



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  
**ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет»**  
**Всероссийская общественная организация**  
**«Русское географическое общество»**

**АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ**  
**ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В**  
**КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ДРУГИХ**  
**РЕГИОНАХ РОССИИ**

**Сборник материалов**

**Всероссийской научной конференции молодых учёных**  
**в рамках Межрегиональной молодежной научно-проектной**  
**школы «ГеоКузбасс» (г. Кемерово, 25-28 февраля 2021 года)**

**Кемерово**

**2021**

**УДК 91(470+571)**  
**ББК60.5 (2Рос)**

**Редакционная коллегия:** О. А. Брель, д-р пед. наук, доцент, заведующая кафедрой геологии и географии КемГУ; А. И. Зайцева, канд. экон. наук, доцент кафедры геологии и географии КемГУ; Т. В. Лешуков, старший преподаватель кафедры геологии и географии КемГУ.

**Актуальные направления географических исследований в Кемеровской области и других регионах России:** Сборник материалов Всероссийской научной конференции молодых ученых в рамках Межрегиональной молодежной научно-проектной школы «ГеоКузбасс» (г. Кемерово, 25-28 февраля 2021 года) / Под ред.: О. А. Брель; КемГУ. – Кемерово: КемГУ, 2021. – 262 с.

ISBN 978-5-8353-2736-2

Сборник составлен по материалам Всероссийской научной конференции молодых ученых «Актуальные направления географических исследований в Кемеровской области и других регионах России» в рамках Межрегиональной молодежной научно-проектной школы «ГеоКузбасс», являющейся проектом Грантовой программы Русского географического общества. В сборнике представлены статьи по основным направлениям работы конференции, в которых отражены достижения в научно-исследовательской деятельности молодых географов Кемеровской области и других регионов России.

#### **Программный комитет**

**Председатель:** А. Ю. Просеков, д-р техн. наук, профессор, член-корреспондент РАН, ректор ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет».

**Сопредседатель:** В. В. Поддубиков, канд. ист. наук, председатель Кемеровского регионального отделения Русского географического общества.

**Заместитель председателя:** О. А. Брель, д-р пед. наук, доцент, заведующая кафедрой геологии и географии КемГУ.

**Члены комитета:** А. И. Зайцева, канд. экон. наук, доцент кафедры геологии и географии КемГУ; В. А. Рябов, канд. геогр. наук, доцент, декан ФФКЕП НФИ КемГУ; О. С. Андреева, канд. геогр. наук, доцент кафедры геоэкологии и географии НФИ КемГУ; Д. А. Дирин, канд. геогр. наук, доцент, заведующий кафедрой физической географии и экологии ТюмГУ; А. А. Кашин, канд. геогр. наук, доцент кафедры географии, картографии и геоинформатики УдГУ; С. В. Овсянникова, канд. биол. наук, доцент, начальник отдела проектно-изыскательских работ и мониторинга окружающей среды ООО «СГП-ЭКО»; У. А. Загуменная, главный консультант ГКУ «Аппарат Общественной палаты Кемеровской области – Кузбасса»; Н. А. Белоусова, канд. культурологии, директор музея «Археология, этнография и экология Сибири»

#### **Организационный комитет**

**Председатель:** Ю. Н. Журавлев, д-р физ.-мат. наук, профессор, проректор по стратегическому развитию КемГУ.

**Члены оргкомитета:** О. А. Брель, д-р пед. наук, доцент, заведующая кафедрой геологии и географии КемГУ, А. И. Зайцева, канд. экон. наук, доцент кафедры геологии и географии КемГУ, А. Н. Соловицкий, канд. техн. наук, доцент кафедры геологии и географии КемГУ, Н. В. Кавкаева, канд. пед. наук, доцент кафедры экономической теории и государственного управления КемГУ, преподаватели и сотрудники кафедры геологии и географии КемГУ: Ф. Ю. Кайзер, А. С. Акулова, Т. В. Лешуков, К. В. Легошин, К. А. Макаров, О. И. Жорова.

*Оргкомитет выражает благодарность за сотрудничество А. М. Стоянову, директору ГАУК КО «Историко-культурный и природный музей-заповедник «Томская Писаница»*

ISBN 978-5-8353-2736-2

**УДК 91(470+571)**  
**ББК60.5(2Рос)**

© ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», 2021

<b>Смирнова В. А.</b> Основные тенденции развития школьного географического образования на современном этапе .....	65
<b>Тачаев А. Ю.</b> Метод проектов в школьном географическом краеведении (на примере Кемеровской области) .....	69
<b>Теряева А. В.</b> Формирование мотивации к обучению с помощью интерактивных сервисов на уроках географии .....	74
<b>Четочникова М. Л.</b> Геймификация учебного процесса на примере изучения школьного курса географии 10-11 классов .....	80

## **ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ, ГЕОЭКОЛОГИЯ И ЭКОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПРОСВЕЩЕНИЕ: НОВЫЕ ВЫЗОВЫ И НОВЫЕ РЕШЕНИЯ**

<b>Байшуаков А. Т.</b> Анализ географических объектов по их изображениям на космических снимках для целей почвенного картографирования .....	84
<b>Гаммершмидт С. С.</b> Природно-аквальный комплекс озера Большой Берчикуль и его изучение в школьном курсе географии .....	88
<b>Доренская А. Д.</b> Проблемы качества городской среды и их изучение в школьном курсе географии .....	93
<b>Лисенков С. А.</b> Применение биоиндикационных методов в рамках производственного экологического мониторинга объектов нефтегазодобычи на примере месторождений севера Западной Сибири....	98
<b>Макаров К. А.</b> Подготовительный и полевой этапы комплексной геоэкологической оценки современного состояния урбанизированной территории города Кемерово .....	104
<b>Маратканова В. С.</b> Обоснование необходимости микроклиматических исследований в ландшафтном изучении территории Удмуртии .....	108
<b>Мартын И. А.</b> Межгодовая изменчивость высоты снежного покрова Кемеровской области и сопредельных территорий по данным дистанционного зондирования .....	113
<b>Миляев И. А.</b> Анализ пространственной дифференциации и динамики зеленой инфраструктуры города Тюмени .....	118
<b>Новикова Е. С.</b> Современные проблемы рекреационного водопользования .....	122
<b>Обатнин В. А.</b> Генетические типы четвертичных отложений Удмуртской Республики и их связь с почвенным покровом .....	127

**ПРИМЕНЕНИЕ БИОИНДИКАЦИОННЫХ МЕТОДОВ В РАМКАХ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА  
ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ НА ПРИМЕРЕ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ  
APPLICATION OF BIOINDICATION METHODS IN THE  
FRAMEWORK OF INDUSTRIAL ENVIRONMENTAL MONITORING  
OF OIL AND GAS PRODUCTION FACILITIES ON THE EXAMPLE OF  
FIELDS IN THE NORTH OF WESTERN SIBERIA**

**Аннотация:** В статье рассмотрены методы фитоиндикации и биотестирования в рамках экологического мониторинга районов нефтегазодобычи севера Западной Сибири.

**Ключевые слова:** биоиндикация загрязнений, нефтегазодобыча, биотестирование, фитоиндикация, производственный экологический мониторинг, ЯНАО.

**Abstract:** This article discusses the methods of phytoindication and biotesting in the framework of environmental monitoring of oil and gas production areas in the north of Western Siberia.

**Keywords:** bioindication of pollution, oil and gas production, biotesting, phytoindication, industrial environmental monitoring, Yamalo-Nenets Autonomous Okrug.

За последнее десятилетие в процессе интенсивного освоения нефтегазоконденсатных месторождений (НГКМ) севера Западной Сибири естественные природно-территориальные комплексы (ПТК) подверглись многостороннему воздействию, что привело к существенному изменению свойств и связей между компонентами геосистем [1, 2, 3].

Производственный экологический мониторинг (ПЭМ) является основой территориальной системы наблюдений за состоянием природной среды и служит главным источником экологической информации о состоянии ПТК в конкретных ситуациях. Развитие такой системы наиболее

актуально для северных районов нашей страны, вовлеченных в добычу и транспортировку углеводородного сырья, где сеть локального экологического мониторинга отстраивается в пределах территории лицензионных участков месторождений нефти и газа [2].

Территория исследования расположена на севере Западной Сибири в Ямало-Ненецком автономном округе (ЯНАО), который относится к активно развивающимся регионам с высокой степенью техногенного воздействия на окружающую среду. По данным на 5 февраля 2020 г. на территории автономного округа осуществляют производственную деятельность более 80 нефтегазовых предприятий, среди которых дочерние предприятия компаний «Газпром», НК «Роснефть», НОВАТЭК, «Газпром нефть», НК «Лукойл» и др. В 2019 году фактическая добыча углеводородного сырья составила: нефть – 34,3 млн т; газ – 608,4 млрд м<sup>3</sup>; конденсат – 23,6 млн т [3].

Экосистемы тундры очень уязвимы перед процессами, связанными с нефте- и газодобычей. В рамках существующих методов локального мониторинга не учитываются производственная специфика и региональные различия ПТК [2]. Кроме того, уровень химического загрязнения при разработке нефтяных и газоконденсатных месторождений различается. Так, например, разработка последних, и сопутствующий сброс шламовых вод приводит к малозаметным изменениям окружающей среды, которые плохо фиксируются при помощи существующих методов локального мониторинга. Одной из основных проблем становится своевременная оценка влияния загрязняющих веществ на состояние природной среды, а также контроль антропогенного воздействия. Именно на решение этой задачи нацелены методы биоиндикации.

Целью исследования стало определение возможности применения методов биоиндикации при экологическом мониторинге на территории газоконденсатных месторождений ЯНАО. В рамках работы был проведен мониторинг лицензионных участков методами экологического профилирования и эталонных площадей, сопоставлены данные физико-химического анализа образцов почв и растений с данными по фитоиндикации и биотестированию, выявлены значимые концентрации поллютантов, а также обоснованы возможности использования различных методов биоиндикации при оценке состояния окружающей среды на территории севера Западной Сибири.

В основу проведенного исследования положены материалы, отобранные коллективом научно-исследовательской группы Института наук о Земле (ИНЗ) СПбГУ (руководитель М. Г. Опекунова) летом 2018–2019 гг. Научно-исследовательская работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-29-05081.

Подготовка проб, включающая сухое озоление 179 проб 15 видов растений, была проведена в лаборатории экологического мониторинга ИНЗ СПбГУ, анализ проб почв и растений – в аккредитованной лаборатории ВСЕГЕИ им. А. П. Карпинского. Химические элементы (ХЭ) – Cu, Zn, Ni, Co, Fe, Mn, Cr, Pb, Zr, Ca, Al, Cd, Ba, Sr, Sc, Na, K, V – определялись методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) на приборе «ELAN-6100 DRC» с полным кислотным разложением проб по ПНД Ф 16.1:2.3:3.11–98.

Анализ хлоридов, сульфатов, фосфатов и нитратов методом ионометрии (прямая потенциометрия), общий физико-химический анализ образцов, определение содержания подвижных форм металлов в почвах (в вытяжке ацетатно-аммонийным буфером рН 4,8), а также биотестирование почв с применением дафнии *Daphnia magna* Straus. (ПНД Ф Т 14.1:2.3:4.12–06 и ПНД Ф Т 16.1:2.2.3:3.9-12–06) и хлореллы *Chlorella vulgaris* Beijer. (ПНД Ф Т 14.1:2.3:4.10–04 и ПНД Ф Т 16.1:2.2.3:3.7–04) осуществлены в лаборатории геоэкологического мониторинга ИНЗ СПбГУ. При камеральной обработке материалов использовались методы описательной статистики, парной корреляции Пирсона, факторный анализ методом главных компонент.

Важной биогеохимической характеристикой растений является общее содержание минеральной части (зольность). Средняя зольность изученных видов растений изменяется от 1,57 до 12,47 % (рис. 1).

Максимальное содержание минеральной части характерно для травянистых рудеральных видов: щавель курчавый – *Rumex crispus* и крестовник обыкновенный – *Senecio vulgaris*; зольность 10,94 % и 12,47 % соответственно. Помимо перечисленных видов, высокими значениями зольности характеризуются мхи *Sphagnum balticum* и *Pleurozium schreberi* (11,33 % и 7,45 %). Однако такие аномальные показатели связаны с преобладанием в исследованных пробах растений с загрязненных участков.

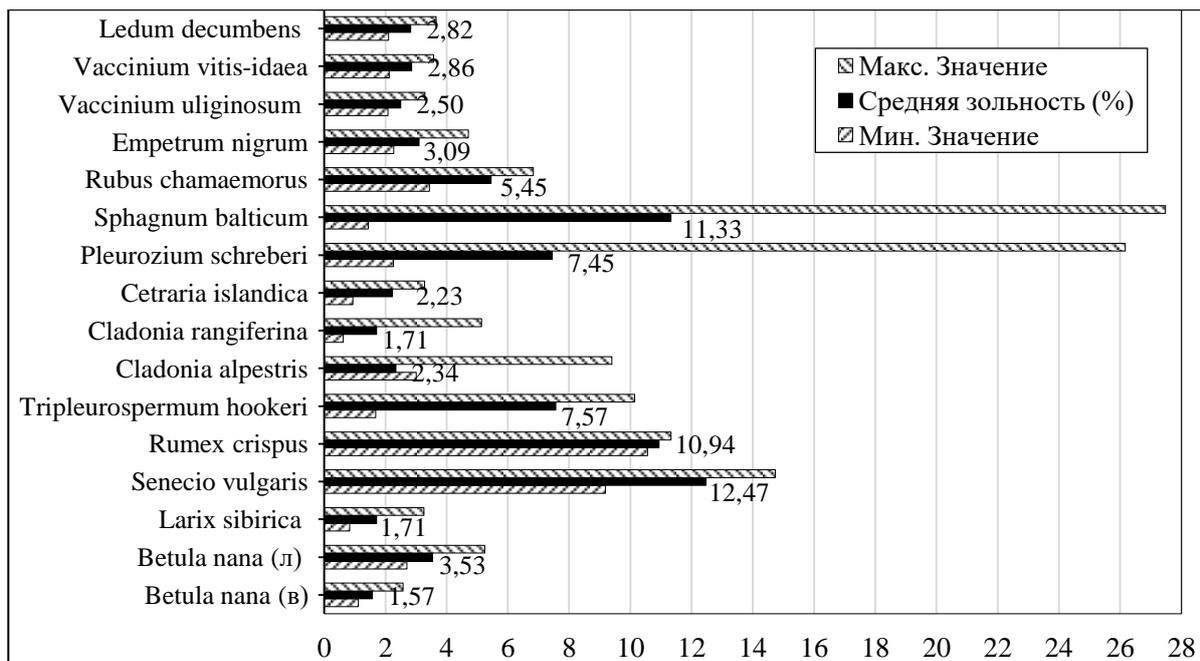


Рис. 1. Статистические характеристики зольности изученных видов

Стоит отметить, что в условиях антропогенного загрязнения зольность растений значительно возрастает, что является индикаторным признаком происходящих нарушений в массообмене. Минимальные показатели содержания минеральной части характерны для видов *B. nana* (ветви) – 1,57 %, *L. sibirica* (корка) – 1,71 %, и *C. rangiferina* – 1,71 %. Низкими значениями зольности отличаются также лишайники *C. alpestris* и *C. islandica* (зольность 2,2–2,3 %) и кустарнички *V. uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *L. decumbens* (средняя зольность составила 2,5–2,8 %).

Исходя из анализа источников антропогенного воздействия важным представляется идентификация поллютантов-индикаторов загрязнения ПТК буровыми отходами. Проследить взаимосвязь позволяет корреляция реакции тест-объектов с концентрациями изученных загрязняющих веществ (рис. 2).

Коэффициенты корреляции рассчитаны в обоих экспериментах с целью установления зависимостей токсического воздействия отдельных элементов от величины рН, и для уточнения реакции тест-объекта на кислую среду рассматриваемых проб почвы.

При постановке эксперимента с использованием методик по *D. magna* и *C. vulgaris*, для которых необходима нейтральная реакция среды, наблюдается усреднение значений корреляции по каждому рассмотренному химическому элементу. При этом важно отметить, что

результаты биотестирования в обоих экспериментах показали высокую степень сходимости.

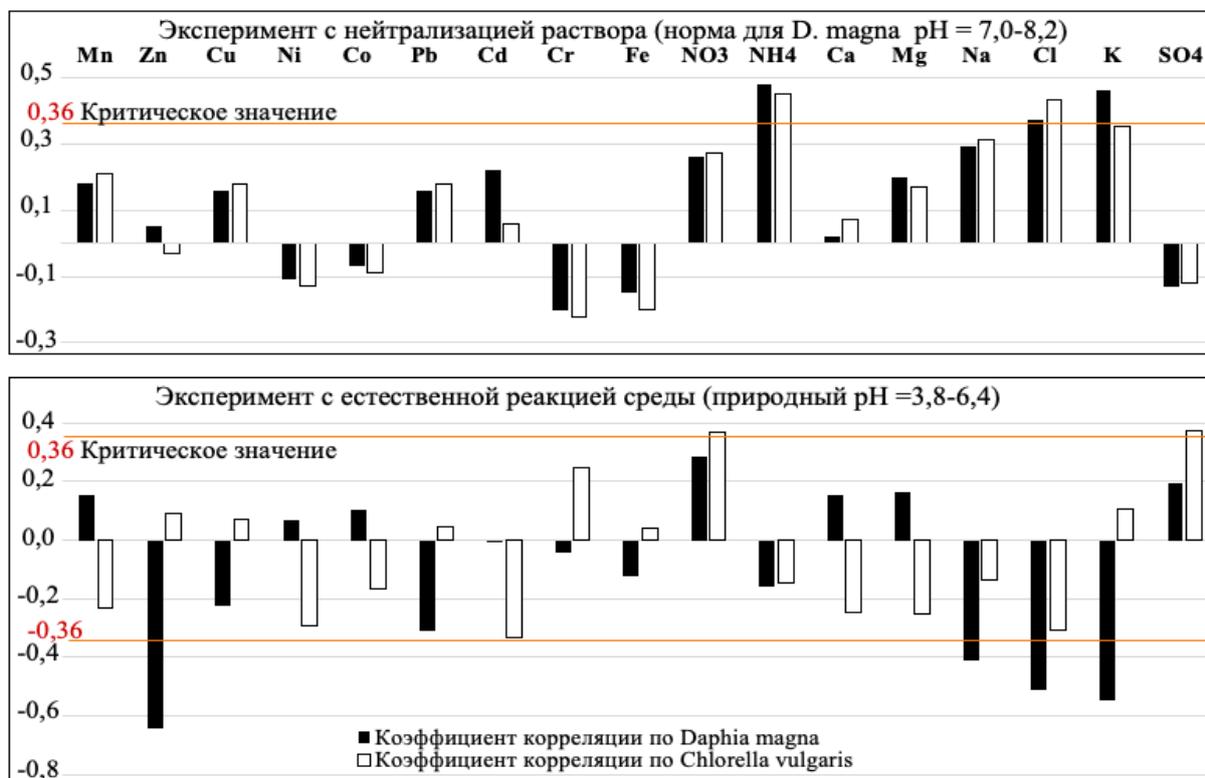


Рис. 2. Статистические зависимости токсичности проб от концентрации загрязняющих веществ по результатам биотестирования

Из изученного перечня загрязняющих веществ достоверная положительная корреляция токсического воздействия на тест-объекты установлена с содержанием в водной вытяжке аммонийного азота ( $\text{NH}_4^+$ ) с корреляцией  $r=0,48$  и  $0,45$  для *D. magna* и *C. vulgaris* соответственно, хлоридов ( $\text{Cl}^-$ ) ( $r=0,37$  и  $0,43$ ), калия ( $\text{K}^+$ ) ( $r=0,46$  и  $0,35$ ) и натрия ( $\text{Na}^+$ ) ( $r=0,29$  и  $0,31$ ). Хлориды проявляют себя как индикаторы загрязнения почв буровыми шламами. С учетом этих результатов и анализа источников можно сделать вывод, что на ландшафты севера Западной Сибири, в которых относительно низки скорости латеральной миграции вещества, наиболее губительно воздействие засоления почв, имеющее место при сбросе пластовых вод на земную поверхность и аварийных разливах отработанных буровых растворов.

Таким образом, при непосредственной добыче углеводородов в штатном режиме, изменения, происходящие в окружающей среде малозаметны. Для их фиксации необходимо использование специфических

биоиндикационных признаков в совокупности с физико-химическими методами анализа, учитывающими миграционные и аккумуляционные свойства элементов и их положение в катенарной структуре ландшафта. Увеличение зольности растений выступает в качестве интегрального показателя антропогенного загрязнения и происходящих нарушений в массообмене. Биотестирование целесообразно использовать для оценки токсичности среды, особенно вблизи объектов техногенеза. В связи с активной латеральной и радиальной миграцией поллютанов в почвенной катене необходимо тестирование проб из органического и иллювиального горизонтов.

Использование комплекса биоиндикационных исследований в совокупности с традиционными методами физико-химического анализа, применение региональных фоновых концентраций в рамках экосистемного нормирования состояния окружающей среды, и системный подход при интерпретации результатов, позволяют получить полноценное представление функционирования ПТК под воздействием объектов нефтегазодобычи, необходимое для проведения ПЭМ.

### Список литературы

1. Лаверов, Н. П. Фундаментальные аспекты рационального освоения ресурсов нефти и газа Арктики и шельфа России: стратегия, перспективы и проблемы / Н. П. Лаверов, В. И. Богоявленский, И. В. Богоявленский // Арктика экология и экономика. – № 2(22). – 2016. – С. 4–13.
2. Кукушкин, С. Ю. Экологический мониторинг районов нефтегазодобычи в Ямало-Ненецком автономном округе / С. Ю. Кукушкин, М. Г. Опекунова, А. Ю. Опекунов // Научные труды Северо-Западного института управления РАНХиГС. – 2019. – Т. 10. – № 4(41). – С. 70–76.
3. Информационное агентство «Neftegaz.ru», статья от 06.02.2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Neftegaz.RU (дата обращения: 10.11.2020).

*Научный руководитель: Опекунова М. Г., д-р геогр. наук, профессор кафедры геоэкологии и природопользования Института наук о Земле ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»*

Научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ  
ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В  
КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ДРУГИХ  
РЕГИОНАХ РОССИИ**

**Сборник материалов**

**Всероссийской научной конференции молодых учёных  
в рамках Межрегиональной молодежной научно-проектной  
школы «ГеоКузбасс» (г. Кемерово, 25-28 февраля 2021 года)**

Технический редактор: А. С. Акулова

Компьютерная верстка: К. А. Макаров, Ф. Ю. Кайзер

Подписано в печать 14.01.2021. Формат 60x84<sub>1/16</sub>

Бумага типографская. Гарнитура Times New Roman

Печ. л. 16,37. Тираж 1000 экз. Заказ № 4

Оригинал-макет изготовлен в Центре книгоиздания

Кемеровского государственного университета

650000, г. Кемерово, пр-т Советский, 73

Отпечатано в Центре книгоиздания

Кемеровского государственного университета

650000, г. Кемерово, пр-т Советский, 73

Кемеровский государственный университет,

650000, г. Кемерово, пр-т Советский, 73