчивое развитие горных территорий. Владикавказ, 2009. - №1. - С. 49-54.
6. Онищенко В.В., Дега Н.С. Экосистемный мониторинг горных районов Карачаево-Черкесии в условиях техногенного прессинга и изменения климата / Безопасность в техносфере. М.: Изд-во «Русский журнал», 2009. - Вып. 6. – С. 14-18.

7. Петров К.М. Геоэкология: Основы природопользования СПб.: СПбГУ, 1994. – 16 с.
8. Реймерс Н.Ф. Экология (теория, законы, правила, принципы и гипотезы). М.: «Россия молодая», 1994. – 367 с.
9. Тимашев И.Е. Геоэкология: первоисточники, подходы, перспективы / Вест. МГУ. Сер. 5. География, 2000. - № 5. – С. 18-22.
10. Хамилтон Л.С., (Сампурно) Брюйнзил Л.А. Горные водосборные бассейны – соединение воды, почв, гравитации, растительности и людей / Горы мира... Вклад в главу 13 Повестки дня на XXI век. Редакторы русского издания Ю.П. Баденков, В.М. Котляков. М.: Изд. дом «Ноосфера», 1999. – С. 325-357.

V.V. Onishchenko, N.S. Dega

### INTEGRATED GEOECOLOGICAL MONITORING OF A REPRESENTATIVE MOUNTAIN AREA - KEY TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT

The current situation in the mountainous regions of the North-Western Elbrus region has determined the problems of geographical, ecological and socio-cultural content that require the search for ways of scientifically sound, systematic analysis of the interaction of nature society and mountain nature management. The geoecological principle of the study of the mountain area at the present stage of natural development and anthropogenic development reveals the specific features of the transformation of geosystems from natural landscapes, natural riches and processes and phenomena occurring in them, to the way of life of the mountain population. If at the beginning of the current millennium only a systematic approach to the study of mountain areas was formed (Yu.P. Badenkov, 2002), today it is objectively necessary.

*Keywords:* mountain area, anthropogenic factor, geoecological monitoring, systematic approach, adaptation of environmental management, sustainable development.

УДК 504.06

*Е.В. Орлова*

*Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина  
г. Санкт-Петербург, Россия (E-mail: orlov.sg@mail.ru)*

### ДЕГРАДАЦИЯ КРАСНОДАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

За последние годы растет скорость заиления Краснодарского водохранилища, что наряду с другими негативными факторами, ведет к деградации водохранилища, уменьшению его полезной емкости и ухудшению регуляторных функций.

*Ключевые слова:* деградация Краснодарского водохранилища, заиление, гидрографические характеристики

Краснодарское водохранилище расположено выше города Краснодар в левобережной пойме реки Кубани. Водоохранилище построено в 1973 году и выведено на проектный режим в 1975 году. Река Кубань впадает в водохранилище в его средней части, протекая в верхней его зоне практически параллельно его северного берега. По проектным данным время заиления Краснодарского водохранилища составляет 500 лет. Водоохранилище используется



для целей регулирования стока, водоснабжения, орошения, рыбного хозяйства и водного транспорта.

Наибольший вклад в деградацию Краснодарского водохранилища вносит процесс заиления чаши водохранилища. Заиление исследовалось путем изучения картографической и спутниковой информации, сравнения данных водоема по емкости и площади за различные периоды времени.

Максимальное количество наносов приносит река Белая. После строительства Краснодарского водохранилища и объединения его с Тщикским водохранилищем река Белая стала впадать в Краснодарское водохранилище. Высотные отметки объединения этих водохранилищ в единую акваторию на момент строительства составляли 29.1- 29.5 м БС. В устьевой области реки Белой в зоне её впадения в водохранилище идут чрезвычайно быстрые процессы формирования дельты выдвигания реки Белой в Краснодарское водохранилище и перестройки гидрографической сети района.

Кардинальные изменения гидрографических характеристик водохранилища произошли к 2004-2005 годам, когда дельтой выдвигания реки Белой полностью перекрывается от берега до берега Краснодарское водохранилище, и оно расчленяется на две независимые между собой части – западную, собственно Краснодарское водохранилище и восточную, приуроченную к восточной, не залившейся части бывшего Тщикского водохранилища [1]. Перемычка, разделяющая Краснодарское водохранилище на два независимых водоёма, хорошо видна на космическом снимке со спутника Landsat8 от 7 июля 2020 г. (рис. 1). Ее ширина по снимку составила 18 км, что на десять километров больше, чем в 2007 году. Перемычка представляет собой пространство с большим количеством заболоченных водоёмов с берегами, сложенными илистыми наносами. В промежутках между озерами - густые заросли ивняка, кустарников и деревьев с густым подлеском.



Рис. 1. Перемычка, разделяющая акваторию Краснодарского водохранилища.

Анализ пространственного распределения высотных отметок дельтового участка реки Белой (перемычки) показывает, что основными морфологическими элементами, разделяющими бывшую единую акваторию Краснодарского водохранилища на две части в настоящее время являются прирусловые береговые валы этой реки, которые препятствуют объединению Краснодарского и Тщикского водохранилища при уровне воды ниже отметки 34 м БС. При уровне воды в пределах 32-34 м происходит только локальное поступление воды водохранилищ во внутридельтовое пространство. Основной район заиления Краснодарского водохранилища приурочен к его центральной части и продвигается в сторону плотины [1].

Северо-Кавказским аэрогеодезическим предприятием в 1984-1986, 2004-2005 и в 2016 годах были выполнены гидрографические работы по съёмке чаши водохранилища с составлением топографических планов масштаба 1:5000. На основе данных этих съёмок была построена цифровая модель Краснодарского водохранилища в программе ArcGIS. Для ее построения были использованы данные о высотных отметках отдельных точек, горизонталей, линии уреза воды для нормального подпорного уровня, дамб и наносов. Модель использовалась для расчета гидрографических характеристик Краснодарского водохранилища.

При сравнении гидрографических характеристик Краснодарского водохранилища за разные годы, необходимо отметить, что с 1975 по 2016 гг. полезная емкость водохранилища заилилась примерно на 862 млн.м<sup>3</sup> (с 2160 до 1298 млн.м<sup>3</sup>), что составляет 40% от проектного полезного объема, площадь зеркала водохранилища уменьшилась с 400 до 229 км<sup>2</sup> [2]. В итоге, скорость заиления водохранилища в среднем равна 21 млн.м<sup>3</sup> в год, что значительно превышает проектную (6 млн.м<sup>3</sup> в год).

Наиболее интенсивно переформированию подвергается крутой и обрывистый правый берег от х. им. Ленина до ст. Васюринской. На участке берега выше станицы Воронежской периодически наблюдаются оползневые явления, связанные с постепенным подмывом рекой берегового уступа. Значительную роль в заилении водохранилища играют продукты переработки берегов, которые составили 10-20% объема отложений [2].

Помимо заиления на Краснодарское водохранилище воздействуют и другие негативные факторы. С развитием хозяйственной деятельности в регионе увеличивается забор воды из водохранилища и рек, впадающих в него, на орошение и водоснабжение. За последние годы изменился уровенный режим Краснодарского водохранилища – среднегодовая отметка его уровня снизилась до 31.5 м. Участились периоды экстремального падения уровня воды в водоеме. 25 августа 2020 года уровень воды опустился до 25.83 м, что ниже уровня мертвого объема.

Краснодарское водохранилище, которое эксплуатируется уже более 45 лет, оказывает негативное влияние на окружающую среду. Если не провести реконструкцию водохранилища и расчистку русел рек, впадающих в него, то при сохранении существующей скорости заиления Краснодарское водохранилище утратит свои регуляторные функции уже к 2030-2032 годам.

### Литература

1. Орлова Е.В., Гронская Т.П., Неупокоев В.А., Нанреев В.В. Динамика заиления Краснодарского водохранилища // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: труды международной научн.-практ. конф. (17-20 мая 2011 г., Пермь)/ Перм. гос.ун-т. – Пермь, 2011. – С. 127-131.
2. Лагута А. А., Погорелов А. В. Особенности заиления Краснодарского водохранилища. Опыт оценки по данным батиметрических съёмки // Географический вестник. — 2018. — № 4. — С. 54–66.

E.V. Orlova

### DEGRADATION OF THE KRASNODAR RESERVOIR

The degradation of the Krasnodar reservoir is characterized by a high rate of sedimentation, which leads to a decline in the useful capacity of the reservoir and worsens its regulatory functions.

*Keywords:* the degradation of the Krasnodar reservoir, Krasnodar reservoir sedimentation.

УДК 504.064

*О.С. Решетняк<sup>1,2</sup>, А.Н. Решетняк<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>ФГБУ «Гидрохимический институт» Росгидромета

<sup>2</sup>Южный федеральный университет

г. Ростов-на-Дону, Россия (E-mail: olgare1@mail.ru; reshetnyak\_a\_n@mail.ru)

### УСТОЙЧИВОСТЬ РЕЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ИРТЫШ

В статье представлены результаты исследования устойчивости речных экосистем в бассейне реки Иртыш по степени трансформации химического состава воды. На основе выявленных тенденций химического состава речные экосистемы классифицированы на две группы: «здоровые» (или устойчивые) и «переходные» (или слабонарушенные) экосистемы.

*Ключевые слова:* Бассейн реки Иртыш, речные экосистемы, химический состав воды, тенденции, устойчивость экосистем

**Введение.** Экологическая обстановка в бассейнах рек Обь и Иртыш характеризуется как крайне напряженная. Главный приток р. Обь река Иртыш – одна из немногих трансграничных рек Сибири – испытывает тяжелый антропогенный пресс из-за загрязнения сточными водами промышленных комплексов Республики Казахстан и Сибири и зарегулирования верхнего течения каскадом водохранилищ. Поскольку долина Иртыша издавна является территорией интенсивного земледелия, огромное влияние на экосистему реки оказывают стоки с сельскохозяйственных угодий, животноводческих комплексов, продукты эрозии почв и неочищенные сточные воды населенных пунктов [2].

Изучение устойчивости речных экосистем и оценка уровня загрязненности водных объектов Обь-Иртышского бассейна особенно актуальна в современных условиях антропогенного воздействия не только для поддержания экологической безопасности

природно-территориального комплекса в целом, но и для принятия мер по восстановлению земельных и водных ресурсов, их биоразнообразия в целом.

Существенное значение в формировании качества вод р. Иртыш имеет трансграничное поступление загрязняющих вещества с территории Казахстана. Для воды р. Иртыш и ее притоков характерна высокая хроническая загрязненность соединениями тяжелых металлов, таких как медь, цинк, свинец, хром и др. Содержание тяжелых металлов превышает ПДК практически на всем протяжении р. Иртыш и ее правых притоков. Характерными загрязняющими веществами воды рек бассейна Иртыша являются соединения железа общего, сульфаты, соединения никеля и нефтепродукты [3].

В силу разнообразия хозяйственной деятельности в бассейне р. Иртыш широкий перечень загрязняющих веществ поступает в водотоки, что, в свою очередь, обуславливает повышение степени загрязненности воды рек. Наибольший вклад в ухудшение качества воды вносят критические показатели загрязненности – ингредиенты, по которым фиксируется максимальная кратность превышения ПДК с высокой частотой повторяемости. В перечень критических для рек бассейна Иртыша входят такие показатели, как соединения железа, марганца и меди, нефтепродукты, реже – соединения цинка, никеля и соединения азота нитритного [1, 3].

Высокое и аномально высокое содержание в речных водах критических загрязняющих веществ приводит к нарушению экологического состояния речных экосистем и возникновению чрезвычайных экологических ситуаций. Наглядным проявлением таких изменений является возникновение и увеличение повторяемости случаев высокого и экстремально высокого уровня загрязненности воды. Для большинства рек Обь-Иртышского бассейна причиной столь высокого уровня загрязненности воды стало накопление в водной среде соединений марганца, меди, цинка и нефтепродуктов [1, 3].

**Материалы и методы исследования.** Работа выполнена на основе анализа многолетней (1990-2018 гг.) гидрохимической информации Государственной системы наблюдений Росгидромета. Используются данные о содержании хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов, ионов кальция и магния, азота аммонийного, нитритного и нитратного, фосфатов, органических веществ (по БПК<sub>5</sub> и ХПК), фенолов, нефтепродуктов и соединений тяжелых металлов – железа, меди, цинка, никеля и марганца. **Объекты исследования** – речные участки по длине реки Иртыш и его крупных притоков (рр. Конда, Туртас, Тобол, Вагай, Ишим, Шиш, Уй, Тара и Омь).

Проведена оценка устойчивости (степени трансформации) экосистем рек бассейна Иртыша по доле параметров, имеющих тренды за многолетний период. Данный методический подход изложен в работе [5], в которой авторы классифицировали экосистемы на «здоровые», «переходные» и «нарушенные».

Учитывая неравномерность сроков отбора проб и сильную внутригодовую вариацию концентраций химических веществ, трактовка тесноты связи по линейному коэффициенту корреляции осуществлялась по следующим критериям:  $r = 1,00$  – функциональная связь;  $0,75 \leq r < 1,00$  – очень сильная связь;  $0,50 \leq r < 0,75$  – связь тесная (сильная);  $0,25 \leq r < 0,50$  – связь средняя (умеренная);  $0,00 \leq r < 0,25$  – связь слабая [4].

Поскольку, для анализа нами были использованы тренды имеющие силу связи от умеренной и выше (то есть в расчетах не использовались «слабые» по силе тенденции при  $r < 0,25$ ), градации устойчивости экосистем были изменены следующим образом:

- экосистемы, для которых доля показателей, имеющих значимый тренд, составляет от 0 до 25 %, мы считаем «здоровыми» (устойчивыми) экосистемами;
- от 25 до 50 % – «переходными» (слабонарушенными) экосистемами;
- от 50 до 75 % – «трансформированными» (нарушенными) экосистемами;
- более 75 % – «сильно трансформированными» (сильно нарушенными).

Для количественной оценки основных тенденций временной изменчивости гидрохимических показателей за многолетний период был рассчитан ранговый коэффициент корреляции Кендалла, характеризующий меру линейной связи между датой отбора и концентрацией вещества в пробе. Для расчетов ранговых коэффициентов корреляции и уровня доверительной вероятности, при котором эти коэффициенты могут считаться статистически значимыми, использован программный пакет Statistica 13.3.

**Результаты исследования.** Для исследуемых участков рек в бассейне Иртыша выявлено разное количество статистически значимых тенденций изменения химического состава воды разной направленности. В большинстве случаев выявленные тренды убывающие (таблица 1).

Всего для различных пунктов наблюдений анализировались тренды по 15-18 показателям из-за различий в программах наблюдений или отсутствия данных. Очевидно, что чем больше показателей имеют направленную тенденцию во времени, тем менее устойчивой будет абиотическая составляющая речной экосистемы. Но с другой стороны, если преобладают тенденции снижения содержания тех или иных компонентов в воде, то это может свидетельствовать об улучшении качества воды рек.

Анализ выявленных тенденций химического состава речных вод за многолетний период, позволил сгруппировать исследуемые речные экосистемы Иртышского бассейна на две группы: первая – «здоровые» (устойчивые) экосистемы, к которым относятся 6 речных участков (рр. Иртыш (г. Ханты-Мансийск), Конда, Тара (с. Кыштовка) и Омь)) и вторая – «переходные» (слабонарушенные) экосистемы, в которую вошли большинство речных участков в бассейне реки Иртыш. Наименее устойчивой является экосистема реки Иртыш в районе с. Усть-Ишим («нарушенная экосистема»), химический состав воды на данном участке характеризуется наибольшим количеством трендов.

По ингредиентам наибольшее количество трендов выявлено по содержанию в воде нефтепродуктов, соединений железа, меди и цинка, причем подавляющее большинство из них – убывающие. Единичные возрастающие тренды характерны по сульфатам, ионам магния и биогенным веществам, что может быть связано с глобальными климатическими изменениями и требует более детального изучения.

Таблица 1

Характеристика трендов содержания химических веществ  
и устойчивость речных экосистем в бассейне реки Иртыш

№	Река	Пункт наблюдений	Количество трендов		Доля , %	Состояние (устойчивость) экосистемы
			возрастающих	убывающих		
<i>Участки рек тайжных ландшафтов</i>						
1	Иртыш	г. Ханты-Мансийск	0	4	22,2	устойчивая экосистема
2	Иртыш	п. Горноправдинск	1	4	27,8	слабонарушенная экосистема
3	Иртыш	с. Уват	1	5	33,3	
4	Иртыш	г. Тобольск	1	4	27,8	
5	Иртыш	с. Усть-Ишим	0	9	<b>52,9</b>	<b>нарушенная экосистема</b>
6	Иртыш	пгт Тевриз	0	6	35,3	слабонарушенная экосистема
7	Иртыш	г. Тара	1	8	50,0	
8	Конда	п. Выкатной	0	0	0,0	устойчивая экосистема
9	Конда	с. Урай	0	3	18,8	
10	Конда	с. Болчары	1	4	27,8	слабонарушенная экосистема
11	Туртас	п. Нижний Чебунтан	1	3	26,7	
12	Тобол	г. Тобольск	1	4	27,8	
13	Тобол	с. Иевлево	1	4	29,4	
14	Тобол	г. Ялуторовск	1	6	38,9	слабонарушенная экосистема
15	Вагай	с. Вагай	2	3	27,8	
16	Ишим	с. Усть-Ишим	0	5	29,4	
17	Шиш	с. Васисс	0	4	26,7	
18	Уй	с. Седельниково	1	5	35,3	
19	Тара	с. Кыштовка	1	0	6,3	устойчивая экосистема
20	Тара	пгт Муромцево	0	5	29,4	слабонарушенная
<i>Участки рек лесостепных и степных ландшафтов</i>						
21	Иртыш	с. Карташево	1	7	47,1	слабонарушенная экосистема
22	Иртыш	г. Омск	1	5	33,3	
23	Иртыш	с. Татарка	0	7	38,9	
24	Тобол	с. Коркино	1	6	38,9	
25	Ишим	с. Абатское	0	5	27,8	слабонарушенная экосистема
26	Ишим	г. Ишим	1	7	44,4	
27	Ишим	с. Ильинка	0	6	33,3	
28	Омь	г. Куйбышев	2	0	11,1	устойчивая экосистема
29	Омь	г. Калачинск	0	5	27,8	слабонарушенная
30	Омь	г. Омск	0	4	22,2	устойчивая экосистема

**Заключение.** Анализ статистически значимых тенденций изменения химического состава воды рек в бассейне Иртыша показал, что в большинстве случаев выявленные тренды убывающие, а большинство исследуемых экосистемы являются устойчивыми (20 %) или слабо нарушенными (77 %). Сильно трансформированных экосистем выявлено не было. В дальнейшем это позволит проводить оценку изменчивости состояния водных объектов Обь-Иртышского бассейна и динамики качества вод с учетом их региональных особенностей и меняющейся антропогенной нагрузки.

Результаты исследования могут быть использованы при решении таких актуальных задач как прогноз качества речных вод в условиях происходящих климатических вариаций; разработка региональных критериев оценки современного качества воды и состояния водных экосистем; прогнозирование изменения химического состава речных вод; разработка экологически обоснованных водоохраных мероприятий, направленных на сохранение и восстановление уязвимых речных экосистем в пределах водосборов с высокой техногенной нагрузкой.

### Литература

1. Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Решетняк О.С. Реки России в условиях чрезвычайных экологических ситуаций. Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 2012. 308 с.
2. Попков В.К., Рузанова А.И. Оценка степени антропогенной нагрузки на речные экосистемы бассейна Средней Оби // Тез. докл. регион. конф. «Проблемы экологии Томской области. Экология производства, экологический мониторинг». Томск, 1992. Т. 2. С. 56-57.
3. Решетняк О.С., Брызгалов В.А., Косменко Л.С. Региональные особенности высокого уровня загрязненности рек Обь-Иртышского бассейна // Вода: химия и экология, № 6. 2013. С. 3-9.
4. Решетняк О.С., Кондакова М.Ю., Даниленко А.О., Косменко Л.С., Решетняк В.Н. Тенденции изменчивости химического состава речных вод Европейской части арктической зоны России // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2019, № 1. С.86-94.
5. Norine E. Dobiesz, Robert E. Hecky, Timothy B. Johnson, Jouko Sarvala, John M. Dettmers, Maiju Lehtiniemi, Lars G. Rudstam, Charles P. Madenjian, Frans Witte. Metrics of ecosystem status for large aquatic systems – A global comparison // Journal of Great Lakes Research 36 (2010). P.123-138.

O.S. Reshetnyak<sup>1,2</sup>, A.N. Reshetnyak<sup>2</sup>

### SUSTAINABILITY OF RIVER ECOSYSTEMS IN THE IRTYSH RIVER BASIN

The article presents the results of a study of the river ecosystems' stability in the Irtysh river basin in terms of the transformation degree of the chemical composition of water. Based on the identified trends in the chemical composition river ecosystems are classified into two groups: "healthy" (or stable) and "intermediate" (or weakly disturbed) ecosystems.

**Keywords:** Irtysh river basin, river ecosystems, water chemistry, trends, ecosystem sustainability

УДК 550.422

*Д.Е. Сивков<sup>1</sup>, С.А. Бузмаков<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Пермский государственный национальный исследовательский университет (ПГНИУ)  
г. Пермь, Россия (E-mail: sivkovd94de@gmail.com; buzmakov2012@gmail.com)***ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА В БИОСФЕРЕ И ЕГО ЦИКЛ**

В статье приводятся краткие сведения о запасах углерода в природе. Различные авторы приводят разные цифры по запасам углерода в природных резервуарах. Выделяют быстрый и медленный углеродный цикл. Антропогенное воздействие нарушает естественные потоки углерода.

*Ключевые слова:* углерод, цикл углерода, запас углерода, биосфера.

Одной из целей в области устойчивого развития является – борьба с изменением климата [11]. Понятие углеродного баланса является центральным при оценке изменения климата планеты и связанного с этим глобального потепления. Для расчета углеродного баланса первоначально необходимо разобраться в показателях углерода в биосфере.

Различные ученые приводят разные цифры по запасам углерода в природных резервуарах (Табл. 1).

Таблица 1

Сведения о запасах углерода в природе [1-6]

Природный резервуар	Запас С, *10 <sup>9</sup> т	Автор, издание, год
Атмосфера	711	Одум Ю. Экология, 1986
	1680	Башкин В.Н., Касимов Н.С. Биогеохимия, 2004
	600	Федоров Б.Г. Российский углеродный баланс, 2017
	668	Войтович Г.В. Химическая эволюция Земли, 1986
Гидросфера (океан)	39000	Одум Ю. Экология, 1986
	40643	Башкин В.Н., Касимов Н.С. Биогеохимия, 2004
	38240	Федоров Б.Г. Российский углеродный баланс, 2017
	40639	Добровольский В.В. Основы биогеохимии, 1998
Биомасса растений	3100	Одум Ю. Экология, 1986
	900	Башкин В.Н., Касимов Н.С. Биогеохимия, 2004
	850	Федоров Б.Г. Российский углеродный баланс, 2017
	900	Добровольский В.В. Основы биогеохимии, 1998
Почвенный покров	1300	Башкин В.Н., Касимов Н.С. Биогеохимия, 2004
	1300	Добровольский В.В. Основы биогеохимии, 1998
	1080	Федоров Б.Г. Российский углеродный баланс, 2017
Горючие ископаемые	12000	Одум Ю. Экология, 1986
	870	Добровольский В.В. Основы биогеохимии, 1998

Показатели запасов в атмосфере колеблются от 600\*10<sup>9</sup> т до 1680\*10<sup>9</sup> т. При рассмотрении накопления данного вещества в гидросфере, у многих ученых наблюдается схожесть в значениях, примерно, 40000\*10<sup>9</sup> тонн. Углеродный запас в биомассе растений оценивается от 850\*10<sup>9</sup> т до 3100\*10<sup>9</sup> т.

В почве углерод накапливается в лесной подстилке и гумусе. Суммарный показатель запаса углерода в них варьируется от 1080\*10<sup>9</sup> т до 1300\*10<sup>9</sup> т. Горючие ископаемые, являются процессом депонирования углерода в течение долгих геологических эпох (торф,



нефть, уголь), запас углерода в них по оценкам различных ученых варьируется от  $870 \cdot 10^9$  т до  $12000 \cdot 10^9$  т.

Кроме того, в огромных количествах углерод содержится в газах (в виде  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{CH}_4$ ), выделяющихся из вулканов во время извержений: от  $0,3 \cdot 10^9$  т до  $1,0 \cdot 10^9$  т ежегодно.

Впервые вопрос, связанный с циклом углерода на Земле, был решен в 1771 г. английским естествоиспытателем Джозефом Пристли. Он разрешил основную проблему углеродного круговорота: перемещение углерода из атмосферы через растения и животных обратно в атмосферу.

На сегодняшний день различают быстрый и медленный углеродный цикл.

*Быстрый углеродный цикл* происходит при миграции углерода в системе суша↔атмосфера↔океан. Время оборота определяется объемом резервуара и мощностью обменных потоков и происходит на протяжении нескольких лет для атмосферы и десятилетий – тысячелетий для растительности, почвы, океана [9, 10].

Но возврат углекислого газа в атмосферу является незамкнутым. Значительная часть углерода, поглощенного живым веществом из атмосферы, не возвращается в нее или возвращается только через долгие геологические периоды, иногда через сотни миллионов лет. Главные пути потери углерода для данного цикла – это образование органических минералов и карбонатов, щелочных и щелочноземельных металлов –  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{MgCO}_3$  и др. Образовавшиеся продукты рассеиваются в земной коре, но иногда дают скопления углерода в виде каменных углей, горючих сланцев, нефти, ископаемых смол, известняков, доломитов, мергелей и других минералов, и горных пород.

*Медленный, осадочный углеродный цикл* происходит при формировании запасов углерода. Миграция углерода происходит в процессе вулканических извержений, химической и эрозионной активности, осадконакопления. Процесс, связанный с накоплением углерода в горных породах, длится сотни миллионов лет [7].

Антропогенная деятельность частично возвращает углерод в углеродный цикл путем сжигания органики или «ископаемого углерода». Примерно с 1920-х годов выбросы  $\text{CO}_2$  от сгорания ископаемого топлива стали доминантным источником антропогенной эмиссии в атмосферу. Антропогенная эмиссия привела к нарушению естественного, природного углеродного цикла между атмосферой, океаном и земными хранилищами, и содержанием его в них [8].

Всего за период 1870-2017 гг. суммарное поступление антропогенного  $\text{CO}_2$  составило  $535 \cdot 10^9$  т: выбросы в результате сжигания ископаемого топлива и переработки минерального сырья –  $390 \cdot 10^9$  т (73%), выбросы в результате деятельности человека связанных с землепользованием и лесопользованием –  $145 \cdot 10^9$  т (27%).

Таким образом, на современном этапе развития биосферы, происходит существенный сдвиг потоков углерода в сторону увеличения концентрации углекислого газа в атмосфере. Это приводит к увеличению запаса углерода в вышеназванной оболочке Земли и уменьшению запасов углерода в таких природных резервуарах, как почва и горючие природные ископаемые, по причине активного использования их в хозяйственной деятельности человека.

### Литература

1. Башкин В.Н., Касимов Н.С. Биогеохимия. М.: Научный мир, 2004. 648 с.
2. Войтович Г.В. Химическая эволюция Земли. М.: Наука, 1986. 230 с.
3. Добровольский В.В. Основы биогеохимии. М.: Academia, 2003. 400 с.
4. Одум Ю. Экология. Том 1. М.: Мир, 1986. 326 с.
5. Федоров Б.Г. Российский углеродный баланс: монография. М.: Научный консультант. 2017. 82 с.
6. Erswaren H., van den Berg E., Reich P. Organic carbon in soils of the world // Soil Science Society of America Journal. 1993. V. 57. P. 192-194.
7. Hajra S., Biswas, A. Efficient chemical fixation and defixation cycle of carbon dioxide under ambient conditions // Scientific Reports. 2020. V. 10. Issue 1. № Article 1525.
8. Meinrenken C.J., Chen D., Esparza R.A., Iyer V., Paridis, S.P., Prasad A., Whillas E. Carbon emissions embodied in product value chains and the role of Life Cycle Assessment in curbing them // Scientific Reports. 2020. V. 10. Issue 1. № Article 6184.
9. Ratcliffe J.L., Lowe D.J., Schipper L.A., Gehrels M.J., French A.D., Campbell D.I. Rapid carbon accumulation in a peatland following Late Holocene tephra deposition, New Zealand // Quaternary Science Reviews. V. 246. № Article 106505.
10. Shan S. Qi, Y. Tian J., Wang X., Zhou C., Zhang X.-H. Xin, Y., Wang Y., Carbon cycling in the deep Mariana Trench in the western north Pacific Ocean: Insights from radiocarbon proxy data // Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers. V. 164. № Article 103370.
11. Technical report by the Bureau of the United Nations Statistical Commission (UNSC) on the process of the development of an indicator framework for the goals and targets of the post-2015 development agenda (Working draft). Sustainable Development Knowledge Platform. United Nations (19 March 2015). 44 с.

**D.E. Sivkov, S.A. Buzmakov**

### BIOSPHERE CARBON RESERVES AND ITS CYCLE

This article discusses issues related to the accumulation of carbon in the biosphere. The carbon cycle is an open cycle. Anthropogenic impact increases the amount of carbon in the biosphere.

*Keywords:* carbon, the carbon cycle, carbon balance, anthropogenic impact.

УДК 504.54:474/552.73

**В.Г. Щербина**

*Филиал Института природно-технических систем  
г. Сочи, Россия (E-mail: v.g.scherbina@bk.ru)*

### АНТРОПОГЕНИЗАЦИЯ ПРИГОРОДНЫХ ЛЕСОВ СОЧИНСКОГО ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

Проанализированы изменения биоразнообразия лесных пригородных территорий Сочинского Причерноморья за последние 19 лет, свидетельствующие о прогрессирующем процессе антропогенизации, связанном с наложением рекреационного фактора на возросшую техногенную нагрузку. По изменению

разнообразия и соотношения групп видов в древостое, лишайниках, подросте и напочвенном покрове территория леса подразделяется на три зоны с изменяющейся антропогенной нагрузкой.

*Ключевые слова:* пригород, лес, истощение биоразнообразия, антропогенизация, временная динамика.

Лесные ландшафты Сочинского Причерноморья, как и ландшафты любого региона, в процессе исторически прогрессирующего антропогенного освоения претерпели значительную трансформацию [2, 3, 5]. Анализ развития и состояния урбанизированных в разной степени пригородных лесных участков показывает, что это своеобразные территориальные фокусы [4], где особенно интенсивно происходит замещение коренных природных сообществ на производные [8, 9, 13], со снижающейся интенсивностью от жилых застроек в глубину лесного массива [7].

Несмотря на многочисленность исследований, эти вопросы остаются обладать определенной актуальностью для природных комплексов Сочинского Причерноморья с древне-третичными элементами колхидского типа, обладающие значительным рекреационным потенциалом [14] и воспринимающие значительный антропогенный пресс [6]. В свою очередь, отсутствие оценки пространственной динамики устойчивости пригородных насаждений, затрудняет решение задач экологической безопасности [10, 11] и рационального управления качеством окружающей среды [3, 12].

Исследования проводились в 2001-2019 гг. в прилегающих лесных массивах к 14 населенным пунктам в бассейнах рек Аше, Псеуапсе, Шахе, Западный Дагомыс, Сочи, Хоста, Мзымта. Пробные площади (20×20 м) закладывались в 6-кратной повторности вдоль склона юго-западной экспозиции от селитебной территории в глубину лесного массива до 260 м. Контролем служили участки на расстоянии от 350 м.

Для комплексной характеристики изменчивости биоразнообразия, включающей синантропные, адвентивные и аборигенные виды, оценка проводилась по средневзвешенному уровню видовой полночленности с использованием отношения видовой емкости к видовому фонду ( $S/Nn$ ) [1]. В качестве видовых переменных использовались верные (сопряженность от 91%) и удовлетворительные индикаторы (сопряженность более 76%): эпифитные лишайники, древостой, подлесок, напочвенный покров.

Проведенное картирование позволило выделить гомогенные зоны по уровню антроподинамической дигрессии со статистически достоверными отличиями при уровне значимости от 0,05 ( $t = 2,2$ ,  $t_{\text{табл.}} = 1,96$ ) до 0,01 ( $t = 3,7$ ,  $t_{\text{табл.}} = 2,58$ ) и определить пространственную динамику (рис. 1). По динамике полночленности под комплексным влиянием рекреационного и техногенного пресса выделяются три зоны. В 2001 г. I зона в пространстве ограничивалась диапазоном от 0 до 80 м, II зона – 100-160 м, III зона – 170-260 м.

По прошествии 19 лет в результате возросшей антропогенной нагрузке во всех зонах регистрировалось снижение полночленности на 9,3-35,4%, а также расширение III зоны в глубину лесного массива на 90 м. В сообществах это проявилось в сокращении, по мере приближения к урбанизированной территории, в первую очередь малочисленных и редких видов (клекачки колхидской, безвременника великолепного, пыльцеголовника длиннолистного и др.), а также числа аборигенных лесных (бриория буроватая, имшаугия

бледнеющая, леканора блошиная, гипогимния трубчатая и др.) и замещение их на синантропные (алыча домашняя, инжир садовый, рамалина опыленная, ксантория восковидная и настенная, овсяница овечья, тонконог гребенчатый, пырей ползучий и др.) и адвентивные (трахикарпус, акалифа южная, мелкопестник однолетний, кислица торчащая, дюшенея индийская, лаконос американский и др.). С теоретических позиций основ лесоведения эти явления характеризуются как разрушение лесных насаждений [6]

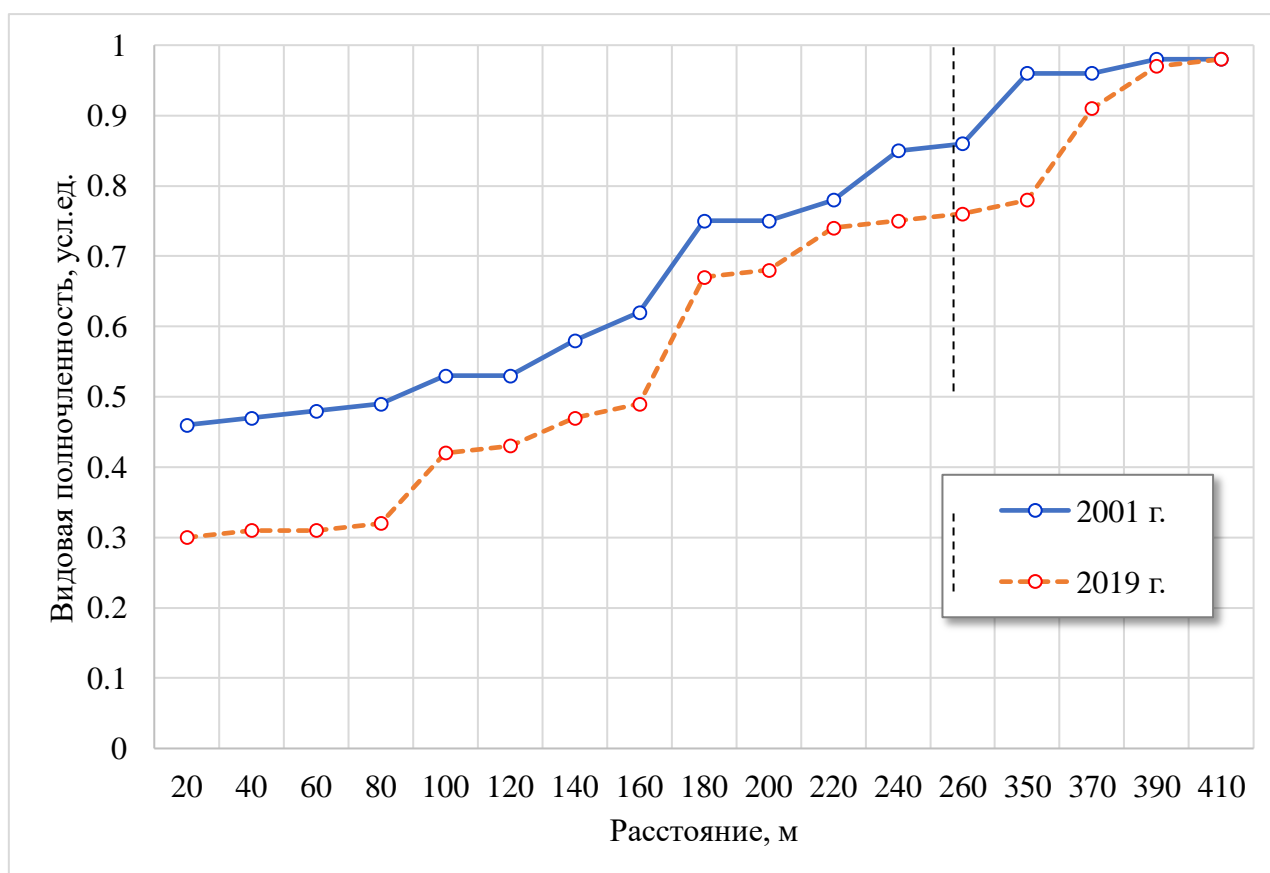


Рис. 1. Динамика видовой полнотности в пригородных лесах по мере удаления от урбанизированной территории в 2001 и 2019 гг.

Проведенный дисперсионный анализ по иерархической схеме, на предмет определения величины лимитирующих факторов, выявил факторные различия между зонами, при нивелировании второстепенных факторов. Со сменой зон от урбанизированной территории в 2001 и 2019 гг. регистрируется достоверное снижение (при  $P = 0,01$ ) влияния экзогенных факторов в форме антропогенного воздействия (с 26 до 8% в 2001 г. и с 70 до 59% в 2019 г.) и увеличение влияния эндогенных факторов, обеспечивающих случайную вариацию (Табл. 1).

В контрольной зоне величина влияния антропогенного фактора, отсутствующая в 2001 г., установлена в 2019 г. (4%) с уровнем значимости 0,05, т.е. доказанное слабое влияние с низкой достоверностью характеризует только тенденцию расширения урбанизированной территории. Значительная доля изменчивости (68%) анализируемого материала приходится на неучтенные факторы, определяемые биотическим блоком (внутри-

и межвидовые отношения, ценотическая структура [13]) и биотопическим (мезо- и микрорельеф), снижающие свое участие с усилением антропогенного вмешательства.

Таблица 1

Дисперсионный анализ данных о видовой полночленности в зависимости от зоны (расстояния до урбанизированной территории) и года исследований

Зона (м)	Год	Показатель*					
		$n$	$F_{\text{факт.}}$	$F_{\text{т.0,05}}$	$F_{\text{т.0,01}}$	$\eta_x^2$	$\eta_z^2$
I (0-80)	2001	55	9,4	2,00	2,66	0,26	0,04
	2019	55	211,9	4,00	7,08	0,70	
II (100-160)	2001	70	13,2	1,75	2,20	0,25	0,08
	2019	70	68,5	4,00	7,08	0,67	
III (170-260)	2001	35	4,7	1,75	2,20	0,08	0,14
	2019	35	25,9	4,08	7,31	0,59	
Контроль (350-410)	2001	60	2,9	4,00	7,08	0,04	0,68
	2019	60	1,8	1,75	2,20	0,28	

\*  $n$  – количество пробных площадей;  $F_{\text{факт.}}$ ,  $F_{\text{т.0,05}}$ ,  $F_{\text{т.0,01}}$  – критерий Фишера фактический и табличный при уровне значимости 0,05 и 0,01;  $\eta_x^2$ ,  $\eta_z^2$  – степень влияния факториальная и остаточная.

Таким образом, в лесных пригородных массивах Сочинского Причерноморья за 19 лет произошли значительные изменения, указывающие на прогрессирующий процесс антропогенизации, связанный с наслоением рекреационного фактора на возросшую техногенную нагрузку, проявляемый в изменении соотношения и разнообразия видовых форм древесной растительности, эпифитной лишенофлоры, подлеска и напочвенного покрова. Наибольшие отличия регистрируются в зонах до 80 м (34-36%) и в интервале от 240 до 350 м (11-19%), что согласуется с ранними исследованиями аналогичной направленности [3, 12, 13].

### Литература

1. Акатов П.В., Акатова Т.В., Ескина Т.Г. Факторы варьирования числа адвентивных видов в травяных сообществах Западного Кавказа // Экология. 2010. № 5. С. 344-351.
2. Акатов П.В. Индикаторы процессов лесовосстановления на Северо-Западном Кавказе // Экологический Вестник Северного Кавказа. 2015. Т. 11. № 4. С. 63-72.
3. Белюченко И.С. Эволюционная экология. Краснодар: Изд-во КГАУ, 2001. 504 с.
4. Воскресенский В.Ю. Международный туризм. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2006. 255 с.
5. Литвинская С.А. Историческая экология (региональный очерк). Краснодар: Изд-во КГУ, 1997. 214 с.
6. Нестеров В.Г. Общее лесоводство. М.: Гослесбуиздат, 1954. 655 с.

7. Новиков А.В., Сумарукова О.В. Проблематика формирования дорожно-тропиночных сетей на особо охраняемых природных территориях // Вестник научно-методического совета по природообустройству и водопользованию. 2018. № 11 (11). С. 116–119.
8. Погребняк П.С. Общее лесоводство. М.: Изд-во с.-х. лит-ры, журналов и плакатов, 1963. 399 с.
9. Ткаченко М.Е. Общее лесоводство. М.-Л.: Гослесбумиздат, 1955. 599 с.
10. Хоружая Т.А. Оценка экологической опасности. М.: Книга сервис, 2002. 208 с.
11. Шмаль А.Г. Методологические основы создания системы экологической безопасности территории. Бронницы: МП «ИКЦ» БНТВ, 2000. 216 с.
12. Щербина В.Г., Белюченко И.С. Мониторинг окружающей среды: методологические основы. 3-е изд. доп. и перераб. Сочи: ИЭиВС, 2006. 356 с.
13. Щербина В.Г., Щербина Ю.Г. Рекреационные ресурсы Северного Кавказа. Часть I. Буковые экосистемы. Кривой Рог: Минерал, 2006. 500 с.
14. Chumakov D. Tourism in Sochi as a driver of the regional development // European Research. 2016. № 11 (22). P. 37-39.

V.G. Scherbina

#### ANTHROPOGENIZATION OF SUBURBAN FORESTS IN THE SOCHI BLACK SEA REGION

The changes in biodiversity in the forest suburban areas of the Sochi Black Sea region over the past 19 years are analyzed, indicating a progressive process of anthropogenization associated with the layering of the recreational factor on the increased technogenic load. According to the change in the diversity and the ratio of groups of species in the stand, lichens, undergrowth, and ground cover, the forest territory is subdivided into three zones with a changing anthropogenic load.

*Keywords:* suburban area, forest, depletion of biodiversity, anthropogenization, temporal dynamics.

УДК 502/504+911.9/.5(470.325)

Ю.В. Юдина

Белгородский государственный национальный исследовательский университет  
г. Белгород, Россия (E-mail: yudina@bsu.edu.ru)

#### ЛАНДШАФТНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ПРИРОДНОГО ПАРКА РЕГИОНАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ «ХОТМЫЖСКИЙ» (БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Представлены результаты геопространственного анализа морфологической структуры ландшафтов ООПТ регионального значения – природного парка «Хотмыжский» Белгородской области. Инвентаризация ландшафтной составляющей раскрывает природно-ресурсный, туристско-рекреационный потенциал и индивидуальность природного парка. Ландшафтно-хорологический подход выступает и основой для функционального зонирования охраняемой территории, которое позволяет повысить эффективность управления ООПТ и скорректировать структуру землепользования.

*Ключевые слова:* природный парк, ландшафт, ландшафтное разнообразие, тип рельефа, возвышенность, склон, надпойменно-террасовые и пойменные участки

Ландшафтное разнообразие охраняемой территории одно из важнейших условий, определяющих ее репрезентативность в региональной экологической сети [5, 6]. Научное геопланирование территории, в т.ч. ключевых участков заповедного и природоохранного фонда, необходимо реализовывать с учетом морфологии ландшафта. Морфологический подход к ландшафту позволяет выявить не только его «слабые» и «сильные» стороны, а также степень устойчивости его по отношению к антропогенным и техногенным воздействиям [1]. Геоэкологические исследования стоит начинать непосредственно с анализа природно-ландшафтной дифференциации, используя принципы территориально-пространственного анализа природных комплексов и специфики основных факторов ландшафтогенеза.

Нами проведено картографирование территории Белгородской области в масштабе 1:200000 с использованием ГИС-технологий и выполнен сопряженный морфометрический анализ ландшафтной дифференциации, которая отражает пространственную мозаику структуры геосистем территории Белгородской области [3-9]. Использованы как полевые (рекогносцировочные объезды и исследования ключевых точек, маршрутные наблюдения), так и камеральные методы (сравнительно-картографический, дешифрирование космических снимков, ГИС-технологии).

Рассмотрим особенности ландшафтной структуры на примере природного парка регионального значения «Хотмыжский», который существует в Белгородской области с 2002 [1]; автор принимал непосредственное участие в реализации внедренческого этапа эколого-экономического обоснования при создании данного парка.

Среднемасштабное картографирование территории Белгородской области в масштабе 1:200000, позволило нам, в пределах Хотмыжского парка выделить 26 ландшафтных контуров, объединенных в 20 вариантов ландшафтов (см. рис. 1) [4, 7]; морфологические характеристики которых представлены в Таблице 1.

Таблица 1

Морфометрические показатели ландшафтного рисунка  
Хотмыжского природного парка (масштаб 1:200000)

Показатели, единицы измерения	Плакорный тип	Склоновый тип	Надпойменно-террасовый	Пойменный тип	В целом по парку
Занимаемая площадь, га/%	<u>2966</u> 27,82	<u>3207</u> 30,08	<u>1363</u> 12,78	<u>3126</u> 29,32	<u>10662</u> 100
Вариативность ландшафтного рисунка, ед	4	7	3	6	20
Количество контуров, ед	6	9	3	8	26
Средняя площадь контура, га	495	356	454	391	410
Коэффициент вариативности	0,05	0,04	0,03	0,08	0,06
Коэффициент ландшафтного разнообразия	0,13	0,22	0,22	0,19	0,19
Индекс мозаичности	0,02	0,28	0,22	0,26	0,24
Коэффициент сложности ландшафтного рисунка	1,21	2,53	0,66	2,05	6,34
Коэффициент ландшафтной раздробленности	16,67	11,11	33,33	12,5	3,85

Далее приводим развернутую легенду данной карты, где  $m$  – индекс варианта в пределах данного типа местности,  $n$  – количество контуров. Отметим, что данная картосхема является фрагментом общей ландшафтно-типологической карты Белгородской области и данные варианты ландшафтов – выборка из общей легенды, созданной для ландшафтной карты Белгородской области.

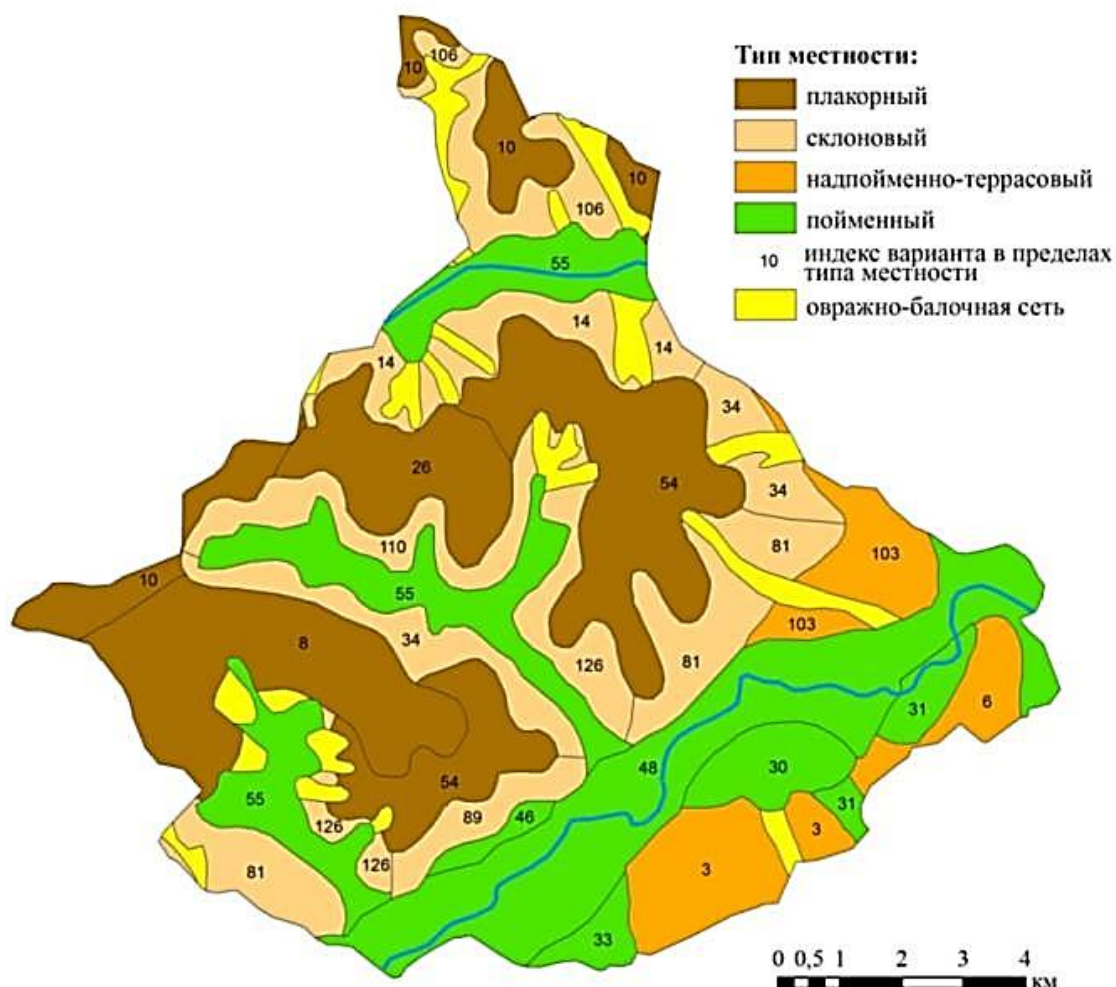


Рис. 1. Природно-ландшафтная дифференциация РПП «Хотмыжский», в масштабе 1:200000

#### Плакорный тип местоположений:

II. Возвышенный водораздельный (от 200 до 250 м) высотно-ландшафтный ярус

*Литолого-геоморфологические и почвенные варианты:*

1. Пологоволнистые суглинистые и глинистые с темно-серыми лесостепными почвами ( $m$  8,  $n$  1);
2. Пологоволнистые суглинистые с черноземами выщелоченными ( $m$  10,  $n$  2);
3. Всхолмленные суглинистые с черноземами оподзоленными ( $m$  26,  $n$  1);

III. Пониженный водораздельный (ниже 200 м) высотно-ландшафтный ярус

*Литолого-геоморфологические и почвенные варианты:*

4. Пологоволнистые суглинистые с черноземами оподзоленными ( $m$  54,  $n$  2).

#### Склоновый тип местоположений:

I. Склоны преимущественно северных экспозиций

*Литолого-геоморфологические и почвенные варианты:*

1. Слабополгие суглинистые с молодыми и зрелыми формами овражно-балочного расчленения с черноземами выщелоченными ( $m$  14,  $n$  1);

II. Склоны преимущественно северо-восточных экспозиций

*Литолого-геоморфологические и почвенные варианты:*



2. Слабополгие суглинистые с молодыми и зрелыми формами овражно-балочного расчленения с черноземами оподзоленными (m 34, n 2);

#### IV. Склоны преимущественно юго-восточных экспозиций

*Литолого-геоморфологические и почвенные варианты:*

3. Слабополгие суглинистые с молодыми и зрелыми формами овражно-балочного расчленения с черноземами оподзоленными (m 81, n 1);
4. Пологие глинистые и суглинистые с молодыми и зрелыми формами овражно-балочного расчленения и осложненные оползновыми процессами с черноземами оподзоленными (m 89, n 1);

#### V. Склоны преимущественно южных экспозиций

*Литолого-геоморфологические и почвенные варианты:*

5. Слабополгие суглинистые с молодыми и зрелыми формами овражно-балочного расчленения с черноземами выщелоченными (m 106, n 1);
6. Пологие глинистые со зрелыми формами овражно-балочного расчленения и осложненные оползновыми процессами с черноземами оподзоленными (m 110, n 1);

#### VI. Склоны преимущественно юго-западных экспозиций

*Литолого-геоморфологические и почвенные варианты:*

7. Слабополгие суглинистые с молодыми и зрелыми формами овражно-балочного расчленения с черноземами оподзоленными (m 126, n 2).

### Надпойменно-террасовый тип местоположений

#### I надпойменная терраса пониженный высотно-ландшафтный ярус

*Литолого-геоморфологические и почвенные варианты:*

1. Слабонаклоненные песчано-суглинистые с остатками старичных понижений, прирусловых валов и междурусловых гряд с черноземами типичными (m 3, n 1);
2. Слабонаклоненные песчано-суглинистые с остатками старичных понижений, прирусловых валов и междурусловых гряд с пойменными болотными почвами (m 6, n 1);

#### IV надпойменная терраса возвышенный высотно-ландшафтный ярус

*Литолого-геоморфологические и почвенные варианты:*

3. Слабополгие песчано-суглинистые со зрелыми формами овражно-балочного расчленения с черноземами оподзоленными (m 103, n 1).

### Пойменный тип местоположений

#### III. Односторонние (асимметричные) поймы меандрирующих русел

*Литолого-геоморфологические и почвенные варианты:*

1. Высокие сегментные песчаные (m 30, n 1);
2. Высокие выровненные песчано-суглинистые с лугово-черноземными почвами (m 31, n 1);
3. Высокие выровненные песчано-суглинистые с пойменно-луговыми почвами (m 33, n 1);
4. Низкие старично-болотные торфяно-илистые с пойменными болотными почвами (m 46, n 1);

#### IV. Двухсторонние (симметричные) поймы меандрирующих русел

*Литолого-геоморфологические и почвенные варианты:*

5. Высокие сегментные песчано-суглинистые с пойменными луговыми почвами (m 48, n 1);
6. Высокие слабооформленные песчано-суглинистые с пойменными луговыми почвами (m 55, n 3).

Проведенная дифференциация плакорных местностей по гипсометрическому уровню, позволила выделить два высотно-ландшафтных яруса – возвышенный водораздельный (от 200 м и более) и пониженный (менее 200 м) [8, 9]. В геоморфологическом отношении поверхность плакоров пологоволнистая и всхолмленная. В литологическом плане плакоры представлены нерасчлененными субаэральными внеледниковыми суглинками нижних-верхних звеньев плейстоцена. В условиях среднемасштабного картографирования выявлены два типа почв – черноземы оподзоленные и черноземы выщелоченные.

Склоновый тип местоположений, занимающий наибольшую площадь, включает 9 контуров, объединенных в 7 вариантов. По ориентации выделены склоны северных, северо-восточных, юго-восточных, южных и юго-западных экспозиций; по уклону – слабополгие и пологие склоны [4, 7]. В геоморфологическом плане склоны осложняют молодые и зрелые формы овражно-балочного расчленения и оползневые процессы. Литологический комплекс представлен глинистыми и суглинистыми отложениями среднее-верхними делювиальными и

аллювиально-делювиальными отложениями плейстоцена. Почвы – черноземы оподзоленные и выщелоченные.

Надпойменно-террасовый тип в геоморфологическом отношении представлен первыми надпойменными террасами пониженного высотно-ландшафтного яруса – слабонаклоненными и слабопологими, с остатками старичных понижений, прирусловых валов и междурусловых гряд; IV-я надпойменная терраса возвышенного высотно-ландшафтного яруса слабопологая, со зрелыми формами овражно-балочного расчленения. В литологическом плане в формировании террас участвуют аллювиальные отложения среднего и верхнего звена плейстоцена (пески и суглинки) [6]. Почвенный покров – оподзоленные и типичные черноземы, а также характерные для старичных понижений и западин болотные почвы.

Пойменные ландшафты представлены двумя вариантами меандрирующих русел – ассиметричных (односторонних) и симметричных (двухсторонних). Согласно вертикальной дифференциации выделены высокие и низкие поймы; в морфологическом плане – выровненные, сегментные, слабооформленные и старично-болотные [3, 8]. Литологические компоненты ландшафта пойм – песчаные, песчано-суглинистые и торфяно-илистые аллювиальные отложения среднего и верхнего звена плейстоцена. В почвенном покрове – лугово-черноземные, пойменно-луговые и пойменные болотные почвы.

В рамках предпроектных и проектных работ по эколого-экономическому обоснованию организации Хотмыжского парка в период 1996-2000 гг., на основе полевой крупномасштабной ландшафтной съемки в масштабе 1:10000 и синтеза имеющихся картографических и лесотаксационных материалов, автором была также составлена общенаучная ландшафтная карта территории проектирования в масштабе 1:25000, выступающей основой для регионального планирования и зонирования парка [4]. Основной единицей ландшафтного картографирования служили ПТК в ранге фаций с относительной однородностью отложений, мезоформ рельефа, почвы и растительности.

### Литература

1. *Ермолаев О.П., Игонин М.Е.* Морфология, рисунок и геоэкология ландшафтов Татарстана // Ученые записки Казанского университета. Серия: Естественные науки. 2007. Т. 149. № 4. С. 183-191.
2. Об организации природного парка «Хотмыжский»: Постановление главы администрации Белгородской области от 25 марта 2002 г. № 161 // СПС «Право.ру». Режим доступа: <http://docs.pravo.ru/document/view/13507651/9344549/>
3. *Юдина Ю.В.* Картографирование геосистем Белгородской области: региональные особенности // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6. – С. 933. URL: [www.science-education.ru/113-10909](http://www.science-education.ru/113-10909).
4. *Юдина Ю.В.* Ландшафтно-геоэкологические аспекты обоснования региональной сети природных парков (на примере Белгородской области): дис. ... канд. геогр. наук. Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 2019. 157 с.
5. *Юдина Ю.В.* Ландшафтное и рекреационно-туристское обоснование оптимальной сети региональных природных парков (на примере Белгородской области) // Успехи современного естествознания. 2014. № 7. С. 49-53.

6. *Юдина Ю.В.* Ландшафтный подход к пространственной организации региональной сети природных парков (на примере Белгородской области) // Академическая наука – проблемы и достижения. North Charleston, SC, USA. 2015. С. 11-16.
7. *Юдина Ю.В.* Морфологический и морфометрический анализ ландшафтной структуры Белгородской области // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 2019. Т. 43. № 3. С. 307-318. DOI: 10.18413/2075-4671-2019-43-3-307-318
8. *Юдина Ю.В.* Пространственная организация лесостепных ландшафтов юго-запада Среднерусской возвышенности // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 618.
9. *Юдина Ю.В.* Роль ландшафтных изысканий в геоэкологическом анализе территории на примере Белгородской области // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 1. С. 140-144.

**Yu.V. Yudina**

**LANDSCAPE DIVERSITY OF HOTMYZHISKY REGIONAL NATURE PARK  
(BELGOROD REGION)**

The results of geospatial analysis of the morphological structure of landscapes of protected areas of regional significance – the Hotmyzhisky Nature Park in the Belgorod region are presented. Inventory of the landscape component reveals the natural resource, tourist and recreational potential and individuality of the Park. The landscape-chorological approach also serves as the basis for functional zoning of protected areas, which makes it possible to improve the efficiency of management of protected areas and adjust the structure of land use.

*Keywords:* Nature Park, landscape, landscape diversity, type of terrain, upland, slope, above-floodplain-terrace and floodplain areas



## **СЕКЦИЯ 4**

### **ГЕОЭКОЛОГИЯ И УСТОЙЧИВОЕ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ (ЦУР-17)**

УДК 910.3/502.33

*Е.А. Егорова, О.Е. Доленина**Санкт-Петербургский государственный экономический университет  
г. Санкт-Петербург (E-mail: lisaegorova@icloud.com)***МОРСКИЕ ПРОЛИВЫ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ РЕГИОНА**

На протяжении всей истории человечества подъем и упадок государств и империи были так или иначе связаны с изменением положения торговых путей. Особую роль в этом сыграли проливы, поскольку зачастую они означали, что государство может регулировать и контролировать морские сообщения между странами. Страна, контролирующая пролив, может установить блокаду и тем самым повлиять на экономическое развитие отдельных государств и мира в целом. Например, Датские проливы, единоличный контроль над которыми повлиял на расцвет датской экономики и долгое время определял расклад в геополитике и формирование регионального рынка европейских стран.

*Ключевые слова:* проливы, экономика, развитие страны, Балтийские проливы, Сингапур.

На протяжении всей истории человечества расцвет и увядание государств и империй были, так или иначе, связаны с изменением положения относительно торговых путей. Особую роль в этом играли проливы, так как часто означали для государства возможность регулирования и контроля морских сообщений между странами. Страна, контролирующая пролив, могла установить блокаду и, таким образом, повлиять на экономическое развитие отдельных государств и мира в целом. Например, датские проливы, единоличный контроль над которыми повлиял на расцвет экономики Дании и на достаточно долгий период определил расклад в геополитике и формировании регионального рынка европейских стран.

Датские или Балтийские проливы — это целая система проливов, которая соединяет Балтийское море с Северным морем и Атлантическим океаном. Находятся они между Скандинавским полуостровом и полуостровом Ютландия. Вся система включает несколько проливов: Большой Бельт, Малый Бельт, Эресунн (Зунд), Каттегат и Скагеррак.

Викинги, населяющие Данию, с древних времен являлись величайшими мореплавателями, которые осваивали новые земли, занимаясь рыбным промыслом, и в поисках новой добычи открывали неизведанные морские пути и земли, заимствуя у разграбленного населения научные достижения. Они также преуспели в торговле вдоль побережий, торговые пути были от Гренландии на севере до Константинополя на юге через российские и украинские реки. Датские викинги были наиболее активны в Великобритании, Ирландии, Франции, Испании, Португалии и Италии.

Не обладая какими-либо значимыми природными ресурсами, но благодаря своему географическому положению, Дания, единолично владея берегами всех трех проливов, самостоятельно определяла режим плавания судов через них. Дания на сто процентов использовала свою монополию, и в 1645 г. установила высокие сборы за проход иностранных судов, проходящих через проливы (так называемые «зундские пошлины»), что способствовало становлению и стабилизации экономики страны.

Сегодня Дания одна из самых экономически высокоразвитых стран Европы и мира в целом. На данный момент через Датские проливы проходят основные маршруты морских перевозок между портами Балтики и другими мировыми портами, а также многочисленные паромные линии. Датские проливы имеют огромное значение, т.к. в случае закрытия проливов и Кильского канала Балтика становится полностью изолированной со стороны Северного моря и океана.

Транспорт, логистическая инфраструктура Дании традиционно считаются важнейшим направлением экономики, и занимают третье по объему экспорта место в стране. Этот сектор экономики остается значительным источником поступлений иностранной валюты (около 90% поступлений). На долю морского транспорта приходится примерно 75% всех внешнеторговых перевозок. Датчане покрывают 5% мирового рынка грузоперевозок. Активность торгового флота Дании концентрируется преимущественно на международных линиях. Внутренние перевозки занимают только 10% товарооборота судоходных компаний. Транспортировка грузов в Европе - составляет 25% оборота. Крупнейшим рынком морских перевозок для Дании является североамериканский континент. На его долю приходится 50% всего товарооборота датского флота. Внутри стран Северной Европы датчане выполняют только 5% морских перевозок. Датчане имеют разветвленную сеть транспортно-логистических и торгово-промышленных компаний по всему миру, что в значительной степени определяет успех в продвижении продукции датского производства. Доля экспорта товаров в 2017 году составила более 41% ВВП Дании, а с учетом услуг – более 65%. На долю транспорта приходилось 13 млрд. долл.



Рис. 1. Современные морские каналы Дании

У Балтийских проливов есть особый правовой статус: маршруты морских перевозок грузов в этих водах считаются международными перевозками, открытыми для мирового судоходства, но, тем не менее, одновременно они являются территориальными водами Дании. Таким образом, проход через Датские проливы регулируется международными конвенциями и специальными правилами, издаваемыми Данией. Трактат, который был

заключен в 1857 в Копенгагене, между Данией и остальными государствами, использующими эти проливы, устанавливает свободный оборот торгового судоходства через проливы, в том числе и контейнерные перевозки грузов, без взимания сборов.

Дания связана постоянными морскими грузопассажирскими линиями с США, Великобританией, Францией, странами Балтийского моря, Фарерскими островами и Гренландией. Сообщение с Западной Европой поддерживается через порт Эсбьерг, а со странами Балтики и Америки через Копенгаген.

Несколько позже в историческом контексте, но не менее результативно «создает» себя и Сингапур. Страна, практически не обладая природными ресурсами, за исторически короткий промежуток времени прошла путь от центра реэкспорта до государства с современной рыночной экономикой и сегодня принадлежит к числу самых высокоразвитых азиатских государств. Залогом успеха этого государства стала либеральная налоговая политика, а также удачное экономико-географическое положение, которое определяется расположением на пересечении морских путей из Азии в Европу. Эти факторы вызвали приток иностранного капитала, и развитие страны привлекло большое количество иммигрантов из таких стран, как Китай, Малайзия и Индонезия.

Сингапур расположен на пересечении между Азией, Австралией и Европой, поэтому оказывает существенное влияние на торговлю, транспорт, связь и туризм в регионе. Благодаря этому он стал одним из основных мировых центров торговли и крупнейшим логистическим центром. Сингапур выступает в роли так называемой «базарной площади», так как сюда попадают товары, которые производятся в соседних странах, например, рис поступает из Таиланда, а олово с каучуком из Малайзии, затем эти товары перенаправляют в другие страны.

Более века Сингапур был британской колонией или как его называли раньше «поселение в проливе». Несмотря на то, что через Сингапурский пролив проходило множество важных торговых путей, Сингапур оставался бедным. Но после установления независимости, там активно начала развиваться транспортная инфраструктура.

Правительство Сингапура в 1863 году создало компанию по строительству порта, так как они заметили положительный аспект в торговле, благодаря морскому проливу. Уже во второй половине 20 века сингапурский порт считался одним из значительных в мире по обороту груза, тоннажу пребывающих судов и перевалке нефти. По величине грузооборота сегодня, Сингапур уступает только Роттердамскому порту, и занимает второе место. По тоннажу прибывающих судов Сингапур лидирует, занимая первое место, в итоге он стал наиболее важным портом в Юго-Восточной Азии и, одним из наиболее важных нефтяных терминалов в мире.

В 2017 г. грузооборот порта Сингапур возрос на 5,5 % в сравнении с показателем прошлого года - до 635,16 млн тонн. По данным администрации порта, в том числе объем перевалки нефтеналивных грузов поднялся на 4,6% - до 242,42 млн тонн. Контейнерооборот порта поднялся на 8,7% и составил 33,7 млн TEUs. За январь в 2020 году грузооборот снизился на 2,1 % - до 502,88 млн. тонн. Объемы грузо- и пассажирооборота с каждым годом растут, следовательно, возрастает доход страны.

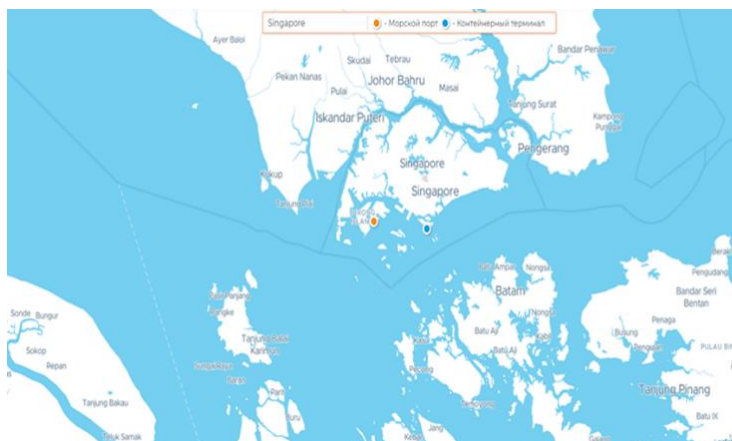


Рис. 2. Морской порт и контейнерный терминал Сингапура

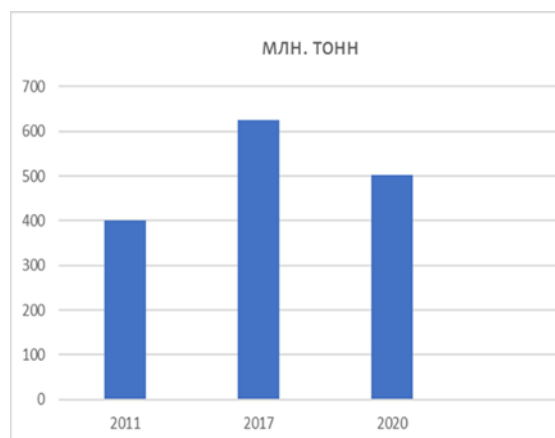


Рис. 3. Грузооборот Сингапура

Порт является главным и наиболее важным фактором развития Сингапура, даже несмотря на хорошо развитую развлекательную индустрию, большой спектр юридических услуг и безопасную банковскую систему. Эксперты считают, что ему удастся сохранить лидерство за счет того, что будут предоставляться дополнительные услуги.

Правительство Сингапура предполагает расширить порт за счет намывных земель, чтобы увеличить пропускную способность до 50 тыс. TEU в год. Государство вкладывает огромный бюджет на развитие порта, современных технологий и разрабатывает определенные программы для того, чтобы привлекать инвесторов в эти сферы. На сегодняшний день сингапурский порт использует новейшие краны, контейнерные причалы, современные информационные системы и интегрированные логистические системы. Здесь можно разместить самые большие контейнеровозы в мире.

Также открываются новые перспективы в транспортной сфере. Например, морской Шелковый путь 21-го века - это глобальный геополитический проект Китая. Сейчас Китай стремится реализовать крупнейшую экономическую инициативу в истории - "Один пояс, один путь", который объединяет в себе две составляющие: сушу-Экономический пояс Шелкового пути (ЭПШП) и море — морской Шелковый путь 21-го века (МШП). Эта инициатива открыта для каждой страны и всех международных организаций и не ограничивается территорией старого Шелкового пути.

Демонстрационный проект объединяет не только Китай и Сингапур, но и "Экономический пояс Шелкового пути" и "Морской Шелковый путь 21-го века". Открытие этого коридора поможет снизить не только расходы, но и значительно сократит транзитное время. Роль Сингапура будет расти в международной практике транзитных перевозок, за счет создания различных международных проектов.

### Литература

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Denmark\\_Strait](https://en.wikipedia.org/wiki/Denmark_Strait)
2. [https://en.wikipedia.org/wiki/Singapore\\_Strait](https://en.wikipedia.org/wiki/Singapore_Strait)



**Е.А. Egorova, О.Е. Dolenina**

## **SEA STRAITS AS A FACTOR IN THE DEVELOPMENT OF THE REGION'S ECONOMY**

Throughout the history of mankind, the rise and decline of States and empires have been linked in one way or another to changes in the position of trade routes. Straits played a special role in this, as it often meant that the state could regulate and control sea communications between countries. A country controlling the Strait could establish a blockade and thus affect the economic development of individual States and the world as a whole. For example, the Danish Straits, the sole control over which influenced the flourishing of the Danish economy and for a long time determined the alignment in geopolitics and the formation of the regional market of European countries.

*Keyword:* the Straits, economy, the development of the country, the Baltic Straits, Singapore.

**УДК 504.06**

***И.С. Истомин***

*Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова  
г. Москва, Россия (E-mail: istomin.i@mail.ru)*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КАРБОНОВОГО РЫНКА КАК ИНСТРУМЕНТА ЗЕЛЕННОЙ ЭКОНОМИКИ**

На примере Казахстана рассмотрен один из инструментов зеленой экономики – карбоновый рынок. Преимущества и сложности его реализации на практике оценены с помощью SWOT-анализа.

*Ключевые слова:* Казахстан, зеленая экономика, квоты на выбросы парниковых газов, SWOT-анализ

На сегодняшний день проблематика экологизации экономики широко обсуждается не только в иностранной, но и в отечественной научной литературе [1,2,5], вместе с тем, до сих пор не существует общепринятого определения понятия «Зеленая экономика». В самом широком понимании термин «Green economy» трактуется экспертами программы ООН по окружающей среде как экономика, направленная на снижение рисков экологического ущерба, обеспечивающая устойчивое развитие без деградации окружающей среды <sup>1</sup>.

Наиболее актуальным представляется рассматривать сектор зеленой экономики как сегмент рынка, который не возник бы без международного и национального регулирования в области экологии и охраны окружающей среды. Иными словами, к зеленой экономике будет относиться тот сектор, который возник благодаря экологическому регулированию. Как правило такой сектор поддерживается благодаря субсидиям со стороны регулятора. Регулятором может выступать государство, международные фонды, оказывающие финансовую поддержку проектов, направленных на устойчивое развитие в различных регионах мира.

Одним из примеров возникновения целого рынка, ассоциируемого с зеленой экономикой, является рынок квот на выбросы парниковых газов. Главным условием

<sup>1</sup> <https://www.unep.org/greeneconomy/what-inclusive-green-economy>

нормального функционирующего рынка является его способность к саморегулированию за счет динамики цены на товар, которая, в свою очередь, определяется соотношением спроса и предложения. Для большинства товаров это соотношение устанавливается “автоматически” благодаря большому числу участников рынка. Случай карбонового рынка иной. Карбоновый рынок является искусственным, так как “запускается” из центра, который устанавливает директивно число участников (например, только компании одной отрасли, только компании с сопоставимыми объемами выбросов и т.д.), количество распределяемых квот (прямым путем или через аукционы) и стартовую цену на 1 т углерода. Соответственно успех рынка будет зависеть от того, насколько хорошо были определены эти три начальных условия рынка - количество участников, количество квот и цена на единицу товара. Первый параметр определяет способность рынка к саморегулированию (чем больше участников, тем гибче рынок), а последние два определяют соотношение спроса и предложения, т.е. насколько установленная цена на 1 т углерода не является искусственной.

Назначение карбонового рынка — это экономическое стимулирование инновационной активности в сфере выбросов парниковых газов (ПГ). Успех углеродного рынка во многом определяется ценой на карбон. Если цена на CO<sub>2</sub> на карбоновом рынке будет достаточно высокой по сравнению с другими составляющими производственных расходов, то она начнет определять направление технологических нововведений компаний. По оценкам финансовых аналитиков, цены должны быть на уровне около €40 за т CO<sub>2</sub>, чтобы пошли инвестиции в чистые технологии [10].

На сегодняшний день общеевропейский карбоновый рынок (ЕКР) считается главным инструментом климатической политики ЕС. Европейский рынок охватывал более 30 стран Западной Европы и распространялся на десятки тысяч предприятий, представляющие все сферы промышленного производства. Количество участников рынка значительно выросло после присоединения к ЕС еще 10 стран бывшего социалистического блока. В 2007 г. к рынку присоединились Болгария и Румыния. В 2008 г. еще 4 страны, не являющихся членами ЕС – Норвегия, Исландия, Лихтенштейн, Швейцария – были включены в карбоновый рынок.

К настоящему времени этот рынок прошел две стадии развития. Первый период 2005–2007 гг. получил название «тестового». Кредиты на углерод должны были быть потрачены полностью в данный период. Рынок включал около 12000 предприятий, с выбросами около 40% от общих выбросов в ЕС-25. Было разрешено накапливать кредиты для следующей стадии и использовать кредиты в рамках Механизма Чистого Развития (CDM) и программы Совместного Осуществления (JI) [6]. За избыточные выбросы (по сравнению с имеющимися в компании кредитами) компания может быть оштрафована из расчета €40 за 1 тонну в период 2005–2007 гг. и €100 – на второй стадии, что заведомо выше ожидаемой рыночной цены на выбросы CO<sub>2</sub> [9].

Процедура размещения кредитов на выбросы ПГ имела принципиальное значение. На первой стадии подавляющее количество кредитов распределялось согласно представленными самими странами данными о выбросах. Только 5% этих кредитов предлагалось размещать через аукционы в первой стадии и 10% – на второй [9].

На "тестовой" стадии произошел коллапс рынка: самые высокие цены на CO<sub>2</sub> – на уровне €30 – наблюдались в апреле 2006 г., но уже в мае они снизились до €10/т, в марте 2007 г. цены упали до €1,2/т и в сентябре 2007 г., кредиты полностью обесценились и стоили всего €0,10/т. Выбросы участников рынка при этом выросли с 2014 млн т до 2164,7 млн т, т.е. на 7,5%. Основной причиной коллапса ЕКР явилось то, что реальные выбросы изначально были значительно ниже количества выделенных кредитов, т.е. продавцов кредитов было намного больше, чем покупателей. Этот дисбаланс объяснялся просто: при распределении кредитов в 2005 г. большинство участников рынка показали завышенные значения своих выбросов.

На второй стадии (с 2008 по 2012 гг.) ЕС провел ревизию предоставленных данных о выбросах стран, и количество кредитов было уже ниже на 5%, чем были реальные выбросы в 2005 г. и на 12% ниже, чем объёмы кредитов на первой стадии. На второй стадии цены были более стабильными. В 2008 г. цены держались на уровне €20 - €22/т, но затем стали неконтролируемо падать. Причиной этого падения была глобальная экономическая рецессия. В 2009 г. производство в ЕС снизилось на 13,8%, что сопровождалось уменьшением выбросов на 11,6%. В результате выбросы снова оказались ниже количества кредитов на карбоновом рынке. В 2008 г. цена на 1 т CO<sub>2</sub> достигала €31, но из-за рецессии упала до €8 за т CO<sub>2</sub> в феврале 2009 г. и затем остановились на уровне €14. 2008 г. оказался единственным годом, когда выбросы были выше количества кредитов [8]. Это показывает повышенную уязвимость карбонового рынка к внешним обстоятельствам.

Несмотря на все эти неудачи, развитие европейского карбонового рынка стимулировало появление подобных рынков и в других регионах мира. В Новой Зеландии национальный карбоновый рынок открылся в 2008 г. Австралия организовала свой собственный рынок. В 2013 г. в провинции Квебек в Канаде был открыт карбоновый рынок, который объединился с калифорнийским карбоновым рынком (работает в США уже с 2011 г.). Китай, Япония, Южная Корея, Бразилия и Казахстан приняли постановления, которые должны стать основанием для появления карбоновых рынков в этих странах. В 2012 г. оборот карбоновых рынков в мире достиг уже 175 млрд. долларов, основная часть приходится на европейский рынок, который в 2008 г. оперировал 3,039 млн. т CO<sub>2</sub> и стоил более 100 млрд. долларов.

В январе 2013 года, Казахстан запустил национальную систему торговли выбросов. Ограничение объёма выбросов CO<sub>2</sub> охватывали крупнейшие предприятия энергетики, горно-металлургической и химической индустрии, имеющие выбросы более 20000 тонн CO<sub>2</sub> в год. Это покрывает около 77% всех национальных выбросов CO<sub>2</sub> и более половины всех выбросов ПГ.

Предприятия, подпадающие под квотирование, должны были подавать верифицированные отчёты о своих ежегодных выбросах Правительству Казахстана до 01 апреля, следующего за отчётные года. В рамках пилотной фазы работы СТВ, основное внимание уделялось отчётности и верификации. Во второй фазе (2014-2015 годы) компании должны были зафиксировать (не увеличивать) объём выбросов CO<sub>2</sub> и снизить их на 1,5% в течение 2015 года. Компании – эмитенты помимо выбросов CO<sub>2</sub>, также должны отчитываться о выбросах CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O и перфторуглеродов.

Первые в Казахстане торги состоялись 28 марта 2014 года на Товарной Бирже «Каспий». Каждый год компании могут торговать выбросами до начала августа. В ключевых секторах экономики, учитывались проектные единицы внутреннего сокращения выбросов

Цель второго периода регулирования ПГ (2014-2015) заключалась в сокращении выбросов на 7% от уровней 1990 года к 2020 году и сокращение на 15% к 2025 году относительно уровня выбросов ПГ в 1992 году. Цель для энергетического сектора: сокращение на 3% к 2015 году относительно уровней 2012 года. Регулируемые объёмы на 2014 год составили – 155,4 млн. тонн CO<sub>2</sub>, 2015 год – 153 млн. тонн CO<sub>2</sub>. При этом цена на углеродные выбросы составляла в среднем 455 тенге (март 2014) [3]. Количество регулируемых предприятий достигало - 166. В регулируемые сектора вошли: Добыча угля, нефти и газа; электроэнергетика; горно-металлургическая и химическая промышленность; Инструментами соблюдения требований признается применение проектных единиц сокращения выбросов, займы, механизм совместного осуществления, линкование (связь) с другими СТВ.

Для того чтобы проанализировать углеродный рынок и системы торговли квотами были проведены встречи с экспертами обладающими необходимыми компетенциями, так или иначе имевших отношение к работе пилотной СТВ в Казахстане. В результате интервью была сформированы положения SWOT анализа углеродного рынка в РК, где показаны как основные барьеры, недостатки в работе системы, так и преимущества, и возможности, которые могли бы улучшить в целом систему квотирования и способствовать в дальнейшем сокращению выбросов ПГ.

Кратко пилотную систему торговли квотами в Казахстане можно охарактеризовать в виде положений SWOT анализа. Основные преимущества и сильные стороны углеродного рынка:

- уже имеется опыт квотирования определенных отраслей экономики в рамках пилотной СТВ, уникальный опыт для страны СНГ;
- Имеются законодательные, нормативно правовые предпосылки для низкоуглеродного развития – принятые концепции, программы и прочее;
- Совершенствуются НПА, и сам механизм выдачи квот, к примеру, разрешено переносить сэкономленные предприятиями квоты с одного учетного периода на другой;
- есть перспективы для развития углеродного рынка: линкование в будущем с другими СТВ, получение финансирования от «зеленых фондов», например, GCF, развитие добровольных схем сокращения ПГ, введение технических стандартов на предприятии, например, эко маркировка произведенной продукции.

Недостатки, слабые стороны и риски углеродного рынка:

- нестабильность углеродного рынка (высокие колебания цены на квоты, непрозрачность рынка, отсутствие прямого регулирования ценового коридора, низкая ликвидность углеродного рынка порядка 40 сделок в 2015г);
- Пилотная схема торговли выбросов не учитывала возрастающие потребности предприятий в потреблении мощностей, расходы бизнеса на приобретение квот может привести к удорожанию конечной стоимости товаров и услуг для потребителей;

- Нет целевого фонда, который бы направлял средства, полученные от купли-продажи квот на конкретные экологически-ориентированные программы в виде зеленых инвестиций;
- Механизмы и методология по распределению квот, инвентаризации ПГ еще не работают на необходимом профессиональном уровне.

В 2017 году Правительство Республики Казахстан утвердило новый национальный план распределения квот в объеме 485909138 тонн эквивалента двуокиси углерода на период 2018 -2020 гг. [4]. В результате доработки прошлой системы торговли выбросами и квотирования были усовершенствованы механизмы выдачи квот. Например, был введен дифференцированный подход к распределению квот на выбросы. Суть подхода в том, что предприятия могут сами определять метод распределения квот – по базовой линии либо по удельным коэффициентам их выбросов. В силу того, что квоты были выданы единовременно на три года, торговля выбросами ПГ ожидается в 2020-2021 году, к тому моменту, когда операторы установок израсходуют выделенный планом объем.

### Литература

1. Бобылев С. Н. Зеленая экономика. Новая парадигма развития страны. — СОПС Москва, 2015. — С. 248.
2. Мазуров Ю. Л. Зелёный контекст 2012 года: думы о несбыточном // На пути к устойчивому развитию России. — Т. 59. — Москва, 2012. — С. 67–70.
3. Основы формирования национального плана распределения квот в Республике Казахстан. //Информационная записка. - Казахстанская программа USAID по сдерживанию изменения климата//Астана-2015. Режим доступа: <http://kazccmp.org/>
4. Постановление Правительства Республики Казахстан от 26 декабря 2017 года № 873 “Об утверждении Национального плана распределения квот на выбросы парниковых газов на 2018 - 2020 годы” [https://online.zakon.kz/m/document/?doc\\_id=35471716](https://online.zakon.kz/m/document/?doc_id=35471716)
5. Сафонов Г. В., Сафонова Ю. А., Дорина А. Л., Стеценко А. В., Авалиани С. Л., Беседовская Д. С. Стратегия низкоуглеродного развития России: возможности и выгоды замещения ископаемого топлива «зелеными» источниками энергии. М.: ТЕИС, 2016
6. A Dangerous Obsession. A Research Report. Ed. M. Cullen. Friends of the Earth. London, November 2009. 64 p.
7. Gilbertson T., Reyes O. Carbon Trading. How It Works and Why It Fails. Ed. L. Lohmann. Uppsala, #7. November 2009. 104 p.
8. Morris, D. and Worthington, B. 2010. Cap or trap? How the EU ETS risks locking-in carbon emissions. Sandbag. September 2010.
9. The EU ETC, CDM and the Carbon Market. In-Depth Report for the Thai Mission. Brussels, November 2009. 32 p
10. Waldermann A. Climate Change Paradox: Wind Turbines in Europe Do Nothing for Emissions-Reduction Goals// Spiegel online. February 10, 2009.

### I.S. Istomin

#### DEVELOPMENT PROSPECTS OF CARBON MARKET AS AN INSTRUMENT OF GREEN ECONOMY: EU AND KAZAKHSTAN EXPERIENCE

The purpose of the carbon market is to provide economic incentives for innovation in greenhouse gas emissions. Meanwhile, the experience of emission trading systems in the EU and Kazakhstan shows that the green economy sector as a market

segment would not have been formed without international and national environmental regulations.

*Key words:* carbon market, green economy, EU, Kazakhstan

УДК 910.26 (504.03, 913)

*Т.М. Красовская*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
г.Москва, Россия (E-mail: krasovsktex@yandex.ru)*

### **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ПРОГНОЗ ОСТРЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ (на примере хозяйственного освоения Арктики)**

При планировании хозяйственного освоения территорий в целях предупреждения конфликтов природопользования необходима интеграция разнообразных исходных данных: климатических, ландшафтных, социально-экономических, юридических и др. Геоэкологический анализ дает возможность такой интеграции при анализе панархических природно-хозяйственные систем различного уровня- от региональных до локальных. Приводятся примеры для Арктической зоны России.

*Ключевые слова:* Арктика, конфликты природопользования, рациональное природопользование, прогноз, эколого-экономическая оценка

Хозяйственное освоение территорий всегда сопровождается риском развития острых экологических проблем, связанных с ограниченным применением, либо отсутствием природосберегающих технологий, нарушениями природоохранного законодательства, недостаточными знаниями о преобразуемых ландшафтах. Все это в полной мере относится в Арктическим и Субарктическим районам земного шара (Арктике- в широком понимании). Экономическое развитие Арктики сопровождалось существенными нарушениями природной среды, которое, однако, пока носит преимущественно очаговый характер. В рамках национальных и международных программ под эгидой Арктического Совета<sup>2</sup>, к началу 21 в. получены данные о характере антропогенных изменений природной среды, угрозах биоразнообразию региона, здоровью проживающего там населения, разработаны и совершенствуются основы Арктического ОВОСа [7,8], разработано соответствующее законодательство [2,10 и др.]. Однако в последней трети 20 в. сопредельные арктические государства начали предъявлять претензии в связи с трансграничным воздушным и водным переносом загрязняющих веществ Наиболее известными из них являются иск губернии Финнмарк Норвегии к Мурманской области в связи с выбросами горно-металлургического предприятия в Никеле., претензии штата Аляска, США к горно-металлургическому предприятию «Норильский никель» в связи с предполагавшимся поступлением аэротехногенных поллютантов на м.Барроу, обвинения России в загрязнении акватории Баренцева моря радионуклидами и т.п.

<sup>2</sup> Арктический совет — международная организация сотрудничества приарктических стран в области охраны окружающей среды и обеспечения устойчивого развития циркумполярного пространства.

Научные разработки, сопровождающие проекты хозяйственного освоения Арктики в соответствии с постулатами устойчивого развития демонстрируют необходимость интеграции различных исходных данных: климатических, ландшафтных, социально-экономических, юридических и др. Такая интеграция возможна с применением геоэкологического подхода, дающего возможность анализировать панархические природно-хозяйственные системы различного уровня – от региональных до локальных [4, 9 и др]. Рассмотрим области применения такого анализа в Арктическом регионе.

**Выявление конфликтов природопользования.** Геоэкологический анализ строится на интеграции ландшафтных, социально-экономических и эколого-экономических характеристик.

Хозяйственное освоение территорий сопряжено с эксплуатацией их природного капитала. Если ресурсная часть его, как правило, имеет оценки (запасы полезных ископаемых, биоресурсов и др.), то в части эксплуатации средообразующих экосистемных услуг, относящихся к категории «всеобщего достояния», потребление практически не регламентируется, что является причиной возникновения конфликтов природопользования и деградации природной среды. Пулы экосистемных услуг, востребованные различными природопользователями, анализируются на основе ландшафтных характеристик территории (на примере – ландшафты дельты р.Лена) (рис. 1).



Рис.1. Привязка пулов экосистемных услуг к ландшафтным выделам в дельте Лены (фрагмент).

Алгоритм проведения геоэкологического анализа для выявления потенциальных конфликтов природопользования представлен на рис.2.



Рис.2. Алгоритм проведения геоэкологического анализа для выявления конфликтов природопользования.

**Прогнозирование развития острых экологических ситуаций.** Геоэкологический анализ строится на исследовании территориальных сочетаний региональных/локальных вариаций социально-экономических, экологических и природных характеристик (климатические, неблагоприятные и опасные изменения природы, биоразнообразие и др.). Панархический характер природно-хозяйственной системы предполагает возможность проявления разнонаправленных процессов на одной и той же территории как благоприятствующих, так и препятствующих её хозяйственному освоению. Их территориальные сочетания выявляет геоэкологический подход.

Для рассматриваемого региона анализируемые характеристики условно могут быть объединены в блоки (1-социально-экономический, 2- природный, 3-экологический, представленные на рис.3. С использованием алгоритма математического моделирования [5] возможно ранжирование территорий по предпосылкам оптимального хозяйственного освоения [6].

**Прогнозирование потенциальных трансграничных экологических проблем.** Проводится выявление особенностей ландшафтной структуры приграничных территорий, их хозяйственного использования, источников поступления загрязняющих веществ в природную среду и особенностей их миграции, возможных антропогенных изменений ландшафтов- реципиентов загрязняющих веществ, изменений пулов их экосистемных услуг.

Как правило, международные трансграничные территории, расположены в границах крупных геосистем, например, речных бассейнов, разделяемых границей сопредельных



стран. Первичный диагностический геоэкологический анализ основан на выявлении дисбаланса в использовании природного капитала и основывается на расчете трансграничных градиентов, характеризующих интенсивность хозяйственной нагрузки на геосистемы по обе стороны границы [1]. Чем выше значение коэффициента, тем существеннее разница в эксплуатации пулов экосистемных услуг по обе стороны границы. Эксплуатируемые пулы экосистемных услуг определяются на ландшафтной основе (см. рис.1).



Рис.3. Структура информационной базы данных для геоэкологического анализа территории по предпосылкам для оптимального хозяйственного освоения.

Дальнейший геоэкологический анализ направлен на выявление ландшафтов-реципиентов антропогенных загрязнителей и ущерба их экосистемным функциям. При изучении нами острой экологической ситуации в районе потенциального очага загрязнения атмосферы, связанного с разработкой железорудного месторождения Бьёрнватн (Норвегия) вблизи российской границы, проводился сопряженный анализ метеорологической информации (выделяются периоды «опасных» направления ветра и импактная зона, условия осаждения загрязняющих веществ, потенциал загрязнения атмосферы), экологические характеристики будущего производства. В результате определена приграничная территория России, где возможно антропогенное изменение ландшафтов, для которой эколого-экономическими методами проведена оценка возможного экономического ущерба [3].

Приведенные примеры использования геоэкологического анализа и прогноза острых экологических проблем, связанных с хозяйственным освоением Арктики, позволяют выявить его основное преимущество перед «отраслевыми» исследованиями: возможность анализа кумулятивного эффекта в панархических природно-хозяйственных системах. Его очевидным достоинством является возможность прогнозирования на основании сопряженного анализа разноплановых характеристик, определяющих возможность хозяйственного освоения, соответствующего постулатам устойчивого развития. Однако разноплановость этих характеристик требует определенных методических подходов для их обработки и формирования баз данных, среди которых можно выделить математическое моделирование,

статистические методы (кластерный анализ), ГИС-технологии, технологии блокчейнов, особенно в условиях, когда в результатах заинтересованы различные хозяйствующие субъекты, преследующие разные цели.

### Литература

1. Бакланов П.Я., Ганзей С.С. Трансграничные территории: проблемы устойчивого природопользования/ Владивосток: Дальнаука, 2008. 215 с.
2. Кичигин Н.В. Правовое регулирование оценки воздействия на окружающую среду в России и за рубежом// Журнал зарубежного законодательства и сравнительного правоведения, 2016, № 5, с.117-123.
3. Красовская Т.М., Покрытан Г.П. Формирование нового очага загрязнения атмосферы в Российско-Норвежском порубежье//Изв.КомиНЦ РАНБ 2018, №3, с.60-65.
4. Романова Э.П., Красовская Т.М., Алексеева Н.Н., Аршинова М.А. Развитие научных идей А.М. Рябчикова в современных исследованиях школы физико-географических и ландшафтно-геоэкологических исследований мира//Вестн. Моск. Ун-та. Серия 5: География, 2018, № 4, с. 5-11
5. Тикунов В.С. Моделирование в социально-экономической картографии / Москва : Изд-во МГУ, 1985. - 280 с.
6. Evseev A.V., Krasovskaya T.M., Tikunov V.S. et al. Regional economic development of the Russian Arctic zone: forecast of sustainability// ISPRS International Journal of Geo-Information, 2019, p.357-365.
7. Guidelines for Environmental Impact Assessment (EIA) in the Arctic.Sustainable Development and Utilization/ Finnish Ministry of the Environment, Finland, 1997, 50 p.
8. Koivurova, T. Lesser, P. Bickford, S. Kankaa Environmental Impact Assessment in the Arctic/Edward Elgar Publishers, Great Britain, 2016, 320 p.
9. Rode J., Wittmer H., Emerton L., Schroter-Schlaak Ch. “Ecosystem services opportunities”: a practice oriented framework for identifying economic instruments to enhance biodiversity and human livelihoods//J. for Nature conservation, 2016, N 33, p.35-47.
10. Sander G. Environmental Impact Assessment in the Arctic: A Guide to Best Practice/ 2017 DOI: 10.1111/reel.12200 Corpus ID: 133900276

**T.M. Krasovskaya**

### **GEOECOLOGICAL ANALYSIS AND FORECAST OF ACUTE ECOLOGICAL PROBLEMS (exemplified by the Arctic zone economic development)**

Planning of territorial economic development aimed at nature management conflict prevention demands integrated processing of various initial data: climatic, landscape, socioeconomic, legal, etc. Geoecological approach enables to perform such integration for the analysis of panarchic nature-economic systems of different levels- from regional to local. Examples for the Arctic zone of Russia are given.

*Keywords:* Arctic, ecological-economic, nature management conflict, forecast

УДК 502.33

*Л.Е. Лукьянов**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
г. Москва, Россия (E-mail: lev.lykuanov@yandex.ru)***ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КРИВАЯ КУЗНЕЦА В КИТАЕ**

В статье рассматривается взаимосвязь экономического роста и уровня загрязнения окружающей среды в КНР на примере экологической кривой Кузнецца для приоритетных азротехногенных поллютантов.

*Ключевые слова:* экологическая кривая Кузнецца; выбросы; экономический рост; Китай.

Во многих отраслях промышленности Китай является крупным мировым игроком. Доля Китая в мировом ВВП возросла с 3,6% в 2000 г. до 16,5% в 2018 г. Однако из-за быстрой индустриализации и урбанизации страна в течение последних десятилетий нарастила объемы различных выбросов и стала крупнейшим на планете загрязнителем, производящим ежегодно до 35% от всего объема выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Параллельно с ухудшением экологической ситуации в стране наблюдается повышение уровня доходов и образования, распространение информационных технологий, что способствует становлению многомиллионного среднего класса. Душевой уровень ВВП Китая с 1978 по 2018 гг. вырос почти в 170 раз – с 56 до 9500 долл. (Рис. 1). За этот же период уровень бедности населения упал с 98% до 2% [4].

По мере роста доходов и удовлетворения материальных потребностей представители среднего класса в своих запросах придают всё большее значение качеству среды обитания, рождая «спрос на экологию».

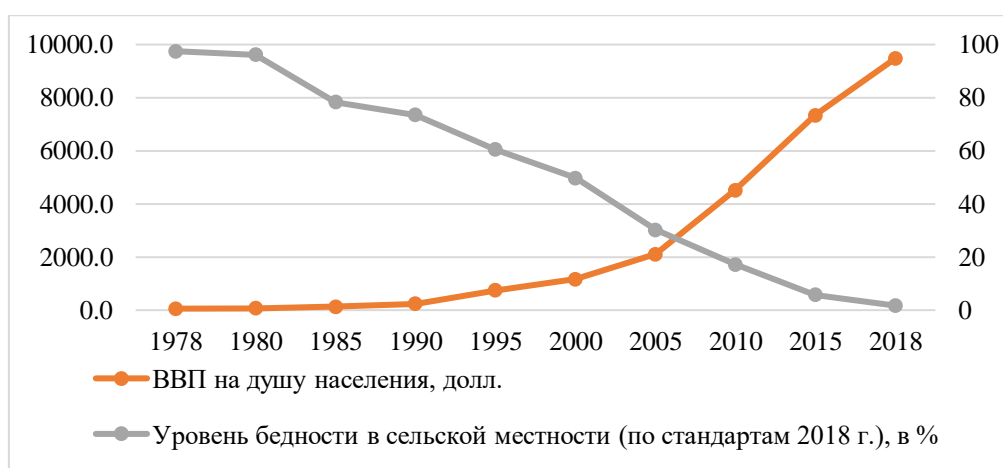


Рис. 1. Динамика изменения душевого ВВП и уровня бедности населения в КНР, 1978-2018 гг. Источник: China Statistical Yearbook 2019

Взаимосвязь экономического роста и уровня загрязнения окружающей среды описывает экологическая кривая Кузнецца (далее – ЭКК), выявляющая следующую зависимость: при росте дохода на душу населения уровень деградации окружающей среды

сначала растет, а затем – по мере достижения определенного уровня благосостояния – начинает снижаться.

В нашем исследовании для построения ЭКК были выбраны следующие широко распространенные показатели загрязнения окружающей среды: диоксид серы ( $SO_2$ ), оксиды азота ( $NO_x$ ), а также парниковый газ – диоксид углерода ( $CO_2$ ), подлежащий контролю в соответствии с международными обязательствами Китая. Динамика объемов выбросов для диоксида серы и оксидов азота рассматривается за период 2000-2017 гг., для диоксида углерода – за 1978-2016 гг., что обусловлено доступностью информации.

**Диоксид серы ( $SO_2$ ).** Объемы ежегодных выбросов диоксида серы в Китае постепенно увеличивались в абсолютных показателях и достигли максимального значения в 26 млн т. в 2006 г., после чего последовал медленный спад вплоть до 8,8 млн т. в 2017 г. Причина такого спада заключается в модернизации угольных электростанций Китая, проводимой в рамках 11-го пятилетнего плана (2006-2010 гг.), а также связано с расширением использования возобновляемых источников энергии. Для борьбы с выбросами  $SO_2$  на электростанциях широко внедрялась высокоэффективная технология десульфуризации дымовых газов (Flue Gas Desulfurization System; FGD). К 2010 г. около 85% всех электростанций были оснащены этой технологией. [1] Вследствие этого в структуре выбросов  $SO_2$  в период с 1995 по 2017 гг. доля электроэнергетики сократилась с 26% до 17%. Доля домохозяйств, напротив, увеличилась с 17% до 23%, но в абсолютных показателях снизилась за счет газификации сельских поселений и, как следствие, отказа населения от сжигания угля с высоким содержанием серы и золы.

Построенная нами ЭКК имеет стандартную перевернутую U-образную форму (рис. 2). Точка перегиба, наблюдаемая в 2006 г., соответствует среднему доходу 2360 долл. и 20 кг/чел. выбросов диоксида серы в атмосферу. В 2015 г. наблюдается резкое снижение объемов выбросов в связи с созданием Китаем собственных, существенно более дешевых, технологий по десульфуризации выбросов ТЭС.

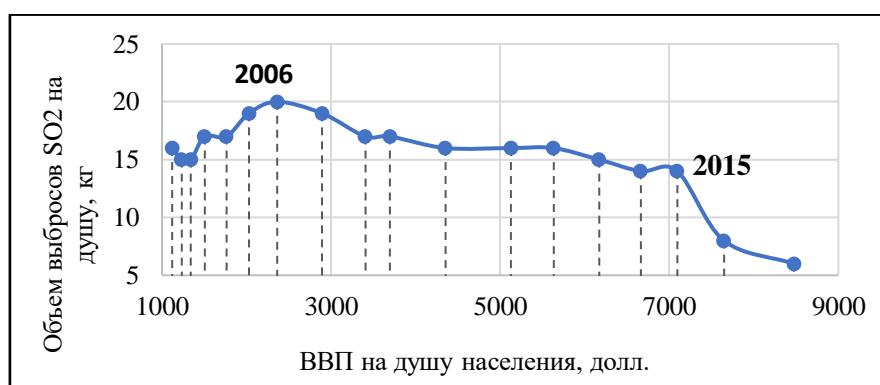


Рис. 2. Экологическая кривая Кузнеца для выбросов диоксида серы на 1 чел. в зависимости от объема ВВП на душу населения в Китае за 2000-2017 гг.

**Оксиды азота ( $NO_x$ ).** По мере снижения объемов выбросов  $SO_2$  объемы выбросов оксидов азота продолжали увеличиваться. Поэтому после процесса «десульфуризации» экономики, проведенного во время одиннадцатой пятилетки, китайское правительство

поставило в число основных задач следующей 12-й пятилетки (2011-2015 гг.) ее денитрификацию.

В абсолютных показателях объемы ежегодных выбросов оксидов азота увеличивались с 12,3 млн т. в 2000 г. до 26,1 млн т. в 2010 г. Затем это значение стало быстро снижаться и в 2016 г. достигло показателя 2000 г. (12,6 млн т.) [2]

В 1995-2010 гг. электростанции, промышленность и транспорт суммарно давали около 90% от общего количества выбросов  $\text{NO}_x$ . За этот период сильнее всего сократилась доля выбросов на электростанциях (с 35% до 28%), что объясняется внедрением в масштабах всей страны технологий сжигания с низким уровнем выбросов  $\text{NO}_x$  и денитрификации дымовых газов. Доля выбросов  $\text{NO}_x$  в транспортном секторе также показала тенденцию к сокращению (с 28% в 2001 г. до 25% в 2010 г.) вследствие введения с 2000 г. стандартов выбросов для новых транспортных средств, соответствующих европейским стандартам. На фоне снижения доли выбросов электростанции и транспорта быстро выросла доля промышленности (с 24% в 2002 г. до 34% в 2010 г.).

По состоянию на 2017 г., доля электростанций в объемах выбросов составляет 19%, транспорта – 35%, промышленности – 42%.

Кривая также имеет стандартную, почти идеальную, перевернутую U-образную форму (рис. 3). Точка перегиба, наблюдаемая в 2010 г., соответствует среднему душевому доходу 4350 долл. и 19 кг/чел. выбросов оксида азота в атмосферу.

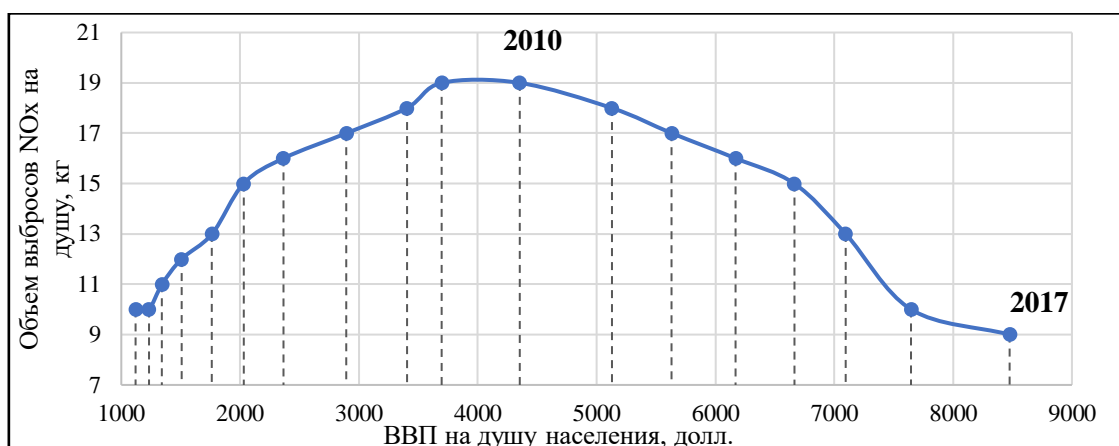


Рис. 3. Экологическая кривая Кузнецца для выбросов оксидов азота на 1 чел. в зависимости от объема ВВП на душу населения в Китае за 2000-2017 гг.

Расположение точки перегиба на уровне 2010 г. связано с внедрением на электростанциях Китая технологии денитрификации дымовых газов, включавшую избирательную каталитическую и некаталитическую нейтрализацию (SCR/SNCR соответственно); до ее внедрения единственной технологией контроля содержания  $\text{NO}_x$  на электростанциях была лишь технология сжигания с низким уровнем выбросов (Low  $\text{NO}_x$  Burner; LNB) [2]. С 2013 г. снижение стало еще более быстрым из-за введения пятилетнего Плана по улучшению качества воздуха (Clear Air Action Plan 2013-2017), во время реализации которого началась модернизация промышленности, в частности химической. [3]

**Диоксид углерода.** С 1978 г. объемы выбросов (1,5 млрд т.) увеличивались медленно и удвоились в объеме лишь к 2000 г. (3,5 млрд т.), после чего последовал быстрый рост, и в

2014 г. объемы выбросов составили 10,5 млрд т. В период 2013-2016 гг. столь быстрого увеличения объемов уже не наблюдается, что связано с ростом возобновляемой энергетики и проводимой климатической и энергетической политикой, в частности в рамках выполнения обязательств Парижского соглашения. В структуре выбросов в 2017 г. на долю промышленности приходится 50%, электроэнергетики – 35%, доля транспорта составляет 9%.

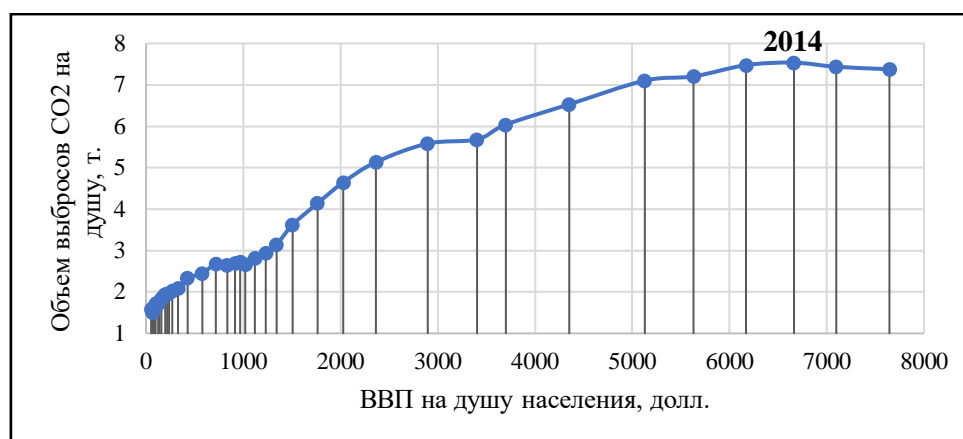


Рис. 4. Экологическая кривая Кузнецца для выбросов диоксида углерода на 1 чел. в зависимости от объема ВВП на душу населения в Китае за 1978-2016 гг.

По сравнению с предыдущими ЭКК, на экологической кривой Кузнецца для диоксида углерода Китай пересек точку перегиба лишь в 2014 г. (рис. 4), что связано со структурными изменениями, при которых закрываются старые предприятия с высокими объемами выбросов, однако картина остается неустойчивой. В случае, если ситуация не ухудшится, то точкой перегиба можно считать уровень 2014 г. со среднедушевым доходом 6660 долл. и 7,5 т/чел. выбросов CO<sub>2</sub>.

Таким образом, гипотеза экологической кривой Кузнецца о взаимосвязи выбросов загрязнителей и экономического роста для Китая подтверждается. По приоритетным аэротехногенным поллютантам и выбросам диоксида углерода страна достигла точки перегиба ЭКК и находится на нисходящей части кривой, что демонстрирует улучшение экологической ситуации, сопровождающееся непрерывным развитием экономики.

### Литература

1. Shi, Y., Xia, Y. F., Lu, B. H., Liu, N., Zhang, L., Li, S. J., Li, W. Emission inventory and trends of NO<sub>x</sub> for China, 2000-2020. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE A*, 2014 15(6), 454-464.
2. Zhao, B., Wang, S. X., Liu, H., Xu, J. Y., Fu, K., Klimont, Z., Hao, J. M., He, K. B., Cofala, J., & Amann, M. NO<sub>x</sub> emissions in China: Historical trends and future perspectives. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13, 9869–9897.
3. Пекин обнародовал план борьбы за чистый воздух [Электронный ресурс] // VisitChina.ru. – 17.09.2013. – URL: <https://visitchina.ru/news/economy/14981/> (Дата обращения: 13.05.2020)

4. China Statistical Yearbook 2019 / National Bureau of Statistics of China [Electronic resource]. – URL: <http://www.stats.gov.cn/english/Statisticaldata/AnnualData/> (Date of Access: 28.09.2020).

**Lukianov L.E.**

### **ENVIRONMENTAL KUZNETS CURVE IN CHINA**

The correlation of economic growth and environmental pollution in China is considered for principle pollutants in the context of Environmental Kuznets Curve.

*Key words:* Environmental Kuznets Curve; pollutant emissions; economic growth; China.

**УДК 502.34**

***Никанорова А.Д.***

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
г. Москва, Ленинские горы, 1 (E-mail: Alexandra.nikanorova@gmail.com)*

### **ГОСУДАРСТВЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ООПТ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

В соответствии со Стратегией развития туризма в Российской Федерации на период до 2025 г. экологический туризм как деятельность по организации путешествий, включающая все формы природного туризма, при которых основной мотивацией туристов является наблюдение и приобщение к природе при стремлении к ее сохранению, является одним из приоритетных видов развития туризма. Основной ареной развития экологического туризма являются особо охраняемые природные территории и территории, прилегающие к ним. Учитывая особый статус ООПТ в системе природоохранной деятельности, выявляются проблемы осуществления проектов развития туризма в государственных природных заповедниках и национальных парках, связанные с ограничением хозяйственной деятельности. Вместе с тем, мировой опыт показывает, что экологический туризм является одним из инструментов социально-экономического развития отдаленных территорий нетронутой природы и является механизмом решения проблем занятости местного населения.

В результате анализа реализации проектов экологического туризма в России выявлены основные проблемы, ограничивающие развитие данной деятельности, и предложены пути устойчивого развития экологического туризма на ООПТ с учетом экологических, социальных и экономических рисков.

*Ключевые слова:* экотуризм, устойчивое развитие, заповедник, охраняемые природные территории

В современной системе управления особо охраняемыми природными территориями (далее – ООПТ) развитие экологического туризма является одним из приоритетов государственной политики в сфере туризма, экологии и природопользования, что отражено в национальных стратегических документах и программах. В рамках федерального

национального проекта «Экология» определена задача по созданию инфраструктуры для экологического туризма в национальных парках, а также утверждены целевые показатели увеличения количества посетителей на ООПТ не менее чем на 4 млн. человек: с 3,57 млн. человек в 2018 г. до 7,89 млн. человек в 2024 г. [2]. Амбициозные государственные цели требуют реализации дополнительных мероприятий по разработке моделей организации экологического туризма и их внедрению на природных территориях.

В рамках исследования проведен анализ государственной деятельности по управлению проектами развития экологического туризма на ООПТ с целью разработки рекомендаций по разработке подходов и механизмов создания инфраструктуры устойчивого и экологически безопасного туризма.

На основе полученных данных определены основные этапы и ключевые проблемы, связанные с организацией и государственным управлением экотуризма на ООПТ, и разработаны предложения по совершенствованию государственных мер поддержки и нормативно-правового сопровождения развития туристско-рекреационной деятельности на заповедных территориях.

***Развитие экологического просвещения и познавательного туризма на ООПТ (2000-2018 гг.).*** В 2000-2018 гг. в рамках государственной политики по созданию условий для развития туризма на особо охраняемых природных территориях приоритетным направлением было развитие экологического просвещения и познавательного туризма.

В рамках Концепции развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 г. [4] познавательный туризм рассматривается как один из специальных видов экологического туризма, основной целью которого является ознакомление с природными и культурными достопримечательностями.

Для создания условий развития познавательного туризма на ООПТ государством было обеспечено финансирование деятельности по обустройству экскурсионных экологических троп и туристических маршрутов, созданию новых и модернизации существующих музеев и информационных центров, смотровых площадок, мест наблюдения за дикими животными, совершенствованию системы планирования, контроля и мониторинга познавательного туризма и др.

За период с 2011 по 2019 гг. общее количество визит-центров в государственных природных заповедниках и национальных парках возросло с 336 до 435, количество экологических троп увеличилось с 1185 до 1262. Активная деятельность администраций ООПТ по обустройству туристской инфраструктуры способствовала увеличению числа посетителей ООПТ в два раза: общее количество посетителей объектов познавательного туризма на ООПТ составило 2,9 млн для музеев и визит-центров и 5,4 млн для экологических троп и маршрутов (таблица 1).

***Развитие экологического туризма на ООПТ.*** С 2019 г. отмечается отход от понятия «экологического просвещения» в пользу «экологического туризма». Термин «экологический туризм» официально закрепляется в Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 г. [3] В этом документе использовано определение экологического туризма согласно действующему ГОСТ Р 56642-2015 «Туристические услуги. Экологический туризм. Общие требования». Экологический туризм рассматривается как «деятельность по



организации путешествий, включающая все формы природного туризма, при которых основной мотивацией туристов является наблюдение и приобщение к природе при стремлении к ее сохранению».

Таблица 1

Показатели эффективности деятельности по развитию познавательного туризма и экологического просвещения на территории государственных природных заповедников и национальных парков [5]

год	Музеи и визит-центры		Экологические тропы и маршруты	
	число музеев, ед.	количество посетителей, чел.	число экотроп и маршрутов - всего, ед.	количество посетителей, чел.
2011	336	1916922	1185	2311440
2012	361	1877338	1218	2064442
2013	369	2084516	1330	3157677
2014	415	1632427	1179	2166584
2015	435	1792195	1262	3079781
2016	445	1946274	1339	3412463
2017	429	2403107	1373	4013737
2018	439	2571459	1436	3814970
2019	420	2956046	1497	5401236

Необходимо отметить, что в международной практике существуют совершенно иные подходы к определению экологического туризма. Одно из наиболее широко используемых определений дано Международным союзом охраны природы: *экологический туризм* – это вид туризма, совместимый с экологическими и социальными обязательствами туриста о сохранении окружающей среды, бережному отношению к традиционным культурам местного населения, и выполняющий эколога-просветительскую функцию. Обязательными условиями для его осуществления являются относительно нетронутые природные и самобытные культурные ландшафты, чуткое и бережное отношение к экосистемам, содействие реализации природоохранных проектов и улучшение благосостояния местного населения [1].

Международная практика показывает [7], что проекты по развитию экологического туризма тесно взаимосвязаны с реализацией концепции устойчивого развития.

Во-первых, развитие экологического туризма обеспечивает социально-экономическое благополучие местных сообществ за счет создания дополнительных рабочих мест и увеличения доходов местного населения. Опыт США показывает, что экологический

туризм способствует созданию 340,5 тыс. рабочих мест, а общий доход занятых в этой сфере деятельности составляет 14 млрд. долларов США по данным за 2019 г. [8].

Во-вторых, привлеченные дополнительные средства способствуют развитию программ охраны окружающей среды на ООПТ, разработке и апробации новых подходов по сохранению природного богатства. В Перу доходы национальных парков от туризма в 40 раз превышают объемы выдаваемых государственных грантов на сохранение и защиту природных территорий [9]. Часть доходов покрывает траты, возникающие в связи с созданием и поддержанием туристской инфраструктуры, а также реализацией мероприятий, направленных на сохранение природной среды.

В-третьих, приобщение населения к экологическому туризму способствует повышению экологической осознанности людей и побуждает их более рационально и бережно относиться к природным ресурсам. Реализуемые в мире модели экологического просвещения в природных парках направлены на передачу информации о природных богатствах, уязвимости и хрупкости местных экосистем, о способах бережливого природопользования.

Использование в российском нормативно-правовом поле международно-признанного определения экологического туризма позволило бы расширить понимание этого вида туристско-рекреационной деятельности и привлечь общественное внимание к проблеме устойчивого развития природных территорий с учетом социально-экономических и экологических аспектов.

Целесообразным является нормативно-правовое закрепление понятия «экологический туризм» в отраслевом законе о туристской деятельности, а также в законе об особо охраняемых территориях как в основном акте, определяющем правила землепользования и природопользования на этой категории земель.

Учитывая возрастающие туристские потоки, важным является совершенствование нормативно-правовых норм, определяющих параметры и условия реализации проектов экологического туризма.

Существенным недостатком современной модели управления ООПТ является несовершенная система выделения функциональных зон. Несмотря на потребность в специальных рекреационных зонах в природных заповедниках, до сих пор в законодательстве прямо не предусмотрено такой возможности. Администрации государственных заповедников прибегают к различным правовым механизмам, позволяющим выделить зоны экологического просвещения, где в действительности располагаются средства коллективного размещения (глэмпинги, кемпинги, гостиницы и т.д.) под вывесками экоцентров. Таким образом, становится невозможным на государственном уровне определить правила размещения объектов туристской инфраструктуры в заповедниках, а также определить параметры туристско-рекреационных нагрузок на территории.

Для национальных парков и природных парков, где предусмотрено выделение специальных рекреационных зон, отсутствует нормативное закрепление требования обязательного учета оптимальных и предельно допустимых рекреационных нагрузок при реализации проектов экологического туризма.

Справедливо отметить, что многие администрации ООПТ разрабатывают подходы по оценке допустимых рекреационных нагрузок и обеспечивают мониторинг их соблюдения, однако единых утвержденных на государственном уровне подходов не существует. В связи с этим в национальных парках наблюдается неорганизованный туристский поток, часто превосходящий реальную туристско-рекреационную емкость территории. Это влечет за собой деградацию экосистем, загрязнение территории, снижение ее природных ценностей и рекреационных качеств.

Еще один фактор, обуславливающий повышенные риски деградации качества природной среды на ООПТ при реализации проектов экотуризма, - отсутствие типовых проектов по обустройству туристской инфраструктуры на ООПТ и методических указаний, разъясняющих порядок их реализации. Утверждение на государственном уровне единых подходов по территориальному планированию экотуризма, размещению туристских объектов может способствовать выработке единых стандартов и правил, а также упрощать процессы развития современного туристско-рекреационного пространства на природных территориях.

**Выводы.** Несмотря на многолетний опыт реализации проектов познавательного туризма и экологического просвещения в Российской Федерации до сих пор на ООПТ развитие экологического туризма не имеет системы регулирования на государственном уровне.

Для сохранения и бережного отношения к экосистемам необходимо создать эффективную систему управления экотуризмом за счет разработки новых нормативных актов и внесения поправок в действующее законодательство в сфере туризма и управления ООПТ.

Целесообразным является нормативное закрепление понятия «экологического туризма», а также его основных принципов. С учетом международной практики в сфере экотуризма к таким принципам можно отнести:

1) природно-экологическое ориентирование туризма, направленное на формирование экологической культуры в обществе, воспитание бережного отношения к природе, вовлечение туристов в волонтерскую деятельность по сохранению, восстановлению, рациональному использованию природных ресурсов, а также изучению местных особенностей традиционной культуры и природной среды;

2) не превышение предельно допустимых значений рекреационной нагрузки при организации экологического туризма на особо охраняемых природных территориях;

3) использование в процессе туризма объектов инфраструктуры, транспорта и оборудования, оказывающих минимально возможное негативное воздействие на окружающую среду;

4) вовлечение местных жителей природных территорий в экономическую и социальную деятельность по развитию экологического туризма и охране окружающей среды;

5) направление доходов, возникающих в связи с посещением туристами природных территорий, в том числе на финансовую поддержку защиты окружающей среды и развитию инфраструктуры экологического туризма.

## Литература

1. Богатырева Д. С. Феномен экологического туризма как мейнстрим современности // Сервис в России и за рубежом. 2015. №4 (60). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fenomen-ekologicheskogo-turizma-kak-meynstrim-sovremennosti> (дата обращения: 14.09.2020).
2. Паспорт национального проекта «Экология», протокол от 24.12.2018 г. Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам. URL: <http://static.government.ru/media/files/pgU5Ccz2iVew3Aoel5vDGsbJbDn4t7FI.pdf> (дата обращения 17.09.2020 г.)
3. Распоряжение от 20 сентября 2019 года №2129-р. «Об утверждении Стратегии развития туризма в Российской Федерации на период до 2035 года». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72661648/> (дата обращения 17.09.2020 г.)
4. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 22 декабря 2011 г. N 2322-р «О концепции развития системы особо охраняемых природных территорий федерального значения на период до 2020 г.» URL: <http://base.garant.ru/70116598/> (дата обращения 17.09.2020 г.)
5. Федеральная служба государственной статистики [Официальный сайт]. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения 17.09.2020 г.)
6. Федеральный закон от 14.03.1995 N 33-ФЗ (ред. от 03.08.2018) "Об особо охраняемых природных территориях" URL: <http://base.garant.ru/10107990/> (дата обращения 07.10.2020 г.)
7. Elena Mondino & Thomas Beery (2019) Ecotourism as a learning tool for sustainable development. The case of Monviso Transboundary Biosphere Reserve, Italy, Journal of Ecotourism, 18:2, 107-121, DOI: 10.1080/14724049.2018.1462371
8. National Park Visitor Spending Effects. Natural Resource Report (2019) NPS/NRSS/EQD/NRR—2020/2110 URL: [https://www.nps.gov/nature/customcf/NPS\\_Data\\_Visualization/docs/NPS\\_2019\\_Visitor\\_Spending\\_Effects.pdf](https://www.nps.gov/nature/customcf/NPS_Data_Visualization/docs/NPS_2019_Visitor_Spending_Effects.pdf) (дата обращения 07.10.2020 г.)
9. Tourism in Protected Areas generated US\$ 720 million in Peru in 2017. URL: <https://www.conservation-strategy.org/news/tourism-protected-areas-generated-us-720-million-peru-2017#.WrKbjOjwbIU> (дата обращения 07.10.2020 г.)

**Nikanorova A.D.**

**STATE GOVERNANCE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF NATURE RESERVES WITH RESPECT TO REALISATION OF ECOTOURISM PROJECTS IN THE RUSSIAN FEDERATION**

Ecological tourism has become one of the priority types of tourism in the Russian Federation, what is determined in the state documents. The main sites of ecotourism are natural reserves. Nowadays rapid grow of state reserves and natural parks visitors' number is observed; however, the administrations are not ready to meet the growing tourist interest to the nature territories due to the lack of effective system of organization and management. Therefore, the important issue is to organize effective system of natural reserves state government with respect to development of projects in the sphere of ecotourism. The research is concentrated on analysis of Russian law in the sphere of ecotourism with aim to determine the main problems and gaps in the system of state administration with respect to the effective development of ecotourism projects.

*Keywords:* ecotourism, sustainable development, nature reserve, protected areas

УДК 338.46

*А.П. Слуцкая*

ГАОУ ВО ЛО «Ленинградский государственный университет им. А.С. Пушкина»  
г. Санкт-Петербург, Россия (E-mail: anastasiaslutskaya2317@gmail.com)

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛУГИ В ГОРОДЕ МУРМАНСКЕ

В статье анализируются экологические услуги в городе Мурманске. В первую очередь, акцентируется внимание на теоретической основе экологических услуг. На базе изученных данных, даётся общая характеристика организаций, оказывающих различные виды экологических услуг. Особое внимание уделяется описанию конкретных предприятий, проводящих мероприятия в сфере экологии и природопользования.

*Ключевые слова:* город Мурманск, экологизация экономики, экологические услуги, рынок экологических услуг

Сегодня можно с уверенностью говорить о том, что в любой современной стране развивается процесс экологизации экономики, который предполагает более активное использование природоохранных технологий в производственных процессах с целью улучшения качества окружающей среды. Это в свою очередь создаёт условия для формирования рынка экологических услуг, которые регулируются бизнес-фактором при участии деятельности государства [5].

Понятие «экологические услуги» появилось сравнительно недавно, поэтому мы приводим здесь определение, указанное в электронном «Словаре по географии»: «Экологические услуги – система мероприятий, направленных на поддержание качества жизни в условиях активного воздействия на окружающую среду, например, очистка городов, разбивка парков и т. п.» [7].

В статье «Российский рынок экологических услуг: проблемы и перспективы», опубликованной 21 июня 2013 года в научно-практическом журнале «Экологический Вестник России», автором которой является кандидат химических наук Ирина Георгиевна Орлова, выделяются 6 функций рынка экологических услуг: разработка ряда законов, определяющих требования к работе предприятий и организаций, входящих в рынок экологических услуг; ценообразование экологических услуг, работ и продукции; прогнозирование будущих потребностей в экологических услугах и работах; применение методов экономического и иного стимулирования предприятий в части повышения экологической безопасности; проведение государственной политики, стимулирующей внедрение наилучших технологий, техники, обеспечивающих наибольшую защиту окружающей среды; повышение экологического образования. Экологические услуги оказывают государственные и частные организации, деятельность которых определяется нормативно-правовыми актами в области охраны окружающей среды [5].

В статье И.Г.Орловой предприятия, образующие рынок экологических услуг, объединены в три группы. В первую группу входят организации, выполняющие обезвреживание отходов, оказывающие медико-экологические услуги, а также предоставляющие экологические услуги промышленным и иным предприятиям.

Вторая группа состоит из организаций, одним из направлений деятельности которых является процесс экологизации производства. К третьей группе относятся как образовательные учреждения, осуществляющих программы повышения квалификации в области экологической безопасности, так и ВУЗы, готовящие специалистов-экологов [5].

В нашей статье мы рассмотрим предприятия города Мурманска, которые относятся к первой группе. В столице Заполярья экологические услуги предоставляют 3 государственные организации и 4 коммерческие компании. Учреждения, находящиеся в федеральной собственности, Федеральная служба в сфере экологии и природопользования, а также частные предприятия занимаются проведением экологических изысканий, экологического и санитарно-эпидемиологического аудита, экспертизы промышленной безопасности, продажи средств экологической безопасности, приёма и переработки отходов, разработкой природоохранной документации (ПНООЛР, НДС, ПДВ, Проект СЗЗ) и экологического лицензирования.

Согласно общедоступным данным на портале «За честный бизнес», коммерческие предприятия, прошедшие оценку оказания услуг, имеют средний рейтинг, кроме ООО «ЭкоСервис», отличающееся высоким уровнем надёжности и не имеющим явных проблем [6].

Стоит отметить, что у государственных организаций узнать рейтинг не удалось, кроме Балтийско-Арктического межрегионального управления Росприроднадзора в сфере природопользования, которое достигло высоких показателей в городе Мурманске [6].

В соответствии с рейтингом упомянутого выше сайта лучшим из обсуждаемых коммерческих экологических предприятий города Мурманска является ООО «ЭкоСервис», зарегистрированное 04 июля 2003 года. Главной целью компании является проведение мероприятий по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти. Для этого было создано аварийно-спасательное формирование, организован отдел разработки нормативной документации в сфере промышленной безопасности. С 2007 года проводились работы по созданию комплексной программы обеспечения экологической безопасности Мурманской области при транспортировке нефти и нефтепродуктов [4].

Компания работает в соответствии со следующими нормативно-правовыми документами: Федеральный Закон №151-ФЗ от 22.08.1995г. «Об аварийно-спасательных службах и статусе спасателей»; Федеральный Закон №116-ФЗ от 21.07.1997г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов»; Постановление Правительства РФ №240 от 15.04.2002 г. «О порядке организации мероприятий по предупреждению и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на территории Российской Федерации»; Постановление Правительства РФ №613 от 21.08.2000 г. «О неотложных мерах по предупреждению и ликвидации аварийных разливов нефти и нефтепродуктов» [4].

Вторым коммерческим предприятием, которое успешно справляется с исполнением экологических услуг, является ООО «МедКом», зарегистрированное 12 апреля 2007 года. Главной деятельностью компании является как торговля фармацевтической продукцией, так и продажа средств экологической безопасности предприятиям. ООО «МедКом» выполняет сбор, обработку и утилизацию отходов, а также (с 2019 года) инвентаризацию отходов производства и потребления и источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный

воздух; разработку программ производственного экологического контроля предприятия, проекта санитарно-защитной зоны, паспортов опасных отходов I-IV класса опасности; постановку на государственный учет объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду [2].

Предприятие работает в соответствии со следующими нормативно-правовыми актами: Постановление Правительства РФ от 3 сентября 2010 г. №681 «Об утверждении Правил обращения с отходами производства и потребления в части осветительных устройств, электрических ламп, ненадлежащие сбор, накопление, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение которых может повлечь причинение вреда жизни, здоровью граждан, вреда животным, растениям и окружающей среде»; Федеральный Закон от 10.01.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» ст. 67 «Производственный экологический контроль в области охраны окружающей среды»; Постановление Правительства РФ от 16.08.2013 г. №712 «О порядке проведения паспортизации отходов I-IV классов опасности»; Постановление Правительства РФ от 28.09.2015 г. №1029 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий»; приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 15.09.2017 г. №498 «Об утверждении Правил эксплуатации установок очистки газа» [2].

Третьим предприятием, которое оказывает экологические услуги, является ООО «Меркурий», зарегистрированное 22 декабря 1999 года в Санкт-Петербурге, но имеющее представительства в 4 городах Северо-Западного Федерального округа, одним из которых является Мурманск. Компания работает в сфере обращения с отходами. Главной целью предприятия является прием и переработка всего спектра ртутьсодержащих отходов, оказание услуг по выявлению ртутных загрязнений, демеркуризации помещений, ликвидации несанкционированных свалок ртутьсодержащих отходов [3].

Компания работает в соответствии со следующими нормативно-правовыми документами: Федеральный Закон «Об охране окружающей среды» №7-ФЗ от 10.01.2002; Федеральный Закон «Об отходах производства и потребления» №89-ФЗ от 24.06.98; Постановление правительства РФ от 03.09.2010 №681; Федеральный Закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» №52 от 30.03.1999 №52-ФЗ; СанПин 4607-88 «Санитарные правила при работе со ртутью, ее соединениями и приборами с ртутным заполнением»; ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения»; ГОСТ 12.3031-83 «Работы со ртутью. Требования безопасности»; ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» №99 [3].

Среди государственных организаций, выполняющих экологические услуги, выделяется Балтийско-Арктическое Межрегиональное Управление Росприроднадзора в сфере природопользования, основанное 21 сентября 2004 года. Федеральная служба по надзору участвует в разрешительной и учетной деятельности, состоящей из государственного учёта объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, государственной экологической экспертизы, регулирования в области обращения с отходами, отчёта по форме 2-ТП (воздух) и перечня государственных услуг в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. №400 «Об утверждении

Положения о Федеральной службе по надзору в сфере природопользования»; а также в надзорной деятельности [1].

Также стоит отметить филиал ФГБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Мурманской области», созданный в 2005 году. Учреждение оказывает помощь природопользователям в проведении производственного экологического контроля и предлагает на договорной основе следующие услуги: разработку природоохранной документации, экологические платежи и консультации по минимизации экологических платежей предприятия, экологическое лицензирование и аудит, а также лабораторно-технические измерения, включающие анализ и мониторинг промышленных выбросов и атмосферного воздуха, загрязнения водных объектов и токсикологии, почв и отходов. Рейтинга по этой государственной организации не предоставлен [8].

ЦЛАТИ по Мурманской области работает в соответствии со следующими нормативными документами: Постановление Правительства РФ от 28.08.1992 г. №632 «Об утверждении Порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия»; Постановление Правительства РФ от 02.03.2000 г. №183 «О нормативах выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и вредных физических воздействиях на него»; постановление Правительства РФ от 12.06.2003 г. №344 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления» (с изменениями от 1 июля 2005 г.); Приказ Ростехнадзора от 08.06.2006 г. №557 «Об установлении сроков уплаты платы за негативное воздействие на окружающую среду» [8].

Из всего вышесказанного следует, что в Мурманске рынок экологических услуг пользуется спросом. Предприятия, которые проводят мероприятия в сфере охраны окружающей среды и природопользования, выполняют работу в соответствии с существующим в РФ природоохранным законодательством.

### Литература

1. Балтийско-Арктическое межрегиональное управление Росприроднадзора в сфере природопользования. Официальный сайт. Доступно по адресу: <http://51.rpn.gov.ru/>.
2. Общество с ограниченной ответственностью «Медком». Доступно по адресу: <https://ecoland51.ru/>.
3. Общество с ограниченной ответственностью «Экологическое предприятие Меркурий». Доступно по адресу: <https://mercury-spb.ru/o-kompanii/>.
4. Общество с ограниченной ответственностью «ЭкоСервис». Доступно по адресу: <http://eco-centre.org/>.
5. Орлова И.Г. Российский рынок экологических услуг: проблемы и перспективы. // Экологический вестник России. Научно-практический журнал. 21.06.2013. Доступно по адресу: <http://ecovestnik.ru/index.php/2013-07-07-02-13-50/nashi-publikacii/1761->
6. Официальный портал «За честный бизнес». Всероссийская система данных о компаниях и бизнесе. Доступно по адресу: <https://zachestnyibiznes.ru/>.
7. Словарь по географии. 2015 год. Доступно по адресу: [https://geography\\_ru.academic.ru/7971/экологические\\_услуги](https://geography_ru.academic.ru/7971/экологические_услуги).



8. Центр лабораторного анализа и технических измерений по Мурманской области. Филиал ФГБУ «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Северо-западному федеральному округу». Доступно по адресу: <http://clati-murmansk.mels.ru/>.

**A.P. Slutskaia**

### **ENVIRONMENTAL SERVICES IN MURMANSK**

The article analyzes the ecological services in Murmansk city. First of all, attention is focused on the theoretical basis of environmental services. Based on the studied data, the general characteristics of organizations that provide various types of environmental services are described. Special attention is paid to the characteristics of specific enterprises that conduct activities in the field of ecology and nature management.

*Keywords:* Murmansk city, ecologization of the economy, environmental services, market of environmental services

**УДК 502/504+911.9/.5(470.325)**

**Ю.В. Юдина**

*Белгородский государственный национальный исследовательский университет  
г. Белгород, Россия (E-mail: yudina@bsu.edu.ru)*

### **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СЕТИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

Долгосрочная стратегическая программа создания каркаса устойчивого развития региона предполагает отказ от «островной» идеологии функционирования обособленных ООПТ. Приоритетна территориальная организация экологических сетей, где ведущая роль в сохранении природного биологического разнообразия и поддержания экологической стабильности территории принадлежит ключевым элементам – природным паркам регионального значения. Планирование региональной сети охраняемых территорий с ландшафтно-геоэкологических позиций позволяет достигнуть ожидаемых положительных эффектов функционирования ООПТ.

*Ключевые слова:* охраняемая территория, природный парк, экологический каркас, геоэкологические эффекты

Многолетние исследования позволили предложить авторскую концепцию формирования устойчивого экологического каркаса и развития эффективно управляемой системы ООПТ (на примере Белгородской области) [11-14], которая основывается на создании региональных природных парков. Соблюдение и надлежащее исполнение рекомендаций по планированию ООПТ предполагает достижения ожидаемых положительных эффектов природопользования, сведенных автором в 14 приоритетных позиций, включая социально-экономические импульсы развития:

1. *Эффект «экологического каркаса»* возможен при установлении экологического равновесия в территориальной организации геосферы [12], способного противостоять деструктивным антропогенным воздействиям. Создается посредством превентивной изоляции и сохранения «заповедных ядер» при зонировании парка. Взаимосвязанные

участки, имеющие различную экологическую ценность и обеспечивающие системную целостность, позволяют создать пространственную сеть, покрывающую всю территорию парка, включая буферную зону.

2. *Эффект стабилизации популяций и сохранения variability живых организмов, входящих в экосистемы парка*, подразумевает решение приоритетной природоохранной задачи по восстановлению и сохранению биологического и ландшафтного разнообразия и снижению биоценотического кризиса. Чем выше разнообразие биоты, тем выше устойчивость экосистем в целом, и их резистентность к внешним факторам [10]. ООПТ позволяют сохранить генофонд растений и животных, служат убежищами и центрами расселения флоры и фауны, являются источниками пополнения охотничьей фауны. Индикаторы успеха – естественная структура, природный видовой состав и жизнеспособная численность популяций при минимизации доли чужеродных видов в общем биологическом разнообразии территории [12].

3. *Эффект экологического благополучия и естественности среды (или эффект гомеостатики)* достигается путем полноценного выполнения ландшафтными комплексами своих экологических функций. Природоохранная роль связана с ресурсорегулирующей, средовоспроизводящей, средообразующей, средозащитной функциями и задачей сохранения генофонда в результате поддержания биологического разнообразия. Для эталонов неизменной и малозатронутой природы, резерватов редких животных и растений, ландшафт, выполняя биотопическую функцию, создает условия для их воспроизводства. Реализация идентифицированных экологических функций, позволяющих достичь внутреннего динамического равновесия экосистемы на основе постоянной функциональной саморегуляции и поддержки важных параметров, ритмов и трендов развития экосистемы, является важным критерием, отражающим оптимальное функциональное зонирование территории [14].

4. *Эффект ландшафтной адаптации*. Организация ООПТ предполагает ландшафтные изыскания. Инвентаризация и систематизация геосистем необходимы не только в виде свода данных о ландшафтной структуре территории, но и для информационного обеспечения ландшафтного мониторинга. Ландшафтный кадастр – это основа предпроектных и проектных работ, все архитектурно-планировочные мероприятия, включая функциональное зонирование, осуществляется только при использовании в подоснове серии ландшафтных карт [14]. Ландшафтная репрезентативность – один из критериев, которым должен обладать природный парк, обеспечивающий создание оптимальной структуры природно-заповедного фонда.

5. *Эффект функциональной поляризации* природного парка проявляется в пространственном разобщении ареалов с антагонистичными функциями (например, резерватная и обслуживания рекреантов). Сконцентрировав подобные ареалы в «ядра» (заповедные, агрохозяйственные и др.) и отделив их нейтральным фоном или буферной зоной, можно смягчить возможные территориальные конфликты у несовместимых элементов, возникающие при нежелательном соседстве или пограничности [12].

6. *Эффект экореконструкции и экореставрации* заключается в восстановлении нарушенных и в разной степени деградированных ландшафтов. Как считает В.Б. Михно:

«... активная охрана природы немыслима без коренного улучшения ее путем изменения существующих или создания новых ландшафтных комплексов, отличающихся более высокой социально-экономической ценностью, устойчивостью и интенсивностью средовоспроизводящих функций... Достигнуто это может быть на основе рациональной организации и мелиорации ландшафтов...» [7, с. 38]. Внедрение эффективных методов мелиорации закреплено на законодательном уровне [8].

7. *Эффект территориальной организации рационального природопользования* проявляется в совершенствовании и в создании новых структур землепользования на основе соответствия структурных элементов ландшафта и видов использования земель. Природно-хозяйственное зонирование территории позволяет выделить территории для ландшафтного проектирования новых форм природопользования – природоохранных, рекреационных, аграрных и др. Совершенствование структуры землепользования, распределение и перераспределение антропогенных нагрузок по видам использования земель позволяет избежать многих экологических проблем и рисков [12].

8. *Эффект устойчивого развития территории* достигается путем решения ландшафтно-экологических и социально-экономических проблем. Устойчивое развитие подразумевает создание таких систем природопользования, которые обеспечивают потребности социума с одновременной поддержкой средо- и ресурсоформирующих функций ландшафта. Геопланирование [5, 9, 15], нормирование антропогенных нагрузок и достижение эколого-хозяйственного баланса территории при условии сохранения и воспроизводства природно-ресурсного потенциала, с учетом мероприятий оптимизации природной среды, позволяет отнести территории парков к территориям с устойчивым развитием.

9. *Эффект своевременной защиты территории* подразумевает систематический мониторинг за всеми компонентами и элементами экосистем парка и предполагает планирование и прогнозирование негативных событий, учет рисков, как природных, так и техногенных и своевременное принятие решений осуществления средозащитных мероприятий [12]. Для оценки экологических рисков используют социально-экономические, информационные и технологические возможности, включая инновационные технологии.

10. *Эффект формирования «образа места»* или «образа территории» заключается в понимании уникальности, индивидуальности каждого географического ландшафта или культурно-исторического объекта. Вопросы, связанные с формированием образа места и концептуального представления о территории, отражены во многих работах [1-4, 6]. Формирование образа парка – одна из форм его репрезентации. Образ территории как совокупность ассоциаций и устойчивых пространственных представлений, формирует в сознании культурно-географический образ, который увязан с понятиями «туристический имидж» и «бренд». Восприятие и осмысление географического пространства, при наличии туристской составляющей, обретает особую значимость в контексте с культурно-историческим ландшафтом региона. Туристский образ – это «визитная карточка» парка.

11. *Эффект повышения природоохранного, экологического и культурного сознания*, предполагает экопросвещение, уважение традиционного уклада местных сообществ и их обычаев, обмен опытом, который складывается из потребностей современного общества и

социального заказа на эколого-ориентированные системы образования и просвещения. Современные экологические, этно-культурные, естественно-исторические, краеведческие и иные специализированные музеи и центры позволяют реализовать эколого-просветительские и научно-исследовательские задачи воспитания и образования, предписанные паркам ФЗ [8].

12. *Эффект возрождения и сохранения местной культурной среды* заключается в восстановлении, развитии и популяризации народных ценностей, формирующих чувство самобытности и преемственности, в рамках традиционного культурного ландшафта – фольклора, народных промыслов и ремесел, культивирование народной и местной кухни, реконструкция исторических событий посредством исторических спектаклей, восстановление традиционных форм природопользования и др. Социальные и культурные действия не травмируют устоявшую культурную среду, а наоборот стимулируют ее возрождение [12].

13. *Эффект сохранения и популяризации историко-культурного наследия региона* заключается в реализации мероприятий по исследованию, инвентаризации, паспортизации, установлению режимов и регламентов охраны объектов наследия и их содержания, реконструкции и постановке на государственный учет. Особое значение в природных парках уделяется процедуре организации историко-культурных микро- и макрозаповедников, но при условии контроля и надзора за любой деятельностью в парке, влекущей за собой разрушение памятников или изменения исторически сложившегося архитектурного ландшафта [12].

14. *Социально-экономический эффект* вытекает из поддержки местных экономик, при достижении цели разностороннего развития занятости в сельской местности и создания новых сельско-городских партнерств. Создание рабочих мест в сфере рекреации и туризма позволяет достигнуть роста средств непромышленного назначения, диверсификации сельской экономики и увеличить поступления в местный бюджет. Предполагается частное предпринимательство и возрождение традиционного хозяйства. Эффективная политика увеличивает привлекательность сельских населенных пунктов для всех групп населения, в том числе молодого поколения, способствуя воссозданию заброшенных селений [12].

Таким образом, геоэкологические и социально-экономические эффекты ландшафтно-планировочных решений при проектировании ООПТ выступают индикаторами устойчивого пользования ресурсами стабильности био- и геосфер.

### Литература

1. *Замятин Д.Н.* Культура и пространство: моделирование географических образов. – М.: Знак, 2006. 488 с.
2. *Замятина Н.Ю.* Смысл положения: место в ментально-географических пространствах // Международный журнал исследований культуры. Культурная география. 2011. № 4 (5). С. 60-68.
3. *Каганский В.Л.* Ареальная парадигма пространственной идентичности: основания, пределы, выход за пределы // Вестник Пермского научного центра УрО РАН. 2014. № 5. С. 10-19.
4. *Калуцков В.Н.* Географические подходы к созданию историко-культурных образов // Культура и пространство; под ред. В.К. Мальковой, В.А. Тишкова. Т. 2. Москва: Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН, 2010. С. 58-82.

5. *Лисецкий Ф.Н.* Формирование регионального экологического каркаса для обеспечения устойчивого развития // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Экология. 2000. № 3 (12). С. 3-9.
6. *Михайлов Н.Н.* Образ места // Вопросы географии. 1948. № 10. С. 193.
7. *Михно В.Б.* Ландшафтные аспекты оптимизации экологической обстановки Воронежской области // Вестник ВГУ. Серия: География. Геоэкология. 2005. № 2. С. 29-43.
8. Об особо охраняемых природных территориях / ФЗ от 14 марта 1995 г. N 33-ФЗ // СПС «Гарант». Режим доступа: [http://base.garant.ru/10107990/#block\\_87000#ixzz3e4b8Gskb](http://base.garant.ru/10107990/#block_87000#ixzz3e4b8Gskb)
9. *Топчиев О.Г., Мальчикова Д.С., Шашеро А.Н.* Методологічні засади геопланування регіону // Український географічний журнал. 2010. № 1. С. 23-31.
10. *Шварц Е.А.* Сохранение биоразнообразия: сообщества и экосистемы. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 112 с.
11. *Юдина Ю.В.* Геоэкологический подход к пространственному формированию региональной сети особо охраняемых природных территорий // Проблемы природопользования и экологическая ситуация в Европейской России и на сопредельных территориях. Белгород: Политерра, 2017. С. 495-501.
12. *Юдина Ю.В.* Ландшафтно-геоэкологические аспекты обоснования региональной сети природных парков (на примере Белгородской области): дис. ... канд. геогр. наук. Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 2019. 157 с.
13. *Юдина Ю.В.* Ландшафтное и рекреационно-туристское обоснование оптимальной сети региональных природных парков (на примере Белгородской области) // Успехи современного естествознания. 2014. № 7. С. 49-53.
14. *Юдина Ю.В.* Ландшафтный подход к пространственной организации региональной сети природных парков (на примере Белгородской области) // Академическая наука – проблемы и достижения. North Charleston, SC, USA. 2015. С. 11-16.
15. *Lisetskii F.N., Zemlyakova A.V., Terekhin E.A., Naroznyaya A.G., Pavlyuk Y.V., Ukrainskii P.A., Kirilenko Z.A., Marinina O.A., Samofalova O.M.* New opportunities of geoplanning in the rural area with the implementing of geoinformational technologies and remote sensing // Advances in Environmental Biology. 2014. Vol. 8. № 10. P. 536-539.

**Yu.V. Yudina**

#### **GEOECOLOGICAL EFFECTS OF IMPROVING THE REGIONAL NETWORK OF SPECIALLY PROTECTED NATURAL TERRITORIES**

The long-term strategic program for creating a framework for sustainable development of the region involves the rejection of the "island" ideology of functioning of separate protected areas. Priority is given to the territorial organization of ecological networks, where the leading role in preserving natural biological diversity and maintaining the ecological stability of the territory belongs to key elements – natural parks of regional significance. Planning a regional network of protected areas from a landscape-geoecological point of view allows achieving the expected positive effects of the functioning of protected areas.

*Keywords:* protected area, Natural Park, ecological framework, geoecological effects



## **СЕКЦИЯ 5**

### **ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ЭТАПА УРБАНИЗАЦИИ (ЦУР-11)**

УДК 502.4

*К. А. Александрийская, О.А. Климанова**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
г. Москва, Россия (E-mail: xenia-alex@yandex.ru; oxkl@yandex.ru)*

## СООТНОШЕНИЕ ПРИРОДООХРАННЫХ И РЕКРЕАЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ ГОРОДСКИХ ООПТ НА ПРИМЕРЕ МОСКВЫ

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) являются важной частью природного комплекса Москвы, предоставляя большой спектр экосистемных услуг. В работе проведена оценка рекреационной и природоохранной функций ООПТ города Москвы. В статье предложен подход к оценке предлагаемого объема рекреационных экосистемных услуг на основе рекреационного потенциала и рекреационной освоенности территорий. Природоохранная функция оценивается с учетом степени фрагментации экосистем и биоразнообразия. В статье рассматриваются 13 крупнейших ООПТ Москвы, которые были разделены на 3 группы по соотношению природоохранной и рекреационной функций.

*Ключевые слова:* рекреационные услуги, экологические услуги, городские особо охраняемые природные территории, ООПТ Москвы

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) являются важной частью природного комплекса Москвы, предоставляя большой спектр экосистемных услуг, повышая устойчивость города к последствиям изменения климата, создавая комфортные условия для жизни, способствуя сохранению ландшафтного и видового разнообразия, и выполняя при этом рекреационные функции. В настоящее время в городе существуют 122 ООПТ [11], а городская система ООПТ в Москве – одна из наиболее развитых среди крупнейших городов России [3], хотя их доля от площади города – 7% (включая Новую Москву) ниже, чем других городах-миллионерах. В последнее время рекреационное значение ООПТ возросло, о чем свидетельствует проводимое благоустройство, возникновение новых форм познавательной рекреации, создание интернет-ресурсов об ООПТ, а также изменения в законодательстве. В работе проведена оценка рекреационной и природоохранной функций ООПТ города Москвы. В качестве объекта исследования были выбраны 13 крупнейших ООПТ города, для которых в открытом доступе находятся Положения и Проекты планировок.

Природоохранные функции ООПТ были оценены авторами через видовое биоразнообразие, а также фрагментацию растительного покрова — индекс PAR [7-8] (Табл. 1). Для определения видового биоразнообразия были использованы Красная Книга Москвы [5], сайты ООПТ [11] и МосПрирода [9] и другие литературные источники. Для выявления растительности был использован спутниковый снимок Santinel-2 за 28 августа 2019 года, растительный покров был выделен при помощи классификации с обучением в программе ArcMap.

В рамках нашей работы под рекреационной функцией ООПТ понимается возможность территории предоставлять условия для отдыха населения. В исследовании рекреационная функция была оценена через возможности, предоставляемые рекреационной инфраструктурой, к которой относится дорожно-тропиночная сеть (ДТС), спортивные и

детские площадки, пляжи, экотропы и другие объекты. Авторы исходили из предположения, что прогулки на охраняемых территориях осуществляются по существующей дорожно-пешеходной сети, а также в местах отдыха. В исследовании были учтены следующие виды рекреации: познавательная рекреация, спортивная рекреация, отдых с детьми, прогулочный отдых, отдых на свежем воздухе, отдых у воды. Для выявления рекреационной функции были оцифрованы рекреационные объекты, расположенные на ООПТ, для этого использовались Яндекс.Карты, сайты ООПТ [11], Мосприроды [9]. Данные о дорожно-тропиночной сети были взяты из слоев OpenStreetMap и сайта Веломосква [10]. При определении рекреационной емкости использовались различные стандарты, проектные документы, информация с сайтов ООПТ и так далее [1-2]. Для определения рекреационной функции ООПТ в работе была предложена авторская методика, основанная на показателях рекреационного потенциала и рекреационной освоенности (Табл. 2).

Таблица 1

## Показатели и индикаторы природоохранной функции

Показатели	Индикаторы
Биоразнообразие	<i>Число видов флоры и фауны на ООПТ, Доля видов от общего количества видов в Москве (%).</i>
Уровень фрагментации экосистем	<i>Индекс PAR = P/S, (где P — периметр экосистемы, S — площадь экосистемы) для ООПТ в целом и по ячейкам 50x50 метров</i>

Таблица 2

## Показатели и индикаторы рекреационной функции

Показатели	Индикаторы
Рекреационный потенциал	<i>Разнообразие видов рекреации (в т.ч. наличие эколого-просветительских центров и экотроп, памятников архитектуры и проч.); Вместимость рекреационных сооружений (чел/га).</i>
Рекреационная освоенность	<i>Доля площади ООПТ, занятой ДТС (%); Плотность ДТС для ООПТ в целом и по ячейкам 50x50 метров (м/м<sup>2</sup>).</i>

На основе полученных данных было проведено сравнение ООПТ по двум функциям, были выделены ООПТ с преобладанием рекреационной или природоохранной функции. Для этого использовались следующие индикаторы: видовое биоразнообразие, площадь участков, свободных от рекреационной инфраструктуры (Рис 1.1), доля территории под ДТС разной плотности (Рис 1.2), вместимость рекреационных объектов, также бралось во внимание наличие объектов познавательной инфраструктуры. Анализ соотношения природоохранных и рекреационных функций позволил объединить ООПТ в три наиболее многочисленных группы (Табл. 3). На трех охраняемых природных территориях преобладает рекреационная функция, природоохранная функция остается преобладающей на девяти ООПТ, среди них можно выделить ООПТ по степени развитости рекреационной функции.

По территории девяти ООПТ с преобладанием природоохранной функции дорожно-тропиночная сеть распределена неравномерно, поэтому можно выделить крупные



нетронутые природные участки. Эти охраняемые территории являются важнейшими центрами сохранения видового биоразнообразия флоры и фауны, а также краснокнижных видов. Среди них рекреационная функция относительно слабо развита в заказниках «Долина реки Сетунь», «Долина реки Сходни в Куркино», «Косинский», а также в национальном парке «Лосиный остров». На среднем уровне рекреационная функция выражена в ПИП «Битцевский лес», «Тушинский», «Кузьминки-Люблино», «Измайлово» и «Царицыно». На территории этих ООПТ существуют парки культуры отдыха или зоны отдыха, эколого-просветительская инфраструктура, а также памятники архитектуры и музеи. Однако в пересчете на значительную площадь ООПТ плотностью рекреационных объектов относительно средняя. Рекреационная функция преобладает на трех ООПТ, это небольшие по площади охраняемые территории, сильно фрагментированные дорожно-тропиночной сетью. Именно ООПТ этой группы нуждаются в тщательном планировании природоохранных мероприятий и мер по благоустройству, а также контролю и возможному ограничению рекреационных нагрузок.

Таблица 3

## Сравнение природоохранной и рекреационной функций ООПТ

ООПТ	Площадь, га	Природоохранная *	Рекреационная*	
Заказник «Долина реки Сетунь»	696,05	3	1	Преобладает природоохранная функция, а рекреационная выражена слабо.
Заказник «Долина реки Сходни в Куркино»	245,49	3	1	
Национальный парк «Лосиный остров»	3090,6	3	1	
ПИП «Косинский»	335	3	1	
ПИП «Битцевский лес»	2208,4	3	2	Преобладает природоохранная функция, а рекреационная выражена на среднем уровне.
ПИП «Измайлово»	1608,4	3	2	
ПИП «Царицыно»	1316	3	2	
ПИП «Тушинский»	663,48	3	2	
ПИП «Кузьминки-Люблино»	1055,65	3	2	
Заказник «Теплый Стран»	328,73	1	3	Преобладает рекреационная функция. Природоохранная функция выражена слабо.
Памятник природы «Серебряный бор»	202,77	1	3	
ПИП «Покровское-Стрешнево»	222,77	1	3	
ПИП «Сокольники»	229,2	2	2	* *
* Степень выраженности функции от 1 до 3, где 3 — функция сильно выражена				
* * Недостаточно данных				
Составлено авторами				

Итак, исследуемые ООПТ различаются по насыщенности рекреационными объектами и возможными видами рекреационных занятий. В настоящее время на всех московских ООПТ повсеместно развита инфраструктура для массового и спортивного отдыха при подчиненной роли образовательной и эколого-просветительской рекреации. Степень реализации природоохранной функции на многих ООПТ Москвы по-прежнему остается достаточно высокой, прежде всего, за счет сохранения достаточно больших по площади слабо

фрагментированных массивов природных экосистем. Данные о видовом биоразнообразии свидетельствуют, что на некоторых ООПТ произрастает более половины видов флоры города Москвы (ПИП «Битцевский лес») и более 90% видов фауны (ПИП «Измайлово»). ООПТ также играют важную роль для сохранения видов из Красной книги Москвы - на природных территориях «Долина реки Сетунь», «Измайлово» и «Долина реки Сходни в Куркино» встречается более 45% видов краснокнижной фауны.

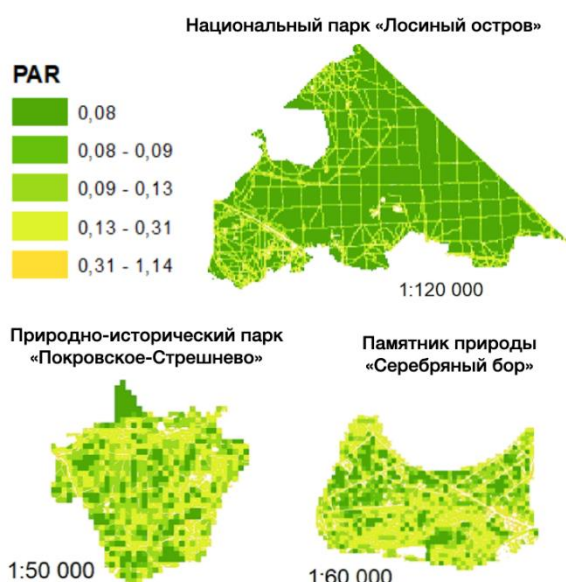


Рис. 1.1. Индекс фрагментированности ООПТ Москвы (PAR). Составлено авторами

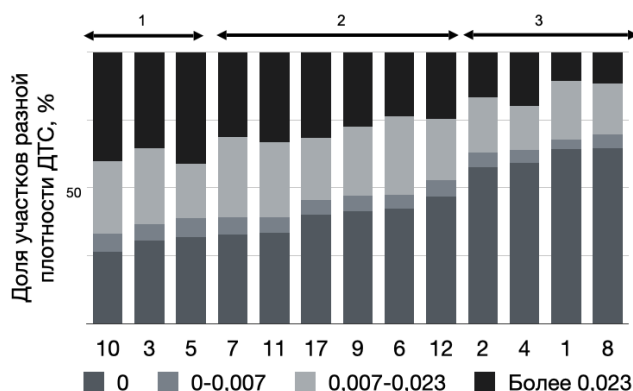


Рис. 1.2. Структура плотности дорожно-тропиночной сети ООПТ, м/м<sup>2</sup>. Составлено авторами.

На ООПТ фрагментация экосистем, главным образом, происходит из-за благоустройства, роста тропиной сети, устройства пикниковых точек, спортивных и детских площадок. Была выявлена корреляция (коэффициент детерминации = 0,76) между рекреационной нарушенностью территорий ООПТ (т. е. долей территории под дорожками и рекреационной инфраструктурой) и фрагментацией (индексом PAR). Рекреационное обеспечение ООПТ может доводиться до уровня парковых территорий, а перенасыщение природных территорий рекреационной инфраструктурой может способствовать превышению рекреационной емкости экосистем и снижению биоразнообразия.

В последнее время особенно активно велись работы по благоустройству ООПТ, некоторые работы проводились без учета режима охраны. Наиболее уязвимыми биотопами на в этом контексте стали луга и водно-болотные угодья. Именно они рассматриваются в качестве территорий для застройки, создания некапитальных строений (например, крытых катков и футбольных полей). Усиление природоохранной функции ООПТ возможно через восстановление естественных местообитаний, поскольку видовое богатство птиц и млекопитающих увеличивается с увеличением площади местообитаний [6]. Одна из возможностей увеличения разнообразия аборигенных видов состоит в культивировании местных видов растений [4]. Еще одним подходом может быть воссоздание естественных берегов водных объектов.

### Литература

1. Постановление Правительства Московской области от 23 декабря 2013 года N 1098/55 «Об утверждении «Указания. Региональный парковый стандарт Московской области»
2. Приказ Минспорта России от 25.05.2016 N 586 "Об утверждении Методических рекомендаций по развитию сети организаций сферы физической культуры и спорта и обеспеченности населения услугами таких организаций»
3. Климанова О. А., Колбовский Е. Ю., Илларионова О. А. Экологический каркас крупнейших городов Российской Федерации: современная структура, территориальное планирование и проблемы развития //Вестник Санкт-Петербургского университета. Науки о Земле. – 2018. – Т. 63. – №. 2.
4. Морозова Г. Ю., Злобин Ю. А., Мельник Т. И. Растения в урбанизированной природной среде: формирование флоры, ценогенез и структура популяций //Журнал общей биологии. – 2003. – Т. 64. – №. 2. – С. 166-180.
5. Самойлов Б. Л. Красная книга города Москвы. – 2011.
6. Федоров В. А. Факторы, определяющие видовое разнообразие птиц на ООПТ Санкт-Петербурга //Материалы межрегиональной конференции «Особо охраняемые природные территории регионального значения: проблемы управления и перспективы развития. – 2010. – С. 92-96.
7. Экосистемные услуги России: Прототип национального доклада. Т. 2. Биоразнообразие и экосистемные услуги: принципы учёта в России / Сост. Е.Н. Букварёва; Ред. Е.Н. Букварёва, Т.В. Свиридова. — М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2020. — 252 с
8. Rutledge D. T. Landscape indices as measures of the effects of fragmentation: Can pattern reflect process //DOC Science Internal Series. – 1998. – Т. 98.
9. ГПБУ "Мосприрода". Доступно по адресу: <https://mospriroda.ru>.
10. Веломосква. Доступно по адресу: <https://mos.bike/>.
11. Департамент Природопользования и охраны окружающей среды города Москвы. Доступно по адресу: <http://www.dpioos.ru/eco/ru/oopt>.

**К. Aleksandriiskaia, О. Klimanova**

#### **ENVIRONMENTAL AND RECREATIONAL ECOSYSTEM SERVICES OF URBAN PROTECTED AREAS: CASE STUDY OF MOSCOW**

The importance of urban protected areas is increasing all over the world because of urbanization. Protected areas in cities provide many ecosystem services; one of the most important is daily recreation. The study is devoted to the recreational and environmental ecosystem services of urban protected areas in Moscow. The article proposes an approach to assess the proposed volume of the recreational ecosystem services on the basis of the recreational development and recreational potential of the protected area. Environmental service is assessed taking into account the degree of ecosystems fragmentation and biodiversity. The article examines the 13 largest protected areas in Moscow, which were divided into 3 groups according to the ratio of nature conservation and recreational functions.

*Keywords:* Recreational ecosystem services, Environmental ecosystem services, Urban protected areas, Moscow's urban protected areas

УДК 911.375.5:502/504

*Аршинова М.А., Комарова Т.В., Романова Э.П.**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова*  
г. Москва, Россия (E-mail: amari\_geo@mail.ru, tanja37@yandex.ru, romanova@kmail.ru)**АНТРОПОГЕННЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И МАТЕРИАЛЬНЫЕ ПОТОКИ  
В КРУПНЫХ ГОРОДАХ ЗАРУБЕЖНОЙ ЕВРОПЫ  
И ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ**

Анализ процессов воздействия на природную среду проведен для городов с населением более 1 млн. человек в зарубежной Европе и на европейской территории Российской Федерации. Рассчитаны удельные энергетические и материальные «нагрузки» на единицу площади городов, проведено их сопоставление с природно-обусловленными потоками. Сравнительный анализ расчетных показателей позволил выявить региональные различия в степени трансформирующего воздействия на вмещающие ландшафты для городов-миллионеров России и зарубежной Европы.

*Ключевые слова:* городские геосистемы, города-миллионеры, антропогенные нагрузки, городской метаболизм, Европа



Проблема трансформирующего воздействия городов на процессы, протекающие во вмещающих ландшафтах и на прилегающих к ним территориях, представляет особую важность для Европейского субрегиона. Формирование городских поселений в Старом Свете имеет длительную историю и значительную интенсивность. Среди европейских стран есть и лидеры по современному уровню урбанизации: доля горожан в общей численности населения Бельгии, например, достигает 98%. В то же время количество, размеры и пространственное распределение городов в разных частях европейского региона

существенно различаются. Наибольшая плотность городских поселений характерна для Западной и Центральной Европы, где средняя удаленность городов друг от друга часто не превышает 2-3 км. В странах Северной Европы, Юго-Восточной Европы и на Европейской территории России количество городов меньше и располагаются они на больших расстояниях друг от друга. Наглядное представление о различных масштабах урбанизации в зарубежной Европе и на Европейской территории России дают ночные снимки из космоса, отражающие, в том числе, и серьезную экологическую проблему, связанную с введением в ландшафт дополнительного искусственного освещения.

Городские поселения Европы различаются и по преобладающей численности жителей. Абсолютно преобладают средние и малые города, в которых проживает менее 500 тыс. человек. На их долю в Европейском регионе в целом приходится 65% горожан [10]. И только 9% городского населения Европы сконцентрировано в крупных и крупнейших городах с численностью населения более 1 млн. человек. В России доля крупных городов (по количеству) несколько выше, чем в зарубежной Европе, но отмеченное выше распределение в целом сохраняется (рис. 1).

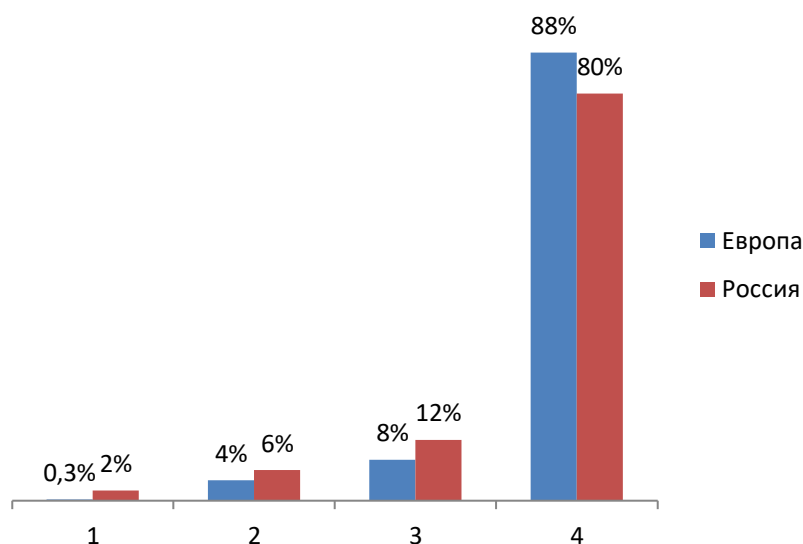


Рис. 1. Распределение городов по категориям численности.

1 – свыше 5 млн. чел.; 2 – от 1 до 5 млн. чел.; 3 – от 500 тыс. до 1 млн. чел.; 4 – от 100 тыс. до 500 тыс. чел. Составлено по данным [9]

Несмотря на ограниченное количество, именно крупные и крупнейшие города и городские агломерации являются локальными очагами наиболее сильного воздействия на вмещающие ландшафты и прилегающие территории. В настоящее время в зарубежной Европе насчитывается 42 города-миллионера, а на Европейской территории России – 10.

В зональном плане крупные города зарубежной Европы расположены в двух географических поясах (34 города в суббореальном подпоясе умеренного пояса и 8 городов в субтропическом поясе). В зоне смешанных лесов приокеанического сектора расположено 3 города, в зоне смешанных лесов переходного сектора – 4 города. Большинство городов-

миллионеров находятся в зоне широколиственных лесов, в том числе 16 – в приокеаническом секторе и 9 – в переходном секторе. По одному городу приурочено к лесостепной и степной зонам суббореального подпооя умеренного географического пояса. В субтропическом поясе в зоне вечнозеленых жестколиственных лесов, редколесий и кустарников расположено 8 городов-миллионеров зарубежной Европы [4]. Из 42 городов с населением свыше 1 млн человек 23 – это столицы европейских государств, а 19 – промышленные центры.

Один из городов-миллионеров в европейской части России расположен в зоне тайги переходного сектора. Еще один город находится в зоне смешанных лесов и два – в зоне широколиственных лесов переходного сектора. По три города располагаются в лесостепной и степной зонах. Все города-миллионеры Европейской территории России являются крупными промышленными центрами; административно это центры субъектов РФ и столица России.

Значительная плотность населения и разнообразие выполняемых функций, с одной стороны, и разнообразие природно-ландшафтных условий территории размещения, с другой, определяют целый спектр трансформирующих воздействий крупных городских геосистем Европы на вмещающие ландшафты. Городской метаболизм существенно отличается от природно-обусловленного, причем ряд существовавших ранее потоков вещества и энергии количественно меняется, а некоторые возникают или становятся значимыми только как результат жизнедеятельности города. Основные жизнеобеспечивающие потоки в городских геосистемах – это потребление энергии, продовольствия и воды с образованием твердых, жидких и газообразных отходов. Предпринятые оценки энергетических и материальных потоков для крупнейших городов мира (например, [6, 8]) показывают наличие сложных проблем в получении сопоставимых исходных данных, отборе репрезентативных индикаторов, а также в достоверном представлении результатов.

Анализ энергетических и материальных потоков для городов-миллионеров европейского региона с расчетом удельных «нагрузок» на единицу площади городских территорий позволил выявить наиболее значимые трансформации процессов, связанные с функционированием городских геосистем. Потребление конечной энергии в городах-миллионерах Европейской территории России [1] не превышает 20% природного энергетического потока, средняя антропогенная энергетическая нагрузка составляет 10,4 ккал на 1 кв.см в год. В зарубежной Европе эта величина почти в два раза выше (19,7 ккал на 1 кв.см в год), в большинстве крупных городов антропогенный поток энергии составляет первые десятки процентов от природного. Наиболее высокие нагрузки характерны для Парижа (77,1 ккал на 1 кв.см в год) и Брюсселя (60,4 ккал на 1 кв.см в год).

Потребление продовольствия представляет собой важнейший жизнеобеспечивающий поток городских геосистем. В городах-миллионерах зарубежной Европы калорийность питания превышает нормы, установленные ВОЗ (3000 ккал на 1 чел. в сутки), в то время как в России составляет от 2300 до 3100 ккал на 1 чел. в сутки. Удельные нагрузки на единицу площади крупных городов в зарубежной Европе и в европейской части России различаются

еще существеннее: на 1 кв. км городской территории приходится 8188 млн. ккал в год в зарубежной Европе и 2335 млн. ккал в год в европейской России.

Водопотребление в городах-миллионерах европейского региона существенно трансформирует природно-обусловленные водные потоки. Удельное потребление воды в европейских городах колеблется от 130 до 180 л на 1 чел. в сутки [5]. Из российских городов этому показателю соответствует только Москва, в остальных удельное водопотребление выше, что связано с менее эффективной работой систем водоснабжения и значительными потерями в водопроводных сетях. Ежегодная водохозяйственная нагрузка в городах-миллионерах зарубежной Европы составляет в среднем 512 тыс куб м на 1 кв км территории. На этом фоне резко выделяются крупнейшие столичные города (Лондон, Париж), где этот показатель превышает 1 млн. куб м на 1 кв км городской территории. Для рассматриваемых российских городов средний показатель нагрузки равен 456 тыс куб м на 1 кв км территории. В крупнейших городах (Москва, Санкт-Петербург) нагрузка составляет 500-550 тыс куб м на 1 кв км, а максимальная величина отмечена для Ростова-на-Дону (1,8 млн. куб м на 1 кв км).

Среди автономных потоков городского метаболизма наибольший интерес представляют выбросы парниковых газов, которые в сочетании с прямым увеличением тепловой нагрузки («тепловой купол») оказывает влияние на энергетический баланс города и прилегающих территорий, а также образование и утилизация твердых коммунальных (муниципальных) отходов. Оба эти потока обеспечены только национальными данными о душевых показателях, которые очевидно ниже, чем в городах, особенно крупных и крупнейших. Поэтому оценки потоков, выполненные с использованием этих данных, являются ориентировочными и нуждаются в уточнении по мере накопления информации по конкретным городам.

Ежегодная нагрузка парниковых газов (в пересчете на CO<sub>2</sub>-экв) для крупнейших городов ЕТР составляет в среднем 28 тыс. т на 1 кв.км. В качестве лидеров отчетливо выделяются Москва и Санкт-Петербург (54 и 41 тыс. т соответственно). Эти показатели находятся на уровне средних нагрузок для городов-миллионеров зарубежной Европы (42 тыс. т на 1 кв.км городской территории). Наиболее высокие нагрузки, превышающие 100 тыс. т, отмечены для Парижа, Неаполя и Брюсселя, где основная доля выбросов приходится на транспортный сектор [7].

Данные о накоплении и утилизации ТКО в крупных городах России являются разрозненными [3] и не позволяют провести сравнительный анализ и рассчитать удельные нагрузки этого материального потока на городские ландшафты. Страны зарубежной Европы существенно различаются по душевым показателям образования ТКО – от 272 кг на 1 чел. в год в Румынии до 633 кг на 1 чел. в год в Германии и 781 кг на 1 чел. в год в Дании [2]. В отсутствии конкретных данных о потоках ТКО в отдельных городах-миллионерах оценочные величины соответствующей нагрузки составляют в среднем около 3500 т на 1 кв. км городской территории. Максимальные нагрузки установлены для Неаполя (более 9 тыс. т), Парижа (более 10,5 тыс. т) и Копенгагена (более 12 тыс. т). В то же время крупнейшие города в Германии, несмотря на высокие душевые показатели образования ТКО, характеризуются умеренными и низкими нагрузками данного антропогенного потока: в

Мюнхене – 3134 т на 1 кв км в год, в Берлине – 2529, в Кельне – 1748, в Гамбурге – 1500 т на 1 кв км в год.

Анализ расчетных показателей позволяет сделать выводы о региональных различиях в душевых показателях антропогенных потоков в крупнейших городских геосистемах Европы, о вариативности удельных материальных и энергетических нагрузок на городские территории и, следовательно, о неодинаковой степени трансформирующего воздействия на вмещающие ландшафты для городов-миллионеров России и зарубежной Европы.

### Литература

1. Государственный доклад о состоянии энергосбережения и повышении энергетической эффективности в 2017 году. Минэнерго РФ, Москва, 2018
2. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения, перспективы — СПб.: Региональное энергетическое партнерство, 2005 — 74 с.
3. Кондратенко Т. «Мусорный» вопрос: почему буксует реформа обращения с отходами?» Портал «Климат России», 6 марта 2017. <http://climaterussia.ru/politika-i-finansy>
4. Романова Э. П., Алексеева Н. Н., Аршинова М. А. Физическая география материков и океанов. Т. 1. Кн. 1. Дифференциация и развитие ландшафтов суши земли. Европа. Азия. — М.: Изд. центр "Академия", 2014. — 464 с.
5. Baker L.A. (Ed.). The Water Environment of Cities: Springer, US, 2009.
6. Decker E.H. et al. Energy and material flow through the urban ecosystem. *Annu. Rev. Energy Environ.* 2000. 25:685–740
7. EU greenhouse gas inventory. 2018. <https://www.eea.europa.eu/themes/climate/eu-greenhouse-gas-inventory>
8. Kennedy Ch. A. et al. Energy and material flows of megacities. *PNAS* | May 12, 2015 | vol. 112 | no. 19 | 5985–5990. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1504315112](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1504315112)
9. Population on 1 January - cities and greater cities (urb\_cpop1). <https://ec.europa.eu/eurostat/web/cities/data/database>
10. World Urbanization Prospects: The 2018 Revision. (2019) United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. (ST/ESA/SER.A/420). New York: United Nations

*Arshinova M.A., Komarova T.V., Romanova E.P.*

### ANTHROPOGENIC ENERGY AND MATERIAL FLOWS IN THE LARGE CITIES OF EUROPE (FOREIGN COUNTRIES AND THE EUROPEAN TERRITORY OF RUSSIA)

Environmental impact processes are analyzed for the European cities, both in foreign countries and in the European part of Russia, with population over 1 mln people. Energy and material loads on the unit area of urban territories are calculated and compared with the natural flows. Regional features of landscape transformation resulting from the urban metabolism are revealed for megacities of Russia and foreign Europe.

*Keywords:* urban geosystems, megacities, anthropogenic load, urban metabolism, Europe



УДК 502.05

*О. С. Барзут, Д. А. Абрамов**Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова,  
г. Архангельск, Россия (E-mail: o.barzut@narfu.ru)***ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ГОРОДА АРХАНГЕЛЬСКА НА  
ПОКАЗАТЕЛИ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SILVESTRIS* L.) В ЗОНЕ  
ВОЗДЕЙСТВИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Представлена оценка качества воздушной среды города Архангельска при помощи биоиндикационных свойств сосны обыкновенной. Анализ хвои показал, что для всех исследуемых участков наблюдается общее увеличение доли хвоинок, относящихся к более высоким классам повреждения для двухлетней хвои, по сравнению с однолетней. Выявлено, что, в целом, воздух исследуемой территории по данным состояния хвои 1-го и 2-го жизни на всех изучаемых удалениях соответствует категории «чистый».

*Ключевые слова:* биомониторинг, хвоя, качество воздуха

Воздушная среда города Архангельска – крупного пункта железнодорожного сообщения Северной железной дороги с достаточно интенсивным движением железнодорожного транспорта, конечно же, испытывает воздействие поллютантов, так как на указанном участке магистраль неэлектрифицирована. Достаточно легким и надежным способом оценки негативного влияния транспортных выбросов в атмосферу является биоиндикация, которая как метод имеет значимые преимущества [1, 2]: не требует проведения дорогостоящих физико-химических анализов, даёт возможность оценить скорость происходящих метаморфоз в организме растения и выявить точки скопления загрязнителей, кроме того, это – быстрая диагностика и охват больших территорий.

Биоиндикацию можно проводить по различным морфологическим, анатомическим параметрам. Особой популярностью в данном направлении пользуется сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) Индикаторными признаками является наличие хлорозов и некрозов, изменение размеров хвои, а также преждевременное опадение хвои. Под влиянием поллютанта сосна подвергается морфологическим изменениям: уменьшение продолжительности жизни хвои и её отмирание; изреживание кроны в результате дефолиации; уменьшение ширины годичных колец; появление некрозов (краевого, срединного, точечного – отмирание тканей в виде пятен) [2]. Сосна обыкновенная – один из самых показательных и репрезентативных видов для осуществления контроля за выбросами в атмосферный воздух.

Цель настоящей работы – при помощи метода экспресс-оценки состояния хвои сосны обыкновенной установить влияние железнодорожного транспорта на качество атмосферного воздуха города Архангельска.

Полевой материал (побеги *Pinus sylvestris* L.) собран в естественных насаждениях вдоль железной дороги в направлении «Архангельск – Карпогоры». Географические координаты начальной точки маршрута места сбора материала: 64,53° с. ш. и 40,60° в. д. Всего представлены данные трех маршрутных участков в виде полос шириной 5 м, направление маршрута – перпендикулярно железнодорожному полотну в сторону северо-востока.

Удаление первого участка (полосы) от железной дороги – 10 м, второго – 20 м от первой полосы и третьего – 20 м от второго. В каждом из участков в диапазоне полосы шириной 5 м, параллельно железной дороге исследовано по 20 молодых деревьев сосны. Вытоптанность участков незначительна или отсутствует.

Отбор побегов сосны обыкновенной и их дальнейшее лабораторное исследование проводилось согласно методике [5]. Из средней части кроны каждого из 20 молодых деревьев не выше 2 м высотой (все деревья примерно одного возраста) отбирались ветки с побегами первого, второго и третьего года жизни. Далее исследованы морфометрические показатели сосны обыкновенной, а именно: линейные приросты за последние 2 года, а также длина хвои каждого года жизни (100 пар хвоинок для каждого дерева).

Показатель изменчивости морфологических признаков хвои сосны обыкновенной оценён по С. А. Мамаеву [4]: если  $Cv < 7\%$  – уровень изменчивости I (очень низкий);  $8\% < Cv < 12\%$  – II уровень (низкий);  $13\% < Cv < 20\%$  – III уровень (средний);  $21\% < Cv < 30\%$  – IV уровень (повышенный);  $31\% < Cv < 40\%$  – V уровень (высокий);  $Cv > 40\%$  – VI уровень (очень высокий).

Для деревьев, произрастающих в пределах указанных полос, определено среднее значение длины хвои каждого дерева для приростов 2018 и 2019 гг. (Табл. 1) [3].

Таблица 1

Средние показатели длины хвои сосны обыкновенной на участках

Возраст хвои	Длина хвои, см		Изменчивость,		Точность, р (%)
	Средняя $M \pm m$	Min-max	$Cv$ (%)	уровень изменчивости	
Участок 1					
1-ый год жизни (2019 г.)	3,83±0,33	4,6-2,7	8,83	уровень II (низкий)	0,87
2-ой год жизни (2018 г.)	4,20±0,40	3,0-5,0	9,14	уровень II (низкий)	0,91
Участок 2					
1-ый год жизни (2019 г.)	4,01±0,41	2,9-4,6	10,9	уровень II (низкий)	1,1
2-ой год жизни (2018 г.)	4,21±0,43	3,0-5,0	11,98	уровень II (низкий)	1,20
Участок 3					
1-ый год жизни (2019 г.)	3,30±0,37	2,4-4,4	11,29	уровень II (низкий)	1,13
2-ой год жизни (2018 г.)	3,82±0,46	2,4-4,7	12,44	уровень II (низкий)	1,24

На участке №1 средняя длина хвои прироста 1 года жизни варьирует для отдельных деревьев в диапазоне от  $2,94 \pm 0,18$  см до  $5,39 \pm 0,31$  см, при среднем общем значении  $3,83 \pm 0,33$  см (Табл. 1). Коэффициент изменчивости находится в пределах от 5,42% (I уровень – очень низкий) до 16,15% (III уровень – средний). Доля I уровня изменчивости признака в выборке составляет 55%, II – 18%, III – 27%, что говорит об очень низкой изменчивости выборки в среднем. Для побегов 2-го года жизни средняя длина хвои от  $3,47 \pm 0,15$  см до  $5,51 \pm 0,79$  при среднем значении  $4,20 \pm 0,40$  см. Коэффициент изменчивости находится в

диапазоне от 4,51% (I уровень – очень низкий) до 15,57% (IV уровень – средний). Доля I уровня изменчивости в выборке составляет 33%, II – 50%, III – 17%, поэтому для выборки характерна низкая изменчивость признака.

Средняя длина хвои 1 года жизни на участке № 2 (Табл. 1) для отдельных деревьев варьирует в диапазоне от  $3,12 \pm 0,59$  см до  $5,09 \pm 0,26$  см (среднее значение –  $4,01 \pm 0,41$  см). Коэффициент изменчивости находится в пределах от 3,48 % (I уровень – очень низкий) до 35,45 % (V уровень – высокий). Доля I уровня изменчивости в выборке составляет 58%, II и III уровней – по 17% и высокий уровень изменчивости (V уровень) – 8%. В целом, коэффициент изменчивости признака очень низкий, что указывает на однородность выборки по данному показателю. Для побегов 2-го года жизни средняя длина хвои отдельных деревьев колеблется от  $2,02 \pm 0,60$  до  $5,78 \pm 0,25$  см (среднее значение для всех деревьев участка –  $4,21 \pm 0,43$  см). Коэффициент изменчивости находится в диапазоне от 2,33% (I уровень – очень низкий) до 29,71% (IV уровень – повышенный). Доля I уровня изменчивости составляет 41%, II – 25%, III и IV уровней – 17%.

Средняя длина хвои на участке № 3 прироста 1 года жизни варьирует в диапазоне от  $3,12 \pm 0,59$  до  $5,09 \pm 0,26$  см при среднем значении –  $3,30 \pm 0,37$  см (Табл. 1). Коэффициент изменчивости находится в пределах от 5,12 % (I уровень – очень низкий) до 35,16 % (V уровень – высокий). Доля I уровня изменчивости в выборке составляет 64%, II, III, IV и V уровней – по 9%. В этом случае преобладает I уровень изменчивости, а значит изменчивость очень низкая.

Для всех участков исследования точность опыта ( $p$ ) от 0,87% до 1,24%, т.е. меньше 3%, что говорит о высокой точности и достоверности полученных результатов.

Оценка достоверности различия морфометрических показателей хвои при помощи критерия достоверности различий (критерия Стьюдента) [13] при доверительной вероятности равной 95,0, 99,0 и 99,9% показала, что, все средние значения длины хвои на разных участках достоверно не отличаются между собой при их попарном сравнении. Фактическое значение критерия Стьюдента меньше табличного интеграла вероятностей, который используется в случае больших выборок. Следовательно, биометрические показатели хвои сосны для указанных расстояний одинаково откликаются на атмосферное загрязнение в зоне действия железнодорожного транспорта.

Визуальный анализ хвои на предмет наличия повреждений показал, что для всех исследуемых участков наблюдается общее увеличение доли хвоинок, относящихся к более высоким классам повреждения (по некрозам) для 2-летней хвои, по сравнению с 1-летней в диапазоне: для участка №1 от 35% (1-летняя хвоя) до 54% (2-летняя хвоя); для участка №2 от 24% (1-летняя хвоя) до 44% (2-летняя хвоя); для участка №3 от 13% (1-летняя хвоя) до 46% (2-летняя хвоя). Доля хвои с более высокими классами повреждений преобладает на первом участке, наиболее приближенном к железнодорожному полотну.

Таким образом, морфометрические признаки хвои сосны обыкновенной в указанном диапазоне исследований не показали достоверно надежной реакции на атмосферное загрязнение от железнодорожного транспорта, тогда как состояние хвои, наличие некрозов продемонстрировали большую степень отзывчивости в виде увеличения количества ее

повреждений. В целом, воздух исследуемой территории по данным состояния хвои 1-го и 2-го жизни на всех изучаемых удалениях соответствует категории «чистый» [5].

### Литература

1. Биологический энциклопедический словарь [Текст]: энциклопедия / гл. ред. М. С. Гиляров. - Москва: Большая рос. энцикл., 1995. – 863 с.
2. Водоросли, лишайники и мохообразные СССР [Текст]: справочник-определитель / Л. В. Гарибова [и др.]. – Москва: Мысль, 1978. – 365 с.
3. Ивантер, Э. В. Элементарная биометрия [Текст]: учеб. пособ. / Э.В. Ивантер, А.В. Коросов; Петрозаводский гос. ун-т. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2005. – 104 с.
4. Мамаев, С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных пород: монография АН СССР. Уральск. науч. центр. Ин-т экологии растений и животных – Москва: Наука, 1972. – 283 с.
5. Туровцев, В.Д. Биоиндикация [Текст]: учеб. пособ. / В. Д. Туровцев, В. С. Краснов; Тверской гос. ун-т. – Тверь: Изд-во ТвГУ, 2005. – 178 с.

**O. S. Barzut, D. A. Abramov**

### THE INFLUENCE QUALITY OF ARKHANGELSK AIR ENVIRONMENT ON INDICATORS FORMATION OF THE NEEDLES OF SCOTS PINE (*PINUS SYLVESTRIS* L.) IN THE AREA OF INFLUENCE OF RAILWAY TRANSPORT.

In this work we present information about biomonitoring of atmospheric air in the city of Arkhangelsk. The object of the study was the needles of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), as a result of which air quality was established in Arkhangelsk.

*Keywords:* biomonitoring, pine needles, Scots pine, air quality

УДК: 504.38

**Н.М.Бектева**

МГУ имени М.В. Ломоносова,  
г.Москва, Россия (E-mail: bekt.n@mail.ru)

### ЗАВИСИМОСТЬ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ОТ ПРОСТРАНСТВЕННО-ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Санкт-Петербург - второй по величине город в Российской Федерации по площади и численности населения. Территория города дифференцирована по параметрам застройки и наличию инфраструктуры, влияющих на пространственное развитие и выбросы парниковых газов. Расчет выбросов парниковых газов позволил идентифицировать 3 типа районов города на основе потребления услуг по отоплению зданий и электроснабжению в коммунальном секторе, плотности дорог и скорости движения транспорта в транспортном секторе.

*Ключевые слова:* выбросы, парниковые газы, транспорт, градостроительство.

В настоящее время город Санкт-Петербург и прилегающие элементы планировочного пояса, расположенные на территории Ленинградской области, являются единым территориальным пространством. Согласно административно-территориальному делению,

город разделен на 18 районов [1]. Численность населения рассматриваемой территории составляет более 6 млн. человек и отличается большим количеством связей. В пределах города Санкт-Петербурга и прилегающих территорий Ленинградской области получил развитие единый рынок труда, наблюдается усиление производственных связей, увеличиваются масштабы маятниковых миграций. В связи с развитием периферийной части города наблюдается динамичное формирование районов массового жилищного строительства, недостаток объектов транспортной, инженерной и социальной инфраструктуры [3].

В основе формирования планировочной структуры города лежат принципы создания лучевых направлений от центра к периферии. Радиальные направления связываются дуговыми направлениями, кроме того, имеется небольшое число секущих направлений. Чем и объясняются полученные результаты выбросов от автотранспорта: «центральные» районы характеризуются максимальными значениями, так как в них наблюдается самая высокая плотность автомобильных дорог (до 14 км/км<sup>2</sup>) и низкие скорости движения в пиковые часы нагрузки на дорогах. Минимальные значения удельного выброса наблюдаются в, основном, в «периферийных» районах и части «спальных». В остальных районах наблюдаются средние значения удельных выбросов ПГ. Полученные расчеты демонстрируют снижение удельного выбросов ПГ по направлению центр-периферия, обусловленное уменьшением плотности дорожной сети до 2 км/км<sup>2</sup>, увеличением скорости движения, количества полос на дорогах и меньшими дорожными заторами во время пиковой нагрузки.

Выбросы ПГ при потреблении услуг по отоплению и электроснабжению и рассмотренного транспортного сектора составил **20 071 520 т** (СО<sub>2</sub>-экв.). Из них: 49% приходится на коммунальный сектор и 50% - на транспортный сектор. Выброс на душу населения составляет 3,7 тонны, что сравнимо с средним мировым выбросом парниковых газов на человека в год (4 тонны).

Отчетливо выделяется исторический центр г. Санкт-Петербурга – территория застройки, развитая по европейским канонам архитектуры и градостроительства XVIII – начала XX века. В данной части города наблюдается высокая концентрация объектов культурного наследия, сферы обслуживания и зданий административно-делового назначения. Исторический центр является местом туристских центров притяжения. Его площадь составляет около 5,8 тыс.га. По данным на 1 января 2019 года численность населения составляет 745 тыс. человек [4]. В состав территории входят Адмиралтейский, Василеостровский, Петроградский и Центральный районы г. Санкт-Петербурга.

В «исторических» районах наблюдаются максимальные значения плотности выбросов ПГ (от 29 793,6 до 64 624,4 тонн/км<sup>2</sup> СО<sub>2</sub>-экв.). Значительные выбросы от автотранспорта и коммунального сектора обусловлены высокой плотностью дорожной сети и высокой долей дореволюционной застройки, которая имеет низкую энергоэффективность и устаревшую систему вентиляции, что оправдывает высокие нормативы потребления по отоплению по сравнению с современными жилыми зданиями.

Далее расположен «серый пояс», представляющий собой промышленные и селитебные территории, сформировавшиеся в XIX – XX вв. Эта территория – бывшие промышленные окраины города. Их площадь составляет около 11 тыс.га. В "серый" пояс входят территории всех районов г. Санкт-Петербург, кроме Петродворцового, Красносельского, Пушкинского,

Колпинского, Курортного и Кронштадтского районов. В настоящее время на данных территориях расположена промышленно-коммунальная застройка, а также территории размещения объектов транспортной инфраструктуры. Общая численность населения составляет менее 350 тыс. человек. С середины 2000-х гг. на территориях характеризуется инвестиционно-привлекательной для проектов по строительству и реконструкции общественно-деловых и жилых объектов. Территория характеризуется низкой транспортной связностью из-за слабого развития улично-дорожной сети и присутствия территорий железнодорожного транспорта.

За «серым поясом» находятся «спальные районы», являющиеся поясом основного расселения ("спальные" или "периферийные районы"). Территория сформировалась в середине XX – начале XXI вв., выделяется преобладание многоквартирных жилых домов. Площадь основного расселения составляет около 24 тыс.га. В состав пояса основного расселения входят: Красносельский, Кировский, Московский, Фрунзенский, Невский, Красногвардейский, Калининский, Выборгский и Приморский районы города. В пределах пояса «спальных районов» проживает около 3,6 млн. человек и находятся около 30% мест приложения труда, представленных объектами образовательных учреждений, здравоохранения, социального обслуживания, а также сферы торговли и услуг. Территория основного расселения характеризуется нерациональным использованием территории, однотипностью застройки, повышенной плотностью населения и масштабным устареванием жилого фонда.

«Спальные» районы характеризуются средними и низкими значениями удельных выбросов ПГ (от 10 126,8 до 29 793,5 тонн/км<sup>2</sup> CO<sub>2</sub>-экв.) при равном вкладе коммунального и транспортного секторов. В данных районах наблюдается высокие значения численности населения и жилой площади, средняя –относительно «исторических» районов нагрузка на дорогах в пиковые часы и средняя площадь районов, что в результате обуславливает средние значения удельного выброса.

На периферии застроенной части г. Санкт-Петербург расположен внешний пояс развития города. Площадь территории составляет около 24 тыс. га, численность населения – менее 150 тыс. человек. Рассматриваемые территории располагаются в границах Приморского, Выборгского, Красногвардейского и Пушкинского районов города, часть из них находится на прилегающих территориях Ленинградской области. В 2011 году было завершено строительство Кольцевой автодороги (КАД), что стало стимулом активного развития данных территорий. Территории, расположенные вблизи магистрали, а также пригородные территории города пригодные для строительства, являются районами массового жилищного строительства, не обеспеченных достаточным количеством мест приложения труда. Периферия застроенной части характеризуется ограниченной транспортной доступностью, недостатком количества объектов социальной инфраструктуры и высокой плотностью населения [2].

Следующим элементом пояса выделяются - территории бывших городских и сельских поселений, которые в разное время были присоединены к Санкт-Петербургу. Площадь пояса пригородного расселения составляет более 80 тыс.га, численность населения – в районе 740 тыс. человек. Значительная часть данных территорий представлена поселениями, которые

находятся в границах зон охраны объектов культурного наследия (города Петергоф, Ломоносов, Кронштадт, Пушкин, Павловск, Сестрорецк, поселок Стрельна, поселки на северном побережье Финского залива). Также, в состав пригородного расселения входят крупные пригородные поселения, представляющие собой города-спутники. Большая часть населения, проживающая в городах-спутниках, является участниками маятниковой миграции из-за отсутствия в пригородах полноценной общественно-деловой инфраструктуры, что в результате создает дополнительную нагрузку на систему транспорта.

Значительное место среди пригородов занимает город Кронштадт, чье географическое положение, в частности изолированность на острове Котлин в Финском заливе, было главным препятствием развития города. После строительства КАД проблема транспортной доступности пригорода была решена.

Последним элементом планировочного пояса является Северное побережье Финского залива, на котором расположены муниципальные образования Курортного района г. Санкт-Петербурга. Благодаря своей уникальной природной привлекательности ландшафтов данная территория выполняет рекреационные и курортно-оздоровительные функции. С конца XX в. на рассматриваемой территории осуществляются проекты по реконструкции жилой и дачной застройки, а также редевелопменту рекреационных и санитарно-курортных объектов в проекты строительства малоэтажной и индивидуальной жилой застройки.

«Периферийные» районы обладают минимальными значениями удельных выбросов ПГ (от 1 889,2 до 10 126,7 тонн/км<sup>2</sup> СО<sub>2</sub>-экв.) за счет максимальных значений площади районов, малой площади жилой застройки и численности населения, а также малой плотности автодорог с высокими скоростями и многополосным движением.

### Литература

1. Албин И.Н. Генеральный план Санкт-Петербурга 2019-2043: стратегия и тактика // Управленческое консультирование. 2016. № 1. с. 64—67.
2. Барабкин Д.С., Айдарханов А.А. Перспективы развития транспортной системы в Санкт-Петербурге // Alfabuild. №1 (3). 2018. с. 24-32.
3. Закон Санкт-Петербурга от 19.12.2018 N 771-164 «О стратегии социально-экономического развития Санкт-Петербурга на период до 2035 года».
4. Стратегия экономического и социального развития Санкт-Петербурга на период до 2030 года. Доступно по адресу: <http://spbstrategy2030.ru/>.

**N. M. Bekteva**

### **GREENHOUSE GAS EMISSIONS DEPENDENCE ON SPATIAL STRUCTURE OF SAINT PETERSBURG**

Saint Petersburg is the second largest city in Russian Federation in terms of area and population. The city's area is differentiated by buildings parameters and availability of infrastructure influencing on spatial development and greenhouse gas emissions. Calculation of greenhouse gas emissions is identified 3 types of districts in the city based on buildings heating and electricity services consumption in municipal sector, density of roads and traffic speed in transport sector.

*Key words:* emissions, greenhouse gas, transport, urban development.

УДК 574.21

*Н. В. Василевская, А. И. Сикалюк**Мурманский арктический государственный университет*

г. Мурманск, Россия (e-mail: n.v.vasilevskaya@gmail.com; kreonikawallker@mail.ru)

**ФЕРТИЛЬНОСТЬ ПЫЛЬЦЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ  
МУТАГЕННОСТИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ**

В статье представлены результаты исследований влияния выбросов промышленных предприятий г. Мурманска на фертильность пыльцы *Sorbus gorodkovii* Rojark (рябина Городкова) - эндемичного вида Восточной Фенноскандии. Выявлен низкий уровень фертильности пыльцы (35 - 52%), особенно в окрестностях местных ТЭЦ, работающих на мазуте. В образцах всех пробных площадок отмечена высокая доля абортивной пыльцы (48–65%). Индекс стерильности варьирует от 1.8 до 2.4. Значительное увеличение стерильной пыльцы в окрестностях промышленных предприятий г. Мурманска свидетельствует о мутагенном влиянии их выбросов на мужскую генеративную систему *S. gorodkovii* и процесс образования гамет.

*Ключевые слова:* пыльца, фертильность, окружающая среда, загрязнение, мутагенность.

Экологическая устойчивость является одним из основных факторов, обеспечивающих устойчивое развитие любой территории. Для экологического мониторинга среды все чаще используются методы биоиндикации, позволяющие определить уровень воздействия промышленного загрязнения на популяции. В условиях возрастающего химического загрязнения урбанизированных территорий особую актуальность имеет оценка влияния антропогенных мутагенов на биоту. К ним относят мутагены, которые вызывают нарушения микрогаметогебеза у высших растений, проявляющиеся в снижении фертильности пыльцы. На качество пыльцы влияет комплекс факторов экзогенной и эндогенной природы: способ размножения, внутривидовая гибридизация, цитоплазматическая стерильность, ядерная мужская стерильность, антропогенные факторы среды [7]. Пригодность пыльцы для обнаружения фитотоксического и мутагенного действия поллютантов обусловлена ее чувствительностью к действию загрязнителей, и тем, что именно в гаплоидном состоянии проявляются летальные мутации, возникшие при формировании пыльцевых зерен [1].

Исследования проведены в г. Мурманск – крупнейшем незамерзающем порту России, расположенным за Полярным кругом. Город находится в Атлантико-Арктической зоне умеренного климата, в подзонах субарктической тундры и лесотундры (Walkeretal, 2018). Основными источниками загрязнения являются: Мурманский морской торговый порт, завод по термической обработке твердых бытовых отходов, Мурманские ТЭЦ, 35-й судоремонтный завод АО ЦС «Звездочка» и база РТП «Атомфлот». Экологическая ситуация в последнее десятилетие резко ухудшилась в связи с увеличением объемов перевалки угля открытым способом для отправки на экспорт и использованием ТЭЦ мазута низкого качества. Почвы г. Мурманска сильно загрязнены тяжелыми металлами (Cu, Zn, Ni, V) [10].

Для изучения палинотоксического влияния выбросов промышленных предприятий на стерильность мужского гаметофита в качестве тест-объекта использована рябина Городкова.



*Sorbus gorodkovii* Pojark – европейский гипоарктомонтанный вид, один из немногих представителей рода *Sorbus* L., который встречается в приполярных широтах [2]. Эндемик Восточной Фенноскандии, повсеместно распространена в городских насаждениях Мурманской области. Репродуктивная биология и фертильность пыльцы *S. gorodkovii* ранее исследовались в городах Североморск и Заполярный [3], [6].

В конце мая 2020 г. в Мурманске, в зоне воздействия экологически опасных объектов, заложено пять пробных площадок: ПП<sub>1</sub> – ул. Молодежная, в 170 м от котельной «Росляково Южное»; ПП<sub>2</sub> – ул. Домостроительная, в 482 м от завода по термической обработке твердых бытовых отходов; ПП<sub>3</sub> – Портовый проезд, в 950 м от промышленной площадки АО «Мурманский морской торговый порт»; ПП<sub>4</sub> – ул. Траловая, в 353 м от Центральной ТЭЦ; ПП<sub>5</sub> – ул. Баумана, в 930 м от Южной ТЭЦ. Контрольная площадка расположена в поселке Верхнетуломский, в 70 км от г. Мурманск. В конце июня 2020 г., в период массового цветения рябины, на площадках с каждого из 10 маркированных деревьев собрано по десять соцветий, из которых случайным образом отобраны по пять цветков (N=50). Пробы зафиксированы в 40° этиловом спирте. Исследования фертильности пыльцы выполнены ацетокарминовым методом по З. П. Паушевой [5]. Фертильная пыльца окрашивается, стерильная – нет (рис. 1). Цитологический анализ проводили на временных препаратах с помощью световой микроскопии (увеличение в 400 раз). В каждом поле зрения микроскопа подсчитывалось число фертильных и стерильных пыльцевых зерен (N=500). Определен коэффициент чувствительности репродуктивных органов растения Ф/С - отношение числа фертильных пыльцевых зерен к стерильным [4]. Рассчитан индекс стерильности (ИС), который показывает во сколько раз частота индуцированного уровня стерильности, вызванная загрязнением среды, выше уровня спонтанной стерильности в контроле [8].



Рис. 1. Фертильная пыльца *Sorbus gorodkovii* (увеличение в 400 раз)

Исследования показали, что в пробе контрольной площадки доля фертильной пыльцы *S. gorodkovii* составляет 72%. В окрестностях экологически опасных промышленных объектов г. Мурманска фертильность пыльцы *S. gorodkovii* значительно ниже, чем в контроле и варьирует в диапазоне от 35 до 52%. Минимальное содержание фертильных пыльцевых зерен выявлено в пробах из окрестностей Южной ТЭЦ (35%), Центральной ТЭЦ (41%) и котельной «Росляково Южное» (45%) (рис.2, табл. 1). Оплодотворяющая способность

пыльцы *S. gorodkovii* с площадок, находящихся в зоне воздействия мусоросжигательного завода (ПП<sub>2</sub>) и Мурманского морского торгового порта (ПП<sub>3</sub>) снижается на 20% по сравнению с контролем.

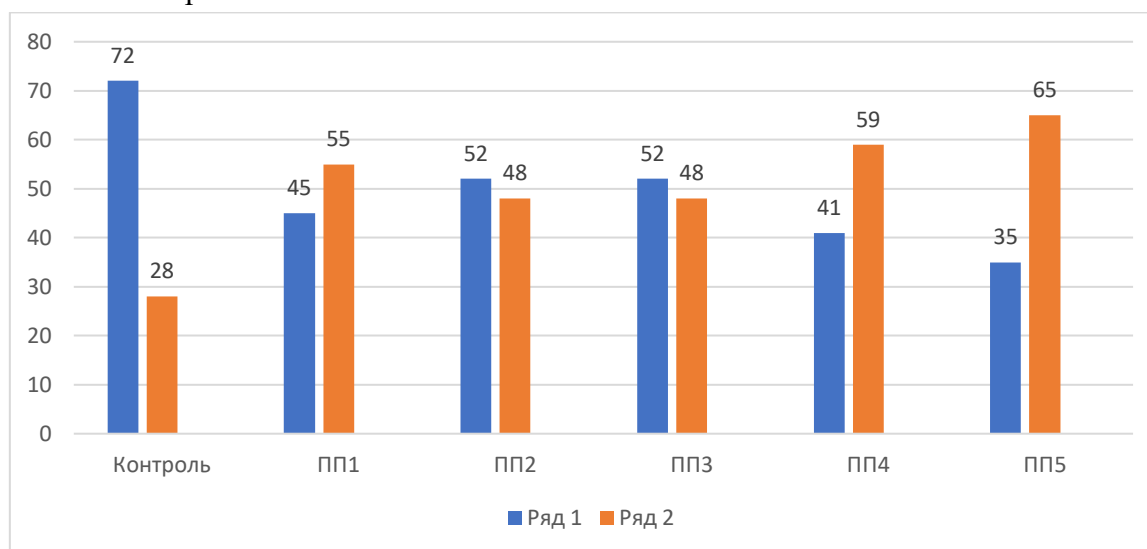


Рис.2. Соотношение фертильных и стерильных пыльцевых зерен *Sorbus gorodkovii* вокруг промышленных объектов г. Мурманска (в %)

Обозначения: ПП<sub>1</sub> – ул. Молодежная; ПП<sub>2</sub> – ул. Домостроительная; ПП<sub>3</sub> – Портовый проезд; ПП<sub>4</sub> – ул. Траловая; ПП<sub>5</sub> – ул. Баумана. Ряд 1 - фертильная пыльца, ряд 2 – стерильная.

Таблица 1.

Соотношение фертильных и стерильных пыльцевых зёрен *Sorbus gorodkovii* в г. Мурманск

Пробные площадки	ПП <sub>1</sub>	ПП <sub>2</sub>	ПП <sub>3</sub>	ПП <sub>4</sub>	ПП <sub>5</sub>	Контроль
Общее число протестированных пыльцевых зёрен	500	521	520	509	516	505
Число фертильных п.з.	225	270	268	210	182	364
Число стерильных п.з.	275	251	252	299	334	141
Фертильные/стерильные	0.8	1.1	1.1	0.7	0.5	2.6
Индекс стерильности	2.0	1.8	1.8	2.1	2.4	
Доля фертильной пыльцы (в %)	45	52	52	41	35	72
Доля стерильной пыльцы (в %)	55	48	48	59	65	28

Содержание стерильной пыльцы *S. gorodkovii* в пробе из поселка Верхнетуломский (контроль) составляет 28%. Для данного вида характерна достаточно высокая спонтанная стерильность мужского гаметофита в естественных природных условиях, что прежде всего определяется его происхождением [9]. Репродуктивная система изученных ценопопуляций рябины реагирует на техногенное загрязнение среды путём увеличения количества abortивных пыльцевых зерен. Наиболее высокие значения показателя стерильности мужского гаметофита выявлены в окрестностях Южной (65%) и Центральной ТЭЦ (59%), работающих на мазуте, а также угольной котельной «Росляково Южное» (55%) (рис.2; табл. 1). Эта стерильность пыльцевых зерен индуцирована техногенным загрязнением

окружающей среды. Полученные данные согласуются с исследованиями, проведенными в г. Североморске, где доля фертильной пыльцы *S. gorodkovii* в протестированных образцах варьировала от 56 до 68%, стерильной – от 32 до 44%. Уровень abortивных пыльцевых зерен возрастал до 38 – 44% в окрестностях городской ТЭЦ, работающей на мазуте [6].

Расчет коэффициента чувствительности репродуктивных органов растения Ф/С (отношение числа фертильных пыльцевых зерен к стерильным) показал, что на контрольной площадке в пос. Верхнетуломский величина индекса составляет 2.6. В ценопопуляции рябины, произрастающей в окрестностях Южной ТЭЦ значение коэффициента уменьшилось до 0.5, в зоне воздействия Центральной ТЭЦ до 0.7, угольной котельной в Росляково – 0.8 (табл. 1). Индекс стерильности (ИС) в протестированных пробах изменяется от 1.8 до 2.4 (табл. 1). Индекс стерильности показывает во сколько раз частота индуцированного уровня стерильности, вызванная загрязнением среды, выше уровня спонтанной стерильности в контроле. Наиболее высокие значения индекса выявлены в окрестностях Центральной и Южной ТЭЦ., котельной «Росляково Южное». Индуцированная стерильность пыльцы *S. gorodkovii* на этих пробных площадках в 2 и более раз превышает спонтанную стерильность в контроле.

Высокий уровень стерильности пыльцы в окрестностях предприятий г. Мурманска свидетельствует о мутагенном воздействии их выбросов на мужские генеративные органы *S. gorodkovii* и процесс формирования гамет. Наибольший палинотоксический эффект на мужской гаметофит рябины Городкова оказывают выбросы котельных г. Мурманска, работающих на мазуте и угле. Стерильность пыльцевых зерен может наблюдаться по нескольким причинам: цитоплазматическая мужская стерильность, генетические мутации, химическая кастрация (из-за воздействия различных химических веществ на репродуктивную систему растения) [5]. Стерильный микрогаметофит характеризуется деформацией и дегенерацией ядер, цитоплазмы или целых клеток. Образование такой пыльцы у растений, как правило, бывает связано с нарушениями в ходе мейоза и микроспорогенеза [9].

### Литература

1. Бессонова В. П., Фендюр Л. М., Пересыпкина Т. М. Влияние загрязнения окружающей среды на мужскую фертильность декоративных цветочных растений // Ботанический журнал. 1997. Т. 82. № 5. С. 38 – 45.
2. Василевская Н. В. Экология растений Арктики. Мурманск, 2014. 183 с.
3. Василевская Н. В., Сидорчук А. В. Фертильность пыльцы *Sorbus gorodkovii* Rojark в зоне промышленного загрязнения комбината «Печенганикель» (Мурманская область)// Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование. Материалы VI Межд. научно-практ. конф. М., 2018. С. 552 – 558.
4. Ибрагимова Э. Э. Антропогенные фитоценозы в условиях экологического стресса// Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия: Биология, химия. 2006. Т. 19. № 4. С. 92 – 98.
5. Паушева З. П. Практикум по цитологии растений. Москва ВО «Агропромиздат», 1988. 272 с.

6. Подола Е. С., Василевская Н. В. Репродуктивная биология *Sorbus gorodkovii* Pojark в условиях арктического города (на примере популяции г. Североморска)// Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. Материалы V Всеросс. научн. конф. с Межд. участием. Апатиты. 2014. Ч. 1. С. 28 – 31.
7. Цаценко Л. В., Синельникова А. С. Пыльцевой анализ в селекции растений// Научный журнал Куб ГАУ. 2012. № 77 (3). С. 1 – 11.
8. Эмирова Д. Э., Баличиева Д. В., Ибрагимова Э. Э. Показатели стерильности мужского гаметофита *Zea mays* как критерий палинотоксичного влияния ксенобиотиков// Экосистемы, их оптимизация и охрана. Симферополь: ТНУ, 2010. Вып. 2. С. 200 – 205.
9. Яндовка Л. Ф. Фертильность пыльцы у видов *Cersus* и *Microcerasus* (Rosaceae) // Аграрный Вестник Урала. 2010. № 6. С. 58 – 61.
10. Vasilevskaya N. V., Struzhko V. V. Ontogenetic reactions of mesophyll of leaves of *Betula nana* L. on the industrial pollution of the arctic urbanized territory // IOP Conf. Series.: Earth and Environmental Science. Krasnoyarsk, 2020. 421. P. 52031
11. Walker D. A., Deniels J. A., Matveeva N. A. et al. Circumpolar Arctic vegetation classification // Phytocoenologia. 2018. V. 48 (2). P. 181 – 201.

**N. V. Vasilevskaya, A. I. Sikalyuk**

#### **POLLEN FERTILITY AS AN INDICATOR OF MUTAGENICITY OF THE URBAN ENVIRONMENT**

The article presents the results of studies of the impact of emissions of industrial enterprises of the city of Murmansk on the fertility of pollen of *Sorbus gorodkovii* Pojark (rowan Gorodkova) - an endemic species of Eastern Fennoscandia. A low level of pollen fertility (35 – 52%) was revealed, especially in the vicinity of the local thermal power plants, operating on the fuel oil. A high proportion of abortive pollen (48 – 65%) was noted in the samples from all sites. The sterility index varied from 1.8 to 2.4. A significant increasing of sterile pollen of *S. gorodkovii* in the samples in the vicinity of industrial enterprises of the city of Murmansk indicates the mutagenic effect of their emissions on the male generative system and the process of gamete formation.

*Keywords:* pollen, fertility, environment, pollution, mutagenicity

**УДК 504.75**

**Т.В. Ватлина**

*Смоленский государственный университет*  
г. Смоленск, Россия (E-mail: vatlina\_geo@mail.ru)

#### **ОЦЕНКА МЕДИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В ГОРОДАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ (НА ПРИМЕРЕ СМОЛЕНСКОЙ ОБЛАСТИ)**

В статье на региональном уровне рассматривается влияние экологических условий на различные показатели здоровья населения. На основе математико-картографического моделирования выделены типологические группы районов по заболеваемости населения.

*Ключевые слова:* городская среда, оценка окружающей среды, здоровье населения, Смоленск

Задача оценки качества городской среды и здоровья населения России является ключевой в вопросе достижения экологически ориентированных целей устойчивого развития для нашей страны. Существуют различные подходы к проведению медико-экологической оценки территории, базирующиеся на использовании показателей здоровья населения, которое является специфическим индикатором социально-биологического благополучия людей и может рассматриваться как экологический критерий [1; 2; 3]. Но не все подходы могут быть использованы применительно к урбанизированным территориям, для которых продолжает сохраняться проблема поиска и разработки интегрального показателя, обеспечивающего объективное сравнение и оценку уровня здоровья населения или его изменения под влиянием условий среды [4].

Объективность медико-экологической оценки на региональном уровне возрастает при использовании репрезентативных данных, обоснованном выборе пространственных и временных единиц для анализа, формализации базы исходных параметров, однозначной методике обработки данных. Наилучшие возможности для реализации этих условий дает математико-картографическое моделирование. При помощи математико-картографического моделирования и создания медико-экологических карт результаты исследования визуализируются и представляют наглядные результаты проведенных оценок.

Для исследования использовались официальные данные государственной статистики, информация из различных ведомств по результатам запросов (Департамент Смоленской области по здравоохранению, Департамент Смоленской области по природным ресурсам и экологии), итоги полевых выездов по сбору медико-статистической, социально-экономической и геоэкологической информации.

При проведении оценки медико-экологической ситуации урбанизированной территории наиболее оправданным является выбор в качестве основного контингента как индикатора экологического благополучия территорий детское население. В связи с этим, блок характеризующий состояние здоровья населения включил материалы по заболеваемости детей в 15 городах Смоленской области за 18-летний временной интервал (1999–2016 гг.) по наиболее значимым классам в структуре общей заболеваемости. Среди них болезни органов дыхания, органов пищеварения, болезни кожи и подкожной клетчатки, болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани, а также болезни глаза и его придаточного аппарата.

Оценка состояния здоровья проводилась при помощи классификации районов области на основе методики, разработанной В.С. Тикуновым [5; 6], где все реальные районы области сравнивались с теоретически наилучшей величиной заболеваемости – нулем. Такая классификация позволяет выявить территориальные закономерности динамики и исследовать не отдельные ряды, а их группы, которые менее подвержены случайным отклонениям. На первом этапе расчетов производилась нормировка исходных показателей по дисперсиям и математическим ожиданиям для всех административных районов Смоленской области. Процедура многовариантной классификации реализовывалась на основе критерия минимизации внутригрупповых различий при выделении различного числа групп. В качестве меры сходства по комплексу показателей использовались евклидовы

расстояния, вычислению которых предшествовал этап обработки массива данных по методу главных компонент.

В результате автоматической классификации для расчетов по заболеваемости получилась серия вариантов с разным числом типов, варьирующим от 1 до 9. В качестве окончательного итога по каждой разновидности заболеваний, используя специальные коэффициенты неоднородности, выбирались наиболее однородные группировки. Для сравнимости всех окончательных результатов были взяты расчеты с пятью группами, что совпадает с большинством математически выделенных групп.

Многомерная оценочная классификация позволила выявить территории с различной степенью благоприятности по экологической ситуации. Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

– анализ заболеваемости детского населения болезнями органов дыхания по типам динамики позволяет выделить 3 группы районов с благоприятной (Демидов, Десногорск), относительно неблагоприятной (Велиж, Вязьма, Сычевка), и неблагоприятной ситуацией (Гагарин, Дорогобуж, Духовщина, Ельня, Починок, Рославль, Рудня, Сафоново, Смоленск, Ярцево);

– города, с наиболее неблагоприятными показателями заболеваемости детей болезнями органов дыхания, приурочены к основным транспортным магистралям Смоленской области – субширотной оси Москва-Минск, и субмеридиональной – Витебск-Брянск.

Комплексная медико-экологическая оценка позволяет установить, где реально существуют кризисные экологические ситуации, как это отражается на состоянии здоровья населения и перейти к анализу конкретных проблем в пределах урбанизированных территорий.

*Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ № 18-05-00236 «Математико-картографическая оценка медико-экологической ситуации в городах Европейской территории России для их комплексной экологической характеристики»*

### Литература

1. Комплексная оценка состояния окружающей среды промышленного города / О.В. Клепиков, А.С. Самойлов, И.Б. Ушаков, В.И. Попов, С.А. Куролап // Гигиена и санитария. 2018. № 97 (8). С. 686–692.
2. Малхазова С.М., Шартова Н.В. Региональные особенности здоровья населения: медико-экологическая оценка и картографирование // Проблемы региональной экологии. 2011. № 1. С. 106–111.
3. Мячина О.В., Клепиков О.В. Комплексная оценка состояния окружающей среды и риска для здоровья населения промышленного города // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 2017. № 1. С. 100–107.
4. Регионы и города России: интегральная оценка экологического состояния / под ред. Н.С. Касимова / Н.С. Касимов, В.Р. Битюкова, С.М. Малхазова и др. Москва: ИП Филимонов М.В, 2014. 560 с.
5. Тикунов В.С. Классификации в географии: ренессанс или увядание? (Опыт формальных классификаций). Москва-Смоленск: Изд-во СГУ, 1997. 367 с.
6. Тикунов В.С. Моделирование в картографии. М.: Изд-во Москов. ун-та, 1997. 405 с.

T. V. Vatlina

**ASSESSMENT OF THE ENVIRONMENTAL SITUATION  
IN THE CITIES OF THE EUROPEAN TERRITORY OF RUSSIA  
(A CASE STUDY OF SMOLENSK OBLAST)**

The article discusses the results of the environmental assessment of the public health in the cities of Smolensk oblast. On the basis of mathematical and cartographic modeling, cities with a favorable, relatively unfavorable and unfavorable situation in terms of the incidence rate of children were identified.

*Keywords:* urban environment, public health, environmental assessment, Smolensk region

УДК 502.313

*Илларионова О.А., Климанова О.А.*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*  
г. Москва, Россия (E-mail: heatherpaw95@gmail.com; oxkl@yandex.ru)

**ПРИРЕЧНЫЕ ПРОСТРАНСТВА КАК ЧАСТЬ ГОРОДСКОЙ ЗЕЛЁНОЙ  
ИНФРАСТРУКТУРЫ: ОБЗОР ЗАРУБЕЖНЫХ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ  
СОСТОЯНИЯ И ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ**

Зелёной инфраструктурой названа совокупность всех незапечатанных элементов городского пространства, для которых характерна мультифункциональность, связность и иерархичность (Колбовский, 1999). За несколько последних десятилетий темпы роста численности городского населения резко возросли. Сегодня более 50% мирового населения проживает на урбанизированных территориях (World Urbanization Prospects, 2018). Рост населения в особенно крупных городах сопровождается уплотнением застройки или горизонтальной экспансией. Оба процесса связаны с ухудшением комфортности городской среды, и одним из подходов к её улучшению и оптимизации является развитие зелёной инфраструктуры. Разные элементы городского озеленения выполняют свои функции и несут свой вклад в формирование комфортной городской среды. Будучи связующим звеном между плотно застроенной антропогенной и фрагментированной условно-природной частями города, зелёная инфраструктура прибрежных пространств является особой частью городского озеленения и выполняет широкий спектр функций - как средостабилизирующих, так и культурных. В условиях крупных городов водные пространства представляют особую ценность с точки зрения формирования комфортной среды, подходящей для рекреации – они несут эстетическую привлекательность, оказывают охлаждающий эффект на близлежащие территории, насыщают воздух влагой и представляют те рекреационные услуги, которые не могут предоставить другие элементы зелёной инфраструктуры. Приморские территории в городах зачастую используются не менее активно, чем за городом, тогда как приречные и приозёрные зоны, имея высокий рекреационный потенциал, либо недооцениваются, либо не используются в силу своего неудовлетворительного состояния. Таким образом, данная работа ставит

перед собой цель оценить состояние и рекреационные функции зеленой инфраструктуры прибрежных зон крупнейших городов России. В ходе работ будет разработан перечень оценочных индикаторов разных типов зелёной инфраструктуры прибрежных зон, учитывающий их доступность, озеленённость, безопасность, функциональность, связность и привлекательность; будет разработана классификация прибрежной зелёной инфраструктуры по оценке её состояния, характеру трансформации и потенциалу рекреационного использования. Также в проекте будет проведён сравнительный анализ рекреационных функций и результатов оценки между разными типами прибрежных зон и между разными типами городов, с целью выявления закономерностей, связанных как с природными условиями, так и с характером городской застройки.

*Ключевые слова:* зелёная инфраструктура, водные пространства, прибрежные зоны, городские реки, городская среда

Одним из основополагающих географических факторов основания города являлось наличие водных артерий – крупных и малых рек. В первую очередь, реки выполняли роль основных источников жизнеобеспечивающих ресурсов – питьевой воды, пищи, энергии, а также выровненных пойменных территорий для выпаса скота и речных террас для градостроительства<sup>1</sup>. Во-вторых, реки стали выполнять функцию связывающих транспортных путей, обуславливая экономическое развитие и функциональную специализацию города через торговлю. Вместе с ростом численности населения и его концентрацией в городах нагрузка на городские реки возрастала. На городских территориях увеличивается площадь запечатанных и водонепроницаемых поверхностей, которые не позволяют дождевой и талой воде в полном объёме переходить в подземный сток и в результате увеличивают поверхностный. Повышенный спрос на питьевую воду и увеличившийся объём сточных вод, как и высокий уровень загрязнения городских вод отрицательно сказывается на качестве речной воды и её биоты. В борьбе с нежелательными природными явлениями и процессами вызываемыми реками, их русла и сток регулируются инженерными сооружениями, или забираются в трубы. Данные антропогенные изменения влекут за собой сокращение объёма и спектра экосистемных услуг, которые могут предоставлять реки. Таким образом, сложно говорить о реке в черте крупного города как о природном водотоке, поскольку её процессы во много регулируются человеком.

Однако, несмотря на утрату многих «традиционных» функций речных экосистем, теперь обособились их другие – нематериальные услуги, ранее не обладавшие высоким значением. Реки в пределах городов с одной стороны являются элементами «голубой» (водной) инфраструктуры, соединяющей и дополняющей зелёную инфраструктуру необходимыми коридорами обмена вещества и энергии. А с другой являются естественной связью между плотно застроенной антропогенной и фрагментированной условно-природной частями города<sup>2</sup>. Будучи «голубым» звеном каркаса, реки также оказывают охлаждающий

<sup>1</sup> Juval, P.P.D. Self-organization and the city. J. East Asia Int. Law 2000,5, 495–510.

<sup>2</sup> Rocha, V., Londero, L., Kalil, R., & Tiepo, C. (2018). The urban planning guided by indicators and best practices: Three case studies in the south of Brazil. Lifelong Learning and Education in Healthy and Sustainable. Cities, 87–101. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-69474-0\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-69474-0_5).



эффект на ближайшую территорию в летний период за счёт более низких температур и ветров, часто проходящих именно по коридорам речных долин. Таким образом, реки выполняют функцию микроклиматического регулирования. Сохранение открытых земель вдоль рек гарантирует наибольший переход поверхностного стока в подземный и, соответственно, снижает риск развития водной эрозии, подтоплений, наводнений и засух. Реки обеспечивают и естественные потоки вещества и энергии, стабилизирующие экологический каркас и поддерживая большинство природных процессов в нём<sup>3</sup>. Однако связность подразумевает не только связь с элементами зелёной инфраструктуры, но и баланс с прилегающими застроенными землями. Постройки не должны нарушать ценности визуальной среды приречных пространств, т.е. их архитектура, высота и плотность должны регулироваться для обеспечения наибольшего спектра культурных услуг.

Среди покомпонентных оценок приречных пространств и их экосистемных услуг особое внимание уделяется оценке климаторегулирующей функции городских рек. Наряду с зелёными элементами, водотоки также представляют собой городские «острова холода», за счёт процесса и поглощения солнечной радиации днём и переноса этого поглощённого тепла за пределы города (в отличие от статичных водных объектов, которые поглотив тепло днём, возвращают его ночью)<sup>4</sup>. Испарение с водной поверхности и насыщение воздуха влагой также является одним из косвенных эффектов охлаждения городского воздуха, хотя в тропических городах с повышенной относительной влажностью этот механизм менее действителен<sup>5</sup>. Охлаждающий эффект городских рек во многом зависит как от морфометрических показателей реки, так и от климатических характеристик района. Так, например, исследования климаторегулирующей функции реки Ота в Хиросиме (Япония) выявили снижение температуры в радиусе до 100 м от воды на 5° С<sup>6</sup>. В Нанкине (Китай) максимальный охлаждающий эффект городскими реками был установлен также в 100 м от берега и составлял 3° С, а на расстоянии километра эффект равнялся 0,4° С<sup>7</sup>. Исследования умеренной зоны на примере реки Дон в Шеффилде (Великобритания) показали охлаждающий эффект до 2°С, но в меньшем радиусе – до 40 м от воды. Оценка охлаждающего эффекта рек может проводиться полевым путём – измерением температуры в разных по характеру застройки и запечатанности городских местах на разных расстояниях от реки. После чего температура сравнивается с результатами внутри городского ядра – «острова тепла», - и температурой вне города, для получения представления о том, насколько водное пространство приближает городскую температуру к естественной для данного типа климата<sup>8</sup>. Не менее часто для оценки охлаждающего эффекта городских рек используются

<sup>3</sup> Hathway E. A., Sharples S. The interaction of rivers and urban form in mitigating the Urban Heat Island effect: A UK case study //Building and Environment. – 2012. – Vol. 58. – pp. 14-22.

<sup>4</sup> Webb B. W., Zhang Y. Spatial and seasonal variability in the components of the river heat budget //Hydrological processes. – 1997. – Vol. 11. – №. 1. – pp. 79-101.

<sup>5</sup> Manteghi G., Mostofa, T., & Hanafi, Z. (2018). Microclimate Field Measurements in Melaka Waterbodies. 7, pp. 543–547.

<sup>6</sup> Murakawa S. et al. Study of the effects of a river on the thermal environment in an urban area //Energy and buildings. – 1991. – Vol. 16. – №. 3-4. – pp. 993-1001

<sup>7</sup> Huang L. et al. Scale impacts of land cover and vegetation corridors on urban thermal behavior in Nanjing, China //Theoretical and applied climatology. – 2008. – Vol. 94. – №. 3-4. – pp. 241-257.

<sup>8</sup> Hathway E. A., Sharples S. The interaction of rivers and urban form in mitigating the Urban Heat Island effect: A UK case study //Building and Environment. – 2012. – Vol. 58. – pp. 14-22

данные дистанционного зондирования, причём в более чем 50% научных работ по охлаждающему эффекту зелёной инфраструктуры в целом использовались тепловые снимки серии Landsat. Наиболее распространённый метод исследования по тепловым снимкам – это сравнение поверхностных температур земли, с выявлением дельты между наиболее горячими точками и территориями вокруг островов холода (т.е. водных объектов, водотоков, зелёных элементов), а также для сравнения средних и максимальных температур городских поверхностей с референтными территориями за пределами города<sup>9</sup>.

Оценка регулирующих услуг приречных экосистем рассмотрены в работе<sup>10</sup>, базирующейся на открытых данных дистанционного зондирования и данных о землепользовании и земельного покрова Corine Land Cover 2012. В данной работе оценка проводилась для всего речного бассейна, в котором выделялись рипарианские зоны, согласно классификации программы Copernicus. Для определения территорий, обладающих способностью предоставлять регулирующие экосистемные услуги, по карте земельного покрова и дешифрованным снимкам Sentinel-2 выделялись сельскохозяйственные земли и лесные территории внутри рипарианских (приречных) зон, которые впоследствии были использованы для составления пространственной модели расположения источников регулирующих экосистемных услуг. Второй этап включал в себя определение степени и полноты предоставляемых услуг, оценка которых происходила через биогеофизические индексы состояния растительного покрова приречных пространств, полученных из мультиспектральных снимков Sentinel-2. Так, развитие и здоровье растительности определялись индексами NDVI (нормализованный относительный вегетационный индекс) и EVI (усовершенствованный вегетационный индекс), а водный стресс для растений индексом NDWI (нормализованный относительный водный индекс). Данный подход, основанный на оценке разных типов земельного покрова и качества растительного покрова похож на многие подходы к оценке зелёной инфраструктуры по данным дистанционного зондирования, поскольку от них отличается только объект исследования – приречные территории.

Выполняя множество функций, приречные пространства в городе остаются особой зоной, с одной стороны объединяя техногенную городскую и природную пригородную среды, обеспечивая город рядом регулирующих и ресурсных услуг, и с другой связывая зелёный каркас внутри города. Именно эта мультимасштабная и мультифункциональная особенность городских рек и делает их столь исключительным объектом исследования. Но для решения задач оптимального и комфортного функционирования городской среды особый интерес представляют методы, позволяющие оценить состояние и вклад приречных территорий в комфортность города как часть единого водно-зелёного каркаса (blue-green infrastructure), поскольку зелёные массивы и водные пространства не только дополняют друг друга с точки зрения выполнения экосистемных услуг, но и обеспечивают более устойчивое существование друг друга.

<sup>9</sup> Zhou D. et al. Satellite remote sensing of surface urban heat islands: progress, challenges, and perspectives //Remote Sensing. – 2019. – Vol. 11. – №. 1. – P. 48.

<sup>10</sup> Piedelobo L. et al. Assessment of Green Infrastructure in Riparian Zones Using Copernicus Programme //Remote Sensing. – 2019. – T. 11. – №. 24. – С. 2967.

**О. Ilarionova, O. Klimanova**

**GREEN INFRASTRUCTURE OF URBAN RIPARIAN ZONES:  
A LITERATURE REVIEW ON ASSESSING THE STATE  
AND ECOSYSTEM SERVICES**

Study of riparian green infrastructure (RGI) is crucial for the formation of comfortable urban environment, human health and its multi-functions, which determine the possibility of land use conflicts and riparian areas' vulnerability due to the intense urban development at their expense. The work analyzes foreign approaches to the assessment of RGI state and recreational functions in large urban areas; to criteria of bordering riparian areas in large cities, basing on GIS modelling of natural factors like geomorphological, hydrological and biogeographic, functional zones and anthropogenic impact; to inventorization of RGI element in large urban areas and to complete a multidimensional classification of these elements according to their natural and land use features; to assessment of the supplied and the consumed volume of RGI recreational functions (for key areas in cities). These review can be useful both in spatial planning practice, and in the development of recommendations on the optimization of green infrastructure's recreational functions.

*Keywords:* green infrastructure, blue infrastructure, riparian areas, urban river, urban environment, urban water bodies

**УДК: 911.375.63/630.91**

*Климанова О.А., Титова Л.А.*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
г. Москва, Россия (E-mail: oxkl@yandex.ru, titovaluba11@gmail.com)*

**ТРАНСФОРМАЦИЯ ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В ПОСТСОВЕТСКИХ  
СТОЛИЦАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ**

На примере шести городов Центральной Азии – Алматы, Ашхабада, Нур-Султана, Душанбе, Бишкека и Ташкента рассмотрена трансформация «зеленой инфраструктуры» в 1992–2018 гг. Активизация хозяйственного освоения исследуемых городов из-за роста численности населения приводит к трансформации элементов зеленой инфраструктуры. В данной работе зеленая инфраструктура – это совокупность незастроенных и незапечатанных пространств, выполняющих различные экосистемные функции.

*Ключевые слова:* городская зеленая инфраструктура, Центральная Азия, аридная зона, градостроительство.

Зеленая инфраструктура (ЗИ) городов Центральной Азии, изначально располагаясь в неблагоприятных с точки зрения озеленения природных условиях, в 1990-е годы при сокращении объемов и изменения структуры городской экономики, кризиса прошлых градостроительных практик оказалась в очень уязвимом положении. Дополнительным фактором, усугубившим ситуацию, стал быстрый рост численности населения из-за его притока из сельских районов, спровоцировавший экспансию застройки за пределы городских границ. Одной из важнейших целей планирования городской территории является

поддержание экологических функций и процессов. Таким инструментом может являться зеленая инфраструктура (ЗИ), под которой понимается совокупность незастроенных и незапечатанных пространств, выполняющих различные экосистемные функции. Зеленая инфраструктура способна смягчать ряд неблагоприятных воздействий на физическое и психологическое здоровье жителей, а также выступать ближайшими местами рекреации.

Инвентаризация и анализ функций ЗИ предполагает не только учет количества зеленых насаждений и их классификацию для города в целом, но и анализ обеспеченности элементами ЗИ на четырех уровнях ее планирования. К ним относятся: агломерационный (зеленый пояс, земли запаса), городской (лесопарки, городские парки), районный (районные парки и скверы), квартальный (уличное и внутриквартальное озеленение) [1].

В связи с этим целью данного исследования стал анализ характера и масштабов трансформации ЗИ в столичных городах постсоветских стран Центральной Азии в 1992–2018 гг. Объектами исследования являются Алматы, Ашхабад, Бишкек, Душанбе, Нур-Султан, Ташкент. Для исследования зеленой инфраструктуры городов использовались космические снимки Landsat поколений 4, 5, 7, 8 за 1992–2018 годы, векторные данные геопортала OpenStreetMap, литературные и интернет-источники. Исследование проводилось в несколько этапов с использованием данных дистанционного зондирования и геоинформационного моделирования в программе ArcGIS 10.3.

Из исследуемых городов Алматы, Нур-Султан и Ашхабад являются схожими по количественному соотношению между категориями зеленой инфраструктуры и динамике доли зеленой инфраструктуры от площади города за 1992–2018 гг.:

- доля ЗИ Алматы с 80% в 1992 году уменьшилась до 62% в 2018 году;
- доля ЗИ Нур-Султана с 86% в 1992 году сократилась до 71,6% в 2018 году;
- доля ЗИ Ашхабада с 85% в 1992 году сократилась до 72,5% в 2018 году;

Ниже всего доля ЗИ в Ташкенте, Душанбе и Бишкеке, что связано с тем, что в административную границу города в большей степени входит лишь городское ядро с застройкой, а периферия города практически лишена свободных от застройки земель. Из данных городов наибольшими показателями обладает Бишкек, который в 1992 году имел долю ЗИ 60% от площади города, однако в 2018 году доля ЗИ уменьшилась на 22%, что является максимальным изменением в отрицательную сторону из всех рассматриваемых столиц. Душанбе схож с Бишкеком, так как в городе за исследуемый период доля ЗИ сократилась с 45% до 32%. Ташкент является относительно стабильным городом, в нем доля ЗИ изменилась всего на 3% (с 38% до 35%).

Состав зеленой инфраструктуры Центральной Азии можно разделить на две группы: городское, уличное и внутриквартальное озеленение (уличное и внутриквартальное озеленение, парки и скверы, ООПТ, леса, водно-болотные угодья, зеленый пояс); прочие элементы (сельскохозяйственные земли, земли запаса, водные объекты, кладбища).

Соотношение между двумя группами элементов ЗИ свидетельствует: городское озеленение и в 1992, и в 2018 гг. играло и играет наиболее высокую роль в ЗИ Ташкента и Бишкека (60–80% в разные годы). Минимальна его роль в Ашхабаде – менее 5%. Увеличение роли этой группы элементов произошло во всех городах и связано, прежде всего, с общим

сокращением площади ЗИ за счет городской экспансии на земли запаса и сельскохозяйственные земли (рис. 1).

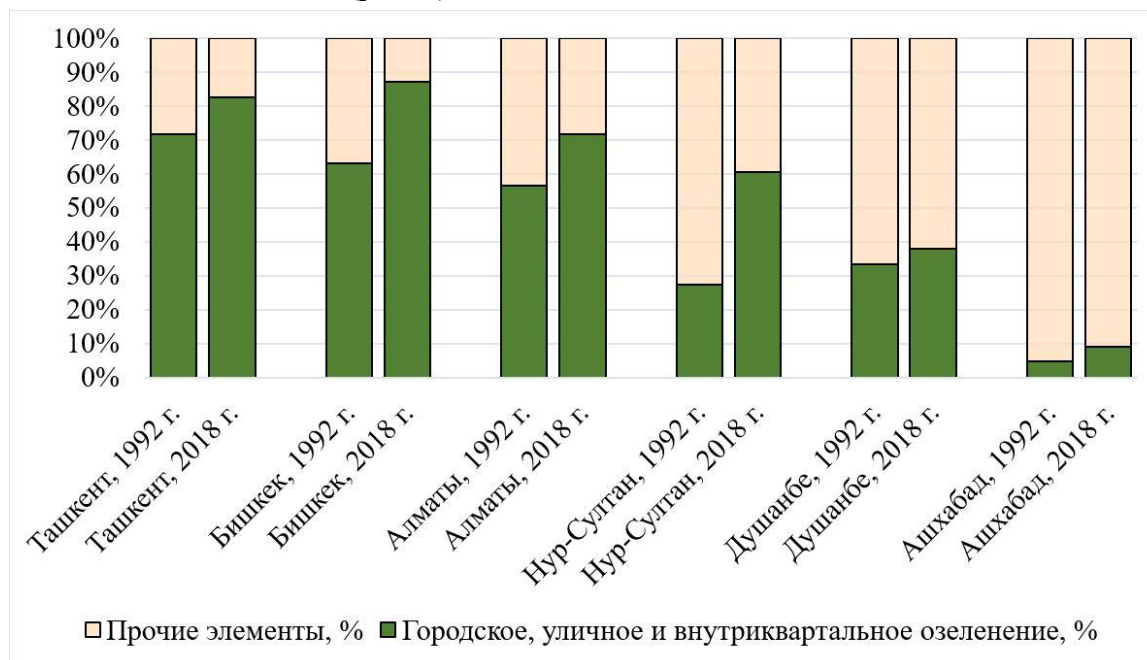


Рис. 1. Доля городского, уличного, внутриквартального озеленения и прочих элементов ЗИ от общей площади ЗИ за 1992–2018 гг., %.

Источник: построено автором на основе собственных измерений.

Древесная растительность как часть зеленой инфраструктуры в аридных районах является важнейшим инструментом в реализации средостабилизирующей функции. Максимальная доля древесных насаждений от площади зеленой инфраструктуры среди постсоветских столиц составляет 35% (Алматы), этот показатель из аналогичных по размеру российских городов сопоставим с Ростовом-на-Дону и в полтора раза ниже, чем в Москве. Аналогов Душанбе, Ашхабаду и Бишкеку (2-4% древесных насаждений от площади ЗИ) среди крупнейших городов на постсоветском пространстве нет. При этом максимальное сокращение площади древесной растительности в 2000-2018 гг. произошло в Ташкенте (4,5%) и Душанбе (1,2%), увеличение – в Ашхабаде (6%).

Исходя из посчитанных значений древесного покрова можно рассчитать обеспеченность древесным покровом на каждого жителя города. Однако данный обобщенный показатель не дифференцирует внутригородскую душевую обеспеченность, а первостепенную роль для населения города выполняет древесная непосредственно внутри основного городского ядра, где сосредоточена большая часть населения, а не прилегающие и удаленные зелёные массивы в черте города (табл. 1).

Анализ конфигурации и уровней развития зеленой инфраструктуры позволил разделить города на две группы. К первой относятся города, имеющие на периферии территории, свободные от застройки и занятые элементами ЗИ – Ашхабад, Алматы и Нур-Султан; ко второй – те, где городская застройка плотно смыкается сельской за границами города (часто по своим особенностям они близки) – Бишкек, Душанбе, Ташкент. В городах второй группы, в целом, ниже доля ЗИ от площади города, а наибольшая доля зеленой инфраструктуры, как

правило, приходится на элементы городского и квартального уровней. Так, в двух из шести городов – Бишкеке и Ташкенте, агломерационный уровень ЗИ отсутствовал, что фактически означает непрерывную полосу застройки, продолжающуюся за формальной границей города. Слабая представленность агломерационного уровня в Ташкенте, Бишкеке и Душанбе определяет отсутствие буфера, ограничивающего застройку, что создает условия для активной городской экспансии за границы города. В Нур-Султане, Ашхабаде и Алматы эта угроза меньше.

Таблица 1

## Душевая обеспеченность древесным покровом

	В границах города, м <sup>2</sup> /чел		В пределах жилой зоны, м <sup>2</sup> /чел	
	2000 год	2018 год	2000 год	2018 год
Алматы	202,37	124,9	45,6	26,5
Нур-Султан	62,07	23,03	20,4	9,74
Ташкент	13,15	10,67	12,2	9,7
Бишкек	13,8	10,03	13,3	9,6
Душанбе	2,94	1,91	2,86	1,84
Ашхабад	0,7	0,66	0,35	0,3

Источник: составлено автором на основе расчетов растровых изображений древесного покрова Хансена и статистических сайтов стран

Зеленая инфраструктура городского уровня (крупные городские парки и скверы) сильно дифференцирована – минимальна его роль – в Ашхабаде, максимальна – в Бишкеке. При этом в последнем столь высокое его значение связано со значительной экспансией застройки, способствовавшей раздроблению агломерационного уровня. Ни в одном из городов, кроме Нур-Султана, территориальный резерв этого уровня не был использован для создания средостабилизирующих зеленых насаждений, важных для города в целом.

Таким образом, зеленая инфраструктура постсоветских столичных городов Центральной Азии, изначально располагаясь в неблагоприятных с точки зрения озеленения природных условиях, существует в очень уязвимом положении. За три десятилетия во всех без исключения городах площадь зеленой инфраструктуры сократилась. Наиболее значимые изменения во всех городах затронули категорию недревесной растительности, представленную в структуре городского землепользования бывшими сельскохозяйственными землями и неудобьями на периферии города. В наибольшей степени этот процесс затронул Алматы, в наименьшей – Ташкент, где ЗИ оставалась наиболее стабильной, а внешняя городская экспансия – минимальной.

Своеобразие зеленой инфраструктуры рассмотренных городов состоит в том, что в структуре ЗИ роль уличного и квартального озеленения значительно выше, чем парков и лесов. Подобная особенность определяется как неблагоприятными лесорастительными условиями, так и исторически сложившимися традициями озеленения как процесса создания комфортной городской среды вокруг собственного дома. Дальнейший рост численности

населения, сопряжённый с сокращением и деградацией озеленённых территорий без необходимых мероприятий по их планировке, поддержания и восстановления, будет делать проблематичным улучшение качества жизни в городе.

### Литература

1. Илларионова О. А., Климанова О. А. Трансформация «зеленой инфраструктуры» в крупных городах Южной Америки // Вестник Московского Университета. № 3. 2018. С. 23–29.
2. Климанова О.А., Колбовский Е.Ю., Курбаковская А.В. Оценка геоэкологических функций зеленой инфраструктуры в городах Канады // География и природные ресурсы. 2016. № 2. С. 191–200.
3. Морозова Г.Ю., Дебелая И.Д. Зеленая инфраструктура как фактор обеспечения устойчивого развития Хабаровска // Экономика региона. 2018. С. 562–574.

**О.А. Klimanova, L.A. Titova**

### **GREEN INFRASTRUCTURE TRANSFORMATION IN THE POST-SOVIET CAPITALS OF CENTRAL ASIA**

Increasing urban development in the arid and semi-arid regions of the Central Asia has led to greater demand for land without buildings. The transformation of green infrastructure during 1992–2018 was analysed for six Central Asian cities, i.e. Almaty, Ashgabat, Nur-Sultan, Dushanbe, Bishkek and Tashkent. Green infrastructure is considered as a factor for the sustainable development of a cities.

*Keywords:* Urban green infrastructure, Central Asia, arid zone, urban planning.

УДК 711.4 -163; 614.446

**Б.И. Кочуров<sup>1</sup>, И.В.Ивашкина<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт географии РАН

<sup>2</sup>ГАУ «Институт Генплана Москвы»

г. Москва, Россия (E-mail: camertonmagazin@mail.ru, ivashkinagenplan@mail.ru)

### **ГОРОДА ПОСЛЕ ПАНДЕМИИ COVID-19**

Пандемия COVID-19 объявила глобальный вызов практически всем городам мира, выявив самые уязвимые места – крупнейшие города с высокой плотностью населения. Потребуется пересмотр принципов градостроительства и проектирования на урбанизированных территориях с приоритетом экологической безопасности и санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

*Ключевые слова:* пандемия, городское развитие, экологическая безопасность

Пандемия COVID-19 поставила на повестку дня необходимость существенных изменений в организации урбанизированных территорий и городской среды.

**Стратегия пространственного развития.** Пандемия показала, что современные города и особенно многомиллионные мегаполисы представляют серьёзную угрозу жизни людей. В Стратегии пространственного развития Российской Федерации еще совсем недавно нам активно предлагали концепцию развития страны, базирующуюся на

мегаполисах [3]. При этом совершенно игнорировались проблемы экологической безопасности и вопросы санитарно-эпидемиологического благополучия населения. В сложившейся ситуации необходим пересмотр направлений пространственного развития России, в т.ч. схем территориального планирования субъектов РФ, а также генеральных планов городов и муниципальных образований. Концепция расселения жителей по средним и малым городам должна получить новый импульс развития в России.

**Пространственная структура и функциональное зонирование** городов также изменятся. Принципы, зафиксированные в LEED for Neighborhood Development, должны получить приоритетное применение в российских городах [4]. В основе идеи лежит развитие многофункциональных районов, где сочетаются жилье и бизнес, торговля и разнообразные услуги, природные и рекреационные объекты. На уровне пространства это значит, что нужна система, состоящая из большого количества небольших самодостаточных элементов, т.е. полицентрическое развитие урбанизированных территорий будет играть ключевую роль. Городская среда должна стать максимально компактной и преимущественно пешеходной (концепция 15-минутного города), комфортность такой среды обусловлена многообразием и минимальной доступностью всех объектов и инфраструктуры.

**Жилая среда и здоровье населения.** Важным аспектом при проектировании станет влияние жилой среды на здоровье человека, а проектирование с опорой на здоровье станет обязательной нормой. Жилая застройка требует серьезной трансформации, в первую очередь, строительство «человейников» должно прекратиться. В период пандемии COVID-19 проживание в многоэтажном доме в районах с высокоплотной застройкой стало не просто неудобным, но и рискованным. Следовательно, будут формироваться новые запросы на стандарты жизни и безопасности городов, и эти запросы кардинально изменят облик городов [2].

Особую роль играет планировка самого жилья и количество квадратных метров, которым в среднем располагает один житель. Безусловно, переносить изоляцию легче в квартирах, где есть личное пространство для каждого члена семьи. Квартиры с балконами и террасами обладают большими предпосылками к комфорту жителей. В условиях карантина особенно важно ощущение эмоционального благополучия, которое формируется за счет и визуальной среды. В этой связи вид из окна становится одним из немногих контактов с реальным миром и окружающей средой.

**Удаленная работа.** Практика работы в условиях самоизоляции свидетельствует о том, что целый ряд профессий не требует присутствия в офисах. Дистанционная работа будет способствовать освобождению большинства офисных помещений, особенно в центральных районах городов. Если говорить об изменениях, которые можно прогнозировать уже сейчас, особого внимания заслуживают новые формы работы с высокими технологиями буквально во всех отраслях.

**Транспортная инфраструктура.** Изменение мотивации населения куда-либо ездить поможет решить транспортные проблемы современных городов. Если люди будут больше работать вне офисов, то меняется их транспортное поведение. При этом, если человеку не нужно ехать на работу в центр или другой район города (в среднем городской житель тратит 1-2 часа на трудовые корреспонденции), то он будет стремиться найти весь набор услуг и



сервисов рядом с местом проживания и желательно в пешей доступности. Уличное пространство кардинально изменится. В городе, привлекательном для жизни, приоритет отдается общественному транспорту, пешеходам и велосипедистам. Преимущественное развитие общественного транспорта с преобладанием электрических видов позволит решить острые экологические проблемы [1]. Минимальное использование личных автомобилей приведет к освобождению городского пространства, поскольку благодаря меньшему количеству парковочных мест на улице, больше места будет доступно для озелененных и рекреационных территорий.

**Общественные пространства** получают новое развитие. В городах будут появляться современные и обустроенные общественные пространства с возможностями для разнообразных видов спорта и досуга горожан. Реализация принципов ландшафтного планирования позволит грамотно организовать систему общественных, природных и озелененных территорий [1,2]. В каждом районе города будет востребована программа благоустройства дворов. Сейчас двор уже перестал нести "сквозную" функцию, и все чаще жители хотят проводить в нем время. Наличие большого дворового пространства становится для горожан важным фактором выживания в условиях пандемии. Чем крупнее площадь дворов на человека, тем больше возможностей для прогулок без нарушений норм самоизоляции.

**Урбогеосистемы: самоорганизация и саморазвитие.** Важнейшей задачей современности становится создание биосферно-ноосферного совместного пространства, где будут доминировать эколого-градостроительные структуры, а город станет жизнеспособным и здоровым [2]. В здоровом городе, в свою очередь, формируются предпосылки для жизнедеятельности населения с минимальными угрозами для здоровья, а также условия, способствующие увеличению продолжительности жизни и повышению её качества.

Таким образом, преодоление последствий пандемии коронавируса требует критического анализа существующих урбанистических концепций и принципов развития городского пространства. Необходимо встраивание городов в природные системы и создание интегрированных эколого-градостроительных объектов и комплексов, функционирующих по законам природы и управляемых эффективно со стороны человека.

### Литература

1. Ивашкина И.В., Кочуров Б.И. Урбоэкодиагностика и сбалансированное развитие Москвы. Москва: ИНФРА-М, 2018. 202 с.
2. Кочуров Б.И., Ивашкина И.В., Фомина Н.В., Ермакова Ю.И. Пандемия - испытание городов на устойчивость и безопасность // Вестник Ассоциации российских географов-обществоведов, издательство Северо-Кавказский научно-исследовательский институт экономических и социальных проблем Южного федерального университета (Ростов-на-Дону). 2020. № 9. С. 142-144.
3. Распоряжение Правительства РФ от 13.02.2019 N 207-р (ред. от 31.08.2019) «Об утверждении Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года». Доступно по адресу <https://www.consultant.ru>
4. A Citizen's Guide to LEED for Neighborhood Development: How to Tell if Development is Smart and Green. Доступно по адресу [https://www.nrdc.org/sites/default/files/citizens\\_guide\\_LEED-ND.pdf](https://www.nrdc.org/sites/default/files/citizens_guide_LEED-ND.pdf)

**B. I. Kochurov, I. V. Ivashkina**  
**CITIES AFTER COVID-19 PANDEMIC**

The pandemic COVID-19 has declared a global challenge to almost all countries of the world, revealing the most vulnerable places - the largest cities with high population density. It will be necessary to review the principles of urban planning with priority for environmental safety and sanitary and epidemiological welfare of the population.

*Keywords:* pandemic, urban development, environmental safety.

УДК 303.425.4/502.05

**И.В. Леухин<sup>1</sup>, Е.Г. Язиков<sup>1</sup>, Е.А. Гончаров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск*

<sup>2</sup> *Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола*  
г. Йошкар-Ола, Россия (E-mail: ilia-konkistodor@yandex.ru)

**ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ТЕРРИТОРИИ Г. ЙОШКАР-ОЛА ПО  
ДАНЫМ ИЗУЧЕНИЯ СНЕГОВОГО И ПОЧВЕННОГО ПОКРОВОВ**

Целью работы является проведение комплексной оценки состояния почвенного и снежного покрова Йошкар-Олы. Материалом для проведения работ послужили 76 проб почвенного покрова, 6 проб снежного покрова. Пробы почвы отобраны по километровой сетке со всей территории объекта исследования, пробы снежного покрова взяты методом шурфа с каждой функциональной зоны города. Работы по отбору проб снега осуществлялись автором, взятие проб почвы происходило также при его непосредственном участии. Для определения содержания элементов в почвах использовались методы ИНАА, ААС в аккредитованных лабораториях ФГБОУ ВО ПГТУ, определение минерального состава проходило на базе кафедры Геоэкологии и геохимии ТПУ методами оптической микроскопии и рентгенофазового анализа. На основе результатов аналитических работ была определена пылевая нагрузка, рассчитаны риски для населения, исходящие от почвенного покрова. Путём статистического анализа установлены некоторые факторы, влияющие на распределение элементов в почве, построены схемы упрощённого функционального зонирования города, определены основные свойства территории города, как геохимической совокупности.

*Ключевые слова:* почва, снежный покров, пылевая нагрузка, загрязнение почвы

На территории городов проживает более двух третей населения страны, отсюда вытекает важность изучения компонентов городской среды, как потенциальных источников негативного воздействия на здоровье людей. Почвенный и снеговой покров являются депонирующими средами, отражающими накопление загрязняющих веществ в течении долгого времени.

Цель: изучить минерально-геохимические особенности снегового и почвенного покрова с территории города Йошкар-Ола и оценить уровень их загрязнения.

Задачи:

Провести литературный обзор по теме исследования;

Изучить элементный состав почв методами инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) и пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии (ПААС);

Рассмотреть твёрдый осадок снега с территории города и изучить его минеральный состав;

Оценить накопление изучаемых элементов в почве и снеговом покрове города.

Объектом исследования является столица Республики Марий Эл, город Йошкар-Ола, который расположен на берегах Малой Кокшаги, одного из левых притоков Волги. Предметом исследования стали почва и твёрдый осадок снега с территории города.

В работе рассматривается специфика накопления ряда элементов в почве, а также минеральный состав снежного покрова. Новизна исследования заключается в получении данных по содержанию большого перечня (более 30) элементов в почве, исследовании снегового покрова и расчёт пылевой нагрузки на территорию города и выяснении минерального состава твёрдого осадка снега.

Изучению почв города уже посвящён ряд исследований [1,2,8], касательно снежного покрова мы опирались на опыт московских коллег [7], работы учёных из Томска, изучавших снежный покров городов Сибири [13]. Непосредственно снежному покрову Йошкар-Олы посвящены труды Границы Ю.В. [6] в которых изучался состав снеготалых вод, в работе Мартыновой М.В. исследовался газовый состав атмосферы города. [10].

В ходе работы был использован ряд методик по изучению рассматриваемых сред. Почвы отбирались по требованиям ГОСТ 17.4.4.02-84 [3], ГОСТ 17.4.3.01-83 [4], ГОСТ 28168-89 [5] и Методическими рекомендациями [9]. Согласно ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-2002 [11] методом ПААС было определено содержание Pb, Ni, Zn, Cd, Cu, Co и посчитан суммарный показатель загрязнения (Zc). Подготовка и анализ проб методом нейтронно – активационного анализа проходили в соответствии с инструкцией НСАМ ВИМС № 410-ЯФ с облучением тепловыми нейтронами на исследовательском реакторе ИРТ-Т НИИ ядерной физики при Томском политехническом университете.

Пространственное распределение комплексного загрязнения тяжёлыми металлами в почвах отражено на схеме, представленной на рисунке 1.

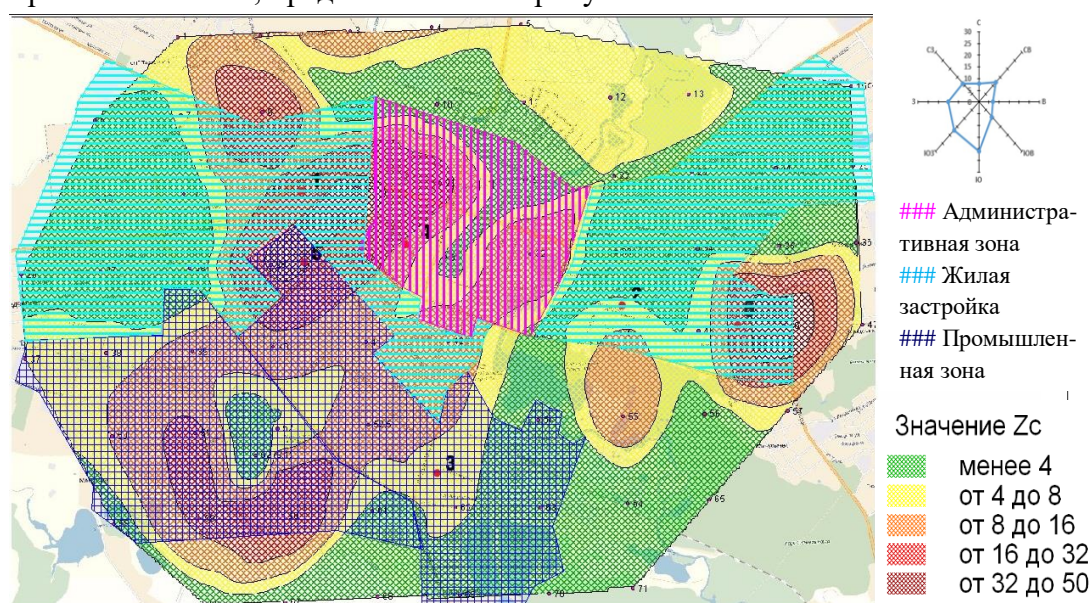


Рис. 1. Показатель Zc по отношению к средним значениям по городу (городскому фону)

На территории г. Йошкар-Олы выделяются контрастные участки, свидетельствующие о различной интенсивности воздействия на почвенный покров.

В 2019 году был произведен отбор снега в шести точках, приуроченных к основным функциональным зонам города, данные о пылевой нагрузке отражены в таблице 1. Мощность пылевой нагрузки определена по критериям, приведенным в «Геохимии окружающей среды» 1990 [12]. Пылевая нагрузка на обследованных участках города не превышает 156 мг/м<sup>2</sup> сут, что соответствует низкой степени загрязнения [12].

Таблица 1.

## Данные о пылевой нагрузке

№ пробы	Адрес, ключевые ориентиры	Функциональная зона	Время взятия пробы	t, дни	P <sub>о</sub> , мг	S шурфа, м <sup>2</sup>	Рп, мг/м <sup>2</sup> сут	h, см
1	ул. Красноармейская д. 111	Жилая	25.01.2019	66	306	0,2025	<b>22,896</b>	32
2	бул. Чавайна, д. 12 ТЦ «Аякс»	Жилая	25.01.2019	66	144	0,4225	<b>5,1641</b>	26
3	ул. Карла Маркса, д. 131 (завод Электроавтоматика)	Промышленная	25.01.2019	66	1083	0,3432	<b>47,812</b>	32
4	Ул. Рябинина 11 Перинатальный центр	Административно-деловой центр	25.01.2019	66	18	0,2392	<b>1,1402</b>	53
5	Суворова 26 корп. 2 Завод полупроводниковых приборов	Промышленная	25.01.2019	66	290	0,318	<b>13,817</b>	38
6	ул. ГСБ, д. 27 ООО «Стройкерамика»	Жилая	30.01.2019	71	2490	0,225	<b>155,87</b>	47

Снежный покров установился с 20.11.18, масса каждой пробы – 20 кг.

Результаты изучения минерального и вещественного состава пылеаэрозолей методом оптической микроскопии; приведены в таблице 2.

Таблица 2.

## Примерный вещественный состав пылеаэрозолей

Номер пробы	Кварц %	Сажа %	Биогенная составляющая %	Другое %
1	60	30	5	Карбонаты 5
2	30		65	Карбонаты 3, волокнистые частицы 2, слюдяные частицы - единичные включения
3	90	5	-	-
4	5	25	70	-
5	-	-	99	-
6	99**	-	-	-

\*\* По результатам дифрактометрии.

По итогам работы видно, что уровни загрязнения почв и снежного покрова по санитарно – гигиеническим нормам низкие, опасных для жизни и здоровья веществ в составе пылеаэрозолей не обнаружено. Распределение загрязняющих веществ довольно контрастно, но всё это укладывается в ПДК и ОДК, а значит, такие компоненты среды как почва и снежный покров на территории Йошкар-Олы можно считать экологически безопасными.

## Литература

1. Е.А. Гончаров, И.В. Леухин, Д.И. Пигалин. Особенности распределения мышьяка в почвах г. Йошкар-Олы. // Young ELPIT 2017. International Innovative Forum of Young Scientists in Framework of the VI International Environmental Congress (VIII International Scientific-Technical Conference) "Ecology and Life Protection of Industrial-Transport Complexes" ELPIT 2017 (Samara - Togliatti, Russia, 20-24 September, 2017), С.92-98, 2017 г., Samara, Издательство: Publishing House of Samara Scientific Centre.
2. Е. А. Гончаров, Д.И. Пигалин, Н.Г. Шурков. / Эколого-геохимическая оценка почвенного покрова городских ландшафтов. Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, №1, С.87-97, 2015 г.
3. ГОСТ 17.4.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Стандартиформ, 2008.
4. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к отбору проб. – М.: Стандартиформ, 2008.
5. ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. – М.: Стандартиформ, 2008.
6. Ю.В. Граница, М.В. Мартынова Методы оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха на примере города Йошкар – Ола Республики Марий Эл. [Электронный ресурс], [сайт], URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metody-otsenki-urovnya-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-na-primere-goroda-yoshkar-ola-respubliki-mariy-el> (дата обращения: 09.08.2020 г.)
7. Н.С. Касимов, Н.Е. Кошелева, Д.В. Власов, Е.В. Терская Геохимия снежного покрова в восточном округе Москвы. [Электронный ресурс], [сайт], URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/geohimiya-snezhnogo-pokrova-v-vostochnom-okruge-moskvy> (дата обращения 11.08.2020)
8. И. В. Леухин, Е. Г. Язиков, Е.А. Гончаров Оценка содержания тяжёлых металлов в почвах Йошкар-Олы [Статья в сборнике] Проблемы геологии и освоения недр: труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых ученых, посвященного 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К. В. Радугина . В 2-х томах., С.595-597, 2019 г., г. Томск, Издательство: Томского политехнического университета.
9. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами / Под ред. Зырина Н.Г., Малахова С.Г. – М.: Гидрометиздат, 1981. – 108 с.
10. М.В. Мартынова Оценка загрязнения атмосферного воздуха на примере городов Йошкар – Ола и Волжск Республики Марий Эл. [Электронный ресурс], [сайт], URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-zagryazneniya-atmosfernogo-vozduha-na-primere-gorodov-yoshkar-ola-i-volzhsk-respubliki-mariy-el> (дата обращения: 09.08.2020 г.)
11. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-2002 Количественный химический анализ почв методика измерений валового содержания кадмия. Кобальта, марганца. Меди. Никеля, свинца, хрома и цинка в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах методом пламенной атомно – абсорбционной спектроскопии.
12. Ю.Е. Саэт Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин и др. М.: Недра, 1990 – 355 с.
13. А.В. Таловская Оценка эколога – геохимического состояния районов г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей. [Электронный ресурс], [сайт], URL: [http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/6434/1/thesis\\_tpu-2009-16.pdf](http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/6434/1/thesis_tpu-2009-16.pdf) (дата обращения: 09.08.2020 г.)

I.V. Leuhin, E.G. Yazikov, E.A. Goncharov.

## ECOLOGICAL - GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF THE TERRITORY OF YOSHKAR - OLA ACCORDING TO THE STUDY OF SNOW AND SOIL COVER

The paper discusses the features of the accumulation of heavy metals, rare earth elements in soils, as well as the mineral composition of the solid precipitate snow. This allows us to give an integrated assessment of the pollution of the territory and to establish the spatial distribution of pollutants. Purpose: To conduct a comprehensive assessment of the state of soil and snow cover on the territory of Yoshkar-Ola. Methods. Soil samples were taken in September 2014. Snow cover sampling was carried out at the end of February 2019 at six sampling points in various functional areas of the city in order to establish dust load and determine the mineral composition of dust aerosols. In total, 76 soil samples and 6 snow cover samples were taken during the field phase of the study. After sampling the snow cover using the pit method, a solid snow sediment was determined by the palette method using an optical microscope. Content of elements in the soil was studied by flame atomic absorption analysis (FAAA) and method instrumental neutron activation analysis (INAA).

According to the results of work, the dust load did not exceed 250 mg \* m / day, this corresponds to a low value. The maximum values of elements in the soil do not exceed the established norms. From this follows the conclusion about the ecological well-being of the territory under consideration.

*Keywords:* soil, snow cover, dust load, soil pollution.

УДК 504.062

*М. Ю. Ли*

*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,  
г. Москва, Россия (E-mail: limargo1996@mail.ru)*

## ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМНЫХ УСЛУГ ГОРОДОВ

В основу работы положена концепция экосистемных услуг. В работе рассмотрены методические подходы по их оценке, выявлены и проанализированы наиболее важные экосистемные услуги в Сингапуре. Методами геоинформационного моделирования на основе цифровой модели рельефа и карты функциональных зон была получена схема урбогеосистем, которая стала основой для более подробного расчета секвестрации углерода и оценки рекреационного потенциала. Для оценки функции по поглощению углерода рассмотрены основные методы оценки биомассы и содержания углерода. По спутниковым снимкам рассчитаны значения NDVI, на основе которого количественно оценена биомасса, что в свою очередь позволило определить содержание углерода в каждой урбогеосистеме. Были изучены основные методы оценки и факторы рекреационной привлекательности. На основе транспортной доступности, средней площади и доли зеленой инфраструктуры был рассчитан интегральный показатель рекреационной привлекательности урбогеосистем. На основе полученных данных и литературных источников была оценена степень значимости основных экосистемных услуг для города. Наиболее значимыми услугами являются: обеспечение пресной водой, охрана водосборных бассейнов,

поглощение углерода, рекреация и туризм, при этом последние имеют важное значение как для местных жителей, так для туристов со всего мира.

*Ключевые слова:* экосистемные услуги, урбогеосистемы, секвестрация углерода, рекреационная привлекательность

Цель работы – рассмотреть экосистемные функции крупного города, а также оценить их значение для отдельных урбогеосистем. Объект исследования Сингапур – один из самых экономически развитых и при этом комфортных для проживания городов мира с населением около 5,7 млн человек (2019, оценка). Этот город-государство, практически лишенный природных ресурсов, с плотной застройкой и высокой плотностью населения (свыше 7700 чел./км<sup>2</sup>), находит эффективные решения сложных экологических проблем.

В задачи исследования входило рассмотрение экосистемных функции зеленой инфраструктуры в городах, которые были рассмотрены на основании сети урбогеосистем Сингапура, оценка потенциала различных урбогеосистем по оказанию экосистемных услуг, включая депонирование углерода и рекреационную привлекательность [2].

За основную операционно-территориальную единицу была принята урбогеосистема (УГС) – часть территории города с однородной застройкой с учетом функциональных зон и схожими характеристиками озелененности, запечатанности и обводненности. Моделирование урбогеосистем проходило в несколько этапов и учитывало различные показатели, отражающие как природные факторы, так и социально-экономические показатели - функциональное зонирование города. Моделирование урбогеосистем включало выделение основных функциональных зон на основе OSM [4] (жилые, промышленные, транспортные), учет положения зеленых зон города и водных объектов и рассмотрение высотных характеристик на основе цифровой модели рельефа.

Таким образом, было выделено 37 урбогеосистем, со средней площадью 1943 га. В каждой урбогеосистеме была проведена дифференциация зеленой инфраструктуры на основе данных OSM, были выделены лесные территории, открытые озелененные пространства (большие луга и газоны), межквартальные открытые озелененные пространства (лужайки, спортивные площадки, площадки детских садов), кустарниковые территории, парковые территории (парки, зоопарки, парки при церквях и кладбищах), водные объекты и водно-болотные угодья. Например, в урбогеосистеме №24 около 80% площади занято лесными территориями.

Затем в каждой урбогеосистеме были оценены объемы секвестрации углерода наземной биомассой и рекреационная привлекательность.

На основе многоканального снимка Landsat 8 были рассчитаны значения NDVI, и далее на основе регрессионных уравнений из статьи [3] была рассчитана биомасса по следующей формуле:

$$\text{Биомасса (т/га)} = 3.854 + 2.6586 * 5.685 + 0.7019 * ((\text{NDVI} \geq 0.57)\%),$$

где  $\text{NDVI} \geq 0.57$  – процент площади полигона со значением  $\text{NDVI} \geq 0.57$

Таким образом, содержание биомассы в разных урбогеосистемах варьирует от 21 т/га в УГС №2 до 192 т/га в УГС №25. Такой большой разброс значений связан со значительной неоднородностью распространения объектов зеленой инфраструктуры в городе, но несмотря на это городские территории в целом содержат достаточно большое количество углерода,

сконцентрированного в биомассе растений. Далее на основе рассчитанных значений биомассы с использованием коэффициента конвертации были оценены объемы углерода, сосредоточенные в каждой урбогеосистеме (рис. 1).

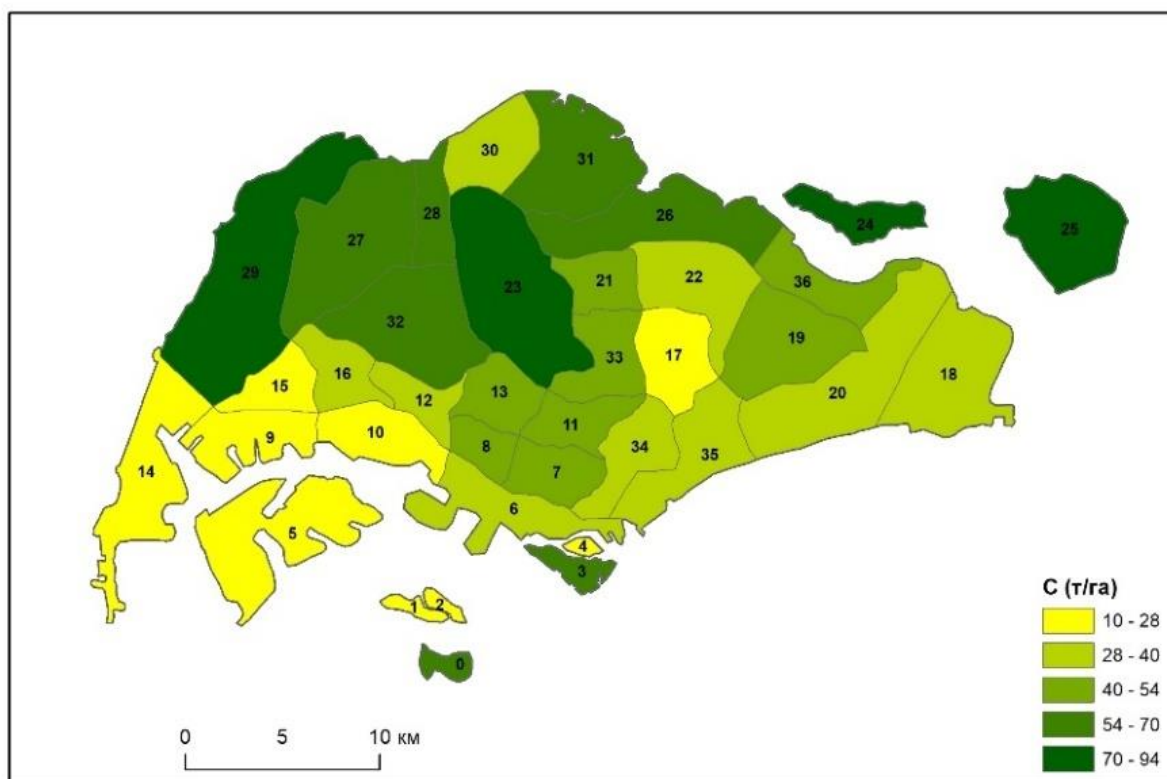


Рис. 1. Запасы углерода в урбогеосистемах Сингапура. Составлено автором

Таким образом, наибольшее количество запасов углерода концентрируют низменные террасовидные и средние по высоте основания и склоны водоразделов, занятые зелеными насаждениями (урбогеосистемы 23, 24, 25 и 29). А наименьшие значения этого показателя наблюдаются на низменных террасовидных участках с промышленной застройкой (урбогеосистемы 1, 2, 4, 5, 9, 10, 14, 15).

Помимо этого, была оценена рекреационная привлекательность урбогеосистем Сингапура. Одна из ключевых характеристик привлекательности парка с точки зрения рекреации – его посещаемость. Ряд характеристик городских парков может влиять на их использование и предоставляемые ими культурные экосистемные услуги. Во-первых, люди с большей долей вероятности ходят в те парки, которые ближе к их домам, поэтому расположение парка часто влияет на его посещаемость. Во-вторых, установлено, что такие характеристики растительного покрова парков, как высота деревьев и сложность структуры растительности связаны с более длительными посещениями парка, ориентированными на проведение времени на природе и более короткими, нацеленными на выполнение физических упражнений. В-третьих, размер и тип парка также определяют характер его использования. Крупные линейные парки, предлагающие большое разнообразие способов их использования, увеличивают количество различных видов деятельности для посетителей парка [1].



За основу оценки рекреационной привлекательности каждой урбогеосистемы было выбрано несколько показателей:

- средняя площадь зеленых насаждений в пределах каждой урбогеосистемы. Существует ряд исследований, которые находят значительную корреляцию между площадью парка и количеством активностей, которые возможны в этом парке. Чем больше площадь парка, тем больше имеется объектов инфраструктуры и тем более парк привлекательнее для посетителей.
- среднее расстояние до ближайшей крупной дороги. Этот показатель отражает местоположение парка и удобство подъезда к нему.
- доля площади, занимаемая зелеными насаждениями от площади урбогеосистемы. Чем выше площадь, тем больше плотность объектов зеленой инфраструктуры.

Каждый из этих параметров был оценен в программной среде ArcGIS с использованием инструментов пространственного анализа (расчет площади, анализ близости) для каждой урбогеосистемы. Затем каждый из параметров был нормирован от 0 до 1,11 что позволяет суммировать показатели с различными единицами измерения и размахом значений. После этого, на основе трех показателей, проранжированных от 0 до 1, было вычислено среднее геометрическое значение. В итоге получился индекс, отражающий привлекательность парков с точки зрения рекреации, основанный на показателях доли площади, средней площади объектов ЗИ и среднего расстояния от зеленых насаждений до ближайшей крупной дороги (рис. 2).

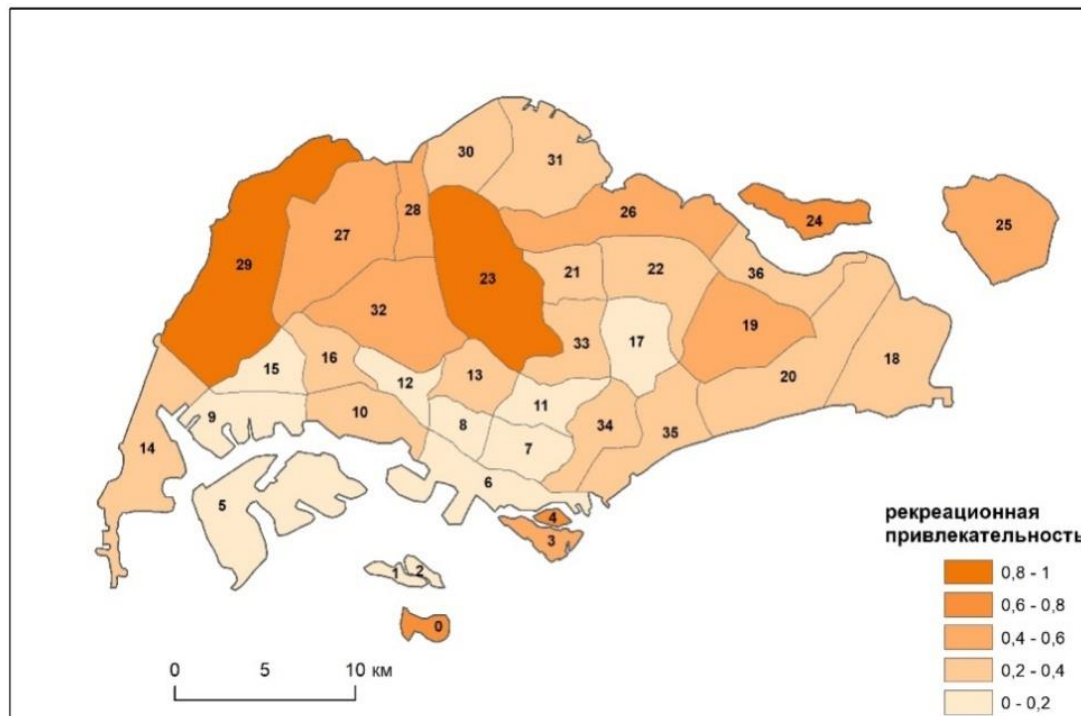


Рис. 2. Рекреационная привлекательность урбогеосистем Сингапура. Составлено автором

<sup>11</sup> Нормирование данных - приведение диапазона изменения значений к некоторым требуемым границам (чаще всего от 0 до 1).

Таким образом, наибольшую рекреационную привлекательность имеют урбогеосистемы 23 и 29 – это средние по высоте и возвышенные основания и склоны водоразделов, занятые преимущественно объектами зеленой инфраструктуры. В этих урбогеосистемах расположено 242 и 284 объекта ЗИ соответственно, что гораздо выше среднего показателя – 129 объектов.

Также были рассмотрены прочие экосистемные функции, которые играют важную роль в обеспечении и регулировании экологической ситуации в Сингапуре, оказывают культурно-эстетические услуги. Их обобщение основано на анализе официальных материалов городской администрации и научных публикаций сингапурских ученых, а также результатов оценки экосистемных услуг, выполненных автором.

Таким образом, в Сингапуре особую значимость имеют услуги по обеспечению пресной водой, охране водосборных бассейнов, поглощению углерода, рекреации и туризму. При этом последние имеют важное значение как на локальном уровне – для местных жителей, так и на глобальном – для туристов со всего мира.

### Литература

1. Brown G., Schebella M. F., Weber D. Using participatory GIS to measure physical activity and urban park benefits //Landscape and urban planning. – 2014. – Т. 121. – С. 34-44.
2. Friess D. A. Singapore as a long-term case study for tropical urban ecosystem services //Urban ecosystems. – 2017. – Т. 20. – №. 2. – С. 277-291.
3. Goh J. Y. et al. Estimating biomass in managed urban greenery areas using canopy cover percentages derived from NDVI. – 2011.
4. Open Street Map. URL: <https://www.openstreetmap.org/#map=11/1.3148/103.8194>. Дата обращения: 15.12.2017.

M. Y. Li

### ASSESSMENT OF URBAN ECOSYSTEM SERVICES

The basis of the work is the concept of ecosystem services. The paper considers methodological approaches to assessment, identifies and analyzes the most important ecosystem services in Singapore. A map of urban geosystems was obtained, using geoinformation modeling methods based on a digital elevation model and a map of functional zones. The urban geosystem map became the basis for a more detailed calculation of carbon sequestration and assessment of recreational attractiveness. The main methods for estimating biomass and carbon store are considered to assess the function of carbon sequestration. NDVI values were calculated for biomass estimation, which made it possible to determine the carbon store in each urban geosystem. Transport accessibility, the average area and the percentage of green infrastructure became the indicators for an integral index of the recreational attractiveness of urban geosystems. Based on the obtained data and literature sources, the main ecosystem services for the city were assessed. The most important services are freshwater supply, watershed protection, carbon sequestration, recreation and tourism.

*Keywords:* Ecosystem services, urban geosystem, carbon sequestration, recreational attractiveness

УДК 631.4;504.5

*Н.Н. Назаренко**Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I  
г. Воронеж, Россия (E-mail: talalajko@mail.ru)***БИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ РЕКРЕАЦИОННО-ПАРКОВЫХ  
ЛАНДШАФТОВ Г. ВОРОНЕЖА**

В статье представлен опыт применения микробиологических методов биодиагностики для оценки почв рекреационных ландшафтов города Воронежа. Дана количественная оценка изменений химических и биологических свойств черноземных почв лесопарков под влиянием рекреационной нагрузки. Для почвенной микробиоты установлены обратимые нарушения структуры, соответствующие адаптивному диапазону «стресса». Показатели микробиологические следует использовать в качестве чувствительных индикаторов экологического состояния почв рекреационных ландшафтов.

*Ключевые слова:* рекреация, городские почвы, микромицеты, биоразнообразие.

Биоэкологическая оценка почвы является приоритетной при проведении мониторинговых исследований, так как показывает реальную картину потенциальной опасности антропогенного воздействия. Среди различных биологических критериев оценки антропогенного влияния на почвы наиболее оперативными и перспективными являются микробиологические и биохимические показатели, дающие сведения о динамике важнейших процессов в почве [9, 11]. Почвенная микробиота (бактерии, микромицеты, актиномицеты) чутко реагируют даже на наименьший антропогенный прессинг, и являются ценными биоиндикаторами, отражающими направленность и степень трансформации городской среды [8, 10]. Парки и скверы – компоненты городских ландшафтов, играющие огромную роль в создании эстетической привлекательности города. На сегодняшний день проблема изучения рекреационных нагрузок на парки, скверы и другие места отдыха людей в городах достаточно актуальна.

Целью исследования явилась оценка биоэкологического состояния почв рекреационно-парковых ландшафтов в черте города Воронежа.

Город Воронеж – областной индустриально-развитый центр Центрального Черноземья. В черте города расположено Воронежское водохранилище, которое в меридиональном направлении разделяет территорию на левобережную и правобережную части. Выбросы промышленности и автотранспорта вносят существенный вклад в загрязнение городской среды. Город отнесен ко второй группе городов России с высокой степенью экологической опасности [5].

Отбор образцов почвы был осуществлен по стандартной методике «конверта», пробы отбирали с глубины 0–10 см в середине вегетационного сезона (июль) в течение нескольких лет (2014–2018 гг.). Отбор проб проводили отдельно для левобережной и правобережной части города в силу разного состава почв, а также уровня антропогенной нагрузки. Исходные почвы для левобережной части города дерново-лесные супесчаные, а для правобережья – черноземы суглинистые. В целом, почвы рекреационно-парковых ландшафтов города

являются слабонарушенными (частично культуроземы). В парках и скверах пробы отобраны в лесных фитоценозах с выраженным травяным ярусом.

Рекреационная зона левобережья включает парки, созданные и управляемые человеком. Парк «Алые паруса» относительно удален от промышленных предприятий и автомагистралей, в то время как парк «Патриотов» расположен в непосредственной близости от крупного транспортного узла и промышленно-производственного комплекса.

Рекреационная зона правобережья рассмотрена на примере крупных при-родоподобных лесопарков. Центральный парк «Культуры и отдыха» расположен в центральном районе города на значительном удалении от промышленного узла, но приближен к транспортной развязке, соединяющей разные берега города. Спортивно-оздоровительный лесопарк комплекс «Олимпик» находится на окраине города (9-й километр Московской трассы).

В качестве контроля использовали идентичные ненарушенные почвы пригородной зоны на расстоянии 20 км от города (с. Никольское, п. Рамонь). Определяли численность основных групп микроорганизмов в почвенных образцах по общепринятым методикам [6]. Почвенные взвеси в разведениях высевали на селективные диагностические питательные среды. Для характеристики структуры микробного сообщества использовали различные экологические коэффициенты, критерии и индексы [1, 7]. Видовую принадлежность микелиальных микроорганизмов устанавливали по соответствующим определителям [4].

В почвенных образцах определяли содержание тяжелых металлов (ТМ) на атомно-абсорбционном спектрометре «СПЕКТР», а нефтепродуктов – методом хлороформ-гексановой экстракции [2]. Экспериментальные данные обрабатывали стандартными методами статистического анализа с использованием программ Excel.

В таблице 1 представлено содержание основных загрязняющих веществ в почве рекреационно-парковых ландшафтов г. Воронежа.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в почве г. Воронежа

Городские ландшафты	ТМ (подвижные формы), мг/кг					Нефтепродукты, мг/кг
	Cd	Pb	Zn	Ni	Cu	
Контроль	0,00	0,2–0,5	1,2–2,0	0,00–0,01	0,1–0,2	40–48
<i>Правобережная часть города</i>						
Рекреация	0,00	0,5–0,9	<b>4,2–5,6</b>	0,00–0,1	0,1–0,3	<b>60–72</b>
<i>Левобережная часть города</i>						
Рекреация	0,00	1,0– <b>1,5</b>	<b>4,0–10,1</b>	0,01–0,1	0,2– <b>0,7</b>	<b>64–90</b>
ПДК (ТМ), ОДК (нефть)	< 0,1	6	23	4	3	300

*Примечание:* Жирным шрифтом выделены значения, превышающие контроль.

В целом по городу, содержание нефтепродуктов в рекреациях превышало контрольные значения до 2,5 раз, однако было намного ниже ориентировочно-допустимых концентраций (ОДК). По основным приоритетным ТМ превышений ПДК не обнаружено. Между тем, в парках левобережья по содержанию цинка, меди и свинца определены превышения значений контроля. В почвах рекреации правобережья превышения по сравнению с контролем в 2,5

раза обнаружены только по содержанию цинка. Значения остальных ТМ были на уровне контрольных. Анализ экспериментальных данных показал, что почвы рекреационно-парковых ландшафтов Воронежа имеют локальный характер загрязнения и по суммарному показателю загрязнения соответствуют допустимому уровню.

Микробиологическое исследование показало значительные колебания численности микроорганизмов практически всех эколого-трофических групп. Поэтому весьма информативными оказываются расчеты соотношения численности микроорганизмов на различных питательных средах (табл. 2).

Таблица 2

## Эколого-трофическая структура микробиоты почв г. Воронежа

Показатели	Левобережная часть города		Правобережная часть города	
	контроль	рекреация	контроль	рекреация
Аммонификаторы, млн.КОЕ/г	0,5–4,3*	1,3–2,9	2,5–7,0	3,5–11,8
К <sub>имм.</sub>	1,2–3,6	0,5–2,1	3,8–8,2	2,2–6,0
К <sub>олиг.</sub>	2,0–2,3	0,5–1,9	1,9–4,0	1,7–3,5

*Примечание:* \* минимальное-максимальное значение.

Определяемая нами численность аммонификаторов (микроорганизмы, использующие для роста органические источники азота) демонстрирует потенциальную способность микробного сообщества почвы к минерализации азотсодержащих соединений. Многолетние мониторинговые исследования позволили установить тенденцию к росту численности аммонификаторов в почвах лесопарков правобережья от 1,5–3 раза во все годы исследования. В почвах левобережья эта группа микроорганизмов сначала возрастала, а спустя годы снижалась незначительно по сравнению с контролем. В почвах левобережья абсолютная численность аммонификаторов была ниже по сравнению с правобережьем.

Коэффициент иммобилизации (Кимм.), определяемый как отношение иммобилизаторы/аммонификаторы и отражающий степень закрепления органического азота разлагаемых остатков в микробной биомассе, снижается по годам исследования по сравнению с контролем.

Коэффициент олиготрофности (Колиг.), определяемый как отношение олиготрофы/аммонификаторы и отражающий глубину минерализационных процессов в почве, снижался до 2 раз, а потом постепенно достигал контрольных значений в рекреациях обеих частей города.

Таким образом, показатели эколого-трофической структуры свидетельствуют о напряженных минерализационно-иммобилизационных процессах и сбалансированности процессов синтеза и распада почвенного органического вещества. Микробное сообщество рекреационно-парковых ландшафтов города Воронежа находится в адаптивной зоне «гомеостаза», что обеспечивает выполнение почвой экологических функций. Особенно это касается рекреации правобережья, где почвы сформированы на основе высокобуферных черноземов. Наиболее информативными параметрами для индикации почв являются показатели структуры мицелиальных микроорганизмов (табл. 3).

Таблица 3

Структура комплекса почвенных микромицетов на разных участках отбора проб

Показатели	Левобережная часть города		Правобережная часть города	
	контроль	рекреация	контроль	рекреация
Численность, тыс. КОЕ/г	<u>47,5–56,5*</u> 50,3	<u>26–28,5</u> 27,3	<u>7,5–30</u> 18,8	<u>7,5–68,5</u> 29,2
Видовое богатство	8-12	10-11	7-12	13-14
Типичных видов	6-8	8	5-9	9-10
Из них доминантных и ч.в.	5	4-5	4-6	5-6
Доля типичных, %	67-75	73-80	70-71	69-71
Суммарная плотность типич. видов	77-80	75-83	75-80	50-73
Индекс разнообразия Шеннона	2,02–2,49	1,95–2,52	2,25–2,58	1,98–2,92
Индекс доминирования Симпсона	0,43–0,45	0,21–0,27	0,20–0,22	0,14–0,36

*Примечание:* \* минимальное-максимальное значение / среднее значение.

В рекреационных зонах города видовой состав практически не менялся, выявлена только перегруппировка типичных видов грибов по частотам встречаемости: многие виды, типичные для пригородной почвы, оказались в ранге случайных и наоборот, при этом показатели биоразнообразия всего комплекса были близки к контрольным значениям. По критериям, принятым в экологии [3], такие нарушения обратимы и соответствуют адаптивному диапазону «стресса» (смена доминирования типичных видов) и указывают на невысокий уровень антропогенной нагрузки на почву.

### Литература

1. Андреев Е. И. Методологические аспекты изучения микробных сообществ почвы // Микробные сообщества и их функционирование в почве. Киев, 1981. С. 13–23.
2. Воробьева Л. А. Теория и практика химического анализа почв. М. : ГЕОС, 2006. 400 с.
3. Звягинцев Д. Г., Бабьева И. П., Зенова Г. М. Биология почв. М. : МГУ, 2005. 445 с.
4. Кашкин П. Н. Определитель патогенных, токсигенных и вредных для человека грибов. М. Медицина, 1979. 137 с.
5. Куролап С.А., Епринцев С.А., Федотов В.И. Воронеж: среда обитания и зоны экологического риска. Воронеж: Истоки, 2010. 207 с.
6. Методы почвенной биохимии и микробиологии / под ред. Д. Г. Звягинцева. М. : Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
7. Мирчинк Т. Г. Почвенная микология. М. : МГУ, 1988. 220 с.
8. Назаренко Н.Н. Оценка структуры комплекса актиномицетов в техногенно нарушенных почвах урбоэкосистемы // Индикация состояния окружающей среды: теория, практика, образование: тр. второй междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. М.: Буки Веди, 2013. С. 225-229.

9. Талалайко Н.Н. Микробиологическая индикация урбаноземов города Воронежа: автореф. дис.... канд. биол. наук. Воронеж, 2005. 23 с.
10. Талалайко Н. Н. Микробиологическая индикация урбаноземов города Воронежа. Дисс... канд. биол. наук. Воронеж, 2005. 209 с
11. Фомина Н.В. Эколого-биохимическая характеристика почвы рекреационных зон. Красноярский ГАУ. Красноярск, 2015. 156 с.

**N.N. Nazarenko**

### **BIOECOLOGICAL ASSESSMENT OF SOILS OF PARK LANDSCAPES VORONEZH CITY**

The article presents the experience of using microbiological methods of biodiagnostics to assess the recreation soil of the city of Voronezh. Reversible disturbances corresponding to the adaptive range of “stress” were established for the soil microbiota. Microbiological indicators should be used as indicators of the ecological state of soils and recreational landscapes.

*Key words:* recreations, urban soils, micromycetes, biodiversity.

**УДК 504.03, 330.15**

***А.А. Пакина, А.К. Лелькова***

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
географический факультет,*

Россия, г. Москва (E-mail: [alla-lelkova@yandex.ru](mailto:alla-lelkova@yandex.ru), [allapa@yandex.ru](mailto:allapa@yandex.ru))

### **СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФУНКЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ»**

В условиях постоянно растущей антропогенной нагрузки существенно возрастает роль естественных функций, выполняемых экосистемами особо охраняемых природных территорий. Идентификация таких функций и оценка их роли в обеспечении высокого качества жизни населения необходима, в первую очередь, с точки зрения их «конкурентоспособности» в числе многообразия благ природного происхождения. Национальный парк «Лосиный остров» является самым крупным ненарушенным массивом природных экосистем в окрестностях г. Москва и оказывает значительное влияние на регулирование локальных и региональных природных процессов и улучшение экологической ситуации. В основу оценки экологических услуг, продуцируемых природными экосистемами парка, положена теория общей экономической ценности, которая позволяет произвести монетизацию выгод, получаемых обществом от наличия и функционирования ООПТ. Исходными материалами послужили результаты полевых исследований авторов в 2019-2020 гг., данные социологического опроса, официальные материалы ФГБУ «Национальный парк Лосиный остров», космические снимки на территорию исследования и др. Полученные оценки прямой и косвенной стоимости услуг, продуцируемых экосистемами парка, подтвердили преобладание косвенной стоимости, что обусловлено строгим

природоохранном режиме территории и ее востребованностью в качестве объекта рекреации среди местного населения. На основании данных социологического опроса можно сделать вывод о высокой социально-экологической значимости национального парка для жителей региона, практически единогласно считающих, что «Лосиный остров» необходимо сохранять в его нынешних границах.

*Ключевые слова:* национальный парк, Лосиный остров, экосистемные услуги, экономическая оценка, общая экономическая ценность, Москва, Московская область

В условиях постоянно растущей антропогенной нагрузки, в особенности – на урбанизированных территориях с высокой плотностью населения, особо охраняемые природные территории (ООПТ) остаются едва ли не последними островками естественной природы. Существенно возрастает роль функций, выполняемых экосистемами ООПТ. Идентификация таких функций и оценка их роли в обеспечении высокого качества жизни населения необходима с точки зрения их «конкурентоспособности» в числе многообразия благ природного происхождения [1].

Национальный парк «Лосиный остров» является самым крупным ненарушенным массивом природных экосистем в окрестностях г. Москва и оказывает значительное влияние на регулирование локальных и региональных природных процессов и улучшение экологической ситуации [3]. Обеспечивающие услуги в национальном парке представлены ограниченными возможностями заготовки древесины, любительского лова рыбы, сбора дикоросов и недревесных продуктов леса, существенно более значимой является функция хранилища генетических ресурсов. К регулирующим функциям относятся регулирование энергетических потоков и качества воздуха и воды, сохранение местообитаний, опыление, биологический контроль и т.п. [4]. Наиболее ярко выраженные функции – развитие рекреации и туризма, относящихся к группе культурных услуг.

В основу оценки экологических услуг, продуцируемых природными экосистемами парка, положена теория общей экономической ценности, которая позволяет произвести монетизацию выгод, получаемых обществом от наличия и функционирования ООПТ с учетом прямого и косвенного использования природных благ и стоимости существования территории. Исходными материалами послужили статистические данные по региону исследования, результаты полевых исследований авторов 2019-2020 гг., данные социологического опроса, официальные материалы ФГБУ «Национальный парк Лосиный остров», космические снимки на территорию исследования.

Результаты исследования показали, что структура общей экономической стоимости экосистемных услуг парка в целом имеет черты, характерные для особо охраняемых территорий: наибольшая часть стоимости (около 60%) приходится на косвенные экосистемные услуги, тогда как стоимость прямого использования составляет менее 1%, что объясняется присущим ООПТ природоохранном режимом и ограничениями хозяйственной деятельности. Важной особенностью, подчеркивающей социальную значимость парка, является высокая доля стоимости существования, составляющей, по предварительным оценкам, около 40% в структуре общей экономической стоимости.



Вклад парка в улучшение экологической ситуации и поддержание здоровья местного населения, а также предотвращение ущерба от негативного антропогенного влияния выражается значительными суммами, что является дополнительным аргументом в пользу его сохранения и развития. Значение парка подтверждается результатами социологического опроса: население высоко ценит сам факт существования парка «Лосиный остров» и готово участвовать в его дальнейшем сохранении. Жители сопредельных с парком территорий практически единогласно считают, что «Лосиный остров» нужно сохранять: доля ответивших положительно на вопрос о сохранении территории составила 94%. Можно заключить, что большинство респондентов имеют биоцентрическое ценностное восприятие национального парка, что указывает на высокий уровень экологической ответственности граждан, их стремление к сохранению природных территорий и улучшению экологической обстановки в регионе. Такое отношение в целом характерно для жителей крупных городов [2].

Результаты исследования подтверждают важную роль национального парка «Лосиный остров» в поддержании экологического равновесия и качества жизни населения региона, а выводы, сделанные на основе оценки экологических услуг территории, являются основанием для совершенствования экономических механизмов управления природопользованием и территориальных схем развития московского региона с акцентом на приоритетность сохранения НП «Лосиный остров».

### Литература

1. Бобылев С.Н., Захаров В.М. 2009. Экосистемные услуги и экономика. М.: ООО «Типография ЛЕВКО». Институт устойчивого развития / Центр экологической политики России. 72 с.
2. Завадская А.В., Николаева А.Е., Сажина В.А., Шпиленок Т.И., Шувалова О.А. 2017. Экономическая оценка природных ресурсов и экосистемных услуг Кроноцкого заповедника и Южно-Камчатского заказника. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 244 с.
3. Национальный парк «Лосиный остров». Официальный сайт [Электронный ресурс] URL: <http://elkisland.ru/> (дата обращения: 03.05.2020)
4. The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.teebweb.org> (дата обращения: 25.07.2020)

**A.A. Pakina, A.K. Lelkova**

### **SOCIAL-ECOLOGICAL FUNCTIONS OF THE «ELK ISLAND» NATIONAL PARK**

The ecosystem functions of the «Elk Island» National Park, a unique protected area located in the highly urbanized Moscow region, were evaluated on the base of total economic value concept. Analysis of ecological functions of the park's natural complexes and assessment of not only direct, but also indirect costs of ecological goods and services that contribute to environmental situation and a quality of life improvement were undertaken.

*Keywords:* National Park, «Elk Island», ecosystem services, economic assessment, total economic value, Moscow region

УДК 504/911.372.6

*О.А. Савватеева<sup>1</sup>, Е.Ю. Рунова<sup>1</sup>, О.А. Макаров<sup>1,2</sup>*<sup>1</sup>*Государственный университет «Дубна»,*<sup>2</sup>*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова**г. Дубна, Россия (E-mail: ol\_savvateeva@mail.ru; burova\_elen@mail.ru)*

### **СОСТОЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА КАК ОДИН ИЗ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА НА ТЕРРИТОРИИ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ГОРОДОВ**

В работе приводятся результаты исследования состояния атмосферного воздуха небольшого города Дубна (Московская область) на основе изучения снегового покрова и лиственных древесных и травянистых растений. Показано, что даже на территории небольшого города имеются участки с отклонением качества воздуха от нормы. Именно они могут рассматриваться как ареалы формирования повышенного экологического риска и риска для здоровья населения.

*Ключевые слова:* экологический риск, снежный покров, биоиндикация, качество воздуха

Атмосферный воздух в большинстве случаев является наиболее загрязненным компонентом окружающей среды в городах. Неблагоприятное качество воздуха сказывается на состоянии здоровья проживающего в населенных пунктах населения, растительности и материально-технических объектов, включая памятники искусства.

Именно атмосферный воздух является источником формирования повышенного уровня заболеваемости по различным нозологиям, в первую очередь при хронических воздействиях и в аспекте неканцерогенного воздействия различных веществ, хотя внештатные аварийные ситуации также вносят вклад в формирование комплексной экологической ситуации урбанизированных территорий. Тем не менее, для малых и средних городов последний фактор менее актуален, в то время как даже при небольших превышениях фоновых концентраций ключевых загрязняющих веществ в воздухе критическими органами и системами организма могут выступать органы дыхания, кровь, центральная нервная система, печень, почки, сердечно-сосудистая системы, реже костная и репродуктивная системы [8]

Исследование проведено на территории г. Дубны Московской области. Дубна – наукоград, расположенный на севере Московской области в 128 км от Москвы на границе с Тверской областью. Площадь территории города составляет 6336 га, численность населения на 1 января 2019 г. составляла 75100 человек. В целом экологическое состояние городской среды оценивается как благоприятное. В городе отсутствуют крупномасштабные производства, однако в последние годы активно развиваются предприятия Особой экономической зоны, расширяется селитебная зона и транспортная сеть, нарастает число единиц автотранспорта: если в 2014 г. численность автомобильного парка г. Дубна оценивалась в 51775 единиц, то в 2017 г. – в 54516 единиц [2, 3]

Архивными исследованиями экологического состояния территории наукограда Дубна показано, что экологический риск, риск для здоровья населения и эколого-экономические риски в ряду компонентов среды – атмосферный воздух, поверхностные и питьевые воды,

почвенный покров, растительность – в наибольшей степени обусловлены состоянием атмосферного воздуха, поэтому динамические исследования качества атмосферного воздуха весьма актуальны [6, 7, 9].

Прямые методы исследования содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе требуют использования дорогостоящего высоко профессионального оборудования, поэтому во многих случаях прибегают к применению косвенных методов: биоиндикационным приемам и анализу снегового покрова. Исследование листовых древесных и травянистых растений в теплый период года и снегового покрова в зимнее время позволяют дать достаточно точную характеристику состояния атмосферного воздуха в текущем году. Среди наиболее часто встречаемых критериев изучения растений в этом направлении можно назвать флуктуирующую асимметрию листовых пластин. А благодаря естественному процессу концентрирования поллютантов в снежном покрове, относительно простыми методами с высокой степенью достоверности можно определять содержание загрязняющих веществ.

В 2019 году пробоотбор растительного материала проводился на территории г. Дубны в 123 точках: по березе бородавчатой (*Betula pendula* Roth.) в 92 точках, сныти обыкновенной (*Aegopodium podagraria* L.) – в 18 точках, клена остролистного (*Acer platanoides* L.) – в 26 точках, мать-и-мачехи обыкновенной (*Tussilago farfara* L.) – в 23 точках. Расчеты проведены согласно методике Захарова В.М. [1] Указанные виды растений анализировались отдельно, а затем определялся интегральный показатель стабильности развития, как среднее арифметическое суммы относительной величины асимметрии по всем признакам у каждого вида растения, которое отнесено к числу используемых признаков. На основании вычисления показателя флуктуирующей асимметрии далее оценивается качество среды обитания, в частности атмосферного воздуха с выделением таких показателей качества, как «Чисто», «Относительно чисто» («норма»), «Загрязнено» («тревога»), «Грязно» («опасно»), «Очень грязно» («вредно») [10].

Анализ пространственного распределения интегрального показателя (рис. 1) демонстрирует достаточно равномерное распределение значения показателя с явным преобладанием территории с характеристикой среды обитания «относительно чистая», нормальная.

Количество точек с чистой средой обитания высших растений составляет 11 точек; число точек территории с относительно чистыми, нормальными характеристиками среды – 91 точка; 13 точек выборки соответствуют загрязнённым (тревожным) характеристикам среды обитания; 8 точек пробоотбора соответствуют четвёртому баллу градации районирования, которая указывает на опасное (грязное) состояние среды обитания растений. Участки с очень грязным (опасным) состоянием среды, характеризующимися пятым баллом на территории г. Дубна выявлены не были.

Наибольшее значение коэффициента флуктуирующей асимметрии выявлено рядом с развилкой автодорог и вокзалом «Дубна», данный участок соответствует территории с опасной (грязной) средой обитания высших растений, такая ситуация обусловлена высоким трафиком транспорта, частым торможением на дорогах и около площадки ЛЯП Объединенного института ядерных исследований. Загрязнённые участки, выявлены в районе

Большой Волги на территории мемориала «Братские могилы», неподалёку от вокзала, в месте развилки железной дороги. Большая часть территории вдоль Дмитровского шоссе (выездной из города) также находится в тревожном состоянии, такое состояние среды обусловлено высокой долей влияния автотранспорта. Участок территории района Чёрной речки на ул. Понтекорво позади д.18, территория близ фабрики «Экомебель» и завода «Тензор» характеризуется загрязнённым состоянием. В тревожном (загрязнённом) состоянии на левом берегу р. Волги находится лесной участок рядом с кладбищем и Чапаевским переулком.

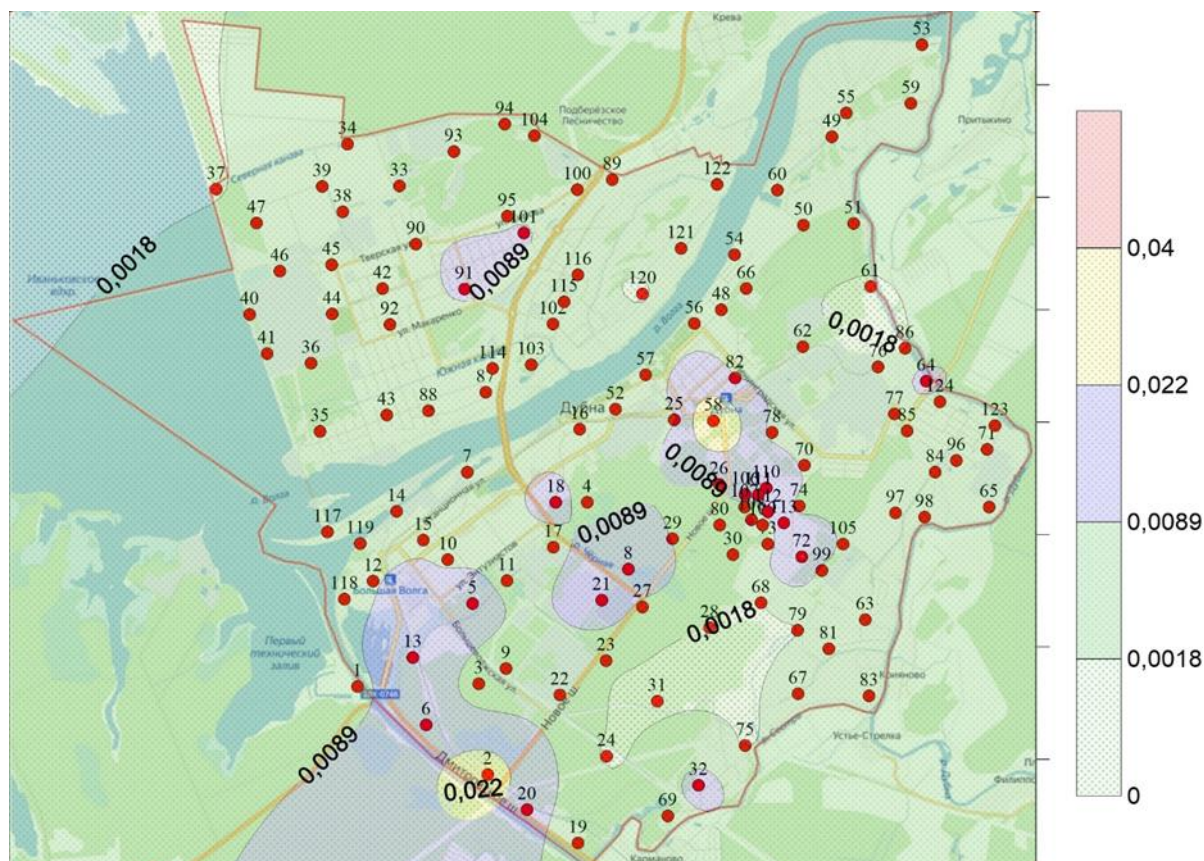


Рис. 1. Картограмма распределения интегрального коэффициента флуктуирующей асимметрии по всем выборкам растений на территории г. Дубна (шкала КГПУ им. Циолковского 2003 г.)

Оценка снегового покрова в г. Дубна в 2019 году проводилась в 6 точках, при этом места проботбора снега приурочены к основным промышленным предприятиям города и к ключевой на момент исследования проезжей части. Все пробы снега являются смешанными, что достигалось за счет отбора нескольких частных проб в точках. Химический анализ отобранных проб снега проводился в Аккредитованном химико-аналитическом центре факультета почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, методом атомно-абсорбционного анализа. Высушенный сухой остаток был проанализирован на валовое содержание тяжелых металлов – кадмия, никеля, свинца, меди и цинка. Фоновым участком был принят «Лосиный остров» – Национальный парк, расположенный на территории г. Москвы и Московской области, содержание тяжелых металлов в почвенном покрове которого взяты из диссертационного исследования Лубковой Т.Н. [4]. Состояние снежного покрова в

соответствии с Методическими рекомендациями [5] оценивалось по общепринятым геохимическим показателям, полученные результаты сопоставлены с разработанными шкалами.

Полученные результаты (табл. 1) говорят об отсутствии существенного загрязнения тяжелыми металлами атмосферного воздуха исследуемой территории, на основании низкого содержания тяжелых металлов в снежном покрове. Общая масса пыли, попадающей на поверхность снежного покрова города Дубны из атмосферного воздуха и выбрасываемой туда изучаемыми предприятиями и другими источниками загрязнения, невелика (не более  $37,35 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{сут.}$ ). Однако концентрация изучаемых веществ в атмосферной пыли в местах проботбора выше, чем в пыли фоновой территории в несколько раз (до 8,5 раз), особенно по цинку и меди, что свидетельствует о наличии антропогенного воздействия на исследуемые участки.

Таблица 1

Основные показатели загрязнения снежного покрова на территории г. Дубна

Местонахождение отбора пробы	Сумм. показатель загрязнения ( $Z_c$ )	Общая масса пыли в пробе снега ( $P_n$ ), $\text{кг/км}^2 \cdot \text{сут.}$	Сумм. показатель нагрузки ( $Z_p$ )
ФОН «Лосиный остров»	—	12,0	—
Промзона Александровка	18,5	12,1	18,7
Восточная котельная	6,5	34,9	26,62
АО «Тензор»	18,7	10,7	16,2
АО «ДМЗ» – МКБ «Радуга»	7,9	36,9	32,8
Ратминский Бор	13,5	15,7	18,9
Иваньковская ГЭС (плотина)	9,5	37,3	38,1

Таким образом, можно говорить о том, что в г. Дубна Московской области на протяжении последних 15 лет сохраняется благоприятная экологическая обстановка. Однако имеется ряд техногенных объектов, которые оказывают воздействие на состояние атмосферного воздуха, при этом основным источником влияния был и остается автотранспорт. Экологические риски в наибольшей степени обусловлены загрязняющими веществами в составе выхлопных газов, что подтверждается биоиндикационными изысканиями. Экологические риски для здоровья с наибольшей степенью вероятности отражаются в дополнительных случаях заболеваний органов дыхания, крови, сердечно-сосудистой системы.

### Литература

1. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т. Здоровье среды: методика и практика оценки в Москве. М.: Центр экологической политики России, 2001. 68 с.

2. Каманина И.З., Каплина С.П., Макаров О.А., Кликодуева Н.А. Комплексная оценка экологического состояния наукограда Дубна: Моногр. Дубна: ОИЯИ, 2019.
3. Каманина И.З., Савватеева О.А. Воздействие автотранспорта на окружающую среду г. Дубны // Фундаментальные исследования. 2014. № 8 (часть 7). С. 1612-1616.
4. Лубкова Т.Н. Оценка и прогноз техногенного загрязнения локальных экосистем химическими элементами на основе балансовых расчетов: дис. на соиск. степ. к.г.-м.н. М., 2007.
5. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове. М.: ИМГРЭ, 1990.
6. Нисифорова И.А. Рук. Савватеева О.А. Оценка экологических рисков для здоровья населения города Дубна Московской области // Современные наукоемкие технологии. Смежные направления. № 11, 2009 (Приложение). С. 107-127.
7. Нисифорова И.А., Савватеева О.А. Оценка эколого-экономических рисков для здоровья населения как инструмент повышения качества медико-биологического мониторинга // Вестник Международной академии наук (Русская секция). 2010. № 1. С. 168-170.
8. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10.1920-04. Утв. 5 марта 2004 г.
9. Савватеева О.А. Оценка экологических рисков малых городов Московской области (на примере г. Дубны) // Дисс. на соиск. уч. степ. к.б.н. Дубна: Университет «Дубна», 2005.
10. Стрельцов А.Б. Региональная система биологического мониторинга. Калуга: М-во образования Рос. Федерации. КГПУ им. К.Э. Циолковского, 2003. 150 с.

**О.А. Savvateeva, E.Yu. Runova, O.A. Makarov**

#### **ATMOSPHERIC AIR STATE AS ONE OF THE MAIN ENVIRONMENTAL RISK FORMATION FACTORS IN THE SMALL AND MEDIUM-SIZED CITIES TERRITORIES**

The work is devoted to the study of environmental risks various kinds in the territory of small and medium-sized cities. It has been shown that in many cases atmospheric air is the main factor in the non-industrial small cities risks formation. The example of the Dubna science city shows the results of atmospheric air quality indirect analyses. They are bioindication studies and snow cover studies.

*Key words:* environmental risk, health risk, snow cover, bioindication, atmospheric air ecology.

**УДК 502.131.1**

*А. А. Сашанова, Л. Ш. Тильвалдыева, Н. Г. Бобылев*  
*Санкт-Петербургский Государственный Университет*  
*Санкт-Петербург, Россия*

(E-mail: sashanova@gmail.com; ltilvald@gmail.com; n.bobylev@spbu.ru)

#### **МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ МЕСТНЫХ ДОБРОВОЛЬНЫХ ОБЗОРОВ О ХОДЕ РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ**

Доклад рассмотрит практические и теоретические аспекты подготовки добровольных местных обзоров и будет сфокусирован на реализации целей устойчивого развития в городах. В настоящее время уже выпущено более 30 добровольных местных обзоров, такой обзор готовится и в Москве.

*Ключевые слова:* цели устойчивого развития, добровольный местный обзор, локализация, энвайронментализм, индустриализация, общественность, данные

**Введение и постановка проблемы.** Цели устойчивого развития (ЦУР) были сформулированы в 2012 году на конференции ООН по устойчивому развитию в Рио-де-Жанейро, задачи которых в условиях нашего быстро развивающегося мира отвечали бы вызовам в экономической, политической и экологической сферах (ПРООН, 2020). При поддержке всех государств, в том числе и Российской Федерацией, в 2015 году состоялось принятие Целей устойчивого развития (ЦУР) человечества на 2016-2020 гг. (Бобылев С. Н. и др., 2019). При этом сегодня фактически во всем мире экологическая статистика по ЦУР имеет наибольшее число пробелов по сравнению с социальными и экономическими статистическими данными (Бобылев Н. Г. и Сергунин А. А., 2019; Volchko et al, 2020). Данная тенденция обусловлена следующими факторами: сложностью природных взаимосвязей, трудностью полной оценки последствий антропогенного воздействия на окружающую среду, слабостью современной науки в адекватном количественном отражении природных закономерностей, высокими издержками на получение подавляющей части экологических показателей (Бобылев С.Н, 2019; Бродский А. К., Бобылев Н. Г., 2017).

В 2019 году был создан новый инструмент прямой отчетности в ООН - Добровольный местный обзор, который произвел анализ мер и прогресса в достижении Целей устойчивого развития конкретных городов и регионов (Deininge, Lu, Griess & Santamaria, 2019). Добровольный местный обзор (ДМО) является необходимым документом, предоставляющий выверенный анализ статистических данных, дополняющий национальные обзоры в принятии мер по достижению ЦУР, и способствующий усилению позиции на субнациональном уровне (PISD, 2020). Термин “ДМО” одновременно относится к непрерывному процессу взаимодействия и осозанному продукту для городов, сообщающих о своем прогрессе. В зависимости от конкретных взаимоотношений между городом и ЦУР ДМО может стать важной вехой на пути к реализации и возможностью установить постоянные партнерские отношения с ключевыми заинтересованными сторонами (Deininge et al, 2019).

**Опыт разработки добровольных местных обзоров.** В сентябре 2019 года международная организация Объединенные города и местные власти (ОГМВ) представила большую делегацию мэров со всего мира на Генеральной ассамблее ООН в Нью-Йорке (ОГМВ, 2019). В конце мероприятия была принята Декларация о ДМО для местных и региональных правительств (Нью-Йоркская декларация). В Нью-Йоркской декларации отмечалось, что города, подписавшие данный документ, обязуются согласовывать свои местные стратегии развития с ЦУР ООН, а также разработать и представить свой добровольный местный обзор.

Нью-Йорк стал первым городом, который в 2019 представил Добровольный местный обзор о своем прогрессе непосредственно в ООН. Таким образом был подан пример для многих городов, однако оптимальную практику еще предстоит внедрить. Необходимость разработки и совершенствования ДМО обусловлена тем, что путем включения городов и внедрения ДМО можно выявить наиболее значительные недостатки и возможности, что позволит ускорить прогресс на местном уровне (Deininge et al, 2019).

Также к Нью-Йоркской декларации присоединились сотни городов мира, в том числе Ростов-на-Дону, Туркестан, Казань, Москва и другие (ОГМВ, 2019). Однако на сегодняшний момент стоит задача адаптации ЦУР ООН в российском контексте, встраивания целей в систему стратегического планирования, в действующие и новые стратегии и государственные программы (Bobylev et al, 2020); Бобылев С.Н., 2019). Российской стороной уже предпринимается работа по адаптации ЦУР, в частности, на официальном сайте Росстат создана специальная платформа для реализации данной задачи.

В начале 2021 года будет опубликован Доклад о ходе реализации ЦУР в Москве, над подготовкой которого в настоящее время работают эксперты Программы ООН по населенным пунктам в тесном взаимодействии с Московским урбанистическим форумом. Данный документ будет содержать анализ мер, предпринимаемых Россией на национальном уровне для достижения ЦУР на примере московского мегаполиса (ООН-Хабитат, 2020).

В качестве основополагающего документа для разработки Доклада о ходе реализации ЦУР в Москве выступают принятая на 70-ой сессии Генеральной Ассамблеи ООН в Нью-Йорке в 2015 году «Повестка дня-2030» и сформулированные в ней Цели устойчивого развития, а также Меморандум о взаимопонимании между ООН-Хабитат и Московским урбанистическим форумом, подписанный в ходе работы Московского урбанистического форума «Мегаполис будущего. Новое пространство для жизни» в июле 2018 года (ООН-Хабитат, 2020).

В таблице 1. представлена информация о ключевых и наиболее полных ДМО.

Таблица 1

## Ключевые Добровольные Местные Обзоры

Город	Год	Количество страниц в документе	Количество описываемых целей	Ключевые темы
Нью-Йорк	2019	118 страниц	16	Качественного образования; достойная работа и экономический рост; борьба с изменением климата.
Лос-Анджелес	2019	140 страниц	8	Гендерное равенство; устойчивые города и населенные пункты.
Бристоль	2019	80 страниц	17	Хорошее здоровье и благополучие; устойчивые города и населенные пункты.
Буэнос-Айрес	2019	106 страниц	6	Качественное образование; гендерное равенство; достойная работа и экономический рост.
Хельсинки	2019	84 страницы	5	Качественное образование; достойная работа и экономический рост; уменьшение неравенства.
Мангейм	2019	88 страниц	7	Ликвидация нищеты; качественное образование; индустриализация, инновации и инфраструктура.

**Методические проблемы подготовки добровольных местных обзоров.** Добровольный местный обзор предпринимает необходимые шаги для мониторинга



достижений определенного города, задачей которого является понимание насколько хорошо реализуются Цели устойчивого развития. Сферы интересов включают устойчивую урбанизацию, экологию, индустриализацию и развитие определенной территории. Данные по этим областям собираются и анализируются группой специалистов, которые затем обеспечивают необходимые шаги для устойчивого развития. ДМО используется в качестве инструмента для обмена опытом, проблемами и извлечения определенных уроков, более того, как средство для открытия возможностей к новым партнерским отношениям с целью устранения любых недостатков (IISD, 2020). Добровольный местный обзор обеспечивает более локализованную и массовую инициативу по решению ключевых глобальных проблем и вносит свой вклад в Повестку Дня на период до 2030 года. Путем проведения ДМО города могут открыть для себя новые возможности, такие как: обеспечение потребностей жителей и усилий по разработке местной политики, управления данными, а также участие в глобальном диалоге по вопросам устойчивого развития (IISD, 2020).

Проводя анализ уже опубликованных ключевых добровольных местных обзоров, авторами были выявлены слабые и сильные стороны данных документов, которые представлены в Таблице 2.

Таблица 2

## Сильные и слабые стороны Добровольных местных обзоров.

Город	Сильные стороны	Слабые стороны
Нью-Йорк	1. Качественное и привлекательное оформление; 2. децентрализованный подход; 3. уникальные методы сотрудничества; 4. взаимодействие с обществом; 5. партнерство.	1. Сосредоточен на 5 приоритетных целях; 2. длинный заголовок.
Лос-Анджелес	1. Качественное и интерактивное оформление; 2. децентрализованный подход; 3. мобилизация ресурсов и партнерские отношения; 4. пошаговый процесс.	1. Чрезмерно объемный документ; 2. большое количество текста; 3. слишком длинные таблицы.
Бристоль	1. Децентрализованный подход; 2. участие общественности; 3. построение графиков и схем прогресса	1. Незначительное количество изображений; 2. много текста.
Буэнос-Айрес	1. Долгосрочные цели; 2. хронология.	Не большой упор на локализацию.
Хельсинки	1. Мониторинг и составление карт; 2. открытые данные; 3. партнерство; 4. равные возможности.	1. Ориентирован на ЦУР 4, 8, 10, 13 и 16; 2. трудно интерпретировать числа и графики.
Мангейм	1. Партнерство и сотрудничество; 2. качественное и четкое оформление	1. Нечеткие графики прогресса цели; 2. неоднозначная методология;

**Предложения по методике разработки добровольного местного обзора.** Проведение ДМО дает городам и регионам много преимуществ, поскольку позволяет находить скрытые

связи. Данный инструмент - это структура решения проблем, которая связывает приоритеты и статистические данные, формируя устойчивые сети; и “никого не оставляет позади” (Deininger et al, 2019). Кроме того, с помощью добровольных местных обзоров создается прозрачная подотчетность перед жителями, строятся партнерские отношения и обеспечивается лидерство в международных сообществах. Если сосредоточить внимание на локальном уровне, путь к Повестке 2030 года может быть более плавным. Однако важно отметить, что этот процесс требует времени. В частности, на сегодняшний день в регионе Европейской экономической комиссии разработано лишь несколько ДМО (в Бристоле и Хельсинки). Более того, стандартного подхода к разработке и использованию данных для добровольных местных обзоров на данный момент не существует. Участие заинтересованных сторон, установление контактов с членами сообщества и сбор данных - это актуальная задача, на выполнение которой могут уйти месяцы, поэтому важно, чтобы процесс не останавливался, а планы разрабатывались для принятия мер. Для городов, которые участвуют в процессе ДМО, это напоминание о том, что чем больше будет участия городов и отчетности, тем лучше мы сможем понять и реализовать устойчивое развитие.

В таблице 3. представлены наши предложения по методике разработки ДМО.

Таблица 3.

#### Предложения по методикам разработки Добровольного Местного Обзора

Предложения	Описание
Институциональная структура	Национальное развитие и усилия по включению ЦУР, при этом разные регионы придерживаются Повестки 2030. Разработка целей и индикаторов для измерения прогресса.
Сбор данных	Необходим сбор данных на локальном уровне, чтобы обеспечить применение децентрализованного подхода для вовлечения общества.
Отражение всех 17 ЦУР	При попытке достичь целей Повестки 2030 года важно учитывать все 17 целей. Тем не менее, акцент на более конкретных целях также может быть применим.
Мониторинг	Отслеживание прогресса в достижении целей является основополагающим фактором для продвижения в достижении требуемых стандартов Повестки дня на период до 2030 года.
Участие общественности	Участие заинтересованных сторон необходимо для внедрения модели «Никто не останется позади».
Локализация	Ориентация на децентрализованный подход

**Заключение и выводы.** Проведенный нами анализ показал эффективность, актуальность, и востребованность инструмента ДМО для оценки локального прогресса в достижении ЦУР. Вместе с тем, количество уже опубликованных ДМО еще очень невелико, они очень разные по содержанию и стилю представления данных. Для понимания относительного прогресса разных городов в ЦУР и проведения сравнительного анализа рекомендуется придерживаться общей методики, основа которой разработана нами и представлена в таблице 3. Дальнейшие исследования могут быть направлены на

эффективность представления данных по ЦУР в ДМО, определения обязательных компонентов дискуссии помимо установленных целей и индикаторов.

### Литература

1. Bobylev N, Gadal S, Kireyeu V, Sergunin A (2020) EU-Russia cross-border cooperation in the 21st century: turning marginality into competitive advantage. *Regional Science Policy & Practice*. Wiley. <https://doi.org/10.1111/rsp3.12316>
2. Bristol and the SDGs. A Voluntary Local Review of Progress. 2019. URL: <https://www.local2030.org/library/680/Bristol-and-the-SDGs-a-Voluntary-Local-Review-of-progress-2019.pdf>
3. European Commission. Siragusa A. et al. European Handbook for SDG Voluntary Local Review, 2020. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/european-handbook-sdg-voluntary-local-reviews>
4. From Agenda to Action. The Implementation of the UN Sustainable Development Goals in Helsinki 2019. URL: <https://www.hel.fi/static/helsinki/julkaisut/SDG-VLR-Helsinki-2019-en.pdf>
5. Global Vision, Urban Action. Voluntary Local Review. New York City's Implementation of the 2030 Agenda for Sustainable Development, 2018. URL: <https://www.local2030.org/library/474/Voluntary-Local-Review-New-York-City-Implementation-of-the-2030-Agenda-for-Sustainable-Development.pdf>
6. IISD. (2020). How can Voluntary Local Reviews Contribute to the SDG Decade of Action? An Assessment of VLRs to Date. Retrieved from: <https://sdg.iisd.org/commentary/guest-articles/how-can-voluntary-local-reviews-contribute-to-the-sdg-decade-of-action-an-assessment-of-vlrs-to-date/>
7. Learning USLG. SDG Learning Modules. URL: <https://www.learning.uclg.org/sdg-learning-modules>
8. Los Angeles Sustainable Development Goals. A Voluntary Local Review of Progress in 2019. URL: [https://sdg.lamayor.org/sites/g/files/wph1131/f/LA%27s\\_Voluntary\\_Local\\_Review\\_of\\_SDGs\\_2019.pdf](https://sdg.lamayor.org/sites/g/files/wph1131/f/LA%27s_Voluntary_Local_Review_of_SDGs_2019.pdf)
9. The Implementation of the United Nations' Sustainable Development Goals in Mannheim 2030. Voluntary Local Review. URL: [https://www.mannheim.de/sites/default/files/2019-10/MAOB\\_1847\\_001\\_Report\\_englisch\\_04\\_WEB\\_A.pdf](https://www.mannheim.de/sites/default/files/2019-10/MAOB_1847_001_Report_englisch_04_WEB_A.pdf)
10. Volchko, Y., Norrman, J., Ericsson, L.O., Nilsson, K.L., Markstedt, A., Öberg, M., Mossmark, F., Bobylev, N., Tengborg, P. (2020) Subsurface planning: Towards a common understanding of the subsurface as a multifunctional resource. *Land Use Policy*, 90, art. no. 104316 <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104316>
11. Voluntary Local Review. Building a Sustainable and Inclusive Buenos Aires. 2019. URL: <https://www.local2030.org/library/704/Voluntary-Local-Review-building-a-Sustainable-and-Inclusive-Buenos-Aires.pdf>
12. Бобылев Н. Г. Сергунин А. А. (2019) Принципы стратегического планирования устойчивого развития российских арктических городов. Серия «ВЕСТНИКА СВФУ» № 2 (14) 2019 ЭКОНОМИКА. ISSN 2222-5404 Северо-Восточный федеральный университет. DOI 10.25587/SVFU.2019.14.40141
13. Бобылев С. Н. , Соловьева С. В., Палт М. В. , Ховавко И. Ю. Индикаторы цифровой экономики в Целях устойчивого развития для России // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. 2019. № 4. С. 24–41.
14. Бобылев С. Н. Цели устойчивого развития // Бюллетень Счетной Палаты Российской Федерации. 2020. Т. 6, № 271. С. 17.

15. Бродский А. К., Бобылев Н. Г. (2017) Биоразнообразие в преодолении современного экологического кризиса: исследование экосистемного и антропоцентричного подходов в стратегии устойчивого развития. Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2017. Т. 62. Вып. Стр. 237-253. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu07.2017.302>
16. Евразийское отделение ОГМВ в деле реализации Целей устойчивого развития, официальный отчет. 2019. Доступно по адресу: <http://euroasia-ucig.ru/upload/iblock/ccd/otchet-o-rabote-po-tsur.pdf>
17. ООН-Хабитат в России, официальный сайт. 2020. Доступно по адресу: <http://unhabitat.ru/news/2020/dobrovolnyij-mestnyij-obzor-rassmotrit-dvizhenie-moskvyi-k-ustojchivomu-razvitiyu>
18. От ключевых показателей эффективности для «умных» и устойчивых городов к добровольным местным обзорам. Экономический и Социальный Совет. 2020. Доступно по адресу: [https://www.unecsc.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/2020/ECE\\_HBP\\_2020\\_6-R.pdf](https://www.unecsc.org/fileadmin/DAM/hlm/documents/2020/ECE_HBP_2020_6-R.pdf)

*Arina Sashanova<sup>1</sup>, Leili Tilvaldiyeva<sup>1</sup>, Nikolai Bobylev<sup>1</sup>*

## **A METHODOLOGY FOR THE VOLUNTARY LOCAL REVIEW ON THE UNITED NATIONS SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS**

A Voluntary Local Review (VLR) is a tool used to ensure that cities are meeting the demands of the Sustainable Development Goals. A VLR refers to a bottom-up approach, incorporating a community engagement process and implementing localization. A Voluntary Local Review takes the necessary steps to monitor local achievements of a given city, to understand how well the Sustainable Development Goals are being implemented. Areas of interest include sustainable urbanization, environmentalism, industrialization and development of a city. Conducting a VLR provides many benefits to a city, such as: it finds hidden connections; it is a problem-solving framework; it links priorities and data; forms sustained networks; and leaves no one behind. This article will also take a glimpse at other cities that have conducted a VLR, their benefits and challenges.

*Keywords:* Sustainable Development Goals, Voluntary Local Review, Localization, Environmentalism, Industrialization, Engagement, Community, Data.

**УДК 630**

**Н.Е. Степанова**

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный аграрный университет»  
г. Волгоград, Россия (E-mail: nat\_stepanova@mail.ru)*

## **ИЗМЕНЕНИЕ ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ВОЛГОГРАДСКОГО РЕГИОНА В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ**

В статье рассматривается изменение зелёной инфраструктуры города Волгограда. Показано экологическое состояние территории Волгоградской области, с ее засушливым климатом с нехваткой осадков и высокими температурами летних месяцев, которые сказываются на снижении количества зеленых насаждений.

*Ключевые слова:* инфраструктура, климат, засуха, температура, осадки, зеленые насаждения, регион.

В настоящее время большое внимание уделяется защитному лесоразведению урбанизированных территорий. В городе Волгограде и области в целом осуществляются масштабные проекты строительства, которые неизбежно приводят к значительному повреждению защитных лесов и лесопарковых насаждений, являющихся местом массового отдыха людей.

Климат Волгоградского региона характеризуется резкой континентальностью с сухим жарким летом и холодной малоснежной зимой. Среднегодовая температура воздуха составляет минус 5,5 °С. Самым холодным месяцем является январь, среднемесячная температура которого минус 11,1 °С, самым тёплым месяцем является июль со среднемесячной температурой плюс 21,8 °С. Абсолютный максимум достигает плюс 42 °С, абсолютный минимум минус 40 °С (рис. 1) [1, 2].

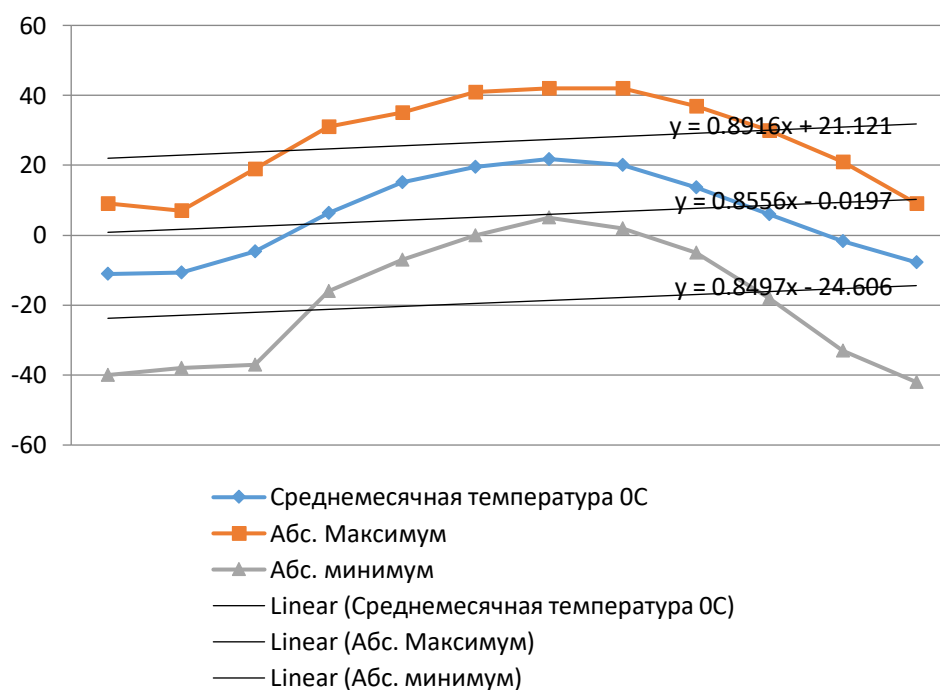


Рис. 1. Сведения о температуре воздуха, С<sup>0</sup>

За последние несколько лет отмечается снижение осадков в зимний и летний периоды (рис. 2).

Нельзя не отметить и экологическое состояние региона, которое непосредственно сказывается на состоянии лесонасаждений, так основным загрязнителем атмосферы является автомобильный транспорт его доля – 70 % от общего количества выбросов. Среди объектов промышленности наибольшими выбросами характеризуются металлургия, химическая и топливная промышленность. Индекс загрязнения воды в Волге варьируется от 1,36 до 2,04.

Экологическое состояние территории Волгоградской области, засушливый климат с нехваткой осадков и высокие температуры летних месяцев сказываются на снижении количества зеленых насаждений, как в черте городов, так и за их пределами.

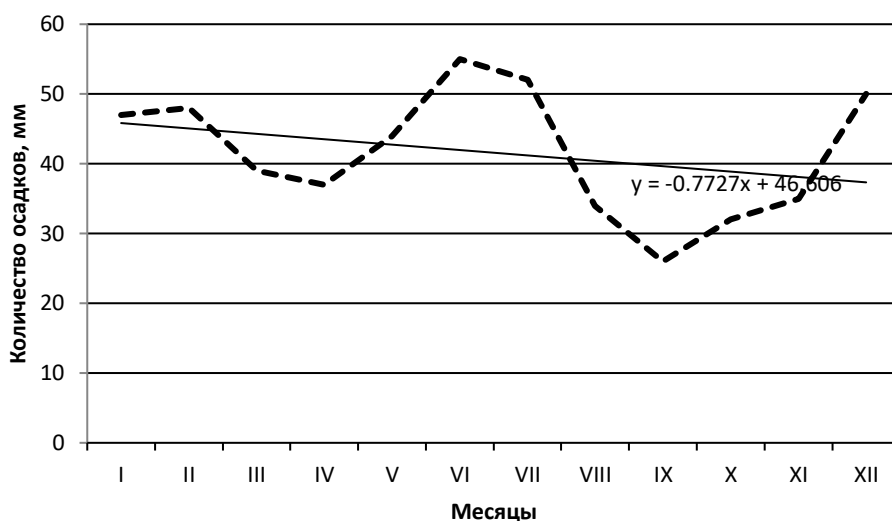


Рис. 2. Среднемесячное количество осадков по месяцам за многолетний период, мм

Рассмотрим изменение зеленой инфраструктуры на примере города Волгограда. Когда-то (до 1935 года) окрестности города представляли собой далеко неприглядную унылую картину. Глубокие овраги, лишенные какой-либо растительности, развеваемые пески и полынные степи окружали город. Ни одного дерева, ни одного кустарника на всей пригородной зоне, песок, обжигающий ветер безраздельно господствовали на широких просторах пригорода. Технический проект на строительство зеленого кольца был составлен Саратовским инженерно-мелиоративным институтом под руководством доцента Годунова Н. Т. Проектом предусматривалось подвергнуть лесомелиоративному воздействию участок земли от реки Волги в северной части города, от тракторного завода, и, заканчивая рекой Волгой в южной части города, вблизи Красноармейска, протяжением свыше 60 км и шириною от 3 до 6 километров. Эта полоса площадью в 12000 га опоясала город с северо-запада и юга (с востока границей города является р. Волга (рис. 3) [3, 4, 5].



Рис. 3. Карта-схема насаждений зеленого кольца

Ученые Всесоюзного научно-исследовательского института Агролесомелиорации, Волгоградского и Саратовского сельскохозяйственных институтов и опытных станций активно принимали участие в разработке и улучшении агротехнических приемов по выращиванию леса. Благоприятные климатические условия прошлых лет способствовали развитию зеленой инфраструктуры не только города Волгоград, но и региона в целом. В зоне зеленого кольца прошло испытание значительное количество древесно-кустарниковых пород и в зависимости от почвенных условий оправдали себя: дуб черешчатый, акация белая, вяз обыкновенный, вяз мелколистный, ясень обыкновенный, ясень зеленый, яблоня дикая, шелковица, абрикос, тополь пирамидальный, тополь канадский, осокорь, гледичия, клен остролистный, клен ясенелистный, груша дикая, липа мелколистная, береза бородавчатая, сосна обыкновенная, тамарикс, бузина красная, клен полевой, клен татарский, терн, жимолость татарская, скумпия, смородина золотистая, ирга, бирючина, чингил, сикуринага, шиповник, боярышник, облепиха, свидина, ива, черемуха виргинская. Всего за 1948—1953 годы было посажено в зоне зеленого кольца: лесных культур на песках, по потяжинам, оврагам и подводящим тальвегам - 550 га; закреплено развеваемых песков посевом трав - 600 га. 15 сентября 1954 года от Сарпинского лесхоза были приняты леса естественного происхождения — овражно-балочные и пойменные общей площадью 1910 га, в том числе лесопокрытой 768 га [6, 7].

Зона зеленых насаждений, защищающая город от степных ветров до 90-х годов представляла собой, трех-, четырехрядные полосы, (один ряд - посадка шириной 6 метров; и междурядьем 30 метров) зеленым щитом, идущая вдоль городской линии с севера на юг, включающая ранее сады и виноградники, заложенные еще до войны, за десятилетия политических и экономических процессов в нашей стране, подвергалась и подвергается как пассивному (отсутствие полива и ухода в 90-е годы, привело к полной потере садов в южных районах города, деградации Волгоградского дендрария и т. д.), так и активному антропогенному воздействию (изменение климата, вырубка балочных дубрав, являющихся естественным звеном «Зеленого кольца», с последующей частной застройкой, пожарами). Общая площадь зеленой зоны в настоящее время составляет 13839,2 га, включая естественные леса острова Сарпинский, относящегося к Красноармейскому лесничеству.

Создание зеленого кольца было основной деятельностью лесничеств с решением задач по озеленению полупустынных окрестностей городов путем посадки лесных, лесопарковых, парковых насаждений, по борьбе с водной и ветровой эрозией путем строительства земляных сооружений в виде водозадерживающих валов и горизонтальных террас в комплексе с зелеными насаждениями [8, 9].

На сегодняшний день, зеленая зона городов Волгоградской области состоит из отдельных, изолированных друг от друга массивов зеленых лесных насаждений. За последние годы многие деревья засохли, в результате изменения климата, подверглись пожарам, уничтожены вредителями, пострадали от вырубок.

В рамках проекта «Сохранение лесов» нацпроекта «Экология» позволило нашему региону значительно увеличить темпы восстановления зеленых насаждений, но этого, конечно же, недостаточно. Необходимо возрождать зеленую инфраструктуру городов и

их окрестностей с учетом глобальных климатических изменений, научным сообществам вести поиск наиболее выносливых к засушливому жаркому климату видов деревьев и кустарников.

### Литература

1. Власенко М.В., Кулик А.К. Экология среды: ресурсы, чистота и качество природных вод Придонских песчаных массивов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и ВПО. В.: ВГСХА. 2017. №4 (48). С. 105-113.
2. Кулик А.К. Моделирование формирования урожая озимой пшеницы на гидрологическом комплексе // Вестник РАСХН. 2016. №6. С. 29-32.
3. Кулик А.К., Хныкин А.С. Водно-балансовые исследования на лизиметрическом комплексе ВНИАЛМИ // Материалы межд. научно-практ. конф. «Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелие в Российской Федерации» (19-23.09.2016). Волгоград: ФГБНУ ВНИАЛМИ. 2016. С. 147-151.
4. Кулик А.К., Власенко М.В. Современное состояние степной растительности Придонских песчаных массивов // Аграрная Россия. 2017. №9. С.22-29.
5. Кулик К.Н., Барабанов А.Т., Жданов Ю.М. Стратегия развития защитного лесоразведения в Волгоградской области на период до 2025 года. Волгоград: ФНЦ агроэкологии РАН. 2017. 39 с.
6. Кулик К.Н., Барабанов А.Т., Манаенко А.С. Обоснование прогноза развития защитного лесоразведения в Волгоградской области // Проблемы прогнозирования. 2017. - №6. – С. 93-100.
7. Степанова Н.Е., Бочарников В.С., Кулагина О.А., Косенкова С.В., Касымова Т.А. Стратегия формирования рекреационного лесопользования в Волгоградском регионе // Сборник научных статей «Год экологии на Нижней Волге». Волгоград: ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ . 2017. С. 277.
8. Салугин А.Н., Кулик А.К., Власенко М.В. Водопроницаемость ненасыщенных почвогрунтов аридной зоны // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. -№1. С. 21-24.
9. Турко С.Ю., Кулик А.К., Власенко М.В. Восстановление деградированных пастбищ на легких почвах с использованием высокопродуктивных фитомелиорантов // Вестник РАСХН. М. 2014. №5. С. 58-61.

**N. E. Stepanova**

### **GREEN INFRASTRUCTURE CONTROL IN THE VOLGOGRAD REGION UNDER GLOBAL CLIMATE CHANGE**

The article provides historical data on afforestation in the city of Volgograd. The data on the area of urban forestry are given. The species of tree and shrub species, which justified themselves in arid conditions, are indicated. An assessment is given to the changing climatic conditions of the Volgograd region.

*Keywords:* Reforestation, urbanized areas, soil, subzone, ecology, protective afforestation, climate, drought.



УДК 504.05

*И. И. Телятник.*

*Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
Ленинградской области "Ленинградский государственный университет имени  
А.С.Пушкина"*

г. Санкт-Петербург, Россия (E-mail: irisha.tk5@gmail.com)

### **ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ В ПЕРИОД С 2010 ПО 2019 ГГ.**

В данной статье рассматривается состояние атмосферного воздуха в Санкт-Петербурге в период с 2010 по 2019 год. В работе представлены основные источники загрязнения и приводятся данные о количестве выбросов за указанный период, а также некоторые дополнительные данные необходимые для описания ситуации. Как итог, проводится обобщение результатов исследования и приводятся примеры районов Санкт-Петербурга с благоприятной экологической обстановкой.

*Ключевые слова:* атмосферный воздух, загрязнение, выбросы, Санкт-Петербург, автотранспорт, стационарные источники, станции мониторинга, загрязнители, предельно допустимые концентрации

Санкт-Петербург — административный центр Северо-Западного федерального округа, расположен в устье реки Невы, впадающей в Балтийское море. Вторым по численности населения город России, в котором официально проживают 5 398 064 чел. по состоянию на начало 2020 года.

Стремительное развитие города и рост численности населения обуславливают интерес общественности к экологической обстановке в городе, которая меняется за счет развития городской инфраструктуры. Данные изменения первую очередь отражаются на состоянии атмосферного воздуха.

Климатические особенности Санкт-Петербурга [9] отличают его от других городов в России и за рубежом при рассмотрении условий рассеивания в атмосфере выбросов веществ. А именно, высокая относительная влажность воздуха способствует коагуляции твердых веществ, что обеспечивает ускоренное осаждение, а далее и снижение концентрации в воздухе [1, 2, 8].

Уровень загрязнения воздуха определяется выбросами от стационарных и передвижных источников, большее влияние из последних оказывает автотранспорт.

Для получения данных исследования были изучены материалы государственных докладов об экологической ситуации в Санкт-Петербурге. Подсчитаны средние значения выбросов за выбранный период.

Суммарный выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух Санкт-Петербурга от стационарных и передвижных источников в 2019 году увеличился на 28,7 % по сравнению с 2010 годом и составил 547,5 тыс. т [3, 7].

Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников за указанный период значительно выросли, что связано с ростом промышленного производства. Наибольшее количество выбросов относится к производству, передаче и распределению электроэнергии,

газа, пара и воды (более 68%), на втором месте – сбор, очистка и распределение воды (более 17 %) [4].

В период с 2010 по 2019 гг. наблюдалось постоянное увеличение суммарного выброса загрязняющих веществ от автотранспорта, что было вызвано увеличением количества легковых автомобилей на 19,2 %, грузовых автомобилей на 78%, при этом снизилось количество автобусов на 8 % (370,3 тыс. т выбросов по данным на 2010 г., 467,1 тыс. т – на 2019 г.) [3, 7]. Резкий скачок загрязнения выпал на 2013 г., когда уровень загрязнения за год увеличился на 10,7 % (45 тыс. т) [5]. Данное явление являлось следствием продолжающегося роста парка автотранспортных средств, особенно легковых и грузовых автомобилей.

Оценка качества атмосферного воздуха проводится на основе данных, полученных от автоматизированной системы мониторинга атмосферного воздуха (далее - АСМ) в Санкт-Петербурге, в которую входит 25 станций мониторинга, расположенных во всех районах города. По данным АСМ в период с 2010 по 2019 гг. изменение средних концентраций веществ имело тенденцию слабого спада или сохранения уровня прошлых лет.

В период с 2010 по 2017 в Санкт-Петербурге уровень загрязнения в большинстве случаев достигал уровня «повышенный». Но благодаря внедрению новых технологий по очищению выбросов на предприятиях, а так же постепенному ужесточению требований к классам двигателей автомобилей удалось к 2018 году достичь «низкого» уровня загрязнения атмосферного воздуха [6]. Тенденция улучшения сохраняется до сих пор.

Таким образом, в Санкт-Петербурге, как и в любом другом крупном городе из-за развития индустрии повышаются суммарные выбросы в атмосферный воздух. Это связано с ростом промышленных предприятий и активным увеличением спроса на автотранспорт. При этом все выбросы находятся в пределах допустимой нормы, за исключение резких разовых превышений, которые незначительно влияют на общее состояние атмосферного воздуха. Чаще всего превышения фиксируются в Центральном районе (оксид углерода, аммиак, оксид азота, бенз(а)пирен и т. д.), Московском районе (формальдегиды, пыль, оксид углерода и т. д.), Красногвардейском районе (оксид азота, аммиак и т. д.). Возникает необходимость увеличения числа мероприятий, направленных на снижение техногенной нагрузки, в основном транспортной нагрузки в районах Санкт-Петербурга. В первую очередь это касается Центрально района, где плотная городская планировка и большие потоки автотранспорта в наибольшей степени влияют на качество атмосферного воздуха. В целом воздух Санкт-Петербурга благоприятен для проживания. Наиболее чистыми, с экологической точки зрения, являются Красносельский, Калининский, Приморский и Фрунзенский районы.

### Литература

1. Боровлев А.Э., Кунгурцев С.А., Мигаль Л.В., Соловьев Л.И. Загрязнение атмосферного воздуха города Белгорода частицами пыли малых размеров // Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета. 2013. No1(25). URL: scientific-notes.ru.
2. Дрозд В.А., Кику П.Ф., Ананьев В.Ю. [и др.]. Годовые колебания частиц PM10 в воздухе Владивостока // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17. No5 (2). С. 646-651.

3. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2010 году. Доступно по адресу: [https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2012/04/06/Doklad-ob-ekol-situacii-v-Spb1329391372\[1\].pdf](https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2012/04/06/Doklad-ob-ekol-situacii-v-Spb1329391372[1].pdf)
4. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2011 году. Доступно по адресу: [https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2012/05/31/ecology\\_doklad\\_2011\[1\].pdf](https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2012/05/31/ecology_doklad_2011[1].pdf)
5. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2013 году. Доступно по адресу: [https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2014/11/10/Doklad\\_2013\\_2.pdf](https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2014/11/10/Doklad_2013_2.pdf)
6. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2018 году. Доступно по адресу: [https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2019/08/12/42/doklad\\_zh\\_2018\\_EKOLOGIA2019.pdf](https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2019/08/12/42/doklad_zh_2018_EKOLOGIA2019.pdf)
7. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2019 году. Доступно по адресу: [https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2020/08/07/57/doklad\\_2019.pdf](https://www.gov.spb.ru/static/writable/ckeditor/uploads/2020/08/07/57/doklad_2019.pdf)
8. Загороднов С.Ю. Пылевое загрязнение атмосферного воздуха города как недооцененный фактор риска здоровью человека // Вестник Пермского национального исследовательского университета; Сер. Прикладная экология. Урбанистика. 2018. No 2. С. 124-133.
9. Соломахина Л.Я., Лазуренко К.И., Соломахин М.С. Климатические особенности Санкт-Петербурга при оценке содержания взвешенных веществ в атмосферном воздухе // Инженерный вестник Дона, 2018, No4. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4y2018/5446/](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4y2018/5446/).

I.I. Telyatnik

#### DYNAMICS OF ATMOSPHERIC AIR QUALITY CHANGE IN ST. PETERSBURG FROM 2010 TO 2019

This article examines the state of atmospheric air in St. Petersburg in the period from 2010 to 2019. The article presents the main sources of pollution and provides data on the amount of emissions for the specified period, as well as some additional data to describe the situation. At the end of the article, the results of the study are summarized and examples of areas of St. Petersburg with a favorable ecological situation are given.

*Keywords:* atmospheric air, pollution, emissions, St. Petersburg, motor transport, stationary sources, monitoring stations, pollutants, maximum permissible concentrations.

УДК 912.4/911.375

*Л. К. Трубина<sup>1</sup>, О. Н. Николаева<sup>1,2</sup>*

<sup>1</sup> Сибирский государственный университет геосистем и технологий,

<sup>2</sup> Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева  
г. Новосибирск, Россия (E-mail: [lab.ite@rambler.ru](mailto:lab.ite@rambler.ru); [onixx76@mail.ru](mailto:onixx76@mail.ru))

#### ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРОМЫШЛЕННОГО ЦЕНТРА

Современные методы исследования окружающей среды позволяют собирать и обрабатывать огромный объем разнообразных данных, имеющих пространственную (координатную) привязку. Анализ и моделирование экологических данных с учетом особенностей их пространственной локализации

позволяет получить максимально полное и подробное знание о причинах и факторах формирования той или иной экологической обстановки на локальных территориях, а также о ее возможной динамике при различных изменениях антропогенной нагрузки. Геопространственный подход подразумевает использование методов дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий для изучения экологического состояния экосистем в целом и их отдельных компонентов и представления полученного нового знания в виде, удобном для визуального и геоинформационного анализа (картографические произведения различной тематики). Особенно он эффективен при изучении состояния окружающей среды промышленных центров, для которых характерна высокая концентрация разнообразных источников загрязнения на ограниченной площади. В докладе будет описан опыт использования геопространственного подхода к изучению и анализу состояния окружающей среды г. Новосибирска, являющегося одним из крупнейших населенных пунктов и промышленных центров России.

*Ключевые слова:* геопространственный подход, городская среда, геопространственный анализ, экологическое картографирование, картографическое моделирование, 3D-моделирование

Промышленные центры представляют собой локальные территории, характеризующиеся высокой концентрацией предприятий различных отраслей народного хозяйства, и в силу этого особенно подверженные формированию экологических проблем, обусловленных интенсивным воздействием человека на окружающую среду. Эффективное решение этих проблем невозможно без наличия знаний об особенностях пространственной локализации основных источников и полей загрязнения, их взаимосвязей и взаимодействия с природными условиями территории [1]. Проведение исследований такого рода требует сбора и обработки исходных данных, имеющих пространственную (координатную) привязку. Это дает возможность осуществлять дальнейшую обработку и моделирование собранных сведений с использованием геоинформационных систем и технологий (ГИС и ГИС-технологий) для выявления очагов загрязнения, сформировавшихся в пределах промышленного центра, прогнозирования их пространственно-временной динамики и разработки мероприятий по повышению качества окружающей среды и рационализации ведения городского хозяйства.

Согласно устоявшемуся определению, геопространство - это «форма существования географических объектов и явлений в пределах географической оболочки; совокупность отношений между географическими объектами, расположенными на конкретной территории и развивающимися во времени» [2]. Совершенствование ГИС и обусловленная этим популяризация ГИС-технологий, наблюдающаяся с конца 90-х гг. XX в. в научной среде, а с 10-х гг. XXI в. среди массовых пользователей, привело к формированию понятия электронного геопространства - цифрового представления информации об окружающем нас пространстве на базе электронной техники, цифровых форматов данных, ГИС-обработки, информационно-коммуникационных систем и Интернет-технологий [3, 4]. Геопространственный подход к изучению экологического состояния промышленного центра предполагает целостное (холистическое) рассмотрение его территории как сложной системы, объединяющей взаимосвязанные комплексы природных условий, источников техногенного

воздействия, процессов переноса и накопления загрязняющих веществ, объектов городской инфраструктуры, не связанной напрямую с производством (жилые, общественные, рекреационные здания и сооружения, сети коммуникаций и пр.) [5, 6].

Оперирование геопространственными данными предполагает взаимосвязанное использование методов исследования, изначально ориентированных на получение и обработку сведений, имеющих координатную привязку. Оптимальный комплекс методов сбора исходных данных включает в себя картографический метод исследования, статистический метод анализа пространственно-временной динамики геопространственных объектов, метод дистанционного зондирования Земли, методы геодезической съемки и локальной околоземной съемки с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), а также технологии обработки собранных данных в среде ГИС [7]. Моделирование же собранных данных с целью изучения пространственно-временных особенностей развития отрицательных экологических процессов в окружающей среде промышленных центров предполагает создание как разнообразных цифровых карт, так и картографических 3D-моделей, обеспечивающих рассмотрение ситуации во взаимосвязи с рельефом подстилающей поверхности. Последнее особенно эффективно при исследовании особенностей миграции загрязняющих веществ в пределах городских ландшафтов [1, 5].

Рассмотрим более детально возможности использования геопространственного подхода на примере анализа экологической обстановки г. Новосибирска.

Новосибирск является крупным промышленным и транспортным центром с населением около 1 600 000 чел. Среди основных экологических проблем города – высокое загрязнение воздушного бассейна выбросами ТЭЦ, работающих на буром угле [8-10], выбросами автомобильного транспорта [11], интенсивное локальное загрязнение почв города тяжелыми металлами [12, 13], повышенная концентрация радона в почвенном воздухе (данный фактор носит природный характер) [14].

Объективная оценка экологического состояния территории города предполагала сбор, систематизацию и анализ базовой информации об общегеографических объектах местности, разнородных и разновременных данных государственного и ведомственного экологического мониторинга, и специальных геопространственных сведений об объектах городской среды. Оптимальным инструментом для решения данной задачи является геоинформационное картографирование, которое обеспечило интеграцию собранных данных в единое информационное пространство, в котором выполнялся дальнейший анализ данных для установления критических значений техногенной нагрузки на окружающую среду и моделирования возможных перспективных изменений. Немаловажным достоинством данного подхода явилась возможность представить полученные результаты в виде картографических моделей, удобных для восприятия человеком [15].

В ходе исследований были систематизированы исходные данные об основных видах антропогенного загрязнения города Новосибирска и выполнено их картографическое моделирование, что позволило создать серию цифровых карт на территорию города, наглядно отображающих пространственные закономерности размещения источников и полей загрязнения воздушного бассейна, малых рек города, почвенного покрова и радиационной обстановки [16]. Проведенные исследования заложили основу для экологического

зонирования территории города, результаты которого также были представлены в виде картографической модели [15].

Дальнейшие работы заключались в расширении исходной информационной базы исследования путем привлечения материалов дистанционного зондирования Земли и беспилотных летательных аппаратов, и привлечении возможностей картографического 3D-моделирования для углубленного изучения взаимного влияния природных и техногенных факторов (прежде всего, рельефа) на процессы распространения загрязняющих веществ по территории города и, соответственно, на формирование экологической обстановки в различных ее участках [1, 5]. Использование картографических 3D-моделей для изучения процесса переноса атмосферных выпадений по подстилающей поверхности позволило получить новое знание о закономерностях формирования зон рассеивания и накопления загрязняющих веществ, что, в свою очередь, позволило скорректировать границы экологических зон и обосновать соответствующие изменения в мониторинговых и природоохранных мероприятиях, проводимых на территории города [1, 17, 18].

Таким образом, геопространственный подход к изучению экологической обстановки промышленных центров обеспечивает объективное рассмотрение причин и характера формирования экологических проблем и наглядное представление полученных результатов в форме карт и трехмерных картографических моделей, удобных для визуального анализа специалистами в области ведения городского хозяйства и охраны окружающей среды.

### Литература

1. Трубина Л.К., Николаева О.Н. Об опыте комплексного картографирования экологической обстановки урбанизированных территорий с учётом пространственного распространения загрязняющих веществ // Геодезия и картография. – 2020. – Т. 81. – № 6. – С. 20-28. DOI: 10.22389/0016-7126-2020-960-6-20-28
2. Географический энциклопедический словарь. Понятия и термины / Под ред. А. Ф. Трёшников. М., 1988, 56 с.
3. Карпик А.П., Лисицкий Д.В. Электронное геопространство - сущность и концептуальные основы / Геодезия и картография - 2009. - № 5. - С. 41-44.
4. Карпик А, П. Управление территорией в геоинформационном дискурсе: монография. Новосибирск. - СГГА, 2010. – 279 с.
5. Трубина Л.К., Хлебникова Т.А., Николаева О.Н. Методические подходы к созданию 3d-моделей для исследования экологического состояния городских территорий / География и природные ресурсы. - 2017. - № 2. - С. 199-205.
6. Trubina L.K., Nikolaeva O.N. Geospatial Model Of Regional Natural Resources As A Basis For Sustainable Environmental Management / Journal of Asian Scientific Research. - 2016. – Vol. 6. - № 10. - p. 143.
7. Бешенцев А. Н., Куклина Е. Э., Калашников К. И., Балданов Н. Д. Мониторинг урбанизированной территории: методы, технологии, результаты / Вестник СГУГиТ. – 2020. – Т. 25, № 2. – С, 169 – 182. DOI: 10.33764/2411-1759-2020-25-2-169-182
8. Рапуга В. Ф., Леженин А. А., Ярославцева Т. В., Девятова А. Ю. Экспериментальные и численные исследования загрязнения снежного покрова г. Новосибирска в окрестностях тепловых электростанций / Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле, Т. 12. - 2015. – С. 77-93.
9. Рапуга В. Ф., Ахматова Н. П., Ярославцева Т. В., Турбинский В. В. Исследование выпадений пыли в окрестностях ТЭЦ г. Новосибирска / Интерэкспо Гео-Сибирь 2015. Т. 4, №. 1. - 2015. – С. 125-129.

10. Анопченко Л. Ю., Якутин М. В. Экологические риски воздействия ТЭЦ-3 города Новосибирска на окружающую среду / Интерэкспо Гео-Сибирь 2019. - Т. 4, № 2. - 2019. – С. 23-30.
11. Грудянкина Л. В., Ущехо С. П. Оценка загрязнения воздуха автотранспортом в районах Химико-технологического и автотранспортного колледжей в г. Новосибирск / Современные проблемы транспортного комплекса России. - Т. 6, №. 1 (7). - 2016. – С. 44-46.
12. Артамонова С.Ю., Рапуга В.Ф., Колмогоров Ю.П. Техногенное загрязнение почв и растительного покрова в районе оловокомбината (г. Новосибирск) / Интерэкспо Гео-Сибирь 2005. - Т. 5. - 2005. - С. 106-110.
13. Артамонова С. Ю., Попов Н. А. Элементный состав твердых осадков снежного покрова в районе Новосибирского оловокомбината (2005-2016 гг. ) / Интерэкспо Гео-Сибирь 2017. - Т. 4, № 2. - 2017. – С. 141-145.
14. Селегей В.В. Радиоактивное загрязнение г. Новосибирска - прошлое и настоящее». – Новосибирск. – Изд-во Росгидромет. - 1997. - 161 с.
15. Дышлюк С.С., Николаева О.Н., Ромашова Л.А. Об использовании экологических карт в создании экологической компоненты инфраструктуры пространственных данных / Геодезия и картография. - 2016. - № 4. - С. 18-25.
16. Пластинин Л.А., Дышлюк С.С., Николаева О.Н., Ромашова Л.А. Роль экологических карт в формировании инфраструктуры пространственных данных муниципального уровня / Известия высших учебных заведений. Геодезия и аэрофотосъемка. - 2014. - № S4. - С. 101-104.
17. Трубина Л.К., Аврунев Е.И., Николаева О.Н., Каленицкий А.И., Антипов И.Т. Подходы к созданию геоинформационных моделей городских территорий для учета экологической составляющей при ведении единого государственного реестра недвижимости / Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. - 2018. - Т. 329. - № 9. - С. 43-51.
18. Трубина Л.К., Николаева О.Н. Об опыте комплексного картографирования экологической обстановки урбанизированных территорий с учётом пространственного распространения загрязняющих веществ // Геодезия и картография. – 2020. – Т. 81. – № 6. – С. 20-28. DOI: 10.22389/0016-7126-2020-960-6-20-28

**L. K. Trubina, O. N. Nikolaeva**

#### **A GEOSPATIAL APPROACH TO REDUCING ENVIRONMENTAL IMPACT OF URBAN-INDUSTRIAL DEVELOPMENT**

The geospatial approach implies the use of Earth remote sensing methods and geoinformation technologies to study the environmental state of ecosystems as a whole and their individual components and present the new knowledge in a form convenient for visual and geoinformation analysis (cartographic items of various topics). The approach is especially effective in studying the state of the environment in industrial centers, which are characterized by a high concentration of various sources of pollution in a limited area. The article describes a case-study of using a geospatial approach to analyzing the environment of Novosibirsk, which is one of the largest settlements and industrial centers in Russia.

*Keywords:* geospatial approach, urban environment, geospatial analysis, environmental mapping, cartographic modelling, cartographic 3D-modelling

УДК 502.2

*Н.А. Чернышова**Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
г. Томск, Россия (E-mail: tisi20080611@mail.ru)***ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРИ  
ВОЗМОЖНОЙ АВАРИИ ГАЗОПРОВОДА КОТТЕДЖНОГО КОМПЛЕКСА  
«ЕЛОВЫЙ РУЧЕЙ» В ПОСЕЛКЕ ЗАВАРЗИНО ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ**

В настоящее время трубопроводный транспорт занимает особое место в единой транспортной системе Российской Федерации. На сегодняшний день практически весь объем добываемого газа транспортируется по системе магистральных трубопроводов. Учитывая, что более половины углеводородного сырья России добывается в Западной Сибири, удаленной от потребителей на тысячи километров, наиболее экономически эффективным способом транспортировки углеводородов на такие расстояния является трубопроводный. Именно это определяет его исключительное значение для экономики страны. Технология транспортировки природного газа и нефти характеризуется особенностями антропогенного воздействия на окружающую природную среду.

*Ключевые слова:* газопровод; загрязнение окружающей среды; геоэкологические исследования

Возникла необходимость подключения к газопроводу для газоснабжения потребителей коттеджного посёлка «Еловый ручей», расположенного в п. Заварзино.

Вся деятельность предприятия ООО «Стройгаз» [3] направлена на повышение уровня эксплуатации объектов газового хозяйства, повышение их надежности и безопасности, продления срока работоспособности оборудования, реконструкции объектов транспорта газа и газоснабжения.

Основными задачами и функциями являются:

- выполнение установленных заданий по приемке и транспортировке газа от поставщиков, обеспечение бесперебойного снабжения газом потребителей на участке газопровода;
- обеспечение бесперебойного снабжения газом и учет его по поставщикам, потребителям и нуждам на участке газопровода;
- обеспечение бесперебойной и надежной работы магистральных газопроводов.

Место размещения строящегося объекта приведено на ситуационной карте-схеме (рис. 1).

Трасса проектируемого газопровода принята на основании местных административных, географических и природных условий площадки строительства с учетом расположения существующих инженерных коммуникаций, а так же технических условий ООО «Газпром газораспределение Томск».

Использование природного газа предусмотрено на отопительные и бытовые нужды 32 индивидуальных жилых домов и одного административного здания, в том числе первая очередь строительства 10 индивидуальных жилых домов и одного административного здания, вторая очередь строительства 22 индивидуальных жилых дома.



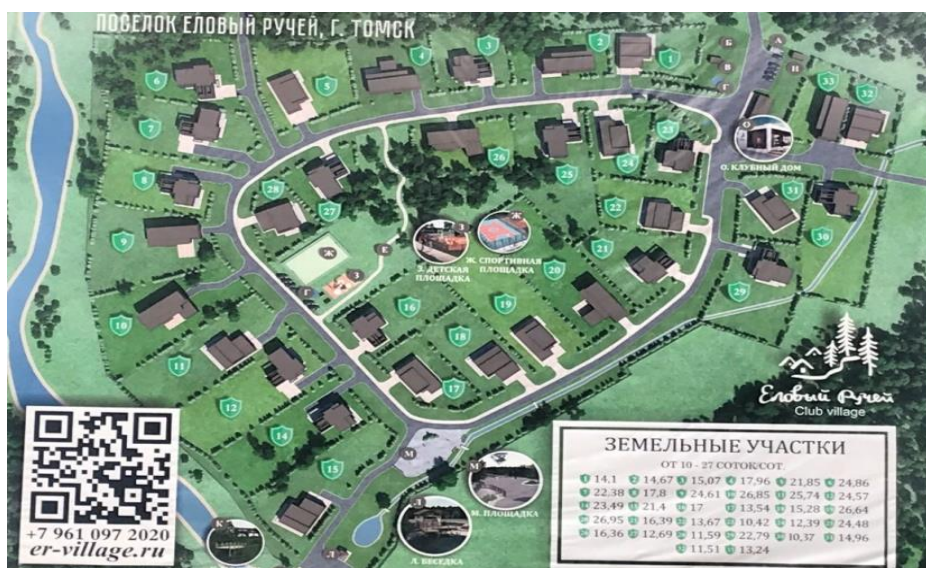


Рис.1. Ситуационная карта – схема коттеджного поселка

Газоснабжение осуществляется горючим природным газом в соответствии с требованиями ГОСТ 5542-2014 [2]. Определение количества газа производится для стандартных условий по ГОСТ 2939-63 [1].

Согласно техническим условиям на присоединение проектируемого газопровода к существующим сетям, проектируемый газопровод высокого давления II категории диаметром 57x3,5 мм подключается к существующему надземному газопроводу высокого давления II категории диаметром 57 мм, после надземного отключающего устройства диаметром 50 мм, предназначенного для газоснабжения п. Заварзино и, расположенного в ограждении существующего шкафного газорегуляторного пункта.

Рассматриваемая территория строительства находится на сочленении Западно-Сибирской низменности и Томь-Колыванской складчатой зоны.

Район расположен в зоне с резко континентальным климатом, с продолжительной суровой зимой и коротким, но теплым летом. Среднегодовая температура района составляет 0,5 °С. Самые холодные месяцы в году декабрь и январь, наиболее жаркий – июль. По количеству атмосферных осадков район относится к избыточно увлажненному. Наибольшая повторяемость ветров имеет южное и юго-западное направление.

По агро-почвенному районированию в регионе преобладают серые и светло-серые лесные, лугово-болотные почвы.

Рельеф местности значительно расчленен благодаря развитию террас р. Ушайки и ее притоков, а также сети логов. В пределах Томь-Колыванской складчатой зоны близко к поверхности выходит палеозойский фундамент, сложенный породами нижнего карбона. Эти породы представлены толщей глинистых, алевро-глинистых сланцев, интенсивно смятых в складки. Сланцы подверглись химическому выветриванию на значительную глубину.

Четвертичные образования представлены аллювиальными отложениями надпойменных террас р. Томи и ее притоков – суглинками, супесями, реже – песками и галечниковыми грунтами. Общая их мощность достигает 25 и более метров.

Гидрогеологические условия рассматриваемого района обусловлены его приуроченностью к юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна. Выделяются: напорные воды в трещиноватых породах нижнего карбона, напорные или со слабым напором поровые воды средне-верхне-четвертичных отложений, поровые безнапорные или со слабым местным напором воды зоны аэрации, поровые безнапорные антропогенные воды в насыпных грунтах.

Источником питания подземных вод являются атмосферные осадки. Подземные воды, как правило, неагрессивные по отношению к бетону нормальной проницаемости.

Трасса проектируемого газопровода пересекает водные преграды – р. Малая Ушайка.

На период работ на обследуемой площадке встречены два горизонта грунтовых вод. Первый горизонт типа «верховодка» встречен на глубине 0,3-3,0 м, приурочен к техногенным грунтам и к прослоям песка мелкого в толще аллювиальных суглинков мягкопластичной консистенции. Второй горизонт грунтовых вод встречен на глубине 5,7-7,2 м, приурочен к гравийным грунтам с песчаным заполнителем до 40%.

Расчет возможной аварийной ситуации выполнен на высокое (0,6 МПа) давление, диаметры строящихся газопроводов не превышают 315 мм. Просчитываем выбросы загрязняющих веществ при частичном разрушении сварного стыка газопровода при худших условиях.

Удельное количество выбросов газа, истекающего в атмосферу из щели в сварном шве газопровода  $G_r$ , г/сек, определяется по формуле:

$$G_r = \varphi \cdot f \cdot W_{kp} \cdot \rho_r \cdot 1000,$$

где  $\varphi$  - коэффициент, учитывающий снижение скорости, при ширине щели 1 мм = 0.97;

$f$  - площадь отверстия, м<sup>2</sup>, определяется по формуле:

$$f = n \cdot \pi \cdot d \cdot \delta,$$

где  $n$  - длина линий разрыва наружного периметра трубы газопровода, в % от общего периметра = 0.5;

$d$  - диаметр газопровода, мм ;

$\delta$  - ширина щели, м (0.001);

$W_{kp}$  - критическая скорость выброса газа, м/с;

$\rho_r$  – плотность газа при нормальных условиях, кг/м<sup>3</sup>.

Расчёты рассеивания проведены для следующих веществ: метан, этилмеркаптан. Результаты расчёта приземных концентраций в результате аварийного выброса приводятся в таблице 1.

Результаты расчёта показали, что при аварийной ситуации на газопроводе высокого давления максимальные приземные концентрации составляют по метану 4,18 ПДК, по этилмеркаптану 90,22 ПДК. То обстоятельство, что при аварийном выбросе вредных веществ, их концентрации на расстоянии от места аварии возрастают не мгновенно, дает возможность принять меры против возможных взрывов и отравлений в населенных пунктах.

Таблица 1

Наименование вещества	ПДК (ОБУВ) мг/м <sup>3</sup>	Код вещества	Суммарный выброс загрязняющих веществ		Концентрация загрязняющих веществ (максимальная)	
Аварийная ситуация на газопроводе высокого давления						
метан	(50)	410	978,1	0	4,18	209,0
этилмеркаптан	0,00005	1728	0,0211	0	90,22	0,004511

При аварии на газопроводе необходимо по всей территории населенного пункта подать сигнал, начать проводить противозрывные мероприятия (закрыть окна в зданиях, отключить приточные системы), предусмотренные правилами безопасности.

Таким образом, проектируемые газопроводы меньшего диаметра и давления, даже при аварийной ситуации не окажут существенного влияния на окружающую среду.

#### Литература

1. ГОСТ 2939-63 Газы. Условия определения объема. – Москва : Издательство стандартов, 2019. – Текст : непосредственный.
2. ГОСТ 5542-2014 Газы горючие природные промышленного и коммунально-бытового назначения. – Москва : Издательство стандартов, – 11с., 2015. – Текст: непосредственный.
3. Проектная документация «Мероприятия по охране окружающей среды». Новосибирск, 2013. Том 5, 146 с. – Текст : непосредственный.

**N.A. Chernyshova**

#### **ASSESSMENT OF THE IMPACT ON THE ENVIRONMENTAL STATE IN A POSSIBLE GAS PIPELINE ACCIDENT OF THE «ELOVY RUCHY» COTTAGE COMPLEX IN THE VILLAGE OF ZAVARZINO OF THE TOMSK REGION**

The article describes the characteristics of the geoecological conditions of the territory of the "Elovy Ruchey" cottage village in the Kargasoksky district of the Tomsk region. The results of calculation of atmospheric air pollution are presented in case of a possible accident on a gas pipeline.

*Keywords:* gas pipeline; environmental pollution; geoecological research.



## **СЕКЦИЯ 6**

### **ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ (ЦУР-9)**

УДК 911.2/3 : 528.9

*Е.Ю. Колбовский**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
г. Москва, Россия (E-mail: kolbowsky@mail.ru)***ГИС-МОДЕЛИРОВАНИЕ В ГЕОЭКОЛОГИИ:  
ОПЫТ, ДОСТИЖЕНИЯ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

Использование «Больших данных» привело в геоэкологии к четырем взаимосвязанным и важным последствиям: генерации новых открытых данных, математизации «geocomputation» и разработке геоинформационных систем как специфических географических инструментов работы с такими данными, и в итоге – к появлению новых и кризису старых пространственных моделей и простых причинно-следственных объяснений. К настоящему времени моделирование прошло уже несколько этапов, отчасти повторяющих прежний опыт «мануального» оперирования с данными: от простых наложений и алгебры матриц до кластерного анализа, регрессионного и дискриминационного анализов, классификаций с обучением, нечеткой принадлежности и нечеткого наложения, наконец – нейронных сетей. В целом ряде разделов геоэкологии использование больших данных привело к успеху и лучшему пониманию многих сложных процессов, причастных к изменению и трансформации окружающей среды. Однако помимо удач на пути использования геоинформационных систем исследователей ждут и разочарования, особенно в том случае если мы не готовы подвергать сомнению какие-то устоявшиеся позиции и теории.

*Ключевые слова:* «Большие данные», ГИС-моделирование, разработка методов и алгоритмов

Элвин Тоффлер – американский философ и футуролог, один из авторов концепции постиндустриального общества в своей последней книге «Революционное богатство» [3] утверждал, что настоящим достоянием грядущей эпохи станет быстро увеличивающееся и свободно распространяемое знание. И, по крайней мере отчасти, его пророчество сбывается. Так называемые Big Data - «Большие данные» (термин, который «запатентован» известными авторами Виктором Майер-Шенбергером и Кеннетом Кукьером [2]) действительно накапливаются, обновляются и раздаются во все более увеличивающихся масштабах, и все мы, в той или иной мере, являемся пользователями этих данных.

Вторжение Больших Данных в Географию означало появление огромного числа сведений об объектах явлениях и процессах, «снаряженных» точной пространственной привязкой, проще говоря координатами в одной из принятых географических или геодезических координатных систем. Важнейшими последствиями этого феномена можно считать:

- 1) генерацию новых открытых и доступных данных (прежде всего данных дистанционного зондирования Земли из космоса),
- 2) разработку специфических программируемых инструментов работы с данными - географических информационных систем (ГИС),

3) математизацию и алгоритмизацию традиционных методов географических исследований («geocomputation»),

4) кризис традиционных причинно-следственных объяснений и обоснование новых и сложных для понимания каузальных интерпретаций и вероятностных, стохастических моделей.

Геоинформационные системы или ГИС (GIS) – программные комплексы, сочетающие в себе возможности репрезентации объектов земной поверхности с архитектурой реляционных баз данных и средствами математического анализа – за последние два десятилетия превратились в мощные инструменты, использование которых открывает для новые горизонты геоэкологии..

**1. Большие данные и «теория поля».** Если представить свойства (неважно какие) любого места как функцию его координат, то появляется множество возможностей, – обстоятельство, которые быстрее других осознали геоморфологи, во-первых, по той простой причине, что «рельеф поля значений» в геоморфологии и является собственно «рельефом», во вторых, поскольку выяснилось, что первая и вторая производная от этой функции дают так называемые характеристические точки и линии, дифференцирующие земную поверхность на понятные и наглядные хребты и гребни, долины и тальвеги и т.д.. Так появилась теория «рельеф-поля» [5, 4]; нарабатанная в этой области (получившей название геоморфометрия – «geomorphometry» [7, 12, 8]) – математика применялась в разных сферах, поскольку любые Big Data – ни что иное, как поле значений, которые могут быть обработаны сходным образом для выявления «пиков» и «депрессий», «плато» и «склонов» самых разных феноменов (заболеваемость, преступность, душевой доход и т.д.). Таким образом, переменные, производные от больших данных, составили второй «пул» метрик, который начали использовать для моделирования сложных географических и экологических сущностей (биоклиматов и экорегионов, природных зон и физико-географических районов), а также – для так называемого «прогнозного ландшафтного картографирования» [11] – рельефа, почв и ландшафтов.

**2. «Новые-старые» алгоритмы в составе моделей.** По понятным причинам объективного характера ГИС-моделирование развивалось прежде всего в рамках современной «западной» версии ландшафтной экологии, однако самое интересное заключается в том обстоятельстве, что это развитие во-многом воспроизводило «на новый лад» хорошо известные и до сих пор спорные «сюжеты» российского ландшафтоведения, и (в более широком контексте) – географии в целом. Основные подходы к ГИС-моделированию сложных сущностей исторически формировались в следующей последовательности:

- a) Экспертно-интуитивные модели с мануальным конфигурированием границ;
- b) Гибридные экспертные модели с воспроизведением мануальных подходов в ГИС-среде;
- c) Модели тематического оверлея (наложение карт) в ГИС;
- d) Модели «одномерного соседства» или катенарной дифференциации;
- e) Модели трехмерной ареальной дифференциации с учетом «окрестностей»;

- f) Модели учета «нечеткой принадлежности» и нечеткого оверлея;
- g) Полуавтоматизированные модели, основанные на кластеризации  $k$ -средних, искусственных нейронных сетях и деревьях классификации;
- h) Мультифазные иерархические модели с участием эксперта, задающего правила «нечеткой принадлежности» и смены «ведущего фактора дифференциации».

Важно подчеркнуть – большая часть этих подходов не абсолютно инновационна, поскольку их логика (а частично – и математика) была разработана еще в середине прошлого века, но именно применение строгих ГИС-алгоритмов, позволило выявить их возможности и ограничения, преимущества и недостатки.

**3. ГИС-моделирование на «хоженных тропах» научного объяснения.** Интуитивный подход (в западной науке часто именуется как «гештальт-метод») заключается в попытке визуального конфигурирования границ (в том числе на основе полевых впечатлений), аэрофотоснимков и вновь генерируемых ДДЗ. Сущность этого подхода не всегда прозрачна, хотя в своем «классическом» виде он был доведен до совершенства и отработан в технике российского ландшафтного картографирования [1]. Сложность заключается в том, что эксперт выделяет границы ландшафтов (или их частей) ориентируясь сразу на несколько тематических карт-«подложек», но при этом он действует не в рамках «формальной логики», а руководствуясь интуицией, и, поскольку в голове у него «уже есть» принципиальная схема: он проводит разные фрагменты границы одного и того же уровня по разным «тематикам», т.е., осуществляет смену ведущего фактора дифференциации в соответствии с некой идеей. Этот метод широко воспроизводился и в ГИС, являя собой вариант «рисования» или «State of Art Mapping».

Следующим шагом были «гибридные» экспертные подходы, использовавшие в качестве входных переменных оцифровки существующих мануальных карт вместе с современными Большими Данными (таким образом, например, была построена так называемая «Ландшафтная карта Гудилина», первые модели «идеальных материков» и многие страновые и региональные карты экорегионов). «Родовым» недостатком таких моделей являлись невысокая точность (вследствие разномасштабности исходных материалов) и произвольность классификаторов, неизбежно возникавшая в результате смешения «тематик», изначально создававшихся под разные задачи.

Затем географы и специалисты по ландшафтной экологии отдали дань методу наложения (или оверлею - «overlay»), который «на языке ГИС» реализуется как комбинирование растров или пересечение векторов с конкатенацией тематических значений в интегральный индекс. На самом деле наложение представляет собой старый (и классический – для российского ландшафтоведения) способ создания любых синтетических географических карт – именно таким путем первоначально создавались многие «поколения» ландшафтных карт, карт природных зон и т.д. Бейли [6] и Лауэлл [10] отмечали, что хотя наложение карт может быть полезным для идентификации экосистем, этот подход имеет недостатки: несовпадающий исходный масштаб слоев, несоответствующие границы, произвольное число классов (таксонов) исходных факторных тематик и избыточное число плохо интерпретируемых финальных классов, возникающих в результате комбинирования.

4. **Поколение «реально» новых моделей.** После того, как в ГИС были разработаны метрики, позволяющие учитывать относительное положение «места» на «склоне» (такие как топографический индекс, глубина долин, относительная высота над уровнем водотоков) появился целый ряд действительно «прорывных» алгоритмов [7, 8], которые можно назвать моделями катенарной или гребне-килевой дифференциации. Усилиями российских специалистов (П.Шарый [5], И. Флоринский [4]) к этим моделям было добавлено «третье измерение» в виде семейства параметров кривизны («curvature»), что позволило наглядно презентовать трехмерные свойства «местоположений – landscape site» (как в узком – ландшафтном, так и в широком – географическом значении этого термина).

Широкое увлечение моделями этого типа привело сначала к неоправданному оптимизму (в первое десятилетие «нулевых» годов нового века) и предположению, что моделировать можно все что угодно, по прошествии времени и накоплению опыта сменившееся скепсисом: причем обнаруженные недостатки новых моделей с точки зрения теории гораздо интереснее достижений.

В моделировании задействуются, как правило, предварительно классифицированные тематические растры: в самом простом примере с рельефом, это означает, что, вводя в модель параметры высоты и крутизны мы должны определиться с таксонами «низкий-высокий», и «пологий-крутой». Однако выяснилось, что используемые в традиционной географии классификаторы не просто не универсальны в целом, но зачастую и локально некорректны (что побудило американских авторов опубликовать работу под провокативным названием «Существуют ли вообще горы?» («Are mountain exists?»)). Разбиение на классы в ГИС осуществляется по гистограмме частот, между тем – не все параметры распределены нормально. При включении в модель нескольких подобных параметров результат оказывался не просто плохо предсказуемым, но – несоответствующим действительности.

Для преодоления этих ограничений были разработаны модели, учитывающие «нечеткую принадлежность» (скажем, в виде правила «только 75% поверхностей с высотой более 1000 м – «горы») и реализующие процедуры «нечеткого» наложения (fuzzy overlay).

Второе затруднение связано с обнаруженной высокой зависимостью распределения от масштаба моделирования и «зернистостью» исходных данных и преодолевалось посредством предложения мультимасштабных инструментов, реализующих процедуру изменения размера «окна» и охвата числа ячеек с последовательным увеличением пороговых значений для каждого «прогона».

Известный прогресс был достигнут на новом уровне, однако, (как это всегда бывает в науке) разрешение одних проблем вывело на повестку дня другие. В частности, нерешенными остались вопросы об объективной (т.е., независимой от мнения эксперта) размерности иерархических пространственных уровней дифференциации, и оптимальных алгоритмах нечеткого наложения.

5. **Нельзя ли обойтись без эксперта?** Отмеченные выше затруднения отчасти обусловили моду на так называемые автоматизированные методы, среди которых наибольшее применение обрели алгоритмы кластерного анализа, представляющие собой способ автоматической классификации многофакторных сущностей (называемый еще «стратификацией», «таксономией») позволяющий разбивать совокупность объектов на



группы по некоторому набору признаков (переменных). Методы кластеризации делятся на алгоритмы, предполагающие предварительное знание числа и характеристик итоговых классов (k-means кластеризация, дискриминантный анализ, деревья классификации) и алгоритмы, в которых свойства итоговых таксонов неизвестны а их число известно лишь предположительно (изокластерный анализ, анализ группирования).

Кластерный анализ применяется сегодня для решения широкого круга задач – от моделирования природных зон, до почвенного или ландшафтного картографирования а также районирования различного назначения; можно сказать, что мы прибегаем к кластеризации, когда не очень хорошо представляем какие качества (признаки) объектов позволяют их классифицировать (или «группировать»).

Объективные преимущества такого подхода: возможность одновременной обработки практически любого числа факторов («феномен в многомерном пространстве ординации») и высокая точность, особенно в тех случаях, когда переменные были корректно подготовлены (т.е., была проведена нормализация и/или стандартизация переменных). Ограничения – в сохраняющейся зависимости результата от «экспертных правил», которые здесь распространяются прежде всего на дистанцию локализации «затравок-образцов» и число выходных классов. Предпринятые (в одном из самых популярных и мощных ГИС-пакетов – ArcMap 10.X компании ESRI) попытки «снять» эту зависимость путем расчета «оптимального» числа выходных классов в инструменте Анализ Группирования хотя и интересны, но далеко не всегда приводят к результатам, вызывающим доверие.

#### **6. Возвращение к человеку или «на новом витке» методологической спирали.**

ГИС-моделирование в любой области географии и экологии – сложный и трудоемкий процесс, требующий терпения, толерантности и объективности. Возможно, эти качества объясняют закономерный возврат (хотя уж на новом уровне) к экспертным подходам. Разрабатываемые сегодня, модели (в частности – алгоритмы геоморфологического, почвенного и экосистемного моделирования) можно охарактеризовать как синтетические, и в таком качестве они вбирают в себя все лучшее из накопленного за четверть века арсенала, а именно: разделение процесса на этапы, соответствующие разным пространственным (иерархическим) уровням, возможность выбора и смены ведущего фактора дифференциации на каждом из таких уровней, предварительное конфигурирование и параметрическое описание прогнозируемых сущностей, формулировку экспертных правил нечеткой принадлежности, использование алгоритмов кластерного анализа и «машинного обучения».

**Заключение.** Заканчивая этот краткий обзор, попытаемся сформулировать в самом общем виде базовые позиции, которые могут быть отнесены к арсеналу достижений ГИС-моделирования.

При обычной практике геоэкологические классификации экосистем представляют собой форму эвристического концептуального моделирования, недостаток которого заключается в том, что, хотя оно и представляется «системным», его правила и процедуры не всегда являются строго алгоритмизированными и воспроизводимыми. Следовательно, они не

могут быть надежным методом создания баз данных и связанных с ними карт, которые, в свою очередь могли бы составить основу практики экологичного природопользования.

История развития и совершенствования методов ГИС-моделирования во-многом повторяет и воспроизводит историю развития традиционных подходов, с той, однако, разницей, что «отработанные» в ГИС-моделировании исследовательские сюжеты раз и навсегда получают доказательное обоснование. Так, например, с позиций ГИС-моделирования процедуры «индивидуального физико-географического районирования» и «типологического картографирования» могут быть осуществлены одним и тем же инструментом кластерного анализа и различаются определением условий соседства прогнозируемых полигонов и алгоритмом описания близости по выбранным параметрам дифференциации.

Мы вынуждены согласиться с тем утверждением, что не существует «идеальных» алгоритмов моделирования «на все случаи жизни»: разработанные на сегодняшний день методы отличаются, прежде всего, по лежащей в их основе «математике» (множественная линейная регрессия, дискриминантный анализ, кластеризация  $k$ -средних, обобщенные линейные модели, обобщенные аддитивные модели, искусственные нейронные сети и деревья классификации). Помимо этого, алгоритмы различаются по набору и взаимным отношениям входных параметров, степени автоматизации, участию «экспертного знания», числу «шагов» (этапов) моделирования, возможности учета разных масштабов и свойств фрактальности, наконец (но не в последнюю очередь) - по предсказательной способности. Ни один из этих методов не «лучше» в том смысле, что каждому присущи свои свойства, такие как простота (или сложность) использования, доступность и прозрачность интерпретации, чувствительность к размеру выборки и т.д. Так, уже привычные нам построенные на линейных отношениях модели будут проще нейронных сетей, но последние в большей степени соответствуют реальной действительности.

Моделирование приводит (и уже привело) к кризису многих традиционных каузальных и детерминистских представлений в геоэкологии. Некоторые сущности, полагавшиеся «очевидными», не прошли проверки моделями, и теперь понемногу выясняется, что и в реальной действительности им ничего или почти ничего не соответствует, таковы, например, «типы леса» в девственных и действительно «коренных» лесах. Другие «сложные конструкции» существуют, но будучи воспроизведены в моделях на основе Big Data выглядят не вполне так, как бы нам представлялось ранее – таковы, вероятно, природно-ландшафтные зоны. Многие феномены и сущности, которые мы считали дискретными и полагали, что им присущи «твердые» границы, на самом деле континуальны, с очень сложными пространственными переходами между «ядрами типичности»: таковы, мезоформы рельефа, почвенные тела и так называемые «природные» ландшафты. Иными словами, многие связи между объектами, процессами и явлениями значительно более сложны и менее определены, чем это представлялось ранее... И все же – несмотря на сложности, признаем: современное ГИС-моделирование, кроме всего прочего сделало геоэкологию гораздо более интересной и привлекательной наукой (не говоря уже о «полезности»).

### Литература

1. Видина А. А. Методические указания по полевым крупномасштабным ландшафтными исследованиям. М. : Изд-во Моск. ун-та, 1962. 132 с.
2. Майер-Шенбергер В, Кукьер К. Большие данные. Революция, которая изменит то, как мы живем, работаем и мыслим. М.: ООО «Манн, Иванов и Фербер», 2014. – 178 с.
3. Тоффлер Э., Тоффлер Х. Революционное богатство. — М.: АСТ, 2007. — 576 с.
4. Флоринский И.В. Иллюстрированное введение в геоморфометрию. Альманах Пространство и Время Т. 11. Вып. 1. 2016. с. 1-20.
5. Шарый П.А. Геоморфометрия в науках о земле и экологии, обзор методов и приложений. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2006. Т. 8. №2. 458-473.
6. Bailey, R.G. 1998a. Ecoregions: the ecosystem geography of the oceans and continents. New York: Springer-Verlag. 176 p.
7. Evans, I.S. Geomorphology and landform mapping: What is a landform? Geomorphology. 2012. 137. 94–106
8. Evans, I.S., Hengl, T. & Gorsevski, P. (2009) Applications in geomorphology. In: T. Hengl & H.I. Reuter (eds) Geomorphometry: Concepts, Software, Applications, pp. 497–525. Amsterdam, Netherlands: Elsevier
9. Hengl T., MacMillan R.A. Geomorphometry — A Key to Landscape Mapping and Modelling. In GEOMORPHOMETRY: Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science – Volume 33.Elsevier. 2009. p 433-460
10. Lowell, K.E. 1990. Differences between ecological land type maps produced using GIS or manual cartographic methods. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 56: 169–173
11. MacMillan R.A., Shary P.A. Landforms and Landform Elements in Geomorphometry. In GEOMORPHOMETRY: Concepts, Software, Applications. Developments in Soil Science – Volume 33.Elsevier. 2009. p.227- 254

**E.Yu. Kolbowsky**

#### **GIS MODELING IN GEOECOLOGY: EXPERIENCE, ACHIEVEMENTS, PROBLEMS AND PROSPECTS**

The use of "Big data" in Geoecology has led to four interrelated and important consequences: the generation of new open data, the mathematization or geocomputation and the development of geoinformation systems as specific geographical tools for working with such data, and as a result – to the emergence of new and the crisis of old spatial models and simple cause-and-effect explanations. To date, modeling has already gone through several stages, partly repeating the previous experience of "manual" data manipulation: from simple overlays and matrix algebra to cluster analysis, regression and discriminatory analyzes, classifications with training, fuzzy membership and fuzzy overlay, and finally, neural networks. In a number of areas of Geoecology, the use of big data has led to the success and better understanding of many complex processes involved in the change and transformation of the environment. However, in addition to the successes on the way of using GIS, researchers also face disappointments, especially if they are not ready to question any established positions and theories. In this sense, we can talk about a crisis of familiar spatial models and simple traditional explanations.

*Keywords:* Big Data, GIS modeling in Geoecology, development of the method and algorithms

УДК 911.2/3 911.375.54

*Е.Ю. Колбовский, Л.А. Петров**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
г. Москва, Россия (E-mail: kolbowsky@mail.ru; leonid\_petrov\_1997@mail.ru)***ОЦЕНКА АКВАЛЬНО-ПАРКОВЫХ КОМПЛЕКСОВ В КОНТЕКСТЕ  
ГИС-МОДЕЛИРОВАНИЯ ВИЗУАЛЬНО-ЭСТЕТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ  
ТЕРРИТОРИИ МОСКВЫ**

Эстетическое пространство реализует средоформирующий экосистемный потенциал и является производной от действий различных стейкхолдеров по его формированию и развитию. Современный ландшафтный дизайн преимущественно направлен на генерирование отдельных объектов и пренебрегает эмерджентностью визуальной городской среды, насыщенной как фрагментами сохраняющегося природного и культурного ландшафта, так и искусственными сооружениями, в результате чего нарушаются визуальные связи между различными типами городских природных экосистем. В России существует всего лишь один нормативно-правовой акт – ФЗ №73 от 25.06.2002, – который предназначен для наделения охранным статусом ценных в культурном плане ареалов визуального восприятия. Одними из элементов эстетической городской среды являются объекты зелёной инфраструктуры, которые в рамках крупнейших староосвоенных городов, к категории которых относится Москва, обычно представлены природно-историческими парковыми экосистемами с каскадами прудов. В данной работе было рассмотрено 6 водоёмов на территориях объектов культурного наследия г. Москвы.

Современные геоинформационные технологии предоставляют целый инструментарий для оценки визуальных и эстетических свойств городской среды. Важное значение имеет построение карт визуальных объёмов-пространств относительно объекта, представляющего культурно-историческую ценность, для чего используются алгоритмы выявления визуальной структуры пространства через концепцию так называемых использование геопривязанных фотографий позволило определить точки визуального восприятия объекта исследования, оконтурить фактический визуальный бассейн и сравнить его с установленными согласно ФЗ 73 ландшафтными зонами. Наиболее популярные видовые позиции определялись посредством инструментов пространственного анализа ГИС-пакета ArcGIS. В зависимости от удалённости вантажной точки от береговой линии водоёма, геотопа, условий освещённости и характера гидрофитной растительности были установлены визуальные функции аквальных комплексов: барьерная, экранирующая, фоновая, аттрактивная. Свойства конкретных ландшафтных сцен, запечатленных на фотографиях, определялись в соответствии с принципами пейзажной экологической модели.

*Ключевые слова:* эстетическое пространство, визуальные свойства городской среды, ГИС-моделирование, аквальные комплексы

Эстетическое пространство любого города, в том числе и Москвы, формируется в результате совокупности действий огромного числа участников, которые представлены реализуемыми ведомственными программами (по застройке, прокладке дорожной сети, озеленению), инициативами частных агентов различного рода (владельцев и арендаторов

предприятий торговли и общественного питания) и усилиями отдельных жителей (художников граффити, или просто подростков с краскопультами). Несмотря на то, что в сегодняшней действительности многие вполне утилитарные задачи сопровождаются процедурами, предполагающими участие дизайнеров (например – «колористические паспорта домов»), образуемая в конечном итоге предметно-пространственная среда практически никем не анализируется в контексте эстетического пространства. Это и понятно: вновь строящийся дом должен выглядеть «нарядно» со стороны или в составе жилой группы таких же домов, вновь разбиваемый парк должен включать живописные биогруппы, цветочные бордюры и аллеи, раскрашенная стенка здания должна «работать» аттрактором, рекламные щиты и растяжки у магазинов – привлекать внимание и т.д. Таким образом, каждый из многочисленных участников процесса «украшательства» городской среды решает свои задачи в соответствии с нуждами, дизайнерскими пристрастиями и немногими регулирующими эту сферу нормативами (например, в уличном дизайне объектов рекламы).

Единственная имплементированная законодательством «норма» целостного визуального восприятия проецируется только на объекты наследия, которые, согласно Федеральному закону "Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации" от 25.06.2002 N 73-ФЗ, должны иметь ареал визуального восприятия. Данная норма реализуется «разово» в процессе установления соответствующих охранных зон.

Положение усугубляется самим характером современного дизайна: он, как правило, локален и «предметен» и направлен на генерирование «красивых» объектов предметно-пространственной среды города, при этом сама «городская среда» как масштабное многомерное пространство, насыщенное как фрагментами сохраняющегося природного и/или культурного ландшафта, так и искусственными (в том числе крупными и гигантскими) сооружениями, весьма редко выступает объектом анализа или даже простой рефлексии на уровне, что называется, «здорового смысла». Обычно такого рода вопросы возникают при реализации «флагманских» проектов, влекущих за собой серьезное «арт-вмешательство» в традиционную (и ценную!) городскую среду, например, при возведении новых «небоскребов», «сити-центров», кольцевых эстакадных автомагистралей, стадионов и т.д.

Отметим, что и вне сферы «инновационных» градостроительных решений отсутствие теоретических подходов и практических методик к оценке эстетики городской среды способно породить абсурдные ситуации. Так, Москва традиционно славится своими ООПТ и сохранностью «природного комплекса», но никто не обращает внимания на визуальные связи между различными экосистемами города: например, с уступа коренного берега Филевского парка практически невозможно увидеть живописную речную излучину и луговую пойму Мневников.

Между тем современные технологии и прежде всего технологии геоинформационного моделирования представляют целый ряд возможностей для оценки визуальных и эстетических свойств городской среды. На локальном и среднем уровне «синтаксическое» представление городского пространства достигается использованием специальных программ, позволяющих строить карты «глубины» (Depthmap) и рассчитывать индикаторы

связности (Connectivity) и интегрированности (Integration). Построенные таким образом дискретные карты объемов представляют отношения смежности, уменьшая пространственную сложность слоя до наименьшего набора «вмещающих» объемов-пространств таким образом, чтобы в каждом объеме-пространстве все пары точек обладали свойством взаимной видимости [5]. В качестве объектов моделирования объемов-пространств могут выступать (в зависимости от масштаба исследования) городские кварталы или отдельные дома с придомовыми пространствами (дворами). Концепция объемов-пространств тесно связана со структурой видимости объемов в городе, обеспечиваемой секторальными развертками векторов видимости, так называемых изовист.

Более универсальные пакеты ГИС-моделирования (такие как ArcMAP, QGIS, SAGA) предполагают работу с любым масштабным уровнем на основе учета естественного или измененного рельефа земной поверхности, растительного покрова и искусственных сооружений. В составе инструментария таких ГИС – алгоритмы выявления визуальной структуры пространства (через концепцию так называемых вьюшедов – визуальных бассейнов), установление «линии горизонта», трассировка визуальных осей, выделение ареалов видимости из одной или многих точек [2].

Для Москвы как для столицы РФ – города, привлекающего всё большее количество туристов, – ежегодно чрезвычайно актуальным является разработка общей схемы эстетики города, которая бы включала: выявление общей структуры визуального пространства города с дифференциацией на крупные бассейны и более локальные вьюшеды; типология вьюшедов по характеру заполненности пространства, соотношению естественных и искусственных объектов, характеру границ; трассировка визуальных связей между бассейнами; выявление «линий зрения» - прозоров на важнейшие объекты природной и культурно-исторической среды, памятники архитектуры; выделение «вантажных точек» наблюдения и созерцания наиболее живописных сцен и вист; инвентаризация и характеристика по единым алгоритмам лучших городских пейзажей; фиксация и характеристика «линий горизонта», включающих исторические объекты.

Разумеется, существуют и другие актуальные задачи моделирования и оценки визуально-эстетических качеств городской среды. Так, в пространстве Москвы всегда значительная роль принадлежала водным объектам – акваториям, которые играли роль поверхностей отражения, аттракторов и траекторий визуальной инерции.

В порядке эксперимента и для демонстрации возможностей современного ГИС-моделирования авторы провели визуально-эстетический анализ аквальных комплексов на территории города с использованием набора геопривязанных фотографий, фиксации вантажных точек и инструментов определения видимости [3]. В качестве объектов исследования были выбраны водоёмы в пределах 6-ти памятников культурного наследия г. Москвы: Верхний Кузьминский пруд, Новодевичий пруд, Коломенские пруды, Чистый пруд, Дворцовый пруд и Верхний Царицынский пруд.

Свойства конкретных пейзажных сцен, запечатленных на фотографиях, определялись в соответствии с принципами пейзажной экологической модели [4], позволяющей учитывать наличие различных планов (переднего, среднего дальнего), визуальных кулис, объектов аттракторов и т.д., а также фиксировать деформации визуальной сцены. Содержательный

анализ позволил выявить наиболее выигрышные вантажные точки и раскрывающиеся пейзажные сцены, которые являются объектами поисковой активности посетителей объектов культурного наследия и, таким образом, могут рассматриваться как важная часть потенциала нематериальных (эстетических) экосервисных услуг. В соответствии с поставленной задачей в каждой пейзажной сцене специально определялась визуальная роль водного объекта, характеризовались его морфометрические и оптические качества, моделировались линии видимости между видовыми точками, акваторией и ландшафтным окружением [1].

Для моделирования свойств видимости тех или иных местоположений, на которых располагаются объекты-аттракторы, с определённых видовых точек для каждого водоёма строились (с использованием цифровой модели рельефа) границы *гипотетических* визуальных бассейнов, таким образом, выявлялась потенциальная территория восприятия водного зеркала акватории. На основе множества видовых точек каждого рассматриваемого аквального комплекса создавался новый полигональный слой, характеризующий территорию *фактического* визуального бассейна – ареала в форме наименьшего выпуклого многоугольника, внутри которого гарантированно можно обозревать исследуемый водоём, так как фотографии Интернет-пользователей подтверждают наличие линий видимости на водное зеркало с заданной точки наблюдения. Заключительным этапом работы с видовыми точками было определение наиболее репрезентативных пейзажных видовых точек для каждого водного объекта при помощи ГИС-инструментов пространственного анализа: анализ «горячих точек», центральных точек наблюдения, кластеров и аномалий, плотности точек наблюдения, где в качестве наиболее популярного участка рассматривается область максимального класса плотности, содержащая хотя бы одну из точек наблюдения.

Для выявления различий ареалов гипотетического и фактического визуальных бассейнов проводился анализ архитектурных барьерных элементов (растительных формаций и архитектурных сооружений) в ландшафтном окружении аквальных комплексов. Например, Чистый пруд является малым прудом (площадь водного зеркала до 10 тыс. кв. м) в лощинно-балочных верховьях долины малых водотоков речного бассейна Москва-реки. Он находится в застроенной слабоозеленённой ландшафтной зоне, поэтому территория вокруг гидрологического объекта окружена со всех сторон плотной городской разновозрастной застройкой, что важно учитывать при сравнительном анализе визуальных бассейнов. Для анализа были представлены 15 точек, в распределении которых можно выделить два кластера, одну аномальную область и одну область плотности. Стоит отметить, что для всех прудов установлено соответствие охранных зон объектов культурного наследия г. Москвы фактическим визуальным бассейнам, полученным на основе расположения пользовательских фотографий.

Проведенное моделирование позволило охарактеризовать визуальные функции водоёмов в культурных ландшафтах г. Москвы, которые кратко могут быть охарактеризованы следующим образом:

- 1) Важнейшая визуальная функция аквальных комплексов заключается в создании экранирующего («зеркального») эффекта, который проявляется в зависимости от метеорологических условий, прозрачности водной толщи и пропорций водной глади в текущей ландшафтной сцене.

2) Водоёмы, чья поверхность располагается на переднем плане визуальной сцены, могут выступать в качестве горизонтальной барьерной плоскости, выполняя в пейзаже роль, аналогичную партерному газону, формируя «траекторию сканирования» наблюдаемого пространства. В качестве примера можно привести пейзажи Чистого пруда, видовые позиции которого располагаются близко к береговой линии.

3) Часто возникают ситуации, когда водоёмы выполняют комбинированные визуальные функции: ближняя к наблюдателю часть пруда выполняет роль барьерной горизонтальной плоскости, а отдалённая воспринимается в качестве зеркального отражения располагающихся на противоположном берегу архитектурных объектов. Картина осложняется также наличием поясов из гидрофитной растительности, благодаря чему создаётся не только динамический контраст, но и колористический. В основном этот эффект характерен для относительно крупных акваторий, водную гладь которых можно разделить на две части: переднего плана, которая часто выступает как горизонтальная плоскость пейзажа, и среднего плана, которая примыкает к урезу воды противоположного берега и способна отражать большие по высоте объекты.

4) Водные объекты выступают в качестве фоновой плоскости в случае, если видовая точка находится на расстоянии от 15 м и более от уреза воды. Такую роль выполняют, например, Коломенские пруды и Верхний Кузьминский пруд.

5) Водные объекты могут являться аттракторами визуальной сцены, если их ложе выражено в рельефе прилегающей территории склонами и имеет корытообразный поперечный профиль. Такую роль в данной выборке из водоёмов выполняет Нижний Коломенский пруд.

### Литература

12. Брагин, П. Н. Морфодинамический анализ топологии ландшафта как базовая операция ландшафтного планирования (на примере подзоны южной тайги и урбанизированной территории г. Ярославля) / П. Н. Брагин // Диссертация на соискание учёной степени кандидата географических наук. – Ярославль. – 2005. – С. 23.
13. Bell, S. (1999) *Landscape. Pattern, Perception and Process*. London, E&FN Spon.
14. Brabyn L., Mark D.M. Using viewsheds, GIS, and a landscape classification to tag landscape photographs / *Applied Geography* 31 (2011) 1115-1122.
15. Carlson, A. *Nature and Landscape: An Introduction to Environmental Aesthetics* / Alan Carlson. - New York : Columbia University Press, 2008. – P. 348.
16. Turner A, UCL Depthmap: Spatial Network Analysis Software, v. 8.04.18b. University College London, London. 2010.

*E.Yu. Kolbowski, L.A. Petrov*

### ASSESSMENT OF PARK AQUATIC COMPLEXES IN THE CONTEXT OF GIS MODELLING OF THE VISUAL AESTHETIC PROPERTIES OF THE TERRITORY OF MOSCOW

The aesthetic space realizes the cultural ecosystem potential and is derived from the actions of various stakeholders in its formation and development. Modern landscape design projects focus on the generation of individual objects and neglect the emergence of the visual urban environment, which is saturated with fragments of the preserved



natural and cultural landscapes as well as artificial structures. As a result, visual links between different types of urban natural ecosystems are disrupted. In Russia, there is only one regulatory legal act, Federal Law No. 73 of 25 June 2002, which is intended to confer a conservation status on culturally valuable areas of visual perception. Green infrastructure facilities are one of the elements of the aesthetic urban environment, which, within the framework of the largest old-developed cities, to which Moscow belongs, are usually represented by natural-historical park ecosystems with cascades of ponds. In this work 6 reservoirs were considered on the territories of cultural heritage objects of Moscow.

Modern geoinformation technologies provide a range of tools to assess the visual and aesthetic properties of the urban environment. It is important to map visual spaces relative to an object of cultural and historical value, using algorithms to detect the visual structure of space. The use of georeferenced photographs made it possible to determine the points of visual perception of the research object, to outline the actual visual pool (viewshed) and compare it with the protective zones established in accordance with Federal Law No. 73. The most popular view positions were determined using the spatial analysis tools of the ArcGIS GIS package. Depending on the distance of the vantage point from the shoreline of the reservoir, the geotope position, illumination conditions and the nature of hydrophytic vegetation, the visual functions of aquatic complexes were established as barrier, screen, background and attractor. The properties of specific landscape scenes captured in photographs were determined in accordance with the principles of the landscape ecological model.

*Keywords:* cultural landscape aesthetics, visual environment, GIS modelling, park aquatic complexes.

УДК 911.375.62 (460.356)

*Е.Е. Миронова*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова  
г. Москва, Россия (E-mail: eev.mironova@yandex.ru)*

### **ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗНОСТИ ЗЕЛЕННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ГОРОДА МЕТОДОМ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО АНАЛИЗА**

На примере города Малага рассмотрена современная методика оценки пространственной структуры различных элементов зеленой инфраструктуры: метод морфологического пространственного анализа (MSPA). Программное обеспечение GuidosToolbox, используя в качестве входных данных только бинарное растровое изображение изучаемой территории, позволяет выделить основные структурные элементы (ядра, острова, коридоры) и получить информацию о степени фрагментации зеленых насаждений. Такого рода параметрические исследования зеленой инфраструктуры позволяют установить оптимальность её конфигурации, а также указать на наличие или отсутствие связности экологического каркаса как единого целого. Метод применим в различных сферах, связанных с оптимизацией городской среды и генеральным планированием.

*Ключевые слова:* городская зеленая инфраструктура, ГИС-моделирование, связность, фрагментация зеленых насаждений, морфологический пространственный анализ

Озеленение, как основной способ оздоровления окружающей среды, является ключевым направлением устойчивого развития городов [3]. Однако развитие зеленой инфраструктуры в городах часто оказывается ограничено низкой связностью элементов и высокой степенью фрагментированности зеленых насаждений [2]. В условиях урбанизированных экосистем крайне важно поддерживать единство экологического каркаса, в том числе, и как основного элемента их пространственной структуры.

Настоящее исследование предлагает набор пространственных индикаторов, которые помогут оценить степень связности элементов городской зеленой инфраструктуры города Малага. Метод морфологического пространственного анализа (MSPA), реализуемый при помощи некоммерческого программного обеспечения GuidosToolBox, ориентируется на геометрию и связность компонентов на основе растрового изображения анализируемой территории, и его преимуществом является автоматическая идентификация существующих экологических коридоров [1]. Пространственное положение каждого пикселя растра определяется кодом «1» или «0» (где «1» - передний план, в данном случае, зеленая инфраструктура города, «0» - задний план), после чего область переднего плана подразделяется на семь общих классов MSPA: ядро (Core), остров (Islet), окно (Perforation), край (Edge), петля (Loop), коридор (Bridge) и ответвление (Branch) (Табл. 1). В контексте связности экологического каркаса наиболее показательными являются ядра (крупные базовые резерваты), острова (фрагментарные насаждения) и коридоры (звенья, связывающие непересекающиеся ядра между собой).

На территории Малаги (Рис. 1) лишь 9% площади покрыто ядрами (34,1 кв.км), имеющими коридоры, а большая часть зеленых насаждений имеет островной (фрагментарный) характер и низкий параметр связности элементов зеленой инфраструктуры, что не способствует созданию единой сети и экологического каркаса как такового. Общая площадь коридоров составляет почти 53.7 кв. км и превышает площадь самих ядер (Рис. 2).

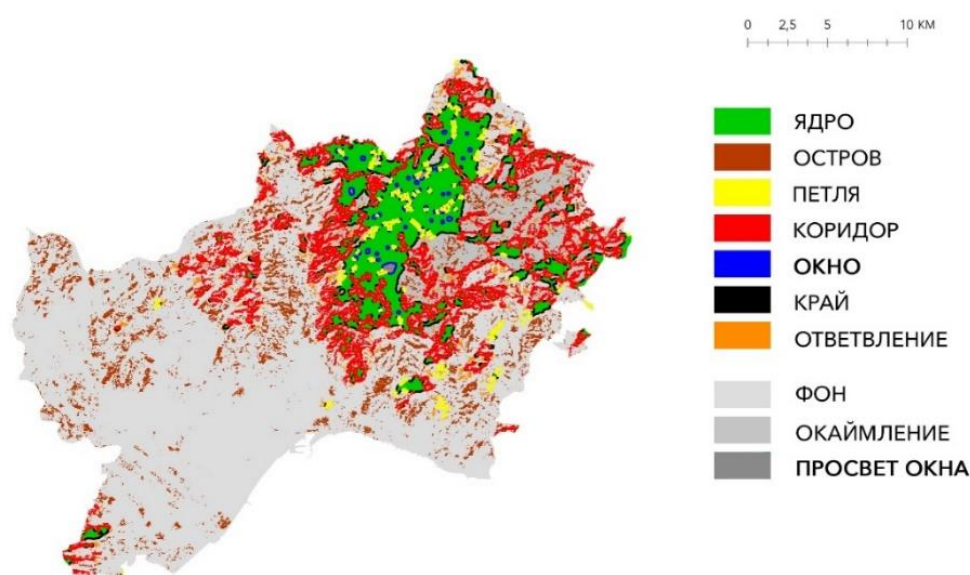


Рис. 1. Результаты MSPA-анализа для территории города Малага

Фрагментацию зеленой инфраструктуры можно проанализировать при помощи инструментов Contagion и FAD (Foreground Area Density). В случае Малаги, существенная часть ареалов характеризуется средней степенью фрагментации – в пределах 30 – 60% (например, районы Пуэрто-де-ла-Торре, Кампанийяс). Насаждения центрального района также характеризуются средней степенью фрагментации (менее 50%). Островная зеленая инфраструктура района Чурриана имеет наибольшую фрагментацию с показателем в 80% и более. FAD-анализ территории Малаги по шкале наблюдения детально в 7 пикселей показал, что только 29% зеленой инфраструктуры являются целостными и нетронутыми, при этом фрагментированная растительность составляет около 23.8% (где переходный класс занимает 13.7%, прерывистый – 9.4%, а редкий (наименьшая связность) – 0.7%).

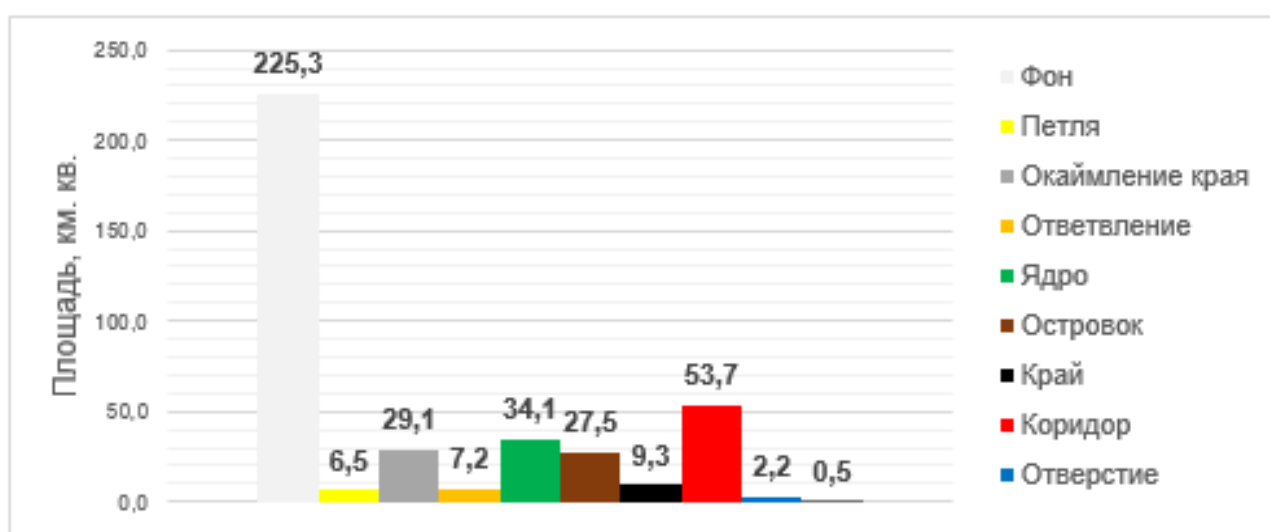


Рис. 2. Общая площадь каждого класса по результатам MSPA-анализа

Зеленая инфраструктура города сильно фрагментирована в первую очередь за счет активного расширения границ жилой застройки по северо-западному лучу в течение последних нескольких десятилетий. Это расширение территории оказывает огромное давление на биоразнообразие за счет все более и более изолирующихся участков зеленой инфраструктуры.

Полученные результаты могут быть использованы в качестве примера исследования на предмет определения приоритетных участков сети зеленой инфраструктуры, одновременно важных как для сохранения биоразнообразия, так и для развития рекреационно-эстетических качеств зеленых насаждений.

### Литература

1. Batty, M.; Rana, S. 2002. Reformulating Space Syntax: The Automatic Definition and Generation of Axial Lines and Axial Maps; Centre for Advanced Spatial Analysis Working Paper 58; Centre for Advanced Spatial Analysis University College London: London, UK.

2. McNicoll, G. 2005. United Nations. Department of Economic and Social Affairs: World Economic and Social Survey 2004: International Migration. Pop. Dev. Rev., 31 (C. 183–185).
3. Wei, Jiaying & Qian, Jing & Tao, Yu & Hu, Feng & Ou, Weixin. 2018. Evaluating Spatial Priority of Urban Green Infrastructure for Urban Sustainability in Areas of Rapid Urbanization: A Case Study of Pukou in China. Sustainability. 10. 327. 10.3390/su10020327.

*E.E. Mironova*

### **STUDYING CONNECTIVITY OF URBAN GREEN INFRASTRUCTURE USING THE MORPHOLOGICAL SPATIAL PATTERN ANALYSIS (MSPA)**

The study discusses methodological approaches to the assessment of the spatial configuration and structure of green spaces (using a case of Malaga, Spain). Modern GIS modeling techniques are used; primarily, the method of Morphological Spatial Pattern Analysis (MSPA), which focuses on the geometry and connectivity of the components based on the raster image of the study area. As a result, the software can automatically identify ecological corridors of different sizes, as well as further rank them within the network, thereby making it possible to assess the connectivity of the natural framework of the city. The final results can be helpful in determining the priority areas of the GI network, which are simultaneously important both for the conservation of biodiversity and for the development of recreational and aesthetic qualities of green spaces.

*Keywords:* urban green infrastructure, GIS modeling, connectivity, fragmentation of green areas, MSPA

**УДК 912.4**

**Пижанкова Е.И., Гаврилов А.В.**

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
геологический факультет,  
г. Москва, Россия (E-mail: pijankova@yandex.ru; gavrilov37@bk.ru )*

### **МЕРЗЛОТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЕ ВОСТОЧНО-СИБИРСКОГО СЕКТОРА РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ**

На шельфе в районе Новосибирских островов на основе сопоставления архивных аэрофотоснимков 1950-51 гг. и космических снимков Landsat, Sentinel за 1973-2019 гг., а также Terra/MODIS с помощью программного пакета ScanEx Image Processor и в ГИС-среде MapInfo Professional проводится изучение криогенных процессов, имеющих экологическое значение. Это 1) отступление берегов под действием термоабразии и термоденудации; 2) накопление и промерзание прибрежно-морских осадков и осадков на мелководьях.

Результаты изучения отступления берегов Ляховских островов и южного берега пролива Дм.Лаптева по разновременным дистанционным данным показало удвоение скоростей отступления ледистых берегов (с 3,2 м/год за 1951-2000 гг. до 6,4 м/год за 2000-2013 гг.). При этом было размыто 37,5 км<sup>2</sup> площади о. Бол. Ляховский и 19,0 км<sup>2</sup> материкового побережья.

Сопоставление космических снимков с историческими данными дало возможность зафиксировать смену размыва мелководий, имевшего место в XVII-

XX вв., современным накоплением и промерзанием осадков в интервале современных изобат 0-10 м. Осадконакопление обусловлено сокращением ледовитости арктических морей, современным потеплением и формированием большого количества талых и оттаивающих донных осадков, способных к перемещению и аккумуляции.

*Ключевые слова:* криогенные процессы, современное потепление климата, данные дистанционного развития, осадконакопление, динамика берегов

Растущие масштабы освоения арктической шельфовой зоны диктуют необходимость опережающего изучения геокриологических опасностей, сопровождающих разведку и добычу углеводородного сырья и функционирования Северного морского пути – важнейшей транспортной магистрали Арктики.

Важное экологическое значение в этих условиях имеет изучение криогенных процессов на отмелях и побережьях материка и островов. Необходимость выявления закономерностей проявления этих процессов и труднодоступность арктических территорий диктует потребность широкого привлечения дистанционных данных, что не отменяет использования полевых исследований в качестве опорных. Особую ценность приобретают архивные и исторические материалы – аэрофотоснимки, описания путешественников прошлого.

В условиях современного потепления климата происходит активизация таких криогенных процессов, как термоденудация и термоабразия берегов, сложенных высокольдистыми дисперсными отложениями. С другой стороны, наряду с размывом берегов происходит и обратный процесс – новообразование мелей, банок и островов, учет которых необходим для безопасной навигации по Северному морскому пути.

Основными материалами для исследования являлись космические снимки (КС) Landsat, Sentinel и Terra/MODIS за 1973-2020 гг., а также геологические материалы: Государственные геологические карты масштаба 1:1 000 000 второго и третьего поколений, тектонические и неотектонические карты, опубликованные данные сейсмоакустического профилирования Семеновского мелководья [4] и мониторинга Тихоокеанского океанологического института (ТОИ ДВО) РАН [2, 5]. Использовались также топографические карты масштаба 1: 200000 и исторические сведения [1, 3]. Синтез и совмещение разновременных дистанционных данных, выявление новообразований и взвесей в морской воде осуществлялось с помощью программного пакета ScanEx Image Processor. Измерения для изучения динамики берегов, а также дешифрирование прибрежных ландшафтов проводились в ГИС-среде MapInfo Professional.

На основе дешифрирования разновременных дистанционных данных были изучены береговые процессы Новосибирских островов и мелководий моря Лаптевых. Использовались архивные аэрофотоснимки 1950-51 гг. и космические снимки Landsat, Sentinel Terra/MODIS за 1973-2020 гг.

Результаты изучения отступления берегов Ляховских островов и южного берега пролива Дм. Лаптева по разновременным дистанционным данным (рис. 1) показало удвоение скоростей отступления льдистых берегов (с 3,2 м/год за 1951-2000 гг. до 6,4 м/год за 2000-2013 гг.). При этом с 1951 по 2000 гг. было размыто 37,5 км<sup>2</sup> площади о. Бол. Ляховский и

19,0 км<sup>2</sup> материкового побережья. Двукратное ускорение отступления является следствием потепления климата, особенно активизировавшегося, начиная с середины 1990-х годов. Подводная термоабразия, сопровождающаяся просадками дна, является столь же распространенным процессом.

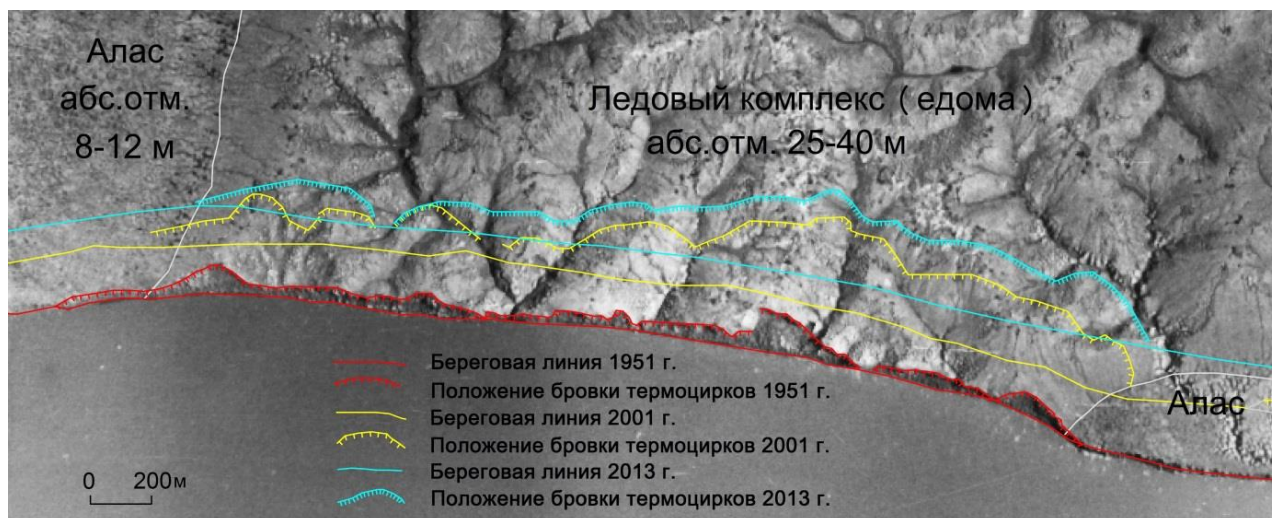


Рис. 1. Динамика южного берега о. Бол. Ляховский по результатам сравнения АФС за 1951 г. и КС Landsat-7 за 2001 и 2013 гг.

По результатам ретроспективного мониторинга акватории было зафиксировано новообразование островов и банок. Так, по данным Terra/MODIS, мель на вершине Васильевской банки впервые наблюдалась по обрушению волн (бурунам) уже в 2003-2005 гг. С конца октября 2003 г. на этой банке практически ежегодно формируется стамуха. Сопоставление снимков Landsat-7 и -8 за 2007, 2018, 2020 гг. позволило зафиксировать возникновение острова Яя, остатки стамухи и буруны на Васильевской банке (рис. 2).

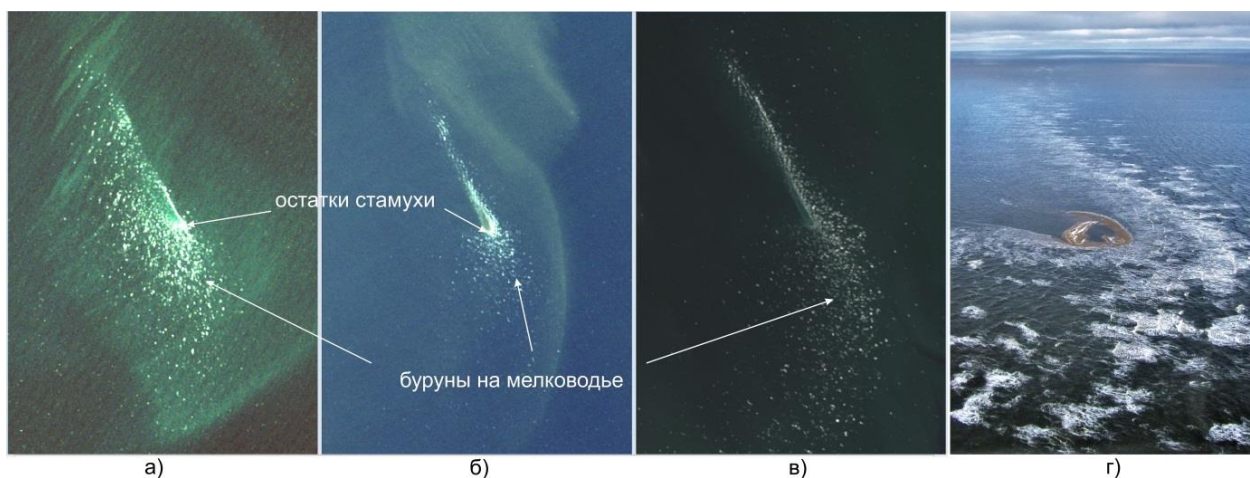


Рис.2. Изображение Васильевской банки в разные годы: а) Landsat-7, 12.08.2007, б) Landsat-8, 10.08.2018, в) Landsat-8, 19.07.2020, г) фото с вертолета, 2013 г. [6].

Использование разносезонных КС Landsat, Sentinel и Terra/MODIS за 1973-2020 гг. дало возможность выявить ряд других банок. Они дешифрируются по приуроченности к ним стамух в периоды ледостава и разрушения сезонного льда, а в безледный сезон - по наличию полей взвеси над банками или бурунов при ветре. Таковы банка Опасная, банки на Семеновском мелководье, на мелководье Нерпа, безымянные мелководья к северо-востоку и западу от дельты р. Лена. Существование стонно-нагонных явлений затрудняет точное определение конфигурации и параметров низменных островов. Тем не менее, для о. Наносный, расположенного на мелководье Фигурина к северу от о. Котельный, установлено нарастание площади и длины, особенно выраженное в последние годы.

Активизация криогенных процессов обеспечивается возрастающей мощностью гидродинамических процессов в связи с сокращением ледовитости и увеличением продолжительности динамически активного сезона. Потепление климата, называемое «индустриальным», ведущее отсчет от начала XX века, наиболее полное проявление получило в 1990-2000-е гг. В морях Карском, Лаптевых, Восточно-Сибирском площадь морских льдов в 2005-2014 гг. сократилась в 7-8 раз по сравнению с 1920-ми и в 5 раз по сравнению с 1960-80 гг. Повышение в 2000-е годы среднегодовой температуры придонной воды до положительных значений усилило деградацию мерзлых толщ сверху, включая термоабразию дна.

Многолетнее промерзание новообразованных форм происходит в зоне припая (изобаты 0-2 м), где через смерзающийся с дном лед осуществляется выхолаживание донных пород. Оно способствует консервации новообразованных форм рельефа, затрудняя их размыв. Большую роль в осадконакоплении на мелководьях играет бульдозерное перемещение донных осадков вверх по подводному склону дрейфующими льдами под напором прижимных ветров.

#### **Выводы:**

1. Сопоставление космических снимков с историческими данными дало возможность зафиксировать смену размыва мелководий, имевшего место в XVII-XX вв., современным накоплением и промерзанием осадков в интервале изобат 0-10 м.
2. Осадконакопление обусловлено сокращением ледовитости арктических морей, современным потеплением и формированием большого количества талых и оттаивающих осадков, способных к перемещению и аккумуляции в связи с активизацией криогенных процессов - термоабразии и термоденудации берегов, донной термоабразии, деградации мерзлых пород сверху.
3. Осадконакопление на мелководьях идет в условиях повышения уровня моря. Оно отражается на космических снимках для морфоструктур, испытывающих тектоническое поднятие, темп которого соизмерим или превосходит скорость повышения уровня моря.
4. Ледовые процессы стимулируют осадконакопление за счет перемещения донных осадков дрейфующим льдом, способствуют промерзанию, опресняя грунты на местах посадки стамух, обеспечивают защиту новообразованных островов и банок от штормов.

5. Подтверждена необходимость мониторинга акватории морей российской Арктики в целях обеспечения безопасности судоходства по Северному морскому пути, разведки и освоения нефтегазовых ресурсов шельфа.

### Литература

1. Гаккель Я.Я. Наука и освоение Арктики. Л., Морской транспорт, 1957, 132 с.
2. Дударев О.В. Современный литоморфогенез на Восточно-Арктическом шельфе. Автореф....д. г.-м. н., Владивосток, 2016, 49 с.
3. *История открытия* и освоения северного морского пути, т.1. М. Морской транспорт, 1954, 475 с.
4. Регант П.В., Гумской В.Е., Гусев Е.А. и др. Распространение и особенности залегания субаквальной криолитозоны в районе банок Семеновская и васьильевская (море Лаптевых) по данным сейсмоакустического профилирования // Система моря Лаптевых и прилегающих морей Арктики: современное состояние и история развития. М., Изд-во МГУ, 2009, с. 332-348.
5. Чаркин А.Н., Дударев О.В., Семилетов И.П., Шило И.Н. Современное состояние реликтовых банок на шельфе морей Восточно-Сибирского региона // Криогенные ресурсы полярных регионов. Материалы междунар. конф., Салехард, июнь 2007, т. 1. Пущино, ОНТИ Пущинского научного центра РАН, с.184-186.
6. Wikimedia Commons. Доступно по адресу:  
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=30168239>

*Pizhankova E.I., Gavrilov A.V.*

### PERMAFROST AND ENVIRONMENTAL STUDIES IN THE SHELF ZONE OF THE EASTERN SIBERIAN SECTOR OF THE RUSSIAN ARCTIC

In the area of the New Siberian Islands on the shelf, the study of cryogenic processes of environmental importance is being carried out. The study is carried out on the basis of comparison of aerial photographs of 1950-51 and satellite images of Landsat, Sentinel for 1973-2019, as well as Terra / MODIS using the ScanEx Image Processor program and in the MapInfo Professional GIS package. This is the retreat of the shores under the influence of thermal abrasion and thermal denudation; accumulation and freezing of coastal marine sediments and sediments in shallow waters.

The results of studying the retreat of the shores of the Lyakhovsky Islands and the southern coast of the Dm. Laptev, based on multitemporal remote sensing data, showed a doubling of the retreat rates of icy shores (from 3.2 m / year in 1951-2000 to 6.4 m / year in 2000-2013). Thus, 37.5 km<sup>2</sup> of the area of Bol. Lyakhovsky Island and 19.0 km<sup>2</sup> of the mainland coast were eroded.

Comparison of satellite images with historical data made it possible to record the change in the erosion of shallows, which took place in the 17th-20th centuries, with the modern accumulation and freezing of sediments in the interval of modern isobaths of 0-10 m. Sedimentation is due to a reduction in the ice cover of the Arctic seas, modern warming and the formation of a large amount of thawed sediments capable of movement and accumulation.

*Keywords:* cryogenic processes, modern climate warming, remote sensing data, sedimentation, coastal dynamics



УДК 911.52

*Е.А. Подобед**Воронежский государственный университет  
г. Воронеж, Россия (E-mail: podobed.vsu@yandex.ru)***МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОЗДАНИЯ ЛАНДШАФТНОЙ ГИС  
КУРСКОЙ ОБЛАСТИ**

В статье рассматриваются основные принципы, методы и этапы создания ландшафтной ГИС Курской области, приводится схема систематики ландшафтов, предлагаются рекомендации по использованию созданной ГИС для различных целей.

*Ключевые слова:* ландшафтная ГИС, Курская область, систематика ландшафтов

В последнее время в ландшафтных исследованиях все большее применение находят современные технологии, в особенности системы глобального позиционирования, геоинформационные системы и данные дистанционного зондирования Земли, которые совершили настоящий переворот в проведении ландшафтных исследований. В связи с этим существенно упростился процесс оформления ландшафтных карт и профилей. Однако, несмотря на явные преимущества, новые технологии не смогли в полной мере компенсировать традиционных ландшафтных исследований. Комплексное полевое ландшафтное картографирование, профилирование и описание по-прежнему составляют основу ландшафтного исследования, и только совместное применение их с современными методами может обеспечить хороший результат. Сложность этой задачи многократно возрастает, если речь идет о составлении ландшафтных карт крупных территорий, таких как административная область.

Создание ландшафтной ГИС Курской области, содержащей информацию о ландшафтной структуре территории, степени нарушенности природно-территориальных комплексов, ландшафтном разнообразии является актуальной и давно назревшей проблемой в регионе. В основу ее создания была положена методика, разработанная на кафедре физической географии и оптимизации ландшафта Воронежского государственного университета с использованием программного продукта MapInfo Professional. Картографической основой выступали топографическая карта Курской области масштаба 1:200000, геологические карты четвертичных и дочетвертичных отложений, геоморфологическая, почвенная карта и данные дистанционного зондирования Земли (Спутники - ТМ (Landsat 5) и ЕТМ+ (Landsat 7)). Процесс создания электронной модели ландшафтной карты происходил в несколько этапов, традиционных для всех современных ГИС-пакетов. На первом этапе работ осуществлялся ввод растровых карт в среду ГИС и присвоения им географических координат. На втором этапе была сформирована база геоданных, заданы правила топологии для графических объектов и организованы таблицы атрибутивных данных. Третий этап самый продолжительный, он предусматривал создание

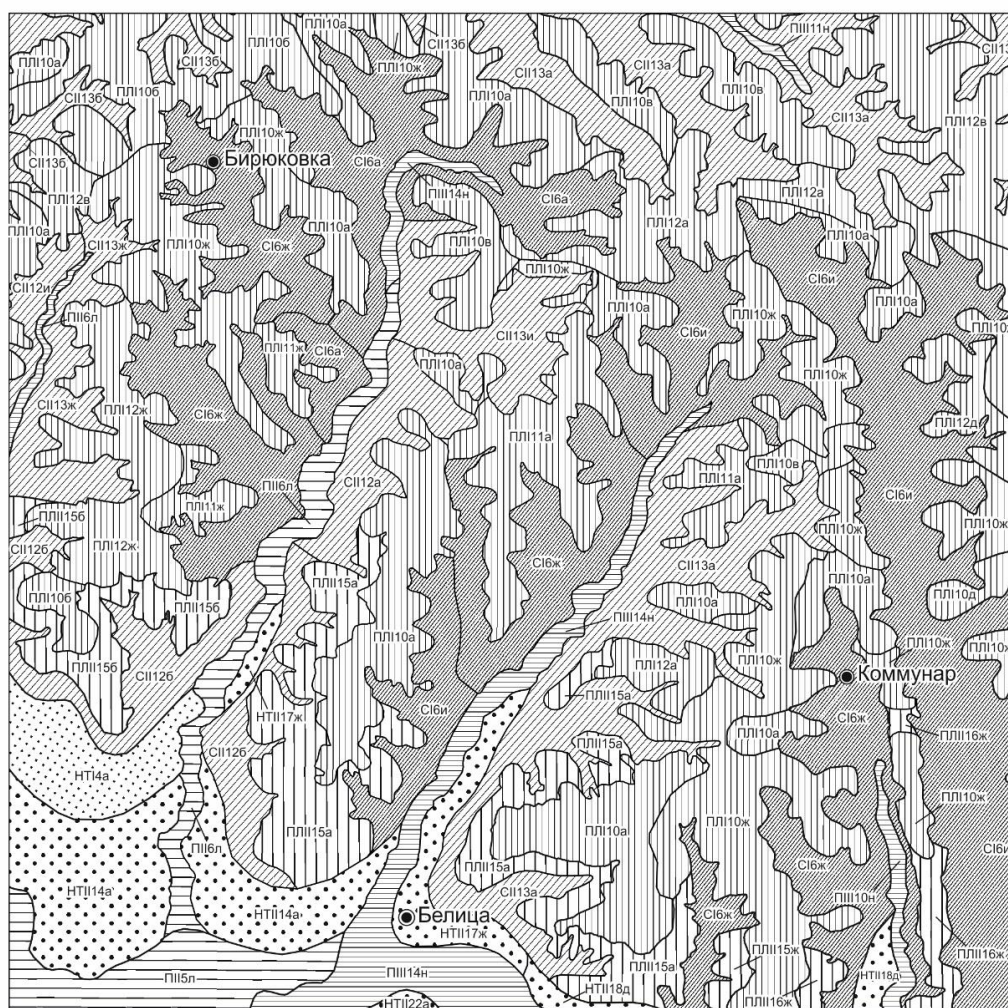
векторных объектов на карте, присвоение им атрибутивной информации и осуществление проверки построенных объектов [5].

Отдельные слои, входящие в состав ландшафтной карты можно сгруппировать в три блока. Общегеографический блок – включает в себя слои административных границ, дорожной сети, площадной и линейной гидрографии, населенных пунктов. Физико-географический блок объединяет слои региональных комплексов и границ физико-географического районирования. В ландшафтном блоке отображена география типологических ландшафтов – типов местности, их вариантов. В структуре атрибутивных данных ландшафтного блока выделены номер ландшафта, его площадь, периметр, индекс на карте, тип местности, вариант типа местности, характер рельефа, преобладающие почвы и растительность.

Принципы и методы выделения типологических ландшафтных комплексов базируются на научных положениях Воронежской ландшафтной школы, получивших отражение в работах Ф.Н. Милькова, К.А. Дроздова, В.Б. Михно и др. [3, 4, 6, 7, 8]. Созданная ландшафтная карта масштаба 1:200000 является первой и единственной ландшафтной ГИС в Курской области в данном масштабе. Для детализации ландшафтной структуры и выявления всех возможных вариантов ландшафтных местностей, нами была подготовлена схема систематики ландшафтов Курской области, в основе которой лежит аналогичная разработка для Воронежской области [8]. Главным этапом построения систематики ландшафтов является подбор критериев для проведения классификаций, а также выбор схемы ее оформления. По-нашему мнению, наиболее подходящим вариантом представления систематики является классификационная решетка, предложенная Д.Л. Армандом [1], она нашла широкое применение в географических работах и, особенно в оформлении легенд ландшафтных карт. Наиболее удачным способом систематизации местностей следует признать методику, разработанную К.А. Дроздовым [3], которая была нами положена в основу составления ландшафтной карты.

Согласно с взглядами Ф.Н. Милькова каждый тип местности представляет собой большое семейство конкретных местностей, которое в случае необходимости можно разделить на варианты (подсемейства), роды и виды. Именно они и были избраны нами в качестве основных классификационных категорий систематики.

Семейства местностей выделялись по типам местоположений (плакорное, склоновое, пойменное и т.д.) и по приуроченности к долготно-климатическим секторам природных зон (лесостепь Среднерусской возвышенности). Варианты (подсемейства) плакорного и зандрового типов местности – с учетом абсолютных отметок, литологии рельефообразующих пород и характера микрорельефа. Для склоновых, надпойменно-террасовых, пойменных и аквальных комплексов в качестве основного показателя определения варианта были взяты колебания относительных высот. На рисунке 1 индексы типов местности обозначены заглавными буквами, вариантов – римскими цифрами.



Типы местоположений	Литолого-геоморфологические варианты местоположений	Доминирующая современная растительность										
		полевая	лесная	лесо-полевая	полево-степная	лесо-полево-степная	лугово-лесная	лугово-полевая	лесо-лугово-полевая	лугово-болотная	лесо-болотная	
Пл плакорные местности	I – возвышенные	пологоволнистые суглинисто-песчаные	10	11	12							
	II – пониженные	пологоволнистые суглинистые	15		16							
С склоновые местности	I – с глубоковрезанной	суглинистые песчано-меловые					6					
	II – со средневрезанной	суглинистые песчано-меловые				12	13					
Нт надпойменно-террасовые местности	I – высокие	песчано-суглинистые ложбинно-лощинные	4									
		песчаные овражно-балочные					14					
	II – низкие	плоские песчаные западные				17	18					
		плоские песчаные				22						
П пойменные местности	II – пониженные	слабоформленные суглинистые						5	6			
		слабоформленные иловато-торфяные								10	11	13

**Преобладающие почвы:**  
 а - чернозёмы выщелоченные; б - чернозёмы типичные;  
 в - чернозёмы оподзоленные; д - серые лесные;  
 ж - тёмно-серые лесные; и - почвы склонов и днищ балок;  
 л - пойменные луговые; м - пойменные влажно-луговые;  
 н - пойменные лугово-болотные

**ПРИМЕЧАНИЕ**  
 На карте индексы семейств обозначены заглавными буквами, подсемейств – римскими цифрами, родов – арабскими цифрами, видов – строчными буквами

▨ - ПЛ; ▩ - ПЛII; ▧ - СI; ▨ - СII; ▤ - НТI; ▥ - НТII; ▧ - ПII; ▨ - ПIII

Рис. 1. Фрагмент ландшафтной ГИС Курской области масштаба 1:200000 (правобережье р. Псел)

Роды местностей образуются при дифференциации местоположений по высотно-геоморфологическим вариантам (например, возвышенные суглинистые пологоволнистые плакоры) и основным типам растительности (полевой, лесной, лесо-полевой и т.д.). Виды выделяются с учетом литологического состава почвообразующих пород, характера рельефа и господствующего типа почв [3].

Плакорные местности разделены на возвышенные (выше 200 м) и пониженные (200-160 м). Они дифференцируются на плоские пологоволнистые суглинистые, пологоволнистые суглинисто-меловые, пологоволнистые суглинистые песчано-меловые, пологоволнистые суглинисто-песчаные, плоские суглинистые и другие варианты. Поверхности водораздельно-зандровых местностей были разделены на два варианта: возвышенные волнисто-бугристые и пониженные волнисто-бугристые.

При дифференциации склонового типа местности на варианты актуальным становится учет не абсолютных отметок, а глубина вертикального расчленения. В комплексах с глубоковрезанной эрозионной сетью максимальная глубина балок превышает 30 м, при наличии средневрезанной эрозионной сети эта величина колеблется от 30 до 10 м, а в случае слабого вреза глубина балок не превышает 10 м [8]. При выделении вариантов склонового типа местности учитывалась также литология рельефообразующих пород (суглинистые, суглинисто-меловые, суглинистые песчано-меловые).

Надпойменно-террасовые местности, прежде всего, разделены на высокие (3-я и 4-я террасы) и низкие (2-я и 1-я надпойменные террасы). Затем при выделении вариантов учитывалась литология пород (песчано-суглинистые, песчаные террасы) и тип микрорельефа (овражно-балочные, ложбинно-лощинные, ложбинно-западинные, плоские, плоские полонаклонные, плоские западинные). Всего выделено 8 вариантов.

Пойменные местности по доминированию в площадном отношении соответствующего уровня пойм разделены на три варианта: высокие, пониженные и низкие. Учитывая также геоморфологический тип поймы и литологию рельефообразующих пород были выделены: слабооформленные суглинистые, слабооформленные песчано-суглинистые, сегментные суглинистые, слабооформленные иловато-торфяные [5].

Таким образом, созданная ландшафтная ГИС открывает возможности для новых исследований в регионе, связанных с решением целого ряда научных и практических задач:

- анализ ландшафтной структуры и сравнительная оценка природно-ресурсного потенциала территории;
- оценка современного состояния природно-территориальных комплексов;
- рациональное ведение сельского, лесного, рекреационного хозяйства, строительство жилых, промышленных объектов и дорог;
- НИР и мониторинг в пределах ООПТ;
- ландшафтное планирование, а также проведение целого ряда природоохранных мероприятий, направленных на борьбу с неблагоприятными природными явлениями и в целом на оптимизацию ландшафтно-экологической обстановки в регионе. Кроме того, также

составленная нами карта может выступать частью единой ландшафтной ГИС Центрально-Черноземных областей.

### Литература

1. Арманд Д.Л. Наука о ландшафте / Д.Л. Арманд. – М.: Мысль, 1975. – 287 с.
2. Дроздов К.А. Крупномасштабные исследования равнинных ландшафтов / К.А. Дроздов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1986. – 175 с.
3. Мильков Ф.Н. Физическая география: учение о ландшафте и географическая зональность / Ф.Н. Мильков – Воронеж, 1986. – 328 с.
4. Подобед Е.А. Ландшафтно-экологическое состояние территории Курской области: дис. ... канд. геогр. наук: 25.00.23 / Е.А. Подобед. – Воронеж, 2013. – 218 с.
5. Посеймье / под ред. Ф.Н. Милькова. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1983. – 163 с.
6. Физико-географическое районирование центральных черноземных областей / Под ред. Ф.Н. Милькова. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1961. – 264 с.
7. Эколого-географические районы Воронежской области / Под ред. Ф.Н. Милькова. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1996. – 216 с.

*Е.А. Podobed*

### METHODOLOGICAL BASIS OF LANDSCAPE GIS CREATION KURSK REGION

The article examines the basic principles and methods of creating landscape GIS of the Kursk region. Recommendations on the use of the created GIS for various scientific and environmental purposes are offered.

*Keywords:* landscape GIS, typological landscape complexes, classification and systematics of landscapes.

УДК 912.4

*И.В. Понедельник*

*Национальный исследовательский университет ИТМО*  
г. Санкт-Петербург, Россия (E-mail: irponedelnik@gmail.com)

### ИНСТРУМЕНТ КРАУДМЭППИНГА ДЛЯ СОВМЕСТНЫХ УСИЛИЙ ПО АДАПТАЦИИ И СМЯГЧЕНИЮ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Изменение климата влияет на жизни людей и факторы здорового и безопасного образа жизни в городе (чистый воздух, безопасная питьевая вода, достаточное количество пищи и безопасное жилье). Краудмэппинг — это эффективный способ наглядно продемонстрировать данные о проблеме для местных органов. В докладе будет рассмотрен опыт проекта TeRRIFICA и приложения Signalert.

*Ключевые слова:* изменения климата, адаптация, краудмэппинг

Изменение климата влияет на жизни людей и факторы здорового и безопасного образа жизни в городе (чистый воздух, безопасная питьевая вода, достаточное количество пищи и безопасное жилье). Рост городского населения в развивающихся странах —

движущая сила развития человеческого общества. При этом стремительная урбанизация создает новые виды взаимодействия общества и городских властей, которые с максимальной пользой используют науку и технику. Такое совместное взаимодействие в области метеорологии, окружающей среды и климата должно оказать содействие городам при планировании и при появлении таких опасных явлений, как штормовые нагоны, паводки, волны тепла и случаи катастрофического загрязнения воздуха, особенно в условиях изменения климата [1].

Краудмэппинг — это вид краудсорсинга, при котором совокупность совместно собранной информации сочетается с географическими данными для создания цифровой карты, чтобы привлечь внимание государственных органов к местным проблемам [3]. Информация отправляется создателю карты по SMS или с помощью онлайн-формы, а затем автоматически собирается на карте онлайн. Краудмэппинг — это эффективный способ наглядно продемонстрировать географическое распространение явления.

Инструмент краудмэппинга, разработанный в рамках проекта TeRRIFICA, позволяет общественности участвовать в исследованиях изменения климата на местном уровне [2]. Инструмент дает возможность включить инфраструктуру в социальные исследования. Каждый житель может добавить точку и указать личный опыт и знания по отношению к изменению климата в отдельно месте города. В дальнейшем проект планирует разработать стратегии адаптации к изменению климата или смягчения его последствий в городах, которые участвуют в проекте.

После сбора информации пилотный регион организуют встречи, которые позволяют разработать и обсудить местные или региональные планы действий по изменению климату, ориентируясь на климатические проблемы в местах, указанных пользователями. Этот метод позволяет обеспечить широкий доступ к информации для всех стейкхолдеров. В проекте участвуют города из Беларуси, Германии, Испании, Польши, Сербии и Франции.

SIGNALERT — это бесплатное приложение для смартфонов, которое позволяет гражданам сообщать, быть в курсе и управлять своим опытом в условиях природных или техногенных катастроф, изменения климата. Гражданин может разместить наблюдение, сфотографировать его и ответить на несколько простых вопросов, чтобы описать интенсивность явления и его воздействия. Информацию можно предоставить о наводнениях, ливневых паводках, лавинах снега, лесных пожарах, циклонах/ураганах. Приложение также дает советы о том, как вести и адаптироваться к каждому явлению и позволяет научиться распознавать уровень интенсивности и воздействия явления. Такой сбор данных позволяет получать уведомления или предупреждения о природных катастрофах, исследовать ситуацию по всему миру.

Таким образом, в зависимости от инструмента краудсорсинга и запрограммированных опций сбор информации позволяет выявить заинтересованных сторон и ключевых игроков в изучаемой области. Краудмэппинг может способствовать развитию процессов

взаимодействия со стейкхолдерами и совместному созданию знаний для решения местных проблем.

### Литература

1. Йорг Х. Аморим, и др. Комплексное городское обслуживание в городах Европы на примере Стокгольма// Журнал Всемирной метеорологической организации. 2018. Том 67 (2). С. 33-40.
2. Официальная страница проекта TeRRIFICA. Доступно по адресу: <http://terrifica.eu/>
3. Goodchild M. F., Glennon J. A. Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier// International Journal of Digital Earth. 2010. 3:3. P. 231-241

*I.V. Ponedelnik*

### CROWDMAPPING TOOL FOR JOINT EFFORTS TO ADAPT AND MITIGATE THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE

Climate change affects people's lives and the factors for a healthy and safe life in the city (clean air, safe drinking water, sufficient food and safe housing). Crowdmapping can foster stakeholder engagement processes and co-creation of knowledge to address local environmental issues.

*Keywords:* Climate change, adaptation, crowdmapping, mitigation

УДК 338.485

*В.А. Светлосанов, С.Н. Жагина, В.А. Низовцев, О.М. Пахомова*  
*Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,*  
*г. Москва, Россия (E-mail: vulpes-06@mail.ru)*

### СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМ ТУРИЗМА И УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ В СВЯЗИ С ПАНДЕМИЕЙ КОВИДА -19

В 2020 г. российская индустрия туризма столкнулась с серьезным вызовом в своем развитии - тяжелым кризисом, связанным со стремительным распространением нового вида коронавируса (COVID-2019) по всей планете. Целью написания данной статьи является анализ процессов на примере Архангельской и Мурманской областей с точки зрения устойчивого развития регионов и оценка возможностей восстановления индустрии туризма после окончания пандемии.

*Ключевые слова:* математические модели, устойчивое развитие, туризм, пандемия.

Арктика – регион стратегических интересов Российской Федерации. Обладая уникальным природно-ресурсным и экономическим потенциалом, Арктическая зона РФ играет важную роль в развитии национальной экономики и устойчивом развитии регионов РФ, расположенных в этой зоне. Стратегической целью государственной политики РФ в области устойчивого развития Арктики является обеспечение сбалансированного решения

проблем сохранения окружающей природной среды и задач социально-экономического развития в интересах нынешних и будущих поколений на основе эффективного неистощительного использования природных ресурсов [1].

Проблема освоения Арктического региона России тесно связана с концепцией устойчивого развития. На государственном уровне был принят ряд программ по перспективному развитию отдельных районов этого региона. В частности, была принята государственная программа «Социально-экономическое развитие Арктической зоны Российской Федерации – Поддержка Национального плана действий по защите Арктической морской среды», рассчитанная до 2020 г. [2], а также программа «Развитие транспортной системы», предусматривающая возрождение Северного морского пути (СМП), в которой обозначено ускоренное экономическое развитие восьми выделенных опорных зон АЗРФ, где планируется дальнейшее освоение территории, развитие промышленности, транспорта с созданием береговой инфраструктуры [7], а для Европейского севера еще и развитие туризма [8].

В 2020 г. российская индустрия туризма столкнулась с тяжелым кризисом, связанным со стремительным распространением нового вида коронавируса (COVID-2019) по всей планете. Целью написания данной статьи является анализ процессов на примере Европейского Севера с точки зрения устойчивого развития регионов и оценка возможностей восстановления индустрии туризма после окончания пандемии.

Источниковую базу исследования составляют как нормативно-правовые документы, посвященные развитию туризма в РФ и социально-экономическому развитию Арктической зоны РФ, так и научно-практические периодические издания, научные монографии по данной проблематике. Особое внимание уделялось публикациям, посвященным ключевым проблемам развития природопользования Севера России [2; 7 и др.] и развитию туризма в Арктике [1 и др.]. Особенно информативным в этом плане является Национальный Атлас Арктики, изданный в 2017 г. коллективом под руководством академика РАН Н.С. Касимова [5].

По данным Минвостокразвития, в 2019 г. Российскую Арктику посетили 1,17 млн туристов - на 5% больше, чем в 2018 г. Самым популярным регионом является Мурманская область, на долю которой приходится до 40% туристов. На втором месте находится Архангельская область с 18% [4].

В начале 2020 г. все страны охватила пандемия нового вида коронавируса, COVID-19. Как отмечают эксперты, такого кризиса в туризме не наблюдалось со времен Второй мировой войны. В России пандемия коронавируса сильнее всего ударила по популярным у туристов регионам. Объем финансовых потерь в этих областях в сфере туризма составил 57% за первый квартал 2020 г. [7]. По оценке Ростуризма, падение объемов продаж в туристской отрасли весной 2020 г. достигло почти 100%, общий объем недополученных доходов отрасли только за первое полугодие может составить порядка 1,5 трлн. рублей, включая доходы гостиниц, санаториев, домов отдыха, туроператоров, турагентств и всех видов туристских перевозок [6].

Такое сильное воздействие следует рассматривать как катастрофическое. Оно внесло хаос в туристический бизнес. Много туристических фирм разорилось, было уволено много



сотрудников. Люди потеряли работу. Возникли социальные проблемы. Любая катастрофа, тем более, такая сильная как пандемия, способствует образованию точки бифуркации. Точка бифуркации - место, в котором происходит катастрофа (термином «катастрофа» в теории самоорганизации называют количественные скачкообразные изменения, возникающие при плавном изменении внешних условий).

Существует теория, что, когда возникает катастрофа, у динамической системы появляется способность к самоорганизации. Сущность теории самоорганизации состоит в том, что элементы системы начинают участвовать в совместных движениях. Теория самоорганизации (или синергетика) сегодня считается перспективным междисциплинарным подходом. Синергетика оперирует понятиями: нелинейность, точка бифуркации, аттрактор, диссипативные процессы и фракталы.

Аттрактор (attractor) в переводе с английского означает «притягиватель». Режимы, чувствительные к начальным условиям, называют странными аттракторами. Странные аттракторы связаны с понятием «хаос в детерминированных системах». Математическое определение хаоса: «Способность простых моделей, не имеющих внутренних случайных признаков, порождать в высшей степени нерегулярное поведение».

В качестве примера рассмотрим влияние пандемии на туристический бизнес. Динамический процесс, описывающий туристический бизнес, после пандемии уже не способен идти по старому пути. Чтобы возродиться, туристический бизнес обязан подчиниться теории самоорганизации. В связи с пандемией возникают новые направления научных исследований. Все указанные выше понятия полностью укладываются в схему исследования туристического бизнеса. При исследовании туристического бизнеса при катастрофическом воздействии надо использовать идеи теории самоорганизации, создать математические модели, описывающие данный процесс. В настоящее время странные аттракторы обнаружены в разных областях науки. Существуют странные аттракторы и в экологических модельных исследованиях.

Исследования включали анализ логистической кривой, являющейся решением уравнения Ферхюльста [3]. Суть уравнения состоит в следующем. Предположим, что имеется система, эволюция которой во времени определяется совокупностью факторов. Некоторые из этих факторов способствуют росту системы, а некоторые способствуют замедлению этого роста. Этим требованиям отвечают практически все динамические процессы. Примером могут служить кривые, описывающие рост численности населения, истощение природных ресурсов, развитие во времени промышленности, сельского хозяйства и другие динамические процессы.

Пример использования уравнения Ферхюльста показывает, что туризм на территории Европейского Севера России может способствовать устойчивому развитию этой территории. До мировой пандемии туристический бизнес развивался последовательно. Этот процесс полностью описывается уравнением Ферхюльста. А вот как пойдет процесс после пандемии зависит от многих факторов. Эти факторы необходимо учесть и создать математическую модель, на основе которой можно получить возможные сценарии развития туристического бизнеса после окончания пандемии. Дадим применение уравнения Ферхюльста на примере

изменения численности туристов. Согласно Ферхюльсту, изменение любой переменной записывается в следующем виде:

$$\frac{dN}{dt} = (\alpha - \beta \cdot N) \cdot N = \alpha \cdot N - \beta \cdot N^2 \quad \text{при начальных условиях: } t = 0, N = N_0.$$

Рассмотрим изменения численности потока туристов с учетом внутренних свойств и влияния окружающей среды. Действительно, рост численности потока туристов должен быть в реальных условиях ограничен определенными физическими факторами. Именно поэтому предложено считать степень замедления роста потока туристов, равной  $(\alpha - \beta \cdot N)$ , где  $\alpha$  - коэффициент скорости роста численности потока туристов,  $\beta$  - коэффициент замедления (внутренняя конкуренция между туристами). Физически, это утверждение означает, что внутри системы (потока туристов) существует некий скрытый механизм, который регулирует рост численности потока туристов.

Интерпретировать уравнение можно следующим образом. Первый член указанного выше уравнения означает, что чем больше туристов приезжает в данный район и при этом у туристов складывается положительное мнение о проведенном времени в данном регионе (т.е. в регионе имеется развитая инфраструктура, удобные номера и высокий уровень обслуживания в гостинице, вкусная еда в ресторанах, развлекательные программы и т.п.), тем больше туристов будет приезжать. Второй член уравнения написан со знаком минус. Это означает, что, когда туристов становится много, то они неявно конкурируют между собой. Получаемая зависимость изменения во времени любой переменной системы имеет S - образную форму, т.е. сначала кривая растет медленно, далее скорость роста возрастает, а затем рост кривой снова замедляется и скорость роста асимптотически стремится к нулю. Такую кривую называют логистической. Из уравнения следует, что при очень больших значениях времени исследуемая переменная стремится к асимптоте, которая соответствует максимальной величине, способной находиться в данной среде. Таким образом, достигается состояние, близкое к равновесию, при котором переменная становится более или менее постоянной. Величина асимптоты  $\frac{\alpha}{\beta}$  характеризуется отношением скорости роста переменной  $\alpha$  к коэффициенту замедления  $\beta$ . Уравнение Ферхюльста достаточно универсально и может быть использовано для описания различных динамических процессов.

Устойчивое развитие региона в данном случае увязывается с мощным фактором - дальнейшим развитием туризма в исследуемых районах. Управляя коэффициентами модели, можно получать различные сценарии развития процесса и выбирать из них те сценарии, которые способствуют устойчивому развитию региона.

**Выводы.** Мировая пандемия в виде COVID-2019 привела к катастрофе туристический бизнес во всем мире. Возник хаос в бизнесе, возникла социальная напряженность в обществе. Пандемия закончится, туристический бизнес восстановится. Но после пандемии, вероятно, возрастет популярность экологического туризма, который и ранее имел большой потенциал для развития в нашей стране. Сейчас трудно

сказать, как пойдет процесс восстановления туристического бизнеса. Прогноз сделать невозможно, но создать возможные сценарии развития туризма в Европейском Севере, взяв за основу предложенную выше модель, возможно. Это будет следующим этапом работы нашего коллектива.

### Литература

1. Голубчиков Ю.Н., Кружалин В.И. Арктический туризм // *Вестник Московского университета. Серия 5: География*. — 2017. — № 3. — С. 96–98.
2. Евсеев А.В., Красовская Т.М. Стратегия экономического развития Арктического региона России: проблема формирования экологического каркаса // *Проблемы региональной экологии*, 2015. № 1. С. 95–98.
3. Жагина С.Н., Низовцев В.А., Светлосанов В.А. Тенденции устойчивого развития туризма в Арктической зоне России (на примере Архангельской, Мурманской, Вологодской областей, а также Ненецкого автономного округа, Республики Коми и Республики Карелия) // *Проблемы региональной экологии*. — 2019. — № 5. — С. 95–100.
4. Министерство Российской Федерации по развитию Дальнего Востока и Арктики – [Электронный ресурс] – Режим доступа URL: <https://minvr.gov.ru/docs/> (дата обращения 10.10.2020).
5. Национальный Атлас Арктики. - М.: АО «Роскартография», 2017. – 496 с.
6. Ростуризм разработал комплекс мер для спасения отрасли // Ежедневная электронная газета Российского союза туриндустрии [Электронный ресурс]. URL: [https://ratanews.ru/news/news\\_16042020\\_3.stm](https://ratanews.ru/news/news_16042020_3.stm) (дата обращения: 10.10.2020).
7. Слипечук М.В. Приоритеты экономического развития Арктики // Рациональное природопользование: традиции и инновации. Материалы II Международной конференции, Москва, МГУ, 17–18 ноября 2017 г. / Под общ. ред. проф. М.В. Слипечука. — Издательство КДУ Москва, 2017. — С. 5–8.
8. Экспертный совет при Правительстве. Рабочая группа “Развитие Арктики и северного морского пути” (сайт) РФ – URL: <https://xn----8sbbmfaxaqb7dzafb4g.xn--p1ai/o-nas-rabochaya-gruppa-razvitie-arktiki-severnogo-morskogo-puti/> (дата обращения 21.10.19)

*V.A. Svetlosanov, S.N. Zhagina, V.A. Nizovtsev, O. M. Pakhomova*

### MODERN METHODS OF RESEARCHING THE REGIONAL PROBLEMS OF TOURISM AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN CONNECTION WITH THE COVID-19 PANDEMIC

In 2020, the Russian tourism industry faced a serious challenge in its development - a severe crisis associated with the rapid spread of a new type of coronavirus (COVID-2019) across the planet. The purpose of this article is to analyze the processes on the example of the European North from the point of view of sustainable development of regions and the use of mathematical models within the framework of the theory of self-organization to study the problems of tourism after the end of the pandemic.

*Keywords:* sustainable development, tourism, Murmansk and Arkhangelsk regions, pandemic.

УДК 502.56

*А.С.Табелинова**Казахстанский филиал МГУ имени М.В.Ломоносова  
г.Нур-Султан, Казахстан (E-mail: biota0506@mail.ru)*

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛАНДШАФТАХ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПРИКАСПИЯ**

В статье анализируется роль ландшафтной структуры Северо-Восточного Прикаспия в развитии физико-географических и антропогенных процессов. Осуществлена высотно-ландшафтная дифференциация территории, основанная на изучении различий геоморфологических уровней при изучении истории развития региона и периодических трансгрессий уровня моря с учетом специфики природных и антропогенных процессов. Пространственное распределение геоэкологических процессов в ландшафтах исследуемого региона определялось по прямым и косвенным дешифровочным признакам с помощью синтезированных многозональных космических снимков. На основе карты распространения и степени развития природных антропогенных процессов была составлена карта геоэкологического районирования северо-восточного Каспийского региона с помощью геоинформационного картографирования в программах ArcGis 10.3, ENVI 4.7, Global Mapper, MultiSpec.

Ключевые слова: ландшафты, геоэкологические процессы, данные дистанционного зондирования

Современные ландшафты северо-восточного Прикаспия сформировались в процессе длительной истории естественной эволюции природной среды и воздействия антропогенных факторов (экстенсивного сельского хозяйства и нефтедобычи). На территории северо-восточного Прикаспия выделено пять высотно-ландшафтных ярусов и четырнадцать подъярусов [3] в зависимости от основных геоморфологических уровней [2], сформировавшихся под влиянием неотектонической динамики региона, а также трансгрессивно-регрессивных фаз колебаний уровня Каспийского моря, в значительной степени определившими ландшафтную структуру региона и направления развития геоэкологических процессов (рис.1).

В современных ландшафтах исследуемого региона под влиянием антропогенных воздействий на фоне естественной эволюции природной среды получили развитие такие природные и антропогенные процессы как, засоление, деградация и динамика проективного покрытия растительности, дефляция и эоловая аккумуляция, линейная эрозия и плоскостной смыл, карст, подтопление и затопление, техногенные загрязнения.

На основе полевых и дистанционных методов исследований определены факторы, критерии и дешифровочные признаки выявления пространственного распространения процессов на шести ключевых участках (в масштабе до 1:500 000) (Табл.1) в зависимости от наибольшей подверженности ландшафтов развитию определенного процесса, что позволило выявить причины их возникновения и интенсивность проявления. Для выявления интенсивности проявления негативных геоэкологических процессов в современных ландшафтах северо-восточного Прикаспия использовались полевые и дистанционные

методы исследования с использованием программных обеспечений ArcGIS 10.1, ENVI 4.7, Global Mapper, MultiSpec.

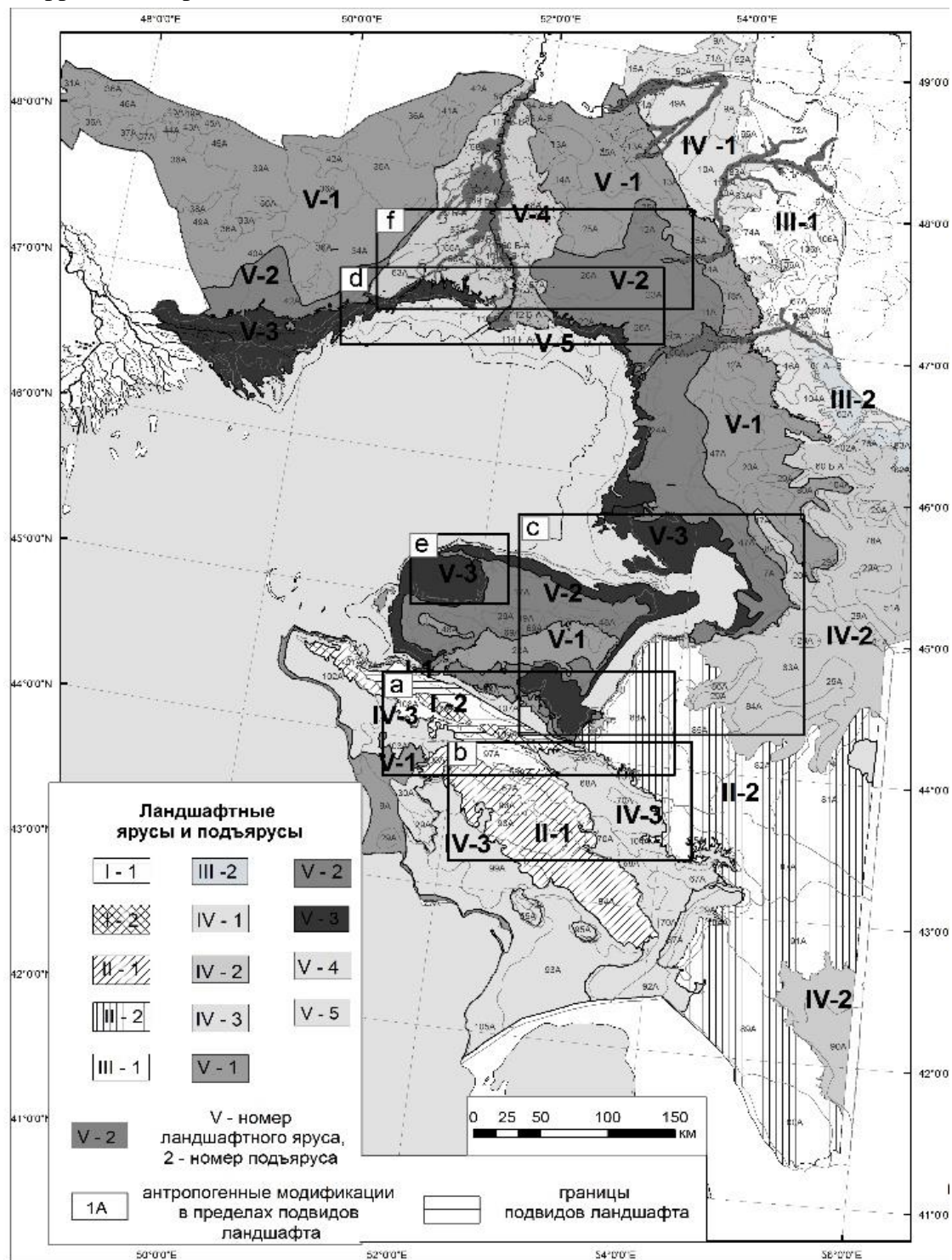


Рис. 1. Ландшафтные ярусы и подъярусы северо-восточного Приамурья. М-б 1: 2500 000 [2].

(ключевые участки исследования интенсивности проявления природных и антропогенных процессов: склоновые процессы (a - линейная и речная эрозия, делювиально-пролювиальный смыл), b - эоловые процессы (дефляция и эоловая аккумуляция), c - сорочные процессы (засоление и сорочная дефляция), d - аккумулятивные процессы (озерная аккумуляция), подтопление и затопление вследствие колебания уровня моря, e - техногенные процессы (техногенное загрязнение), f - деградация растительного покрова).

Таблица 1

## Комплекс методов и критериев оценки степени развития процессов

№	Процесс (эталонный участок)	Критерии, дешифровочные признаки и методы
1	<b>Засоление</b> (залив <i>Кайдак</i> и <i>Оликолтык</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наличие галофитно-попынной растительности: 1) сильная степень (однолетнесолянково-сарсазановой и многолетнесолянковая), средняя (многолетнесолянково-попынная, сарсазановая); слабая (чернопопынно-кокпексовая истегеково-биноргуновая);</li> <li>- морфологическая выраженность засоления на космических снимках,</li> <li>- изменение площади засоления в пределах ландшафтных выделов: сильная степень (<math>\geq 40\%</math>), средняя (20-30%); слабая (<math>\leq 20\%</math>),</li> <li>- значение кривой спектральной яркости (КСЯ) многозонального космического снимка Landsat</li> <li>- по результатам расчета нормализованного индекса разновидности засоления (NDSI)</li> </ul>
2	<b>Динамика растительного покрова</b> (междуречье <i>Жема (Эмбы)</i> и <i>Жайыка (Урал)</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- смена видового состава растительного покрова и его общего проективного покрытия выявленные на синтезированном космическом снимке Landsat за определенный период времени;</li> <li>- расчет нормализованного вегетационные индексы (NDVI), по степени развития процесса: сильная (изменение ОПП <math>\geq 40\%</math>, NDVI &gt; 0,6); умеренная (изменение ОПП 20-40% , NDVI 0,45 - 0,55); слабая (изменение ОПП 0-20%; NDVI &lt; 0,45)</li> </ul>
	<b>Дефляция и эоловая аккумуляция</b> (в пределах <i>песчаных массивов Туйесу</i> и <i>Бостанкум</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- наличие барханных форм рельефа и котловин выдувания:</li> <li>- характер рисунка контуров (Кравцова, 2005) и изменение барханных форм рельефа по синтезированным космическим снимке Landsat (по каналам 7,4,2 Landsat 5,7): сильная степень (эоловая рябь, середование участков выноса песка, бугры наносов выше 20 см, поверхность более светлая); средняя (наблюдается эоловая рябь, бугры наносов до 20 см, поверхность почв светлая); слабая (разрозненные пятна наносов до 5 см).</li> <li>- общее проективное покрытие растительности (ОПП, %): сильная (менее 10 %), средняя (10-30%), слабая (более 30%);</li> <li>- механический состав почвенных грунтов.</li> </ul>
4	<b>Линейная эрозия и плоскостной смыв</b> (горы <i>Мангыстау</i> , <i>хр.Каратау</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- крутизна склонов: сильная степень (&gt;150); средняя (5-150); слабая (2-50)</li> <li>- использование модуля SpatialAnalyst (Hydrology) в программе ArcGis на основе цифровой модели рельефа, растра аккумуляции стока (FlowAccumulation) и растра направления потока выносимого материала (FlowDirection), как показатели накопления и движения денудационного материала вниз по склону.</li> </ul>
5	<b>Абразия берегов</b> (п-ов <i>Тюб-Караган</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- породы: сильная (карбонатные со средней цементацией (мергели, известняки и ракушечники), средняя (терригенные и карбонатные с сильной цементацией); слабая (песчаные и песчано-алевритовые);</li> <li>- наличие растительного покрова на верхнем и нижнем береговых уступах.</li> </ul>
6	<b>Подтопление и затопление</b> (береговая зона <i>Северного Прикаспия</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- динамика засоления в прибрежной полосе;</li> <li>- смена растительного покрова, выявленная по космическим снимкам;</li> <li>- идентификация водного зеркала на основе нормализованного индекса влагосодержания NDWI</li> <li>- выделение контуров на топографической карте и береговых уступов на космическом снимке.</li> </ul>
7	<b>Техногенное загрязнение</b> (п-ов <i>Бузачи</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>- картографирование нефтегазовых реализуемых месторождений; анализ изменение кривой спектральной яркости (КСЯ); отражательная способность загрязнению нефтью почв.</li> </ul>

Для исследования процессов засоления по данным дистанционного зондирования проводились на ключевом участке в пределах залива Кайдак и Комсомолец (рис.2). Участки, вышедшие из-под воды, заняты рапой и представляют собой обширнейшую сорово-солончаковую равнину, которая расширяется во время регрессий моря. С помощью построения графиков кривых спектральной яркости [1] на комбинированном изображении космического снимка Landsat 5 по каналам 4,3,2, в программе MultiSpec были определены типы засоленных почв в пределах залива Кайдак и Комсомолец. Кривые спектральной яркости солончаков маршевых имеют высокое значение отражательной способности в синем и зеленом спектральных зонах (1 и 2 каналы снимка Landsat 5), а также в инфракрасной зоне (рис.2, график б) и формируются на морской слабонаклонной равнине с редкими озерными понижениями под однолетнесолянковой-сарсазановой (*Halocnemum strobilaceum*, *Climacoptera crassa*, *Suaeda acuminata*, *Petrosimonia triandra*) растительностью.

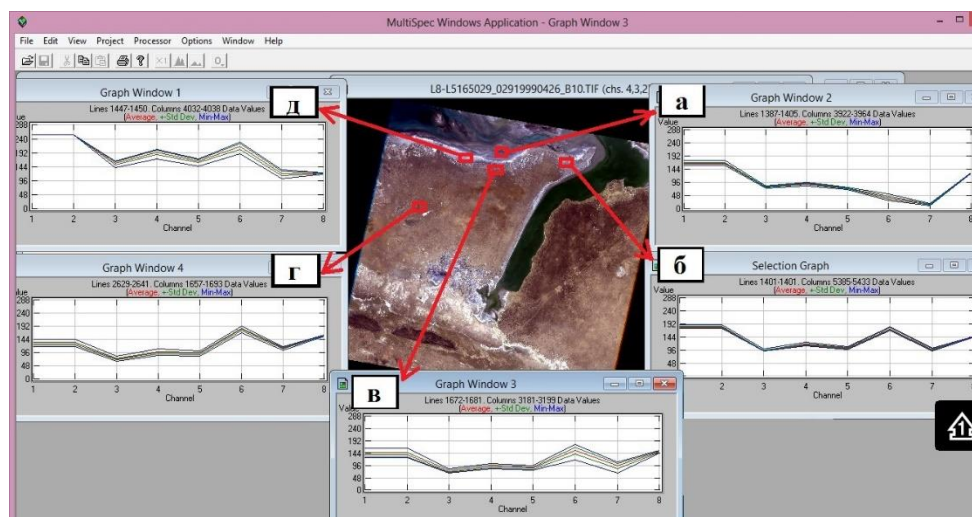


Рис.2. Определение типов засоленных почв в районе сора Кайдак с помощью кривой спектральной яркости (КСЯ). КСЯ: а) солончака сорового, б) солончака лугового в) бурой пустынной солонцеватой почвы, г) солонца пустынного, д) солончака маршевого.

На основе проведенных оверлейных GIS-операции границ распространения и интенсивности развития природных и антропогенных процессов была выявлена их взаимообусловленность. Например, в береговой зоне северо-восточного Прикаспия из-за сгонно-нагонных явлений интенсифицируется процесс засоления почв вследствие подтягивания высокоминерализованных грунтовых вод, что приводит к смене почвенно-растительного покрова (появление в ландшафтах первичной морской равнины галофитной растительности и солончаков на месте тростниково-камышовых зарослей на приморских лугово-болотных почвах), в сочетании с дефляцией расширяется ареал засоления почв, интенсифицируется процесс деградации растительности и сокращаются пастбищные угодья.

Составление мозаики одновременных космических снимков Landsat 5,7 позволили применить разработанный на эталонных участках комплекс прямых и косвенных дешифровочных признаков природных и антропогенных процессов для всей территории северо-восточного Прикаспия в 1:1 500 000 масштабе. На исследуемой территории

доминирующими природными процессами являются засоление (29%) и дефляция (47%), интенсивность и доминантность которых определяется унаследованной ярусной структурой ландшафтов. С увеличением абсолютных отметок усиливается роль эоловых и склоновых процессов в формировании ландшафтной структуры. С их уменьшением – преобладают соровые процессы и гидроморфизация почвенного и растительного покрова. В верхнем ярусе (I) северо-восточного Прикаспия, (Центральный Мангыстау) (см. рис.1) активно протекают процессы плоскостного смыва и линейной эрозии, степень которых усиливается в подъярусах I-2, II-2 (Тупкараганском, Актау-Каратауском) вследствие разнонаправленных и разноскоростных современных вертикальных движений. В нижнем высотном-ландшафтном ярусе (V) погруженной части Прикаспийской низменности широкое распространение получили процессы засоления и дефляции, связанные с высокой минерализацией (>50 г/л) и неглубоким залеганием грунтовых вод в пределах пластово-аккумулятивных равнин. На основе анализа высотно-ландшафтной ярусности и объединения однотипных, по ландшафтным условиям, антропогенных модификаций ландшафтов с преобладающими природными и антропогенными процессами в пределах северо-восточного Прикаспия выделяются 25 геоэкологических районов.

### Литература

1. *Кравцова В.И.* Космические методы исследования почв: Учеб. пособие для студентов вузов / М.:Аспект Пресс, 2005. - с. 190
2. Рычагов Г.И. К вопросу о морских террасах// Вестн.Моск.ун-та. Сер.5.География, 2006.№5
3. *Табелинова А.С.* Влияние колебания уровня Каспийского моря на прибрежные ландшафты Мангыстауской и Атырауской областей Казахстана// Геоморфология. Наука (М.)- 2016. - №2. - С. 96-103

**A.S. Tabelinova**

### **GEOINFORMATION MAPPING OF NATURAL AND ANTHROPOGENIC PROCESSES IN THE LANDSCAPES OF THE NORTH-EASTERN CASPIAN SEA REGION**

The article analyzes the role of landscape structure of the North-Eastern Caspian region in the development of physical-geographical and anthropogenic processes. The altitude-landscape classification of the territory was implemented, based on investigation of geomorphologic levels' differences during the development of the region and periodic transgressions of sea level taking into account specific geoeological processes. The spatial distribution of geoeological processes in the landscapes of the studied region was determined by direct and indirect deciphering features with synthesized multizonal satellite images. Based on this map, a map of the geoeological zoning of the northeastern Caspian region was compiled via geoinformation mapping in the ArcGis 10.3, ENVI 4.7, Global Mapper, MultiSpec programs.

*Key words:* modern landscapes, physical-geographical and anthropogenic processes, altitude-landscape stages, sea level transgressions, geoeological zoning.



УДК 912.4

*С.А. Тесленок, А.А. Жукова**Национальный исследовательский Мордовский государственный университет  
имени Н.П. Огарева,*

г. Саранск, Россия (E-mail: teslenok-sa@mail.ru; annetjuk@yandex.ru)

**СОЗДАНИЕ КАРТ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ОЗОНА  
И КАРТОГРАФИЧЕСКИХ АНИМАЦИЙ НА ИХ ОСНОВЕ**

На основе ДДЗЗ изучен вопрос состояния озонового слоя Земли, составлены карты по общему содержанию озона и картографические анимации для периода 2012-2020 гг. Карты могут служить основой для мониторинга состояния озонового слоя, а также последующего изучения взаимосвязей содержания озона с атмосферными аэрозолями.

*Ключевые слова:* озоновый слой, данные дистанционного зондирования, SUOMI NPP, мониторинг озонового слоя, атмосферные аэрозоли

С тех пор как спутниковые технологии прочно вошли в нашу жизнь, и нашли широкое применение, изучение поверхности Земли, а так же мониторинг всех протекающих на ней процессов стал более эффективным. Современные технологии данных дистанционного зондирования (ДДЗ) находят применение во многих сферах жизни, например отслеживание состояния в тот или иной момент времени и динамики рубок леса, природоохранный мониторинг, оценка ущерба от лесных пожаров, прогнозы состояния погоды, мониторинг опасных природных явлений и многое другое. Многочисленные данные, полученные со спутников, незаменимы для решения большого числа теоретических проблем и прикладных задач в различных областях наук о Земле – климатологии, метеорологии, океанологии и других.

Большой интерес вызывает изучение и мониторинг состояния озонового слоя Земли, так как он играет огромную роль в климатической и экологической составляющей жизни нашей планеты. Более 70 организаций из 50 стран предоставляют информацию об общем содержании озона в Глобальную службу атмосферы Всемирной метеорологической организации, ежедневные данные поступают в Мировой центр данных наблюдений за озоном и ультрафиолетовым излучением [2].

Благодаря ежедневным данным поступающих со спутников и наземных озонметрических станций проводится мониторинг атмосферного озона, а так же озоноразрушающих веществ (оксиды хлора и брома, накапливающиеся в стратосфере при разрушении фреонов, используемых в качестве хладагентов или аэрозолеобразующих веществ, и бромсодержащие газы (галоны)).

За последние десятилетия в космос запущено огромное количество спутников, позволяющих вести непрерывные и всеобъемлющие дистанционные наблюдения за нашей планетой. Одним из лучших метеорологических спутников признан американский SUOMI NPP, запущенный 28.10.2011 г. и управляемый NOAA. Этот космический аппарат применяется для краткосрочного прогнозирования погоды и исследования разнообразных климатических процессов; собирает данные об энергетическом балансе Земли, температуре, состоянии озонового слоя, загрязнении воздуха; наблюдает за состоянием и динамикой ледового покрова Арктики и Антарктики, растительным и почвенным покровом и

экстремальными погодными явлениями [1, 4]. Съемка поверхности Земли проводится практически в ежедневном режиме пятью различными инструментами: для измерения температуры, влажности и давления атмосферы ATMS и CrIS; для сбора данных о вертикальном и горизонтальном распространении озона в атмосфере OMPS; для изучения электромагнитного излучения CERES; усовершенствованный аналог популярного сенсора MODIS радиометр VIIRS. Все они являются усовершенствованными аналогами приборов, установленных на спутниках Terra, Aqua и Aura [1]. В разной степени обработанные данные с различных приборов, установленных на космическом аппарате SUOMI NPP, находятся в свободном доступе на веб-сайте GES DISC (Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center) NASA [3].

Для выполнения работы по изучению и составлению картографического материала по общему содержанию озона (OCO) с помощью ДДЗ, необходимо скачать данные уровня обработки Level 3 с GES DISC [3].

Данные OMPS Nadir Mapper используют следующую структуру имени файлов: OMPS-satellite\_sensorproduct-Llevel\_vm.n\_observationDate\_productionTime.h5, где:

- satellite (спутник) = NPP;
- sensorproduct (сенсорный прибор) = NMTO3;
- Llevel (уровень) = 3;
- m.n = идентификатор версии алгоритма (m = основной, n = вспомогательный);
- observationDate (дата наблюдения) = дата начала измерений в формате ггггммдд;
  - уууу = четырех-значный номер года [2012-2020];
  - мм = двузначный номер месяца [01-12];
  - дд = двузначный номер дня месяца [01-31];
- productionTime (время производства) = штамп создания файла в формате ггггммддмммм;
  - hhmmss = время производства (местное время);
- h5 = формат файла HDF5.

Пример: «OMPS-NPP\_NMTO3-L3-DAILY\_v2.1\_2017m0213\_2017m0227t092659.h5».

Результатом обработки потоковых данных с SUOMI NPP являются такие информационные продукты, как: «Содержание озона в столбе» (Column Amount O3) (единицы Добсона (е. Д.)) [4], «Аэрозольный индекс» (UV Aerosol Index), «Средний солнечный зенитальный угол ячейки сетки» (SolarZenithAngle) (градусы), «Фракция радиационного облака», «Морская маска земли» (Land Sea Mask), «Процент покрытия водой» (Percent Water).

Данные хранятся в формате HDF5 – одном из стандартизированных машинно-независимых иерархических форматов данных, используемых для хранения значительных объемов научной цифровой информации [4] (рис. 1). Он поддерживает файлы любого размера, и каждый файл имеет внутреннюю структуру, позволяющую искать определенный набор данных. По сути это отдельный файл со своей собственной иерархической структурой, так же как набор папок и подпапок.

В этом смысле рассматриваемый формат схож с NetCDF – кроссплатформенным двоичным форматом самоописываемых расширяемых файлов, так же являющимся

стандартом для обмена научными данными и широко используемым в метеорологии и климатологии, для которых он изначально и создавался, а так же океанологии и геоинформационных системах [5].

The screenshot shows the HDFView 3.1.0 application window. The title bar reads 'HDFView 3.1.0'. The menu bar includes 'File', 'Window', 'Tools', and 'Help'. The 'Recent Files' list shows the current file: 'C:\Users\User\AppData\Local\HDF\_Group\HDFView\3.1.0\OMPS-NPP\_NMT03-L3-DAILY\_v2.1\_2020m0128\_2020m0130\013546.h5'. The left sidebar shows a tree view of the file's structure, including 'ColumnAmountO3', 'InputPointers', 'LandSeaMask', 'Latitude', 'Longitude', 'PercentWater', 'RadiativeCloudFraction', 'Reflectivity331', 'SolarZenithAngle', 'UVAerosolIndex', and 'ViewingZenithAngle'. The main window displays a table with the following data:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	270.99805	270.99805	270.99805	270.99805	271.04703	271.04782	271.04782	271.04782	271.04782	271.03445	270.9998	270.99
1	269.4323	269.57147	269.57147	269.53018	269.5797	269.61633	269.6402	269.6637	269.67502	269.69165	269.60443	269.57
2	270.08072	270.11777	270.21054	270.19037	270.13562	270.121	270.20874	270.27808	270.38824	270.3762	270.31125	270.31
3	271.2029	271.4667	271.5143	271.69162	271.65063	271.6147	271.71152	271.29532	271.47675	271.53976	271.63425	271.85
4	274.344	274.61523	274.9173	275.1351	275.2336	275.1892	275.29294	275.42053	275.27856	275.24246	275.31693	275.72
5	282.08484	281.93866	281.8408	282.20508	282.20325	281.97104	281.86557	282.56982	282.78607	282.54053	282.86237	283.03
6	285.35614	285.5596	285.5391	285.47516	285.5344	285.58548	285.84424	285.62793	285.45163	285.11118	285.01196	284.46
7	285.5866	286.1839	286.27997	286.0681	286.1346	285.96582	285.9661	285.5749	285.1897	285.30884	285.2368	284.86
8	287.44928	287.53485	287.4046	286.43124	286.5167	286.16904	286.01956	285.57797	285.48798	284.89627	284.90848	284.36
9	289.56998	289.44727	289.23035	288.86642	288.43088	288.25687	288.09726	287.71298	287.4497	287.49374	287.09818	287.12
10	289.97864	289.8526	289.81726	289.80594	289.7577	289.82605	289.87332	290.1649	289.8167	289.88953	289.25745	288.76
11	293.279	292.6752	292.7794	292.27478	292.4653	292.26535	292.7919	292.6961	292.84497	293.01804	293.1383	293.26
12	296.68005	295.9904	295.35165	295.52182	295.3739	295.3252	295.2694	295.03546	294.9444	295.14355	296.2596	296.37
13	296.36105	295.41037	294.67758	294.33896	294.13086	294.27988	294.1325	294.0715	293.93774	294.1827	294.82092	295.58

The status bar at the bottom shows: 'User property file - C:\Users\User\hdfview3.1.0', 'ColumnAmountO3 at / [OMPS-NPP\_NMT03-L3-DAILY\_v2.1\_2020m0128\_2020m0130\013546.h5 in C:\Users\User\AppData\Local\HDF\_Group\HDFView\3.1.0] [ dims0x1, start0x0, count1:...

Рис. 1. Внутренняя структура файлов формата HDF5

Несмотря на удобство использования формата файлов HDF5 для хранения и обработки данных, их наглядного визуального представления они требуют специализированной обработки. Для этого можно воспользоваться возможностями программного средства ГИС ArcGIS, поддерживающего, в числе прочих растровых форматов и HDF5.

Работа по созданию карт состояния озонового слоя по ДДЗ и картографических анимаций на их основе состояла из нескольких этапов. Для прослеживания изменения ОСО, были получены данные на начало каждого месяца, начиная с февраля 2012 (год введения спутника в эксплуатацию) по март 2020 г. Далее в ArcGIS из HDF-файлов извлекаются записи растров со значениями содержания озона, а также таблицы с данные геопривязки – широты и долготы каждой точки растров [4].

Следующий этап – обработка полученных растров. С помощью модуля Spatial Analyst и инструмента «Калькулятор растра» избавляемся от участков, не имеющих данных. Далее настраиваем шкалу с интервалом в 25 е. Д. и устанавливаем проекцию WGS-84 (при необходимости параметры в дальнейшем можно изменить) (рис. 2).

Заключительный этап – создание картографической анимации, необходимой для удобного, наглядного и быстрого оценивания изменений ОСО, реализованное с помощью возможностей ArcGIS. Для этого была выполнена следующая последовательность операций.

1. В меню *Анимация* выбрать *Создать анимацию составного слоя* и все необходимые слои;
2. В том же меню выбрать *Создать кадр*, для подложки в виде слоя стран;
3. Перейти в *Менеджер анимации*, на закладке *Кадры* установить у кадров *Видимость: Да*;

4. На закладке *Треки* переместить слой со станями на самый верх;
5. На закладке *Временной вид* настраиваем последовательность и скорость смены кадров;
6. Экспортируем получившуюся анимацию в формате *.avi*

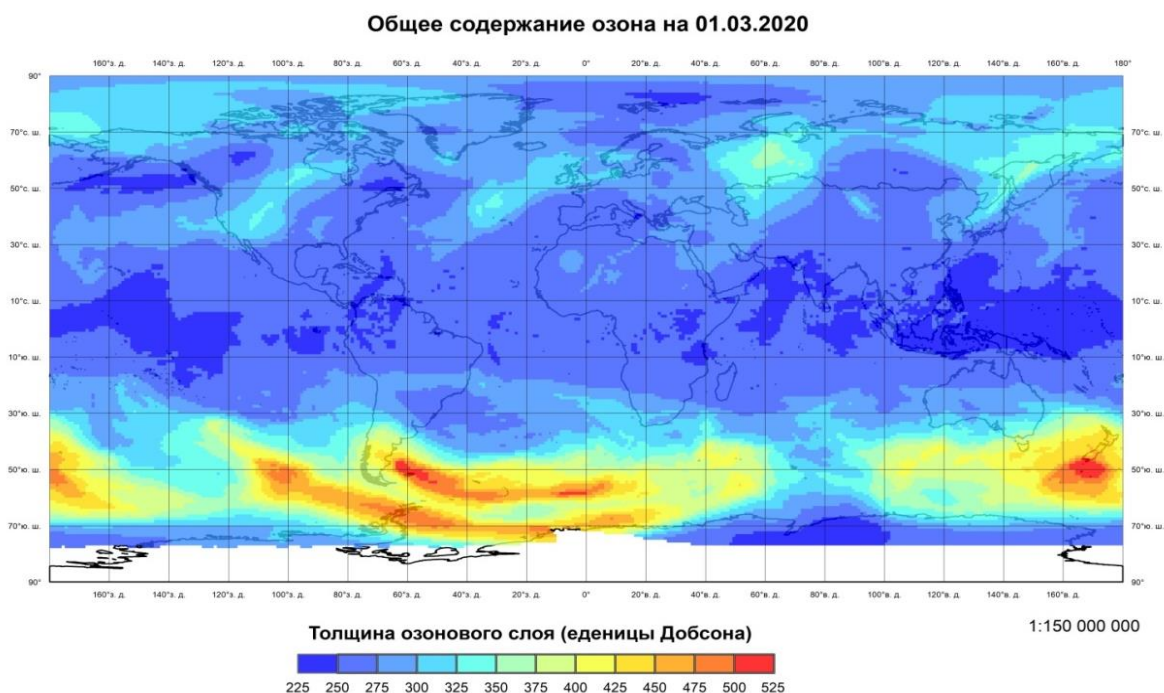


Рис. 2. Пример карты ОСО, полученной по данным SUOMI NPP/OMPS

В результате была создана серия карт ОСО над поверхностью Земли за период с февраля 2012 по март 2020 гг. в количестве 89, а на их основе – картографическая анимация. Она состоит из 89 кадров, ее продолжительность – 7 сек, объем – 97,8 МБ, формат видео – *.avi*. Подобным образом можно визуализировать и другие результаты зондирования, получаемые с космических аппаратов (например, аэрозольного индекса в атмосфере).

Главное применение полученных геоинформационно-картографических материалов – мониторинг состояния озонового слоя и ОСО в нем. Они хорошо визуализируют общую картину состояния озонового слоя и дают возможность проследить изменения показателя содержания озона над разными территориями, что в дальнейшем может использоваться не только для изучения непосредственно озонового слоя и причин его разрушения, но и для исследования его влияния на климат Земли.

Благодаря ежедневным ДДЗ, можно проследить динамику изменения состояния слоя, а так же предсказать его дальнейшие изменения. Также можно осуществлять мониторинг взаимосвязей ОСО с атмосферными аэрозолями, например,  $SO_2$ . Повышение содержания последнего влияет на концентрацию озона над той или иной территорией [4].

### Литература

1. Дворкин Б.А. Новый спутник NPP продолжит комплексное наблюдение за Землей // Геоматика. 2011. № 4 (13) С. 26-34.

2. *Кашкин В.Б., Рублева Т.В., Хлебоброс Р.Г., Баскова А.А.* Озоновый щит Земли: легенды и реалии. Аэродинамическая модель антарктической озоновой дыры // Международ. конф. «Современные проблемы математики, информатики и биоинформатики», посвящ. 100-летию со дня рождения члена-корреспондента АН СССР Алексея Андреевича Ляпунова. 2011. 6 с. Доступно по адресу: <http://conf.nsc.ru/Lyap-100/ru/reportview/84146>.
3. Сайт GES DISC (Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center). Доступно по адресу: <https://disc.gsfc.nasa.gov/>.
4. *Сапрыкин Е.И., Шагаев М.П., Кулик Е.Н.* Автоматизация мониторинга аэрозольного индекса и содержания озона в атмосфере на основе спутниковых данных с космического аппарата Suomi NPP // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2016. № 9. С. 135-140.
5. *Тесленок С.А., Тесленок К.С.* Программное обеспечение для работы с пространственно-временными данными формата NetCDF // Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата: мат-лы Международ. научн. конф., 5-8 мая 2015 г. Минск, 2015. Доступно по адресу: <https://elib.bsu.by/handle/123456789/118428>.

*S.A. Teslenok, A.A. Zhukova*

#### CREATING TOTAL OZONE MAPS AND ANIMATIONS BASED ON THEM

The possibilities of creating maps of the ozone layer based on the Earth's remote sensing data and cartographic animations based on them are considered.

*Key words:* ozone layer, remote sensing data, Suomi NPP, atmospheric ozone monitoring.

УДК 912.4

*С.А. Тесленок, М.А. Морозова*

*Национальный исследовательский Мордовский государственный университет  
имени Н.П. Огарева,*

г. Саранск, Россия (E-mail: [teslenok-sa@mail.ru](mailto:teslenok-sa@mail.ru); [morozka-1999@mail.ru](mailto:morozka-1999@mail.ru))

#### СОЗДАНИЕ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ АНИМАЦИЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Рассмотрены источники данных, программное обеспечение и возможности создания картографических анимаций, иллюстрирующих распространение лесных пожаров по результатам их мониторинга.

*Ключевые слова:* лесные пожары 2019, мониторинг лесных пожаров, картографические анимации

Леса в нашей стране, а особенно – на территории Сибири и на Дальнем Востоке в последнее время горят каждый год. Причем пожары 2019 г., согласно данным российского отделения Greenpeace, были беспрецедентными – похожей ситуации не было на протяжении последних двух десятилетий (рис. 1) [8].

К концу июля 2019 г. количество термоточек (зарегистрированного спутником значительного, по сравнению с соседними участками, повышения температуры земной

поверхности) в пределах всей Российской Федерации более чем в два раза превысило среднегодовое значение (см. рис. 1). Аналогичная, а в ряде регионов – еще более худшая картина, к сожалению, складывается и в текущем году, хотя прошла еще только его первая половина. В такой ситуации мониторинг лесных пожаров является острой необходимостью.

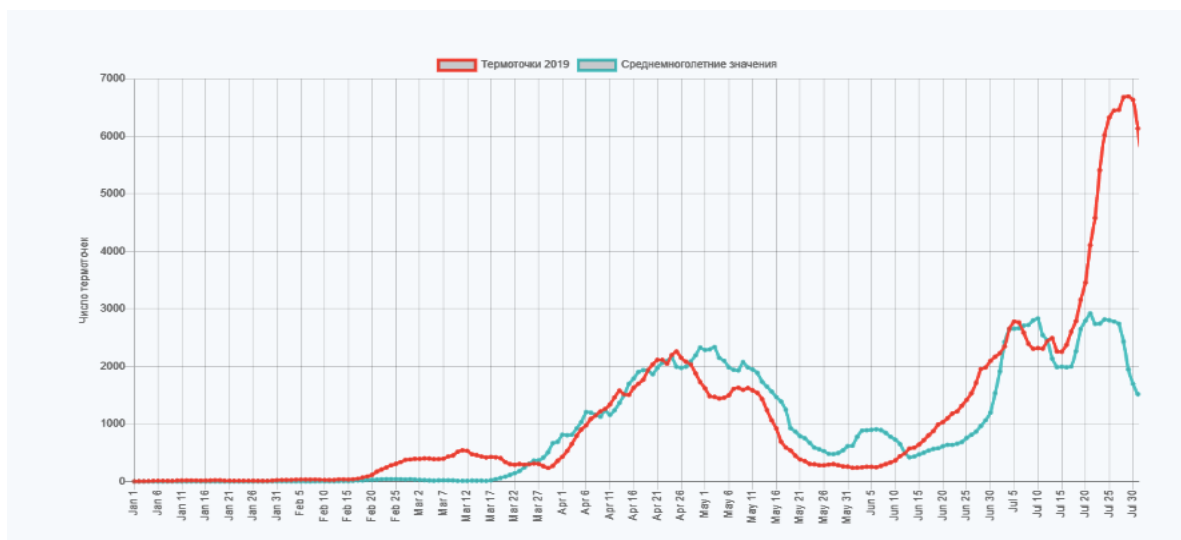


Рис. 1. Сравнение количества термоточек территории России, 2018 - 2019 гг. [по 8]

В настоящее время известны сервисы, которые помогают пользователям отслеживать ситуацию, складывающуюся с распространением лесных пожаров, что дает возможность быть в курсе направлений распространения огня и в целях безопасности.

Наиболее крупным и известным таким источником является портал компании СКАНЭКС [4], использующей открытые данные – информацию с американских спутников «Terra», «Aqua» и «NPP». Архив данных о лесных пожарах хранится с 2009 года [1, 4]. Информация поступает из двух источников: сети центров приема и обработки данных СКАНЭКС (результаты детектирования пожаров, представленные на карте) и информация более высокого уровня с серверов NASA (готовые маски пожаров, выделенные по спутниковым снимкам). Таким образом, на карте портала есть два слоя – пожары СКАНЭКС и пожары FIRMS. В единый слой их не объединяют, поскольку один из них более оперативный, а другой предоставляет собой глобальное покрытие. Обновление происходит через несколько часов (обычно 1-2), так как данные на американских серверах выкладываются с некоторой задержкой, однако и эта информация является полезной для широкого круга обычных пользователей [1].

Но такого рода статичная информация с большой сложностью позволяет отслеживать динамику распространения лесных пожаров и изменения занятой ими площади. Этот недостаток может быть устранен использованием картографических анимаций. Одним из авторов ранее созданы различные анимации [7 и др.], включая иллюстрирующую процессы распространения лесных пожаров в 2010 г. на территории Республики Мордовия [2].

Программные продукты для создания картографических анимаций могут быть самыми разнообразными [2, 6, 7]: дополнительные модули географических информационных систем,

специальные программы (например, Adobe Animate, Adobe After Effects, Easy GIF Animator [2, 6, 7]), а также бесплатные веб-приложения для конвертации из одного формата в другой непосредственно в браузере. Если говорить о последних, то пользователи активно используют эти сервисы, поскольку они имеют целый ряд преимуществ, среди которых в первую очередь доступность, простота работы, оперативность. Из их недостатков можно назвать, пожалуй, только необходимость стабильного доступа в интернет, так как малейшие изменения настроек заставляют программу снова «прогонять» большое количество изображений с установленной скоростью. В такой ситуации при обновлении страницы все настройки и файлы исчезают. Также эти сервисы будут неудобны пользователям, постоянно работающим с анимацией: черновики и резервные копии при закрытии вкладки не сохраняются, да и набор функций для опытного пользователя не особенно велик.

В нашей работе была создана картографическая анимация, наглядно визуализирующая динамику распространения лесных пожаров на территории Российской Федерации на основе использования данных системы оперативного мониторинга СКАНЭКС, сервиса «Карта пожаров» [5] (рис. 2). Кроме России, в картографической анимации для сравнения показаны соседние страны, а так же территория всей Европы и части Северной Африки и Зарубежной Азии.

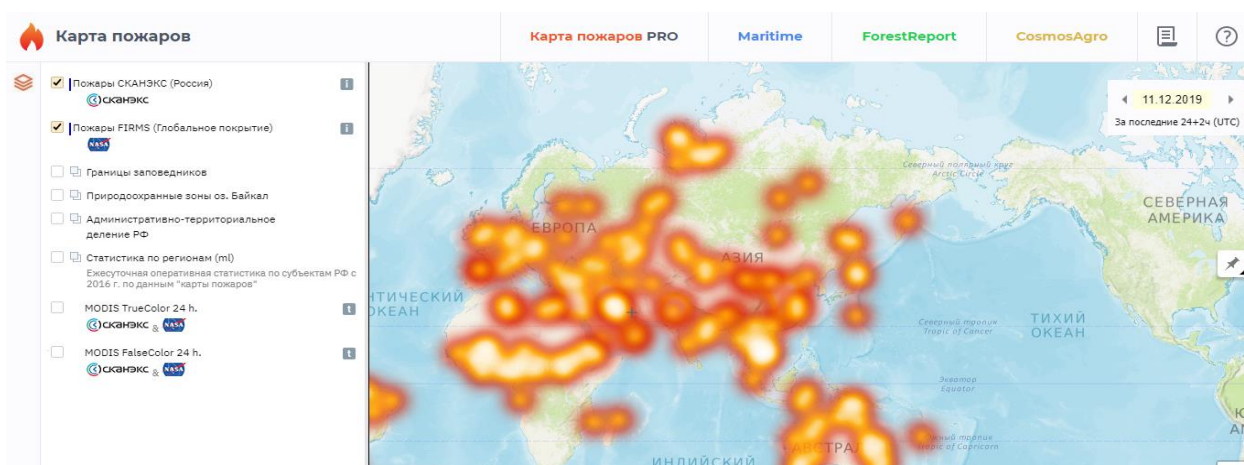


Рис. 2. Интерфейс сервиса «Карта пожаров» [5]

Поскольку целью нашего исследования являлось наглядное отслеживание ситуации и выявление тенденций распространения лесных пожаров в течение всего 2019 г., для создания анимации были получены скриншоты за каждую неделю анализируемого года. Всего сделано 60 скриншотов с соответствующей нумерацией, которые были сохранены в Microsoft Word и обрезаны по размеру анализируемой территории (рис. 3).

Далее мы использовали возможности онлайн конструктора GIF анимаций сервиса «Gifius.ru» [3], который доступен, прост в использовании, и полностью подходит для оперативного выполнения нашей задачи. Программные продукты такого рода не рассчитаны на одновременную загрузку большого количество скриншотов, поэтому мы загружаем их тремя частями по 20 изображений. После загрузки всех 60 снимков сайт производит их обработку и осуществляет демонстрацию полученной анимации со стандартными настройками.

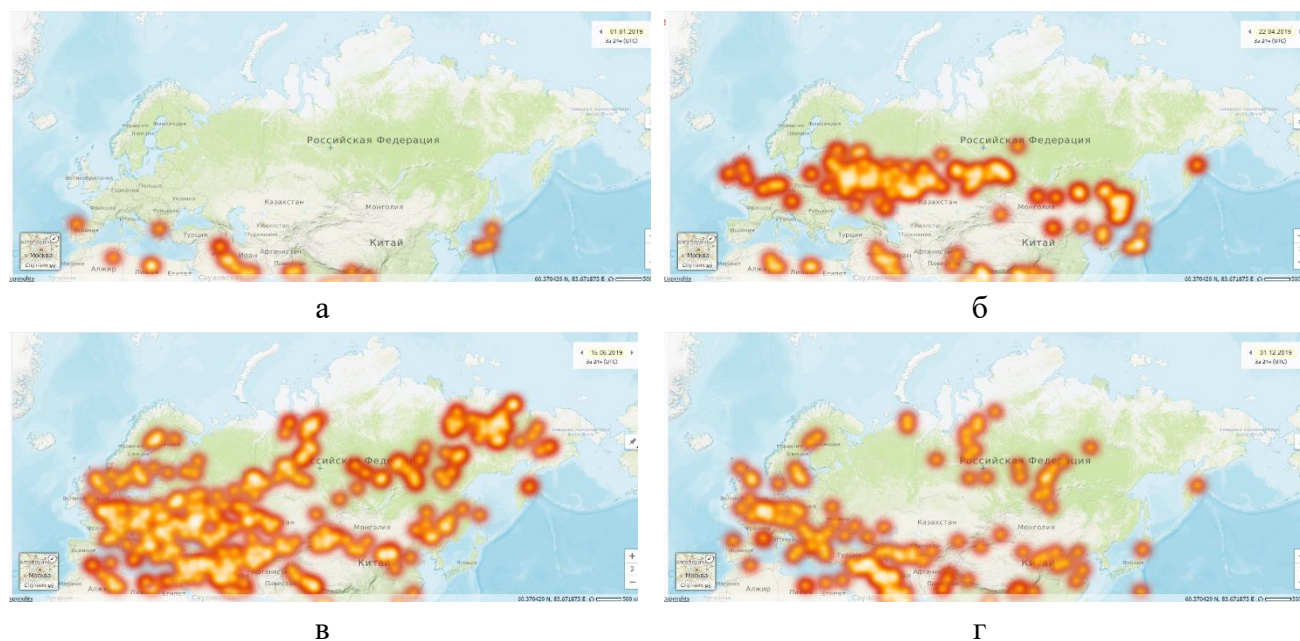


Рис. 3. Отдельные кадры картографической анимации, иллюстрирующей процесс распространения пожаров в течение 2019 года: а – 01.01, б – 22.04, в – 15.06, г – 31.12

Полученная картографическая анимация должна быть наглядной, чтобы на ее основе можно было достаточно легко выявить динамику анализируемого объекта, процесса или явления, и сделать соответствующие выводы. Смена слайдов не должна быть слишком медленной и затянутой, чтобы не потерять интерес зрителей, но и не слишком быстрой, чтобы они успели просмотреть все кадры и отметить тенденцию изменения или распространения.

В картографии анимация имеет ряд преимуществ и недостатков. Преимуществом является стабильность фона. Границы регионов не сдвигаются, изменяется (перемещается) только анализируемый анимируемый объект, процесс, явление, что позволяет зрителю сконцентрироваться только на динамике (в нашем случае – на лесных пожарах). Данный способ анализа и выявления тенденций и скорости распространения процесса намного удобнее, нежели если бы мы просто имели перед собой множество снимков на разные даты. При этом необходимо отталкиваться от информационной нагрузки картографической анимации и особенностей ее визуального восприятия человеком. Зачастую существует необходимость просматривать анимацию повторно, чтобы проследить тенденцию и отметить некоторые существенные или несущественные, но имеющие важное значение детали. Созданная анимация позволяет в максимальной степени наглядно проследить и проанализировать распространение пожаров в пределах того или иного региона и определить его потенциальную пожароопасность.

Первые лесные пожары в Сибири в 2019 г. начались уже в конце марта и имели распространение в основном в Забайкалье. Обширные лесные пожары в Иркутской области начались в конце июня 2019 г., а до этого с марта по вторую половину мая на территории этого субъекта Российской Федерации было зарегистрировали 350 лесных пожаров общей площадью 91,53 тысячи гектаров, что в 14 раз превышало показатели за аналогичный период



2018 г. Одновременно очаги возгораний и распространения лесных пожаров были сконцентрированы в Красноярском крае, Иркутской области, Бурятии, Якутии, охватив тысячи гектаров. К концу июля 2019 г. около 500 населенных пунктов более чем в 20 регионах Российской Федерации оказались в зоне задымления, а не которая часть – в зоне непосредственного действия лесных пожаров. По данным Greenpeace, к 6 августа 2019 г. огонь было пройдено 13,4 млн. га прежде покрытой лесом площади, и в это же время NASA заявило, что сибирский дым добрался уже и до США и Канады [8]. Согласно сводке ФГУП «Авиалесоохрана» на эту же дату, в Сибири и на Дальнем Востоке в зоне «активного тушения» был 161 лесной пожар и пройдено 140 тыс. га, а в зонах контроля – соответственно 295 пожаров и 2,37 млн. га [8].

Эти процессы представлены на ставшей результатом проделанной работы картографической анимации, с высокой степенью наглядности визуализирующей динамику распространения лесных пожаров на территории Российской Федерации и прилегающих регионов. Она включает 60 кадров и имеет общую продолжительность 32 секунды, ее физический размер – 9 450 Кб.

Геоинформационные и смежные технологии и полученное на их базе геоинформационно-картографическое обеспечение (включая картографические анимации) могут служить основой для принятия оперативных управленческих решений в области природопользования. При этом картографические анимации придают традиционным статичным картографическим материалам крайне важный и необходимый временной и динамический аспект [7].

### Литература

1. *Изместьева Е.* Космоснимки – Пожары» – мониторинг природных пожаров // Сайт «Теплица социальных технологий». Доступно по адресу: <https://test.ru/entries/kosmosnimki/>.
2. *Лазарев С.О., Свербихина Т.В., Тесленок К.С., Тесленок С.А.* Использование картографических анимаций для отображения процесса распространения лесных пожаров // Геоинформационное картографирование в регионах России: Мат-лы VII Всерос. науч.-практ. конф. Воронеж: ООО Изд-во «Научная книга», 2016. С. 51-57.
3. Онлайн конструктор GIF анимаций. Доступно по адресу: [gifius.ru](http://gifius.ru).
4. Официальный портал группы компаний «СКАНЭКС». Доступно по адресу: <http://www.scanex.ru>.
5. Система оперативного мониторинга СКАНЭКС, сервис «Карта пожаров». Доступно по адресу: <https://fires.ru>.
6. *Тесленок С.А., Тесленок К.С.* Программное обеспечение для картографического анимирования диффузии инноваций // Трешниковские чтения – 2019: Современная географическая картина мира и технологии географического образования: мат-лы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. – Ульяновск: ФГБОУ ВО «УлГПУ им. И.Н. Ульянова», 2019. С. 210-211.
7. *Тесленок С.А., Тесленок К.С.* Анимирование процесса хозяйственного освоения региона степной зоны // Степи Северной Евразии: мат-лы VIII междунар. симпозиума. Оренбург: ИС УрО РАН, 2018. С. 971-975.

8. *Чистякова В.* Море огня. Как горит сибирский лес и почему никто не может остановить этот пожар // Портал междунаrod. русскоязычн. издания «Медуза». Доступно по адресу: <https://meduza.io/feature/2019/08/06/more-ognya>.

*S.A. Teslenok, M.A. Morozova*

### **CREATING CARTOGRAPHIC ANIMATIONS OF THE DISTRIBUTION OF FOREST FIRES**

Data sources, software and capabilities considered creating cartographic animations illustrating the distribution forest fires based on their monitoring

*Keywords:* forest fires 2019, forest fire monitoring, cartographic animation, creating animation.



## **СЕКЦИЯ 7**

### **НОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ПОДГОТОВКИ ГЕОЭКОЛОГОВ В ВУЗАХ (ЦУР-4)**

УДК 378.4 : 504

*М.А. Аршинова**Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
г. Москва, Россия (E-mail: amari\_geo@mail.ru)***ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В УНИВЕРСИТЕТАХ ВЕЛИКОБРИТАНИИ:  
ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И СОДЕРЖАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ**

Рассматриваются организационные, методологические и содержательные аспекты экологического образования в университетах Великобритании. Анализируется эволюция национальной системы высшего экологического образования. Представлены примеры реализации экологически ориентированных образовательных программ в ведущих университетах страны. Изучение опыта британских университетов в сфере экологического образования позволило выявить как достижения, так и недостатки, комплексный анализ которых может быть полезен для российской системы высшего образования.

*Ключевые слова:* образовательные программы, бакалавриат, магистратура, геоэкология, цели устойчивого развития, рейтинги университетов

Первое официально зафиксированное использование понятия «экологическое образование» в Британии относится к 1965 году, когда в Килском университете (Стаффордшир) проходила конференция по вопросам охраны среды в сельской местности в контексте ее связи с образованием. С 1971 года в стране существует общественная организация по экологическим наукам, которая призвана способствовать охране и улучшению окружающей среды и развитию высшего экологического образования. В 1990-х годах в Великобритании появляются первые рекомендации и нормативные документы по экологическому образованию в высших учебных заведениях. В 1993 г. Комитет по экологическому образованию подготовил доклад «Экологическая ответственность: Повестка для развития профессионального и высшего образования». В 1996 году в Великобритании была разработана Стратегия экологического образования, в которой главное внимание уделялось необходимости перехода к образованию для устойчивого развития и экологическому образованию для всех.

В отличие от школьного образования, высшие учебные заведения Великобритании не имеют единых государственных образовательных стандартов. Министерство образования выполняет главным образом консультативные и регулирующие функции, а академические стандарты по различным направлениям разрабатываются под эгидой Постоянного комитета Великобритании по оценке качества высшего образования. Основным документом, разработчиком которого выступает Агентство по обеспечению качества – это Кодекс качества для высших учебных заведений (действующая версия опубликована в 2018 году). Последняя версия академических стандартов для направления «Науки о Земле, науки об окружающей среде, экология» (ES3), принятая в 2014 году, уделяет основное внимание таким аспектам обучения, как принципы устойчивого развития, конкурентоспособность выпускников, мультидисциплинарность и междисциплинарность, освоение практических навыков, особенно в полевых условиях.

Еще один механизм обеспечения высокого качества экологического образования в высшей школе – это аккредитация образовательных программ. В Великобритании ее осуществляют профессиональные и, в ряде случаев, общественные специализированные организации (например, Лондонское геологическое общество). Ведущей профессиональной организацией является Руководящий комитет по экологическим наукам. Проведена аккредитация свыше 110 образовательных программ экологической направленности, которые реализуются в 37 университетах. Наличие аккредитации свидетельствует о высоком профессиональном уровне учебной программы и ее соответствии новейшим образовательным стандартам.

Университеты Великобритании пользуются заслуженным авторитетом во всем мире и регулярно занимают лидирующие позиции в глобальных рейтингах. В лидерах Шанхайского рейтинга по направлению «Экология» 15 британских университетов, четыре из них (Оксфордский, Эдинбургский, Эксетера и Лондонский Имperiал-Лолледж) занимают места в первой двадцатке. В лидерах рейтинга QS по экологическим наукам 14 университетов из Великобритании, три из них (Оксфордский, Кембриджский и Лондонский Имperiал-Колледж) – в первом десятке. В Топ-100 рейтинга ТНЕ попадают 9 британских университетов, два из них (Оксфордский и Лондонский Имperiал-Колледж) входят в десятку лучших. Опираясь на результаты рейтингов, к лидерам экологического образования в стране можно отнести такие университеты, как Имperiал-Колледж Лондон, Эдинбургский университет, Университет Эксетера, Университетский колледж Лондон, Университет Восточной Англии, Университет Лидса, Ланкастерский университет, Манчестерский университет, Университет Шеффилда, Бристольский университет, Университет Рединга, Саутгемптонский университет.

Многие из перечисленных университетов Великобритании занимают лидирующие позиции и в ТНЕ рейтинге европейских университетов по качеству обучения. Оценка проводилась по 13 качественным и количественным показателям, от академической репутации университета и соотношения численности преподавателей и студентов до качества учебной среды, уровня взаимодействия с рынком труда или, например, доли выпускников от числа первоначально поступивших. В десятку лучших университетов Европы попали Оксфордский университет (первое место из 258 университетов Европы), Университетский колледж Лондона, университеты Ланкастера, Бристоля, Эдинбурга и Манчестера.

По данным портала Studyportals (<https://www.bachelorsportal.com>, <https://www.mastersportal.com>) экологически ориентированные учебные программы для подготовки бакалавров в 2019-20 учебном году реализуют 56 университетов Великобритании, а магистерские программы – 65 университетов (рис. 1).

Абсолютное большинство университетов (46 из 56) реализуют 1-2 программы бакалавриата. Общее количество учебных программ для подготовки бакалавров-экологов приближается к 60. Наиболее популярной является программа «Экология» (Environmental Science), которая реализуется в 30 университетах, причем в некоторых из них является единственной экологически ориентированной. Наряду с традиционными, например, «Охрана окружающей среды» (Environment Conservation), «Экологическая политика» (Environmental

Policy) или «Инженерная экология» (Environmental Engineering), предлагаются и более оригинальные образовательные программы, такие как «Геоэкологические бедствия» (Geoenvironmental Hazards) в университете Эдж-Хилл (Оксфорд), «Управление природопользованием и устойчивое развитие бизнеса» (Environmental Management and Sustainability in Business) в университете Чичестера, «Морская экология» (Marine Environmental Science) в университете Портсмута, «Наследие и туризм» (Heritage and Tourism) в университете Стирлинга.



Рис. 1. Образовательные программы по экологии в университетах Великобритании [1]

Большая часть образовательных программ бакалавриата реализуется в течение трех лет обучения. Некоторые, особенно широко практикуемые, программы предусматривают и возможность подготовки магистров. При этом продолжительность обучения составляет 4

года, в первые три учебный план совпадает с программой бакалавриата, а четвертый отводится на подготовку индивидуального исследовательского проекта, а также знакомство с перспективными методами научных исследований. Обучение по экологически ориентированным программам бакалавриата может быть расширено за счет обучения за границей (1 учебный год, обычно после второго курса) или производственной стажировки (1 учебный год, также после второго курса). В ряде случаев программы бакалавриата предусматривают прохождение базового годичного курса обучения, особенно для иностранных студентов, что также увеличивает продолжительность программы до 4 лет.

Учебная программа бакалавриата **Геоэкология** (*Environmental Geosciences*) реализуется в пяти британских университетах, в том числе Бристольском, Даремском, Эдинбургском, а также Университетском колледже Лондона. Она направлена на изучение процессов взаимодействия геосфер нашей планеты и их трансформации под влиянием деятельности человека. Выпускники получают навыки сбора и обработки экологических данных, применения аналитических методов и геоинформационных технологий. Программа имеет выраженный научно-исследовательский характер, значительная часть выпускников продолжает обучение в магистратуре и аспирантуре, специализируясь по более узким направлениям.

В первый год обучения соотношение обязательных курсов и курсов по выбору составляет 80:40 кредитов. Наряду с общими «землеведческими» курсами обязательны, например, Окружающая среда и природные ресурсы, Геоинформатика, а также полевая практика (20 кредитов). Второй год обучения предполагает равное соотношение (60:60 кредитов) обязательных курсов и курсов по выбору, которые могут включать и предметы, читаемые в других учебных подразделениях (кафедрах и факультетах). Исследовательская работа (диссертация) третьего года обучения оценивается в 40 кредитов. Наряду с ней студентам предлагается широкий набор курсов по выбору, на которые дается 40 кредитов, и ряд обязательных курсов, например, Управление природопользованием,

Экологически ориентированные программы для подготовки собственно магистров рассчитаны, как правило, на один учебный год. Многие университеты Великобритании (25 из 65), в том числе Оксфордский и Кембриджский, осуществляют экологическое образование только на уровне магистратуры. По количеству реализуемых магистерских программ лидируют шотландские университеты (Эдинбурга и Ньюкасла) – по 10 программ. Большинство университетов Великобритании (42 из 65) предлагают 1-3 экологически ориентированные программы для магистров.

Общее число экологически ориентированных магистерских программ в 2019-2020 учебном году приближается к 160. Они охватывают такие направления, как изменение климата и его последствия, экологический мониторинг и моделирование, глобальные экологические проблемы, оценка экологических услуг, возобновляемые источники энергии, региональное и городское планирование и многие другие. К числу «нестандартных» образовательных программ можно отнести «Корпоративное управление природопользованием» (Corporate Environmental Management) в университете Суррея, «Экологическое предпринимательство» (Environmental Entrepreneurship) в университете

Стратклайда, «Экологическая статистика» (Environmental Statistics) в университете Глазго, или «Устойчивые города» (Sustainable Cities) в университете Лидса.

Наиболее распространенная в Великобритании программа экологического образования на уровне магистратуры – **Управление природопользованием** (*Environmental Management*). Ее предлагают 9 университетов, в том числе Бангорский, Ланкастерский, Бристольский, университет Рединга и др. Она обеспечивает глубокую подготовку по широкому кругу проблем в сфере управления природопользованием с опорой на фундаментальные знания и научно-обоснованные подходы. Как и большинство учебных программ магистратуры, данная программа предусматривает возможность более узкой специализации. Значительная часть выпускников продолжает обучение и научно-исследовательскую деятельность в рамках подготовки к получению степени PhD.

Общий объем программы составляет 180 кредитов. Она включает обязательные учебные модули (120 кредитов), в том числе Экономика ресурсопользования и окружающей среды, Управление отходами, Экосистемные услуги, Современные проблемы экологического права (все по 10 кредитов). Исследовательский проект, завершающий обучение, оценивается в 60 кредитов.

Модули по выбору (60 кредитов) дифференцированы по ряду направлений, однако студенты вправе сами решить, будут ли они слушать курсы по выбору в рамках одного или разных направлений (без перекрытий в расписании). По выбору возможна также непродолжительная научно-исследовательская или производственная практика (10 кредитов) в рамках исследовательских проектов университета или на базе государственных экологических служб и коммерческих организаций или полевые практические занятия (10 кредитов), что позволяет освоить навыки работы в поле и применить полученные теоретические знания на практике.

Экологическое образование в университетах Великобритании тесно взаимосвязано с экологическим воспитанием, практической деятельностью по решению важных экологических проблем современности. В 2020 году в рамках THE University Rankings проведена оценка «экологичности» научной и учебной работы и функционирования университетов мира в соответствии с заявленными ООН Целями устойчивого развития до 2030 года. Оценочные индикаторы охватывали научно-исследовательскую, хозяйственную и просветительскую деятельность университетов, а также конкретные достижения, например, подготовка ежегодного отчета об устойчивом развитии университета или разработка плана действий университета по борьбе с изменением климата. По многим ЦУР британские университеты занимают высокие места; например, университет Лейчестера первый в рейтинге по ЦУР15 – Сохранение экосистем суши, в десятку лучших входят еще Королевский университет Белфаста (8 место) и Ноттингемский университет (9 место). Университет Ньюкасла и Лондонский Кингз-Колледж занимают соответственно 6 и 7 места в рейтинге по ЦУР11 – Устойчивые города. В рейтинге по ЦУР12 – Ответственное потребление и производство шесть британских университетов находятся в первой десятке: университет Манчестера (3 место), Ноттингемский университет (4 место), Бангорский университет (7 место), университет Ньюкасла (8 место), университет Лидса (9 место) и Борнмутский университет (10 место).



### Литература

1. Алексеева Н.Н., Аршинова М.А., Банчева А.И. и др. Университетское экологическое образование в современном мире. Под ред. Н.С.Касимова, Н.Н.Алексеевой. М.: Буки Веди, 2020. – 340 с.
2. Academic Ranking of World Universities. <http://www.shanghairanking.com/>
3. Earth Sciences, Environmental Sciences and Environmental Studies. Subject Benchmark Statement. UK Quality Code for Higher Education Part A: Setting and maintaining academic standards. The Quality Assurance Agency for Higher Education 2014
4. Environmental Responsibility: An agenda for further and higher education. Report of Committee on Environmental Education in Further and Higher Education, 1993
5. Palmer J.A. Environmental Education in the 21<sup>st</sup> century. Theory, practice, progress and promise. London, New York; Routledge, 1998
6. Pritchard D.J. Growing Environmental Education and Sustainability within Universities. Journal of Pedagogic Development Volume 4 Issue 3 2014
7. QS World University Rankings. <https://www.topuniversities.com/university-rankings>
8. The Times Higher Education World University Rankings. <https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings>
9. Tilbury D. Environmental Education for Sustainability: defining the new focus of environmental education in the 1990s. Environmental Education Research, Volume 1, 1995 - Issue 2, 195-212

**М.А. Arshinova**

#### **ENVIRONMENTAL EDUCATION IN BRITISH UNIVERSITIES: INSTITUTIONAL AND SUBSTANTIVE ASPECTS**

Organizational, methodological and substantive aspects of environmental education at British universities are considered. Evolution of the national system of higher environmental education is discussed. Implementation of environmentally oriented educational programs at the leading universities of the country is analyzed. Studying the experience of British universities in the field of environmental education reveals both successes and shortcomings, a comprehensive analysis of which could be useful for the Russian higher education.

*Key words:* Bachelor's programs; Master's programs, Environmental Geosciences, SDG university rankings

**УДК 502(504)/378.046.4**

***Е.И. Голубева, Н.И. Тульская, Е.В. Глухова***

*Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова*

г. Москва, Россия (E-mail: [egolubeva@gmail.com](mailto:egolubeva@gmail.com), [tnadya@mail.ru](mailto:tnadya@mail.ru), [evglukhova@gmail.com](mailto:evglukhova@gmail.com))

#### **СИСТЕМА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СФЕРЕ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ГЕОГРАФИЧЕСКОМ ФАКУЛЬТЕТЕ МГУ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА**

Обсуждается система дополнительного образования в сфере экологии и природопользования, развивающаяся на географическом факультете более 20 лет.

Рассмотрены особенности учебного плана, формируемые компетенции и перспективы развития программ.

*Ключевые слова:* дополнительное профессиональное образование, повышение квалификации, профессиональная переподготовка, экология, природопользование

Сегодня экология представляет новую мировоззренческую концепцию, включающую необходимость расширения экологического образования на разных уровнях и в различных формах. В Целях устойчивого развития (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/>) это нашло отражение в отдельном разделе (ЦУР – 4) «Обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех» (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/education/>).

Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова уже более 30 лет ведет профессиональную подготовку специалистов разного уровня (от бакалавров до аспирантов) по направлениям «Экология и природопользование» и «География». Помимо этого, также ведется обучение на программах дополнительного профессионального образования - повышения квалификации и профессиональной переподготовки. Именно на опыте преподавания и некоторых результатах в этом направлении экологического образования мы хотели остановиться подробнее.

Программа охватывает междисциплинарную область, включающую элементы специальностей "Экология" и "Рациональное природопользование" и включает основы биологических, географических, технических, социально-экологических, экономических и правовых дисциплин, связанных с взаимодействием человека и природы. Цель программы – подготовка кадров научно-образовательных, научно-исследовательских, управленческих и производственных организаций в сфере экологии, природопользования и охраны окружающей среды. Она ориентирована на слушателей, имеющих высшее или среднее профессиональное образование и желающих получить новую специальность. Особую актуальность программы приобретают в связи с введением новых требований профессиональных стандартов, по которым работникам необходимо иметь профильное базовое или дополнительное образование.

В процессе обучения предполагается получение профессиональных навыков в организационной, управленческой и производственной деятельности в области географии, экологии, рационального использования природных ресурсов.

Программа ориентирована на людей, уже имеющих высшее или среднее специальное образование, преимущественно работающих, или студентов выпускного курса, поэтому она реализуется в очно - заочной (вечерней) и заочной формах с широким применением дистанционных технологий. Это позволяет получить знания в новой области науки и практической деятельности не только жителям Московского региона, но и слушателям из других регионов и стран ближнего зарубежья.

По программе профессиональной переподготовки обучение проходит в течение одного учебного года, которое после завершения лекций, семинаров и практических занятий и получения положительных оценок, завершается защитой итоговой квалификационной работы (ИКР) на заседании итоговой аттестационной комиссии (ИАК). Для специалистов,

уже работающих в сфере экологии и природопользования, есть программы повышения квалификации, рассчитанные на 36 часов, которые также после прослушанных лекций, семинаров и практических, завершаются защитой выпускных работ (рефератов).

Если говорить о формализованных результатах обучения, то в результате обучения формируются следующие компетенции, необходимые для профессиональной деятельности:

- владение концептуальными основами геоэкологии и природопользования, в т.ч. числе знанием природных закономерностей функционирования ландшафтной сферы Земли и современного состояния геосистем;

- знакомство с современными лабораторными и полевыми методами исследований состояния компонентов окружающей среды; способность применить на практике принципы биоиндикации и геоэкологического мониторинга;

- способность к использованию знаний о природных, экономических, социальных закономерностях формирования ландшафтов для разработки подходов к решению проблем природопользования, в т.ч. с позиций концепции устойчивого развития;

- способность применять принципы классификации природных, природно-антропогенных и антропогенных ландшафтов для целей ландшафтного и геоэкологического картографирования;

- знакомство с методами анализа информации с помощью данных дистанционного зондирования и ГИС-технологий для диагностики состояния окружающей среды; умение применять данные дистанционного зондирования и наземных наблюдений для анализа особенностей территориальных структур природопользования;

- готовность к решению практических задач в области экологии и природопользования на основе базовых знаний об общих и правовых основах природопользования и экономики природопользования;

- способность использовать знание базовых законов экологии, теоретических основ геоэкологии и геоэкологического подхода для анализа изменений природной среды и прогноза ее дальнейшего развития и в целях рационального природопользования.

В учебный план включены следующие модули:

- Основы экологии: актуальные проблемы,
- Загрязняющие вещества в окружающей среде, методы исследования;
- Введение в природопользование и устойчивое развитие
- Природные ресурсы и региональные проблемы природопользования
- Отраслевое (промышленное, сельскохозяйственное, транспортное, селитебное, природоохранное и рекреационное и др.) природопользование
- Экология города
- Проблемы утилизации отходов
- Экономика и социально-экологические проблемы природопользования
- Менеджмент и аудит в экологии
- Основы экологического мониторинга;
- Правовые основы охраны окружающей среды
- Промышленная экология и основы экологической экспертизы
- Дистанционные методы и ГИС-технологии в экологии и природопользовании.

Несмотря на то, что полевые практики программой не предусмотрены, иногда удается, благодаря энтузиазму слушателей и преподавателей, организовать выезды на учебно-научные базы Московского университета (рис.1) или в ближайшие особо охраняемые природные территории, что, несомненно, способствует профессиональной подготовке и формированию нового коллектива.

В заключение хотелось бы отметить, что, как правило, на эти программы приходят люди с четко выраженной мотивацией и желанием получить новые знания, что отмечают все преподаватели. Это заметно и в процессе обучения, и при выборе тем выпускных работ, и в ответственном отношении на всех этапах обучения. Как правило, наши выпускники находят работу, отвечающую их новому образованию и профессиональным интересам. Ряд выпускников продолжают образование в сфере экологии и географии уже в аспирантуре, успешно защищают диссертации и пополняют ряды преподавателей программ.



Рис. 1. Практика студентов программы дополнительного образования географического факультета МГУ на Беломорской биологической станции имени М.А.Перцова (07-19.06.2010 г.) <http://wsbs-msu.ru/doc/view.php?ID=178>

**E. I. Golubeva<sup>1</sup>, N. I. Tulskaya<sup>1</sup>, E. V. Glukhova<sup>1</sup>**

**PROFESSIONAL DEVELOPMENT COURSES IN ECOLOGY AND ENVIRONMENTAL  
MANAGEMENT OFFERED AT THE DEPARTMENT OF GEOGRAPHY,  
LOMONOSOV MOSCOW STATE UNIVERSITY**

We will discuss professional development courses in the field of ecology and environmental management, which has been developed at the Department of Geography for more than 20 years and continue to evolve. Curriculum, skills and competencies received by students upon completion, future program developments are described as well.

*Keywords:* professional development, postgraduate education, professional retraining, ecology, environmental management studies

УДК 378.374.091.212.8:502.1(470.344)

*Н.Г. Караганова, С.С. Еремеева, Е.Н. Житова*

*Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова,  
г. Чебоксары, Россия (E-mail: amazonka1@rambler.ru; Eremeeva\_Svetlana1978@mail.ru,  
obakova\_80@mail.ru)*

### **ПРОБЛЕМЫ ТРУДОУСТРОЙСТВА ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ЭКОЛОГИЯ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ» ЧУВАШСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ИМ. И.Н. УЛЬЯНОВА**

В статье охарактеризован вопрос общего трудоустройства выпускников направления «Экология и природопользование» Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова, рассмотрена проблема и определены факторы, негативно влияющие при устройстве на работу по специальности, полученной в вузе.

*Ключевые слова:* высшее экологическое образование, рынок труда, мониторинг выпускников, каналы трудоустройства, специалисты-экологи.

В сложных и постоянно изменяющихся экономических и экологических условиях Российской Федерации профессия «эколог» не теряет своей актуальности и занимает определенное, хотя и неоднозначное место на рынке труда. Требования к подобным специалистам довольно высокие и отличаются разнообразным спектром умений, знаний, навыков технического, нормативно-правового, проектно-экологического, организационного плана, которые предъявляют работодатели к соискателям на вакансию эколога. Основной причиной отказа кандидатам при приеме на работу является нехватка теоретических и, особенно, практических знаний по специальности и отсутствия интереса к работе [2]. В тоже время, высокие требования зачастую не компенсируются предлагаемым уровнем заработной платы, что существенно снижает интерес к занимаемой должности и не способствует желанию молодого специалиста продолжить свою работу в сфере экологии. Кроме этого, проблема трудоустройства в Чувашской Республике осложняется социально-экономической ситуацией в регионе (кризис в работе промышленных и аграрных предприятий, укомплектованность государственных и муниципальных учреждений и т.д.), когда предложения на экологическом рынке труда существенно превышают спрос.

Статья является логическим продолжением исследований заинтересованности субъектов Приволжского федерального округа в высшем экологическом образовании, где рассмотрено его становление на территории Чувашской Республики [3], оценки удовлетворенности и потребностей внутренних потребителей (студентов), обучающихся по направлению подготовки «Экология и природопользование» в Чувашском государственном университете [1], а также оценки потребности в специалистах-экологах на промышленных предприятиях Чувашской Республики [2].

Начиная с 2011 года, в Чувашском государственном университете им. И.Н. Ульянова (далее – ЧГУ им. И.Н. Ульянова) ведется подготовка кадров по направлению «Экология и природопользование» по программам академического и прикладного бакалавриата очной, очно-заочной и заочной форм обучения [3]. Первый полноценный выпуск студентов по данному направлению состоялся в 2016 г. и на сегодняшний день диплом эколога имеют

свыше 50 обучившихся только по очной форме, а совместно с очно-заочной и заочной формами эта цифра превысила 120 человек. В период 2016-2019 гг. количество выпускников очной формы составило 40 человек (35% - юноши, 65% - девушки), 98% из которых до поступления в ЧГУ проживали на территории Чувашской Республики.

Анализируя результаты ежегодного мониторинга выпускников очной формы обучения по каналам занятости, проводимого историко-географическим факультетом, на базе которого ведется подготовка по направлению «Экология и природопользование» и Центром содействия занятости обучающихся и выпускников (ЦСЗОиВ) при ЧГУ им. И.Н. Ульянова, можно отметить, что на 2020 год 77,5% выпускников 2016-2019 гг. изучаемого направления официально трудоустроены. Динамика показателей распределения выпускников 2016-2019 гг. по каналам занятости в первые годы после окончания обучения достаточно интересна (рис.1-3).



Рис. 1. Распределение выпускников 2016-2019 гг. по каналам занятости в 1 год после окончания обучения



Рис. 2. Распределение выпускников 2016-2019 гг. по каналам занятости во 2 год после окончания обучения



Рис. 3. Распределение выпускников 2016-2018 гг. по каналам занятости в 3 год после окончания обучения

Из четырех выпусков только выпускники 2019 г. сразу же по окончании обучения трудоустроились на 100%, не затронув такие каналы как «служба в Вооруженных Силах Российской Федерации» и «обучение в магистратуре (без трудоустройства)». Выпускники 2016-2018 гг. проходили сложный путь трудоустройства, при этом сохранив довольно значительную долю категории «временно неработающие» (добровольная и вынужденная безработица).

В 2020 г. возросла доля вынужденной безработицы у выпускников 2017 г. (до 45%) в свете сложной экономической и санитарно-эпидемиологической ситуации. Необходимо отметить, что никто из выпускников 2017 г. не работает по полученной специальности, а основным направлением трудоустройства этой студенческой группы является сфера торговли. Доля добровольных безработных или неработающих официально значительна среди выпускников 2016 и 2018 гг. и причины такой безработицы различны: отсутствие мотивации к труду, неудачный опыт работы по полученной специальности, открытие собственного бизнеса без его легализации.

Больше половины обучающихся, поступивших в магистратуру, одновременно активно занимались поиском работы и смогли трудоустроиться. Отсутствие магистратуры по направлению «Экология и природопользование» в ЧГУ им. И.Н. Ульянова подтолкнуло бакалавров на поступление в магистратуры технического, естественного и гуманитарного направления («География», «Техносферная безопасность», «Управление качеством», «Юриспруденция»), что, с одной стороны, позволило перейти им на второй уровень высшего образования, хотя и с изменением направления подготовки, с другой – расширить компетенции выпускника и увеличить его возможности на рынке труда. Выпускники, особенно 2016 и 2018 гг., окончившиеся магистратуру, успешно трудятся в сфере экологии, промышленной безопасности, охраны труда, системы менеджмента качества, юриспруденции.

Ежегодно около 20% из числа выпускников становятся потенциальными кандидатами на переобучение или получение дополнительной профессии. Многие из обучающихся проходят курсы переподготовки по направлениям «География», «Землеустройство и кадастр» еще во время студенчества и это позволяет им работать учителями географии или

помощниками кадастровых инженеров, что также помогает снизить показатели потенциальной безработицы.

К сожалению, в сфере экологии и природопользования в настоящее время работает только 25,8% молодых специалистов, окончивших ВУЗ в период 2016-2019 гг. Наибольшая доля выпускников трудится на должности «эколог», «специалист отдела экологии», «инженер-эколог» на предприятиях ЖКХ, благоустройства и строительства (рис. 4).

С течением времени промышленные предприятия периодически нуждаются в новых специалистах-экологах. На заводах Чувашской Республики такая потребность появляется, приблизительно, один раз в несколько лет. И если выпускники 2016 г. заняли вакантные должности экологов на промышленных, аграрных и санаторно-курортных предприятиях, то выпускники 2018-2019 гг. работают в основном в сфере ЖКХ и строительства. Как отмечают сами выпускники, главным фактором их трудоустройства стало наличие рекомендаций, связей и знакомств. Специалисты, работающие в государственных и муниципальных организациях, хорошо зарекомендовали себя во время производственных практик еще в студенчестве и были впоследствии приглашены на официальное трудоустройство.



Рис. 4. Доля выпускников направления «Экология и природопользование» ЧГУ им И.Н. Ульянова 2016-2019 годов, работающих в сфере экологии

На наш взгляд, существующие проблемы трудоустройства выпускников направления «Экология и природопользование» ЧГУ им И.Н. Ульянова по специальности довольно типичны для данного направления российских ВУЗов (недостаточность специальных знаний, отсутствие полноценных производственных практик, устаревшая материально-техническая база, разочарованность в выбранной профессии после окончания вуза, слабые профессионально-личностные качества молодых специалистов, отсутствие предложений на рынке труда, завышенные требования работодателей, низкая заработная плата и др.). Некоторым решением данной проблемы может стать сбалансированный подход к схеме замкнутого цикла «студент-преподаватель-работодатель», внедрение новых образовательных



стандартов по направлению «Экология и природопользование» и срочная стабилизация социально-экономического положения регионов, где вопросы негативного воздействия на окружающую среду остаются на сегодняшний момент далеко не решенными, а работа эколога – востребованной.

### Литература

1. *Караганова Н.Г., Михайлова М.Ю., Гаврилов О.Е., Миронов А.А.* Проблемы качества экологического образования в рамках направления подготовки «Экология и природопользование» на базе Чувашского государственного университета им. И.Н. Ульянова (опыт социологического исследования) // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1; URL: [www.science-education.ru/121-18814](http://www.science-education.ru/121-18814).
2. *Караганова Н.Г., Миронов А.А., Гаврилов О.Е., Михайлова М.Ю.* Оценка потребности в специалистах-экологах на промышленных предприятиях Чувашской Республики // Успехи современного естествознания. – 2017. – № 2. – С. 80-85; URL: <https://www.naturalsciences.ru/ru/article/view?id=36367>.
3. *Михайлова М.Ю., Караганова Н.Г.* Заинтересованность субъектов Приволжского федерального округа в высшем экологическом образовании // Современная экология: образование, наука, практика. Материалы международной научно-практической конференции (г. Воронеж, 4-6 октября 2017г.). Том 1. – С. 89-104.

**N.G. Karaganova, S.S. Ereemeeva, E.N. Zhitova**

### **PROBLEMS OF EMPLOYMENT OF STUDENTS IN THE DIRECTION «ECOLOGY AND NATURE USE» OF THE I.N. ULYANOV CHUVASH STATE UNIVERSITY**

The article describes the issue of general employment of graduates of the direction «Ecology and environmental management» of the Chuvash State University named after I.N. Ulyanov, the problem and features of the prefix in the specialty received by the university are considered.

*Keywords:* higher environmental education, labor market, monitoring of graduates, employment channels, environmental specialists.

УДК 911.2/373

**Е.Г. Кольмакова**

*Белорусский государственный университет*  
г. Минск, Республика Беларусь (e-mail: [a\\_kalm@mail.ru](mailto:a_kalm@mail.ru))

### **РОЛЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ ДЛЯ УЧРЕЖДЕНИЙ СРЕДНЕГО ОБРАЗОВАНИЯ В ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ В ВУЗАХ**

В статье освещается вопрос изменения содержания учебно-методического обеспечения учебной дисциплины "География" в учреждениях общего среднего образования в Республике Беларусь. Автором разработаны и успешно внедрены инновационные учебно-методические комплексы по физической географии в 6

классе и по географии материков и океанов в 7 классе. Показана структура новых учебно-методических комплексов и отличительные особенности их компонентов с позиции преемственности географического и геоэкологического образования в высшей школе.

*Ключевые слова:* физическая география, общее среднее образование, учебно-методический комплекс, учебные пособия, рабочие тетради, компетентностный подход

Общее среднее образование в Республике Беларусь с 2016-2017 учебного года перешло на новую концепцию изучения учебного предмета «География» на II и III ступени образования. Структура часов учебного предмета «География» на базовом уровне представлена следующим образом:

- 6 класс: Физическая география (35 ч.),
- 7 класс: Материки и океаны (35 ч.),
- 8 класс: Страны и народы (70 ч.),
- 9 класс: География Беларуси (50 ч.),
- 10 класс: Социально-экономическая география (35 ч.),
- 11 класс: Глобальные проблемы человечества (35 ч.).

На повышенном уровне количество учебных часов в 10-11 классах возрастает до 105.

Новая концепция изучения предмета повлекла необходимость пересмотра методических подходов к организации образовательного процесса, при условии улучшения качества образовательного контента и сохранении научной фундаментальности с учетом потребностей личности, общества и государства. Возросли требования к новым учебным и учебно-методическим ресурсам. Они должны: во-первых, соответствовать новой программе учебного предмета «География» [1], во-вторых, соответствовать концепции «базового учебника», в-третьих, отвечать общемировым тенденциям и современным знаниям в географической предметной области; в-четвертых, базироваться на компетентностном подходе, позволяющем обеспечивать эффективное и глубокое усвоение знаний с возможностью их практического применения в жизни и хозяйственной деятельности. При этом важно, чтобы наряду с учебным пособием были разработаны и другие новые дидактические средства обучения, обеспечивающие всем необходимым как учителей, так и учащихся. Реализовать эти требования было необходимо в условиях сокращения учебных часов, отведенных на изучение курса «Физической географии» в VI классе и «Географию материков и океанов» в VII классе до 1 урока в неделю (35 часов в год), что объективно является недостаточным для раскрытия их содержания.

Для реализации выше изложенных целей Е.Г. Кольмаковой (с соавторами) в 2016-2019 гг. были разработаны и внедрены в систему общего среднего образования Республики Беларусь инновационные учебно-методические комплексы (УМК): по «Физической географии» для 6 классов и по «Географии материков и океанов» для 7 классов. В состав каждого авторского УМК вошло по 11-12 изданий (рис. 1 и 2):

– новые учебные пособия «География. Физическая география. 6 класс» и «География. Материки и океаны. 7 класс» на русском и белорусском языках [2-3],

- атласы по физической географии и географии материков и океанов на русском и белорусском языках [4-5],
- контурные карты по физической географии и географии материков и океанов на русском и белорусском языках [6-7],
- тетради для практических работ по географии для 6 и 7 класса на русском и белорусском языках [8-9];
- рабочие тетради по физической географии для 6 и 7 класса на русском языке [10-11];
- опорные конспекты по физической географии для 6 и 7 классов [12-13];
- учебно-методические пособия для учителя по географии в 6 и 7 классах [14-15];
- план-конспекты уроков для учителей по географии 7 класса [16].



Рисунок 1.

Авторская линейка пособий УМК по физической географии для 6 классов учреждений общего среднего образования

Отличиями авторских УМК по географии в 6-7 классах являются:

- преемственность концепции и методического аппарата;
- расширение возможностей стимулирования познавательной активности учащихся;
- усиление ориентации на самостоятельность учащихся;
- многофункциональность и практикоориентированность компонентов УМК;
- мультимедийность и интерактивность контента приложений (с использованием дополненной реальности),
- возможность обучения на двух официальных языках – белорусском и русском.

Ключевым звеном инновационных УМК являются новые учебные пособия [2-3]. По содержанию и структуре они ориентированы на формирование ключевых географических предметных компетенций в соответствии с современными методическими подходами и новыми нормативными документами. В данных изданиях авторы особое внимание уделяют формированию геоэкологической парадигмы у учащихся. Проблемы взаимодействия человека и оболочек Земли показываются в причинно-следственной связи, отражаются в динамике и сопровождаются прогнозом (сценариями) развития тех или иных географических

процессов. Данная информация призвана выступать пропедевтикой курса географии в 11 классе – «Глобальные проблемы человечества». Курсы географии в 6, 7, 11 классах закладывают основы геоэкологического мировоззрения у школьников и важны для их будущей подготовки в вузах как специалистов географического и геоэкологического профиля.



Рисунок 2.

Линейка пособий УМК по географии материков и океанов для 7 классов учреждений общего среднего образования

Принципиальными отличиями учебных пособий нового поколения от предшествующих изданий являются:

- структурированность, логичность и полнота изложения минимально необходимого материала с учетом психолого-возрастных особенностей учащихся,
- реализация дифференцированного подхода к обучению,
- акцент на причинно-следственные связи,
- развернутый методический и навигационный аппарат,
- реализация компетентностного подхода через практикоориентированность заданий,
- новые научные данные,
- проблемные вопросы,
- активные межпредметные связи,
- дружелюбный интерфейс (герои-путешественники на страницах),
- электронный контент для дистанционного обучения (электронные образовательные ресурсы на национальном образовательном портале <https://adu.by/ru/>).

Авторские рабочие тетради представляет собой издания нового поколения в географическом образовательном пространстве – это тетради-учебники, содержащие поурочные разработки с основами теоретических положений учебного материала по каждой теме и разнообразными рубриками. Широкий набор заданий разного уровня сложности

направлен на формирование ключевых географических компетенций путем закрепления и проверки знаний, полученных на уроках. Содержащиеся в тетради алгоритмы выполнения заданий и примеры их оформления способствуют развитию у учащихся навыков самостоятельной работы.

Дополнением к УМК служат новые настенные физические карты материков, мира и полушарий производства РУП Белкартография, специальное содержание которых разработано автором.

Представленные линейки учебно-методического комплекса по географии для 6-7 классов является едиными взаимодополняемыми системами учебных пособий, разработанными на основе содержания новых авторских учебных пособий («География. Физическая география. 6 класс» и «География. География материков и океанов. 7 класс»). Поливариантность содержания компонентов УМК позволяет учителю моделировать учебный процесс: самостоятельно выбирать методику изучения материала с учётом индивидуально-возрастных и психологических особенностей учащихся, степени их заинтересованности предметом, наличия факультативных часов и других факторов.

При изучении указанных курсов максимального эффекта усвоения учебного материала можно достичь при сочетании приемов работы со всеми элементами УМК. Работа с ними позволяет не только усваивать учебный материал курсов в полном объёме, но и обеспечивает индивидуализацию обучения через вариативность компонентов УМК с учетом возрастных особенностей обучаемых и степени их мотивации. Грамотное сочетание ресурсов УМК даёт возможность реализовывать разнообразные формы обучения с эффективным освоением предметных, метапредметных и личностных компетенций.

### Литература

1. Учебные программы по учебному предмету «География» для VI–VII классов учреждений общего среднего образования с русским и белорусским языками обучения и воспитания. Режим доступа: – <http://adu.by/ru/homepage/obrazovatelnyj-protsess-2017-2018-uchebnyj-god/202-uchebnye-predmetry-v-xi-klassy/1286-geografiya.html>. – Дата доступа: 1.09.2019.
2. Кольмакова Е.Г. География. Физическая география: учеб. пособие для 6-го кл. учреждений общ. среднего образования с рус. яз. обучения / Е.Г.Кольмакова, В.В. Пикулик; под ред. Кольмаковой Е.Г. – Минск: Народная асвета, 2016. – 190 с.
3. Кольмакова, Е. Г. География. Материки и океаны: учеб. пособие для 7-го кл. учреждений общ. сред. образования с рус. яз. обучения / Е.Г. Кольмакова, П.С. Лопух, О.В. Сарычева. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2017. – 240 с.
4. Атлас. Физическая география: учебное пособие для 6 класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения / РУП «Белкартография», отв. ред. Компанец Л.В., авт. спец. сод. Кольмакова Е.Г., Пикулик В.В. – Минск, 2016. – 36 с.
5. Атлас. География. Материки и океаны: учебное пособие для 7 класса учреждений общего среднего образования с русским языком обучения / РУП «Белкартография», отв. ред. Шумкевич Н.И., авт спец. содержания Кольмакова Е.Г., Лопух П.С., Сарычева О.В. – Минск, 2017. – 88 с.
6. Контурные карты. Физическая география. 6 класс: пособие для учащихся учреждений общего среднего образования с русским языком обучения / РУП «Белкартография», ред. Варочкина Т.И., авт. спец. сод. Кольмакова Е.Г., Пикулик В.В. – Минск, 2016. – 28 с.

7. Контурные карты. География. Материки и океаны. 7 класс: пособие для учащихся учреждений общего среднего образования с русским языком обучения / РУП «Белкартография», ред. Шилай И. И., авт. содерж. и практ. зад. Кольмакова Е.Г., Сарычева О.В. – Минск, 2018. – 44 с.
8. Кольмакова Е.Г. География. Физическая география. 6 класс: тетрадь для практических работ: пособие для учащихся учреждений общ. сред. образования с русск. яз. обучения / Е.Г. Кольмакова, В.В. Пикулик. – Минск: Аверсэв, 2016. – 90 с.
9. Кольмакова, Е.Г. География. Физическая география. 7 класс: тетрадь для практических работ: пособие для учащихся учреждений общ. сред. образования с русск. яз. обучения / Е.Г. Кольмакова, В.В. Пикулик. – Минск: Аверсэв, 2017. – 90 с.
10. Кольмакова, Е.Г. География. Физическая география. 6 класс: рабочая тетрадь: пособие для учащихся учреждений общ. сред. образования с русск. яз. обучения / Е.Г. Кольмакова, В.В. Пикулик. – Минск: Аверсэв, 2016. – 128 с.
11. Кольмакова, Е.Г. География. Материки и океаны. 7 класс: рабочая тетрадь: пособие для учащихся учреждений общ. сред. образования с русск. яз. обучения / Е.Г. Кольмакова, О.В. Сарычева, А.Г. Шандроха. – Минск: Аверсэв, 2018. – 95 с.
12. Кольмакова, Е.Г. География. Физическая география. 6 класс: опорные конспекты / Е.Г. Кольмакова, В.В. Пикулик. – Минск: Аверсэв, 2018. – 80 с.
13. Кольмакова Е.Г., Пикулик В.В. География материков и океанов. 7 класс: опорные конспекты. – 1-е издание. – Минск, Аверсэв, 2019. – 80 с.
14. Пикулик, В.В. География в 6 классе: учебно-методическое пособие для учителей учреждений общего среднего образования с белорусским и русским языками обучения / В.В. Пикулик, Е.Г. Кольмакова – Минск, НИО, 2018. – 200 с.
15. Кольмакова, Е.Г. География материков и океанов в 7 классе: пособие для учителей учреждений общего среднего образования с рус. яз. обучения / Е.Г.Кольмакова, В.В. Пикулик. – Минск: Аверсэв, 2019. – 240 с.
16. Кольмакова, Е.Г. План-конспект уроков. География. Физическая география. 7 класс / Е.Г. Кольмакова, Е.Н. Тарасенок. – Минск: Аверсэв, 2020. – 176 с.

**A.G. Kolmakova**

**THE ROLE OF EDUCATIONAL-METHODOLOGICAL COMPLEXES  
ON PHYSICAL GEOGRAPHY FOR SECONDARY SCHOOLS  
IN THE TRAINING OF SPECIALISTS IN GEOGRAPHY AT UNIVERSITIES**

The article describes the issue of changing of the content of educational and methodological support of the discipline "Geography" in institutions of general secondary education in the Republic of Belarus. The author has developed and successfully implemented the innovative educational-methodical complexes of physical geography for the 6th grade and geography of continents and oceans for the 7th grade. The structure of new educational-methodical complexes and the distinctive features of their components from the perspective of geographical and geocological education in higher education are shown.

*Keywords:* physical geography, secondary education, educational-methodical complex, textbook, competence approach.

УДК 378.14

*О.А. Хлебосолова**Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе  
г. Москва, Россия (E-mail: o.hlebosolova@mail.ru)*

### **КАЧЕСТВО ВЫСШЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ЕГО ОЦЕНКИ**

Статья посвящена основным задачам в области оценки качества экологического образования в российских вузах. Рассмотрены взгляды работодателей, профессорско-преподавательского состава и выпускников на результаты подготовки. Обсуждаются условия оценки профессиональных компетенций. Особое внимание уделяется оценке результатов экологического образования в соответствии с новым образовательным стандартом для бакалавров.

*Ключевые слова:* экологическое образование, качество образования, профессиональная компетентность.

Важнейшим индикатором развития высшего образования является его качество, отражающее соответствие (либо несоответствие) образовательной системы требованиям социума, профессионального сообщества и личности к образованию. Оценка качества образования позволяет определить степень эффективности любых новаций и является обязательным условием модернизации отечественного высшего образования.

Сказанное в полной мере относится к высшему экологическому образованию и особенно актуально в период перехода вузов на новые образовательные стандарты [3]: это обусловлено необходимостью изучения итогов предшествующего этапа, анализа достижений и выявления «слабых мест» в подготовке кадров высшей квалификации, выбора приоритетных направлений дальнейшей работы.

*Что же необходимо делать в первую очередь?* Для ответа на этот вопрос попытаемся кратко представить наиболее важные задачи, стоящие перед профессиональным педагогическим сообществом в области оценки качества высшего экологического образования.

1. В новом стандарте впервые отсутствуют требования к профессиональным результатам освоения программы [3]. Это создаёт определенные трудности, так как каждая образовательная организация должна сформулировать профессиональные компетенции самостоятельно с учетом имеющихся приоритетов и проблем, выявленных по итогам оценки качества. Вместе с тем, эта ситуация во многом позитивна, поскольку впервые появляется реальная возможность построить систему профессионально-ориентированных «требований-результатов» (вместо использовавшихся ранее «требований-целей»). Отличительной особенностью «требований-результатов» служит их направленность на формирование у студентов знаний, умений и компетенций, заданных максимально диагностично, то есть проверяемо с помощью педагогических измерений. Однако разработать такую систему непросто: для этого необходимо провести предварительные исследования в области оценки качества современного высшего экологического образования, учесть недостатки в подготовке кадров, наконец, разработать соответствующие контрольно-измерительные

материалы для выявления сформированности планируемых результатов образовательной деятельности.

2. Трудность решения проблемы оценки качества высшего экологического образования усугубляется недостатком имеющихся данных о фактических достижениях и трудностях студентов, отсутствием результатов массовых обследований [2]. Анализ педагогических и социологических исследований на эту тему указывает на их недостаточность и фрагментарный характер, что не позволяет экстраполировать имеющиеся данные и использовать их для обобщенного анализа сложившейся ситуации. Это самое слабое звено в системе профессиональной подготовки кадров не только экологов, но и высшей школы в целом. Незнание фактической ситуации не позволяет строить адекватные модели её улучшения, а значит – управлять качеством.

3. Следует также отметить, что широко распространенные в мире системы оценки качества высшего образования по итогам аттестации выпускников [1], не отвечают современным реалиям, так как качество образования – это производное как минимум пяти составляющих [4], которые должны быть измерены и проанализированы:

- результатов образовательного процесса и достижений студентов,
- качества содержания экологического образования,
- качества преподавания,
- качества образовательной среды,
- качества администрирования.

(В вузах для оценки качества экологического образования обычно используются только первый пункт данного списка, да и то только в части результатов).

4. Реальные «достижения» студентов в усвоении учебного материала практически никогда не оцениваются, поскольку требуют более сложных измерений. Так для оценки «результатов» образовательной деятельности фактические ответы студентов достаточно сравнить с заданными образцами и нормами, прописанными в рабочих программах учебных дисциплин, или с требованиями к итоговой аттестации. Для оценки «достижений» студентов необходимо сопоставить прошлые и сегодняшние результаты по каждому студенту и выявить его прогресс в обучении («приращения» в знаниях, умениях, компетенциях) [4]. Помимо прочих трудностей, это предполагает создание особых контрольно-измерительных материалов, разработку баз данных и систематическую работу по их заполнению и анализу.

5. Особое значение имеет использование подходящего педагогического инструментария для измерения результатов образовательной деятельности: повсеместное широкое использование тестовых материалов вряд ли оправдано. Классические тесты (задания с выбором ответа) не позволяют выявлять знания на уровне их применения, обобщения и систематизации, тем более оценивать формирование у обучающихся универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций. Для этого существуют принципиально иные педагогические инструменты, включающие задания промежуточного и открытого типа, а также особые формы обучения, позволяющие выявить взгляды и убеждения студентов [5].

Представленный выше перечень задач, стоящих перед высшим экологическим образованием, нельзя назвать исчерпывающим: в нем обозначены только ключевые задачи,



от решения которых зависит кардинальное изменение ситуации к лучшему, а также итоги модернизация в целом.

*Можно ли уже сегодня что-либо сказать о качестве высшего экологического образования в контексте выдвинутых выше концептуальных подходов?* В 2013 году нами были начаты исследования по этой теме на базе экологического факультета Российского государственного геологоразведочного университета им. Серго Орджоникидзе, где осуществляется подготовка бакалавров и магистров по направлению «Экология и природопользование». В некоторых исследованиях приняли участие студенты других российских вузов, в том числе «непрофильных», где не осуществляется подготовка будущих экологов. На основании имеющихся к настоящему времени данных, представим некоторые результаты проведенных исследований.

Ситуацию в высшем экологическом образовании следует рассматривать, прежде всего, на предмет её соответствия требованиям профессионального сообщества (работодателей и педагогов и личности (выпускников университетов). Следовательно, нам необходимо охарактеризовать:

- рынок труда для выпускников вуза по направлению подготовки «Экология и природопользование»;
- наиболее значимые для работодателей и преподавателей вуза положительные и отрицательные стороны в подготовке кадров;
- важные для выпускников стороны профессиональной подготовки в вузе.

Итоги исследований показывают, что выпускники нашего вуза успешно трудятся не только на предприятиях минерально-сырьевого комплекса России, но также в государственных структурах по надзору в сфере недропользования, природопользования и охраны окружающей среды, в научно-исследовательских и проектных институтах, на промышленных предприятиях, особо охраняемых природных территориях, в профильных консалтинговых фирмах, финансовых и страховых учреждениях, в средствах массовой информации, общественных организациях, правовых и законотворческих органах, образовательных учреждениях всех уровней.

*Позиция работодателей и профессорско-преподавательского состава* в отношении очевидных *положительных сторон* подготовки студентов достаточно близка: их в целом удовлетворяет теоретическая подготовка выпускников по специальным дисциплинам (непосредственно связанным с будущей профессией), уровень владения информационными технологиями, знание российских и международных стандартов и норм, коммуникабельность, мобильность, готовность работать в команде, способность к самокритике и восприятию конструктивных замечаний.

Среди *недостатков в подготовке студентов, отмеченных работодателями*, следует подчеркнуть недостаточную экономическую и юридическую подготовку, практическую подготовку в области экологии, уровень владения иностранным языком, способность применять имеющиеся знания для решения прикладных задач, недостаточную дисциплинированность, готовность вести переговоры, действовать в соответствии с нормами корпоративной этики. *Преподаватели* обращают особое внимание на недостаточный, по их мнению, уровень владения современными методами экологических исследований и

оборудованием, недостаточную инициативность, самостоятельность, внутреннюю дисциплину и ответственность, умение концентрироваться на решении поставленной задачи, а также завышенную самооценку.

Наиболее интересна *позиция выпускников, оценивающих недостатки своей профессиональной подготовки*, а именно:

- Недостаточный уровень знаний в области математики, экономики, права, фундаментальных проблем экологии и современных технологий, необходимый для решения научно-исследовательских и научно-производственных задач.
- Недостаточный для эффективной профессиональной деятельности уровень подготовки к эксплуатации современного оборудования, программных продуктов.
- Слабое представление о реальной ситуации, существующей в области природопользования, масштабе и степени негативного последствий хозяйственной деятельности людей на окружающую среду.
- Недостаточное владение социальными стратегиями / инструментами анализа альтернативных точек зрения, высказываемых представителями различных социальных слоев и профессиональных групп, для поиска оптимальных решений в сфере природопользования и охраны окружающей среды.
- Недостаточное владение легитимными средствами для противодействия «наплевательскому отношению руководителей всех уровней к экологическим проблемам», «доминированию корпоративных целей над общечеловеческими».
- Неумение находить баланс интересов при разрешении споров и конфликтов, обеспечивать сотрудничество всех заинтересованных сторон.

Представленные выше результаты отражают, на наш взгляд, общую ситуацию в подготовке экологов в университетах России, однако дальнейшие исследования могут выявить значимые различия. В любом случае, приведенные данные – это повод серьезно задуматься над формулировкой профессиональных компетенций и выбором соответствующего педагогического инструментария для их измерения и анализа, а в идеале – провести серьезные массовые исследования в области оценки качества вузовского экологического образования на основе решения перечисленных выше задач.

### Литература

1. Европейская квалификационная рамка для обучения в течение всей жизни (EQF) [Электронный документ] – Доступно по адресу: <http://docplayer.ru/33643458-Европейская-квалификационная-рамка-для-обучения-в-течение-всей-жизни-eqf.html>, режим доступа – свободный (дата обращения 20.09.2020)
2. Университетское экологическое образование в современном мире / под ред. Н.С. Касимова, Н.Н. Алексеевой. М.: Буки Веди, 2020. – 340 с.
3. ФГОС ВО: Бакалавриат по направлению подготовки 05.03.06. Экология и природопользование (Утв. Приказом Министерства науки и высшего образования РФ от 7 августа 2020г., №894) – 20 с.
4. Хлебосолова, О.А. Проблемы оценки качества школьного образования в современных педагогических исследованиях // Известия Российской Академии Образования. 2010. №1 (13). С. 94-100.

5. Хлебосолова, О.А. Имитационные игры “Sustainable cities, communities, countries and regions” в профессиональной подготовке студентов магистратуры / О.А. Хлебосолова М.С. Степанова, О.И. Петрова // Экологическое образование для устойчивого развития: теория и педагогическая реальность: Сб. статей по материалам XV Международной научно-практической конференции. Н.Новгород: Мининский университет. 2019. С. 202-204 с.

**O. A. Khlebosolova**

**QUALITY OF UNIVERSITY ENVIRONMENTAL EDUCATION  
AND PROSPECTS FOR ITS EVALUATION**

The paper is devoted to the main tasks in the field of quality assessment of environmental education for Russian universities. The positions of employers, university professors and university graduates are reviewed. The conditions for the development of professional competence are discussed. Particular attention is paid to the results of environmental education and the new educational standard for bachelors.

*Keywords:* environmental education, quality of education, professional competence.

Научное издание

## **МИРОВАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОВЕСТКА И РОССИЯ**

Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием

Москва, 16-18 ноября 2020 г.

Компьютерная верстка:

М.А. Аршинова

А.И. Банчева

Т.В. Комарова