

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ДЕПАРТАМЕНТ ЭНЕРГЕТИКИ, ЖИЛИЩНОГО И КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА
ГОРОДА НОВОСИБИРСКА
НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

МЭСК-2023

ЭКОЛОГИЯ РОССИИ
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

МАТЕРИАЛЫ
XXVI МЕЖДУНАРОДНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

Новосибирск
2023

УДК 574
ББК Е081я 431
Э40

Редакционная коллегия:
проф. О. В. Шуваева,
проф. И. Д. Зольников,
проф. Г. А. Костин,
проф. В. А. Вавилин

Отв. за выпуск Т. Е. Романова

Э40 Экология России и сопредельных территорий : Материалы XXVI Междунар. экол. студ. конф. / Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск : ИПЦ НГУ, 2023. – 134 с.

ISBN 978-5-4437-1555-1

Международная экологическая студенческая конференция «Экология России и сопредельных территорий» (МЭСК) проводится в Новосибирском государственном университете в 26-й раз. Крупнейшая в России и странах ближнего зарубежья студенческая конференция стала традиционным мероприятием для молодых исследователей, работающих над решением экологических проблем.

Темы секций посвящены наиболее актуальным фундаментальным и прикладным экологическим исследованиям в России и за рубежом. За последние 10–15 лет конференция приобрела особый характер, освещая не только проблемы химического и биологического мониторинга качества окружающей природной среды, но и новейшие методы предотвращения загрязнений, основанные на применении новых химических технологий, катализа, биотехнологий.

Помимо исследований, выполненных в университетах Сибирского федерального округа (Новосибирск, Томск, Красноярск, Барнаул, Горно-Алтайск, Кемерово и др.), в сборнике представлены работы студентов из европейской части России, Дальнего Востока и ближнего зарубежья. Обзор поступающих на конференцию работ дает представление о развитии междисциплинарных исследований, связанных с экологической тематикой, и, что важно, позволяет судить о вовлечении студентов в решение существующих научных задач.

УДК 574
ББК Е081я 431

ISBN 978-5-4437-1555-1

© Новосибирский государственный
университет, 2023

ЭКОАНАЛИТИКА И ХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЭКОСИСТЕМ

Использование угольного сорбента на стадии биологической очистки

А. П. Баум, Н. В. Гусева

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

В настоящее время одной из важных проблем канализационных очистных сооружений (КОС) является недостаточная степень очистки сточной жидкости. В первую очередь это связано с тем, что большинство очистных сооружений проектировались и запускались в эксплуатацию в 70-80-х годах XX века, во вторую очередь – ужесточение требований к сбрасываемой очищенной сточной жидкости в водные объекты. Для решения этих проблем нужна реконструкция очистных сооружений, либо модернизация. К сожалению, у большинства КОС проблема не только в финансовых возможностях, но и нехватка места для строительства дополнительных сооружений.

На сегодняшний день биосорбционная очистка сточной жидкости в числе перспективных технологий, с помощью которой можно не только добиться улучшения показателей качества стоков, но и увеличить скорость протекания процессов.

В связи с этим целью данных исследований являлось изучение возможности применения угольного сорбента на стадии биологической очистки, а именно рассмотрение его в качестве носителя прикрепленных микроорганизмов и в качестве утяжелителя активного ила.

На первом этапе был проведен анализ литературных источников, который показал, что в Российской Федерации метод биосорбционной очистки сточной жидкости практически не изучен, но за рубежом использование угольного сорбента на стадии биологической очистки исследовано и применяют на очистных сооружениях достаточно давно. Анализ литературных источников показал, что биосорбционная очистка является одной из наиболее перспективных технологий. Стоит отметить, что в разных источниках говорится о разном способе подачи сорбента в зону биологической очистки, а именно в сухом виде и в виде суспензии. В связи с этим, было принято решение о проведении поисковых опытов, которые позволят выявить наилучший способ подачи угольного сорбента.

Поисковые опыты показали, что дозирование сорбента в виде суспензии является более эффективным. Это связано с тем, что пузырьки воздуха, которые присутствуют в сорбенте выходят из его пор при замачивании и перемешивании и благодаря этому осаждение активного ила происходит быстрее. Сухой способ приводит к тому, что пузырьки воздуха при выходе из пор сорбента начинают поднимать как сам сорбент, так и активный ил и только спустя некоторое время, когда жидкость заполнит поры, начинается осаждение активного ила.

Для дальнейшего исследования была разработана полупроизводственная установка, которая размещалась на функционирующих КОС, проблемы которых потенциально возможно решить введением сорбента. Испытания проводились в течение нескольких месяцев и за это время угольный сорбент на стадии биологической очистки показал, что как утяжелитель для борьбы со «вспуханием» активного ила он справляется, а также было установлено увеличение дозы активного ила в два и более раз.

В связи с тем, что полупроизводственные испытания показали перспективные результаты следующий этап исследований, заключался в проверке работы сорбента в производственных условиях. Для проведения данного этапа рассматривались компактные установки КОС из-за небольшого объема поступающих сточных вод, а также из-за возможности прочистки системы аэрации аэротенков от сорбента, который мог осесть.

Поиск локальных сооружений на территории Новосибирской области показал, что не все объекты подходят для исследований. Так, например, один из выбранных объектов принимает сточную жидкость с температурой 6-9°C, а при таких значениях биологическая очистка практически не осуществляется.

В результате был выбран объект, также расположенный на территории Новосибирской области, который включает восемь автономно работающих линий очистки. Благодаря чему данная система позволяет выделить одну из линий для проведения эксперимента, без ущерба для всего технологического процесса, в случае непредвиденных негативных последствий.

На экспериментальной линии был установлен специальный дозатор для подачи угольного сорбента. Ввод сорбента составлял 50 г на 1 м³ поступающей сточной жидкости. Фракция вводимой загрузки была принята 30 – 80 мкм, так как такой ее размер необходим для достижения соразмерности нитчатых бактерий с частицами загрузки, что позволит эффективно использовать загрузку как утяжелитель при развитии процесса вспухания активного ила, а также определить работает сорбент как носитель прикрепленных микроорганизмов или нет.

Для оценки эффективности работы сорбента на стадии биологической очистки на протяжении всего эксперимента отбирались пробы сточной жидкости, которые показали, что он работает как утяжелитель активного ила, однако изучение его в качестве носителя прикрепленных микроорганизмов продолжается.

Научный руководитель – ст. преп. НГАСУ (Сибстрин) А.В. Кругликова.

Содержание железа и марганца в системе донные отложения-взвешенное вещество-вода в р. Барсук

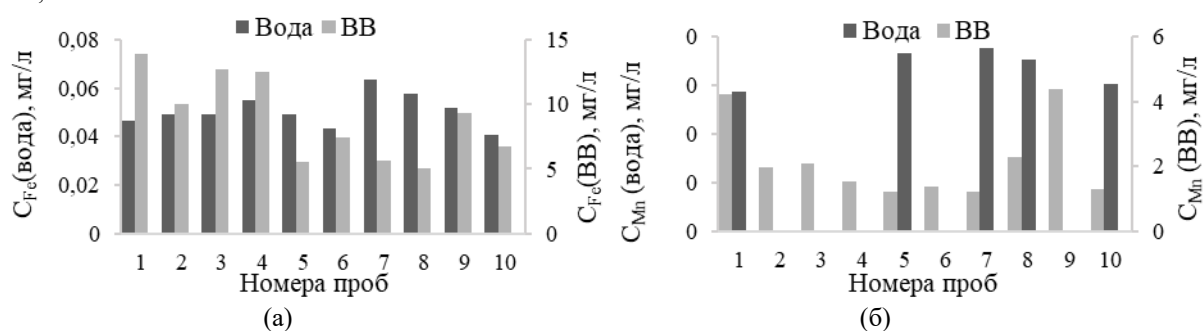
Ю. О. Белоусова, П. А. Шуплецова

Тюменский государственный университет, Институт химии

Малые реки играют важную роль и во многом определяют качество вод более крупных рек, в которые они впадают [1, 2]. При оценке качества водотоков особый интерес представляет изучение характера распределения ТМ между водой, взвешенным веществом и донными отложениями [3, 4].

Целью данного исследования являлось определение содержания железа и марганца в системе «донные отложения – взвешенное вещество – вода» в реке Барсук и ее притоках – р. Базариха (т. 9) и р. Сартамак (т. 10), являющейся притоком р. Ишим. Было отобрано 10 проб воды и донных отложений в соответствии с нормативными документами [5]. Металлы в пробах определялись методами АЭС с ИСП и ААС.

Железо в водной толще аккумулируется преимущественно в виде взвеси, среднее содержание водорастворимой формы составляет $0,051 \pm 0,004$ мг/л, максимальные значения показателя наблюдается у истока реки в т. 7 ($0,064$ мг/л) и т. 8 ($0,058$ мг/л). Содержание железа во взвешенном веществе растет от истока к устью реки и достигает максимума в т. 1 ($13,89$ мг/л), при среднем содержании $8,88 \pm 2,03$ мг/л. Превышение ПДК_{рх} ($0,1$ мг/л) наблюдается только при учете вклада взвешенного вещества. При пересчете содержания железа на массу осадка, среднее содержание элемента во взвешенном веществе составило $1,92 \pm 0,45\%$, в донных отложениях – $0,76 \pm 0,17\%$.



Содержание железа (а) и марганца (б) в пробах воды и взвешенного вещества в р. Барсук и притоках

Среднее содержание марганца в воде составляет $0,067 \pm 0,005$ мг/л, что превышает ПДК_{рх} ($0,01$ мг/л) более чем в 6 раз даже без учета взвешенной формы. Распределение марганца в воде неравномерно (рис. 1,б), только в половине точек наблюдается его высокое содержание в водорастворимой форме, в остальных - ниже границы определения. Мигрирует марганец, аналогично железу, преимущественно в составе твердой фазы, максимальное содержание наблюдается в т. 1 и т. 9 и составляет $4,21$ мг/л и $4,37$ мг/л соответственно (при среднем содержании $2,16 \pm 0,73$ мг/л). Содержание марганца в пересчете на массу осадка в пробах взвешенного вещества значительно превышало его содержание в пробах донных отложений (от 6 до 170 раз). Среднее содержание марганца во ВВ составило $0,49 \pm 0,27\%$, в донных отложениях – $0,026 \pm 0,005\%$.

Высокие содержания изучаемых элементов в реке Барсук и ее притоках связано с геохимическими особенностями территории и болотным типом питания. Мигрируют металлы в водной толще преимущественно в виде взвеси.

Исследование выполнено на оборудовании ЦКП ТюмГУ (Министерство науки и высшего образования РФ, контракт 05.594.21.0019).

Литература

1. W. Xing et al. Geochemistry and Sources Apportionment of Major Ions and Dissolved Heavy Metals in a Small Watershed on the Tibetan Plateau // Water. – 2022. – Vol. 14. – №. 23. – 3856 p.
2. В. М. Калинин, С. И. Ларин, И. М. Романова. Малые реки в условиях антропогенного воздействия (на примере Восточного Зауралья). – Тюмень: Изд-во Тюменского государственного университета, 1998. 220 с.
3. Т. С. Папина. Транспорт и особенности распределения тяжелых металлов в ряду: вода – взвешенное вещество – донные отложения речных экосистем: аналит. обзор. – Новосибирск, 2001. 58 с.
4. Н. С. Ларина, П. А. Шуплецова, Ю. О. Белоусова, С. И. Ларин. Оценка химико-экологического состояния малых рек бассейна реки Ишим // Физико-химические методы в междисциплинарных экологических исследованиях: Всероссийский симпозиум и школа-конференция молодых ученых, Севастополь. – М.: Издательский дом "Граница", 2021. – стр. 237-238.
5. Н. С. Ларина, В. Г. Катанаева, Н. В. Ларина Практикум по химико-экологическому мониторингу окружающей среды. – Шадринск: Изд-во ОГУП "Шадринский Дом Печати", 2007. – 390с.

Научный руководитель – канд. хим. наук, доц. Н. С. Ларина.

Физико-химические и химические свойства снежного покрова на территории кампуса Сибирского федерального университета

Е. И. Жудров, А. М. Замаратский

Сибирский федеральный университет, Институт экологии и географии

В городских условиях экологическая и природоохранная функции снега имеют высокое значение. Снежный покров, являясь депонирующей средой и индикатором загрязнения атмосферного воздуха, содержит геохимическую информацию о поступлении поллютантов совместно с аэропромвыбросами в период снегонакопления.

Целью исследования было изучение физико-химических показателей и химического состава снежного покрова территории кампуса СФУ, на экспериментальных площадках «Сопка», «Гремячая грива», «Библиотека» и «Радуга».

В качестве контрольной экспериментальной площадки была использована территория Николаевской сопки (N 56.00174 с.ш., E 92.73214 в.д.), что связано с отсутствием локальных источников загрязнения на данной местности. Значения рН снега с экспериментальной площадки «Сопка» составили 6,2; электропроводность $E = 37$ мS/см. Данные образцы характеризуется повышенным количеством взвешенных частиц. Было установлено превышение Cd почти в 11 раз в соответствии с СанПиНом 1.2.3685-21, что подтверждает установленную ранее техногенную положительную биогеохимическую провинцию кадмия в пределах г. Красноярск.

На площадке «Гремячая грива» (N 55.99687 с.ш., E 92.73796 в.д.) значения рН составили не более 5,45, $E = 33$ мS/см, это самое минимальное значение электропроводности по сравнению с другими экспериментальными площадками. В сравнении с контрольной площадкой «Сопка», выявлено превышение концентрации нитратов (4,1 мг/л) и Hg в 10 раз (0,0032 мг/л), поскольку соединения азота и ртути образуются как побочный продукт горения органического топлива (автомобильный транспорт пр. Свободный и ул. Биатлонная).

На территории площадки «Библиотека» на открытой необлесенной поверхности (N 56°00'07,9 " ; E 92°46'10,1") снеговые пробы характеризуются уровнем рН = 4,1, с повышенным количеством хлорид-ионов (9,2 мг/л) по сравнению с образцом «Сопка» -1,7 мг/л, что связано с использованием смеси технической соли и песка в качестве антиобледенителей дорожных покрытий. $E = 70$ мS/ см, что превышает показатели других образцов практически в два раза. Также было установлено превышение концентраций Fe (0,408 мг/л) и Al (0,35 мг/л), что связано с их подвижностью преимущественно в кислой обстановке. Профиль 2 был заложен в 100-метровой удаленности от пр. Свободный (N 56°00'7,9"; E 92°46'10,1"). Величина рН = 5,1, $E = 39$ мS/ см. Также установлено превышение содержания хлорид-ионов (5,2 мг/л), однако содержание сульфат- (2,05 мг/л) и нитрат-ионов (2,7 мг/л) в сравнении с другими образцами было наименьшим. В данном образце были установлены повышенные концентрации Al (0,305 мг/л) и Fe (0,346 мг/л), однако их содержание значительно меньше, чем в 1 образцах с первого профиля. Повышение связано с близостью проезжей части пр. Свободный, интенсивным движением автомобильного транспорта.

На территории, сопредельной к спортивному кластеру «Радуга», было заложено 2 профиля. Профиль №1 заложен вблизи ул. Елены Стасовой (N 56.01348 с.ш., E 92.72272 в.д.). Значения рН = 6,4 и $E = 26$ мS/см. Кроме того, в данном образце содержание Na - 87 мг/дм³ (в профиле №2 - менее предела обнаружения прибора) и хлорид-ионов 2,6 мг/л (1,7 мг/л – второй образец) обусловлено использованием смеси технической соли на дорожных покрытиях. Содержание Al в образце с первого профиля уменьшилось с 0,074 до 0,065 мг/дм³, Fe с 0,068 до 0,061 мг/дм³, Mn с 0,0104 до 0,0057 мг/дм³, что связано с более кислой реакцией среды. Профиль №2 был заложен в лесном массиве, сопредельном со спортивным кластером (N 56.01278 с.ш., E 92.72061 в.д.). Значения рН = 6,0, $E = 25$ мS/см. Масса фильтрационного остатка определяет концентрацию загрязняющих веществ, которая зависит в том числе от облесенности территории (0,2286 г – профиль №1 и 0,0023 г – профиль №2). Результаты проведенного химического анализа позволили установить отсутствие превышений физико-химических и химических показателей снегового покрова площадки спортивного кластера «Радуга» в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21.

Таким образом, на территории кампуса СФУ наибольшие концентрации химических элементов в снежном покрове установлены в образцах с открытой необлесенной площадки «Библиотека», что вероятно связано с отсутствием на исследуемой территории деревьев, выполняющих роль биогеохимических и механических барьеров. По результатам проведенных исследований установлено, что на территории экспериментальных площадок кампуса СФУ превышений в ионном и элементном составе в соответствии с СанПиНом 1.2.3685-21 не установлено, за исключением Cd, что связано с техногенной положительной биогеохимической провинцией кадмия в пределах г. Красноярск.

Литература

1. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафтов. М.: Астрель-2000, 1999. 768 с.
2. Стримжа Т.П. Геохимический аспект проживания людей в Красноярске и его окрестностях. М.: СФУ, 2020. 220 с.

Научный руководитель – канд. географ. наук, доц. И. В. Борисова.

Исследование суммарных извлечений, полученных из корневищ имбиря лекарственного

Е. Д. Олешко

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский государственный медицинский университет»,
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Актуальность. Корневища имбиря лекарственного (*Zingiberis officinalis rhizomata*) содержат в своем составе большое количество разнообразных биологически активных соединений, среди которых особенно выделяются продукты терпенового метаболизма (цингиберен, α -куркумен и β -сесквифелландрен), а также производные фенола – гингеролы, шогаолы и парадолы. Все вышеперечисленные вещества в той или иной степени обуславливают антиоксидантное, противовоспалительное и противомикробное действие корневищ имбиря лекарственного, однако для рационализации процессов экстракции необходимо, среди прочего, учитывать растворимость основных компонентов химического состава растения в различных растворителях.

Цель исследования. Провести спектрофотометрический анализ эфирного масла корневищ имбиря лекарственного, а также извлечений, полученных из лекарственного растительного сырья при помощи различных растворителей.

Материал исследования. Свежие и высушенные измельченные корневища имбиря лекарственного (*Zingiberis officinalis rhizomata*).

Методы исследования. Эфирное масло корневищ имбиря лекарственного получали методом гидродистилляции, для приготовления извлечений из лекарственного растительного сырья использовали воду очищенную, н-гексан, петролейный эфир и этилацетат, а спектры поглощения снимали с использованием спектрофотометра СФ-56.

Результаты исследования. Спектр поглощения, полученный при исследовании водного извлечения из лекарственного растительного сырья, имеет максимумы поглощения при длинах волн 228 нм и 281 нм, характерные для 8-гингерола, в то время как спектры, снятые при анализе извлечений, полученных с помощью н-гексана, петролейного эфира и этилацетата, характеризуются наличием трех максимумов поглощения при длинах волн 245 нм, 281 нм и 350 нм. На основании полученных данных можно предположить, что смещение первого максимума поглощения указывает на наличие во всех извлечениях (кроме водного) не только 8-гингерола, но и других биологически активных соединений (вероятно, цингиберена), сохранение второго максимума, в свою очередь, свидетельствует о растворимости 8-гингерола в воде, н-гексане, петролейном эфире и этилацетате, а появление третьего максимума поглощения может быть связано с переходом в раствор флавоноидов. В свою очередь, на УФ-спектрах, полученных при анализе эфирного масла свежих и высушенных корневищ имбиря лекарственного не наблюдаются максимумы поглощения, характерные для 8-гингерола, который является водорастворимым соединением и не попадает в состав эфирного масла при гидродистилляции, но имеются максимумы поглощения при длинах волн 237 и 241 нм соответственно. Вероятнее всего, выявленный гипсохромный сдвиг относительно рассмотренных выше извлечений связан с наличием в эфирном масле суммы различных форм цингиберена и β -сесквифелландрена, для которых характерны максимумы поглощения в области длин волн 250-264 нм и 230-235 нм соответственно.

Выводы. В процессе выполнения работы было установлено, что наилучшим экстрагентом для получения 8-гингерола, отсутствующего в эфирном масле корневищ имбиря лекарственного, является вода очищенная, в то время как органические растворители извлекают из сырья сумму действующих веществ.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доц. Д. С. Круглов.

Оценка влияния автодорог на экологическое состояние черноземов методом фитотестирования

А. Е. Храмов, Л. В. Галактионова

Томский политехнический университет

В настоящее время в почву попадает всё больше загрязняющих веществ. Масштабное загрязнение почвенного покрова оказывает влияние на условия роста и развития растений, жизнедеятельность животных и микроорганизмов. Использование методов фитотестирования позволяет оценить суммарное влияние загрязняющих веществ на живые организмы. В последнее время появляется всё больше научных работ, посвящённых фитотестированию почв, что доказывает актуальность данного исследования [7, 8].

Целью данной работы является оценка экологического состояния черноземов, расположенных вдоль крупных автомагистралей в окрестностях и на территории города Оренбурга методом фитотестирования.

Исследования проводились на территории г. Оренбурга и в его окрестностях в 2022 г. Для оценки воздействия автотранспорта и городской среды на экологической состояние почв было выбрано 4 участка расположенных вдоль крупных автодорог: 1 участок находился в г. Оренбурге (ул. Терешковой), 3 остальных в его окрестностях (Загородное, Нежинское и Беляевское шоссе), так же имелся 1 фоновый участок (расположен на расстоянии 28 км северо-восточнее от областного центра близ лесополосы, максимально отдален от влияния техногенных факторов). Тест-объектами являлись горох посевной и пшеница яровая.

Отбор образцов почв проводился методом "конверта". Хроническая фитотоксичности почвы в отношении высших растений определялась по ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Удельная электрическая проводимость почвенной вытяжки определялась по ГОСТ 26423-85. Расчет витальных (всхожесть/фитотоксичность) и морфометрических (индекс толерантности, индекс массы) параметров тест-культур проводился по ГОСТ Р ИСО 18763-2019.

Анализ результатов по отношению к гороху посевному показал, что в почвах всех участков исследования максимальное подавление роста и развития семян наблюдается в образцах, отобранных на расстоянии 5 м от автодороги, по мере удаления от источника загрязнения негативное воздействие ослабевает вместе с фитотоксичностью. Результаты, полученные по яровой мягкой пшенице, свидетельствуют о большей токсичности почв, расположенных вдоль ул. Терешковой и Беляевского шоссе. Общая тенденция снижения фитотоксичности почв при увеличении расстояния от автодорог не наблюдается для участка Загородного шоссе и улицы Терешковой. Снижение показателя индекса массы растений отмечено в образцах, отобранных вдоль Беляевского шоссе и ул. Терешковой. Данные индекса массы (ИМ) и индекса толерантности (ИТ) согласуются в части сходных тенденций для определенных участков, что связано с взаимозависимостью показателя роста и формирования массы растения. Проведенные исследования позволили выявить, что наибольшее подавление процессов роста и развития тест-культур отмечено на участках, отобранных вдоль Беляевского шоссе и ул. Терешковой. Результаты определения удельной электрической проводимости позволяют оценить содержание в почвах солей щелочных металлов и тяжелых металлов. Согласно шкале по засолению почв значение удельной электрической проводимости соответствует категории сильнозасоленных почв на участках Беляевского шоссе (отобранных на расстоянии 5 и 10 м) и ул. Терешковой (5 и 10 м). Но поскольку загрязнение почв придорожных территорий имеет комплексный характер, нельзя исключать и повышение показателя за счет поступления тяжелых металлов, особенно учитывая расположение участка по ул. Терешковой в зоне активного техногенного воздействия (т.к. расположена в промышленном районе города).

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Растение гороха посевного оказалось более чувствительным тест-объектом и характеризовалось меньшей скоростью прорастания по сравнению с яровой пшеницей. И 100% всхожесть семян отмечена только для почв фонового участка, остальные образцы подавляли прорастание семян.
2. Влияние автодорог выразилось в снижении ИТ и ИМ растений. Наибольшее снижение показателя ИМ растений отмечено в образцах, отобранных вдоль Беляевского шоссе и по ул. Терешковой.
3. Повышение электропроводности почвенной вытяжки в образцах чернозема придорожной зоны связано с активным поступлением химических элементов металлической природы за счет поступления тяжелых металлов и внесения в зимний период антигололедных препаратов, содержащих легкорастворимые и токсичные для растений соли.
4. Значения фитотоксичности почв участков, ИТ и ИМ растений и величина удельной электрической проводимости свидетельствуют о высокой степени загрязнения почв, отобранных вдоль Беляевского шоссе и по ул. Терешковой

Литература

1. Экологический мониторинг: учебно-методическое пособие / автор-сост. Т.Я. Ашихмина – Киров: ООО «Типография «Старая Вятка». – 2012. – 95 с.
2. Киреева Н.А., Водопьянов В.В., Григориади А.С. Загрязнения почвы транспортом // Известия Самарского научного центра РАН. 2015. – №1-4. – С. 102-108.
3. Хоружая Т.А., Никаноров А.М. Глобальная экология: Учебное пособие. –М: Книга сервис. Приор. – 2003. – 288 с.
4. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем/ Под ред. Р. Шуберта; Пер. с нем. Г. И. Лойдиной, В. А. Турчаниновой; Под ред. Д. А. Кривошукского. - М. Мир. – 1988. – 348 с.
5. ГОСТ 26423-85. Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки. Постановление Госкомитета СССР по стандартам от 08.02.1985 № 283. – Москва : Изд-во Стандартов, 1985. – 10 с.
6. ГОСТ Р ИСО 22030-2009. Качество почвы. Биологические методы. Хроническая фитотоксичность в отношении высших растений.
7. А. С. Тишин. Фитотестирование почв, загрязненных нефтепродуктами // Международный научно-исследовательский журнал. – 2020– № 12. – (102).
8. А. С. Тишин, А.Р. Тишина. Методы и способы фитотестирования почв: Обзор // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021– № 11. – (113).

Научный руководитель – канд. геол.-мин. наук, доц. С. В. Азарова.

Экологическое состояние и радиальная морфологическая структура почв территории кампуса СФУ

А. М. Замаратский, Е. И. Жудров

Сибирский Федеральный Университет, Институт экологии и географии

Городские почвы выполняют важную экологическую функцию – качество окружающей среды. В результате деятельности человека в почву поступает большое количество химических загрязнителей, вовлекающихся в подвижной форме в биологический круговорот. Токсиканты, проникшие в почву, в результате сложных биохимических реакций частично разлагаются или переходят в менее токсичные формы. Изучение свойств почв позволяет установить геохимические процессы в почве, как депонирующей среде.

Целью нашего исследования было определение макроморфологических свойств почв, формирующихся на экспериментальных площадках «Сопка», «Гремячая грива», «Библиотека» и «Радуга».

Почвенные разрезы закладывались на территории кампуса СФУ. Разрез №1 заложен на площадке «Сопка» (N 56°0'9", E 92°43'42"), на поверхности трансэлювиальной фации с крутизной склона – 6°, на высоте 460 м под березняком разнотравно-папоротниковым. Общая мощность профиля – 30 см, вскипание от карбонатов не отмечалось на всем протяжении почвенного профиля. Мощность тёмногумусового горизонта - 21 см, что позволило отнести почву к литозему тёмногумусовому (AU-Cf-R) Sceletic Umbric Cambic LEPTOSOLS Loamic Gelic Humic. Разрез №2 (N 55°59.65', E 92°44.35'), заложенный на площадке «Гремячая грива» на высоте 330 м на поверхности трансэлювиальной фации с крутизной 7-8° под лугово-степной растительностью, позволил также отнести почву к литозему тёмногумусовому. Общая глубина профиля - 42 см, вскипания от карбонатов также не отмечалось. Тёмно-гумусовый горизонт характеризуется мощностью 23 см. Признаки элювирования гумуса не отмечались в обоих профилях.

На площадке «Гремячая грива» под сосняком разнотравным заложен разрез № 3 (N 55°59'46", E 92°44'27"). Мощность почвенного профиля – 104 см, при этом на глубине 62 см отмечалось сильное вскипание от карбонатов. Наличие серогумусового (8 см) и субэлювиального (12 см) горизонтов позволили установить принадлежность к серой почве (AY-AEL-BEL-BT-C) Someric Glossic UMBRISOLS Loamic Follic Gelic Humic. Разрез № 4 (N 56°0'7"с.ш. E 92°45'56"в.д) заложен под ассоциацией берёзово-соснового леса на высоте 317 м, на площадке «Библиотека СФУ». Общая мощность почвенного профиля – 106 см. Слабое вскипание от карбонатов отмечалось с глубины 25 см, при этом с глубиной усиливалось. Мощность серогумусового и гумусово-элювиального горизонтов – 52 см, характерные признаки элювирования позволили отнести почву к серому типу. На площадке «Библиотека СФУ» на элювиальной фации на высоте 322 м под лугово-травянистой растительностью был заложен разрез № 5 (N 56°0'8"с.ш. E 92°46'8"в.д). Вскипание отмечалось с глубины 66 см средней и высокой интенсивности, а общая мощность профиля – 106 см. Диагностические горизонты – темно-гумусовый (30 см) и глинисто-иллювиальный (31 см), что позволило отнести её к типу черноземов глинисто-иллювиальных (AU-BI-(BCA)-C(ca)) Someric Sceletic Endocalcic Cambic PHAEOZEMS Loamic Ferralic Follic Humic.

На территории, сопредельной к кластеру «Радуга», было заложено 2 разреза. Разрез № 6 (N 56°0'41" E 92°43'11") заложен на высоте 370 м под сосново-березовым лесом. Мощность профиля составила 79 см. Слабое вскипание от карбонатов наблюдалось на глубине - 75 см. Мощность темно-гумусового аккумулятивного и субэлювиального горизонтов – 36 см, что позволило отнести почву к темно-серому типу (AU-BEL-BT-C). Разрез № 7 (N 56.00969 с.ш. E 92.7332 в.д.) заложен на высоте 360 метров под березняком разнотравным. Глубина профиля - 87 см, вскипание не отмечалось по всей глубине профиля. Мощность гумусового и субэлювиального горизонта – 53 см. Классификационная принадлежность к темно-серому типу почв.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлены следующие макроморфологические особенности почв, составляющих почвенный фон исследуемой территории: интенсивность процессов элювирования наиболее характерна для темно-серых, серых почв и черноземов глинисто-иллювиальных. В таком случае большинство загрязняющих веществ будут выноситься вглубь почвенного профиля и аккумуляроваться в минеральных горизонтах, образуя оксалатные формы с железом. Также данные типы почвы характеризуются тяжелым гранулометрическим составом, что способствует аккумуляции химических элементов на механическом и сорбционном барьерах. Значительная мощность органо-аккумулятивных горизонтов характеризует высокую сорбционную способность данных типов почв, благодаря которой большинство тяжелых металлов не будут вовлекаться в БИК и оставаться в недоступной для живых организмов форме. Наличие карбонатных новообразований способствует подщелачиванию почвенного раствора и снижению миграционной способности большинства тяжелых металлов. Литозём темногумусовый характеризуется малой мощностью гумусового горизонта, что способствует меньшей сорбционной способности, а также буферности экосистемы к воздействию антропогенного фактора.

Литература

1. Чупрова, В.В. Устойчивость почв к экзогенным воздействиям: учеб. -метод. пособие / В.В. Чупрова, Н.Л. Кураченко; - Красноярск: Гос. аграр. ун-т, 2018 – 171 с.

Научный руководитель – канд. географ. наук, доц. И. В. Борисова.

Проблемы нормирования хозяйственно-бытовых сбросов загрязняющих веществ от сельских населенных пунктов

В. А. Гаврилова

*Национальный исследовательский Томский государственный университет
Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства*

Жизнедеятельность населений неразрывно связана с образованием хозяйственно-бытовых сточных вод, представляющих опасность, как для человека, так и для всей экосистемы. Сельские населенные пункты чаще всего являются основными загрязнителями водных объектов неочищенными хозяйственно-бытовыми сточными водами в связи с отсутствием очистных сооружений и нормативов, устанавливающих качество сточной воды.

Целью работы является оценка методологии расчета нормативов допустимых сбросов в болото на примере сельского поселения Томской области с применением Методики для разработки нормативов допустимых сбросов (НДС) загрязняющих веществ в водные объекты (далее – Методика) [1].

Основной проблемой в разработке НДС для данного водного объекта является отсутствие информации в Методике о методах и алгоритмах расчета сбросов сточных вод в болота. Также в ходе проведенного исследования выявлено отсутствие информации об условных фоновых концентрациях в водном объекте, в связи с чем, нормативы для 16 загрязняющих веществ (ЗВ) установлены на уровне предельно допустимой концентрации (ПДК) в водных объектах рыбохозяйственного значения [2].

При установлении ПДК для показателя фосфаты (по фосфору), была учтена трофность водохозяйственного участка, к которому приурочен водный объект в соответствии со схемой комплексного использования и охраны водных объектов [3]. Для взвешенных веществ норматив установлен на уровне нормативов допустимого воздействия (НДВ) в пределах водохозяйственных участков [4]. Для сульфидов, сухого остатка, формальдегида и ХПК в качестве норматива приняты нормативы качества и безопасности воды согласно СанПиН 1.2.3685-21 [5].

Контрольно-измерительная аппаратура учета объемов сбрасываемых сточных вод отсутствует. Годовой объем сбрасываемых вод установлен расчетным методом в соответствии с нормами водопотребления и водоотведения. При расчете объема потребляемой холодной и горячей воды и расчета годового объема отводимой сточной жидкости, были учтены: степень благоустройства; нормы расхода воды потребителями в сутки; число потребителей (измерителей), период потребления воды [6,7]. Годовой объем сброса составил 61680 м³. Ввиду отсутствия контрольно-измерительной аппаратуры, максимальный часовой расход сточных вод определен расчетным путем и составил 119,20 м³/час [6,7]. Полученное расчетное значение не соответствует средним статистическим данным и приводит к завышенным значениям нормативов допустимого сброса.

В состав очистных сооружений входят две дренажные емкости и аэротенки, но они находятся в неисправном состоянии. Поэтому сточные воды не подвергаются очистке – поступают в приемный колодец, где происходит их обеззараживание посредством добавления гипохлорита кальция с периодичностью 2 раза в месяц. После чего неочищенные сточные воды поступают в пруд-отстойник, а далее сбрасываются в болото.

Фактические концентрации загрязняющих веществ в сточной воде определены как максимальное значение по данным лабораторных исследований за последний год. Проведенный анализ свидетельствует о значительном превышении ПДК по всем веществам в сточной воде, в особенности по БПК_{полн} (кратность превышения ПДК – 139), марганцу (220), аммоний-иону (250), фенолу (820) и нефтепродуктам (1138).

Литература

1. Приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 29.12.2020 № 1118 «Об утверждении Методики разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водные объекты для водопользователей».

2. Приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 N 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

3. Схема комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) // Верхне-Обское бассейновое водное управление федерального агентства водных ресурсов URL: http://www.vobvunsk.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=3525:2022-08-26-06-39-40&Itemid=138 (дата обращения: 20.09.2023).

4. Нормативы допустимого воздействия по бассейну реки Обь // Нижне - Обское бассейновое водное управление федерального агентства водных ресурсов URL: <https://nobwu.ru/index.php/ndvskiovo> (дата обращения: 15.08.2023).

5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

6. СП 30.13330.2020 «СНиП 2.04.01-85* Внутренний водопровод и канализация зданий».

7. СП 31.13330.2021 «СНиП 2.04.02-84* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения».

Научный руководитель – канд. биол. наук, доц. Н. Л. Яблочкина.

Количественное содержание меди в поверхностных водах реки Миасс на территории г. Челябинска

В. В. Бусыгина

Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет

Загрязнение пресных водоемов соединениями меди выступает в качестве одной из серьезных проблем на территории Уральского региона, связанных с развитием металлургической отрасли. Производственные стоки и аэрозольные выбросы приводят к поступлению в водоемы избыточного количества этого поллютанта, который, характеризуясь длительным персистированием в окружающей среде, способен длительное время влиять на экосистему, выступая в качестве суперэкоотоксиканта.

Загрязнению соединениями меди подвержены воды реки Миасс, выступающей в качестве водной артерии – основного источника питьевого водоснабжения города Челябинска и прилегающих к нему территорий. По мере протекания по руслу на городской территории воды реки испытывают высокую антропогенную нагрузку, в результате чего качество воды резко снижается [1]. В связи с этим, необходимо проведение мониторинговых исследований и контроля качества воды, в том числе, по показателям загрязнения тяжелыми металлами

Целью работы является количественное определение содержания соединений меди в воде реки Миасс на некоторых ее участках в черте г. Челябинска. Для достижения цели определен ряд задач:

1. Проанализировать источники информации о количественных показателях соединений меди в речной воде и возможных причинах их увеличения.
2. Провести отбор проб воды с территории реки Миасс в черте г. Челябинска и выполнить количественное определение в них содержания меди.
3. Проанализировать полученные результаты и сделать выводы о современном уровне загрязнения воды соединениями меди.

Отбор проб поверхностных вод на глубине 20-25 см проводился по гидрологическим методикам в чистую пластиковую тару с использованием лота и груза. Отбор проведен в октябре 2022 г в первой половине дня при отсутствии атмосферных осадков с трех точек: 1) район Заячьего острова (неблагоустроенная территория с одичавшей растительностью и большим количеством мусора); 2) вблизи кольца металлурга (зона воздействия крупных производственных объектов, например, Челябинского цинкового завода); 3) район Челябинской ГРЭС. Пробы консервировали концентрированной азотной кислотой и хранили до проведения анализа в холодильнике. Количественное содержание меди выполнялось фотометрическим диэтилдитиокарбаматным методом градуировочного графика, позволяющим определять содержание поллютанта в присутствии посторонних катионов [2].

Результаты анализа содержания меди в исследуемых водах (рис. 1) показали неравномерность загрязнения отдельных участков реки на территории города. Так, для проб в районе Заячьего острова оно составляет 41,4 мкг/л, для точки №2 – 5,4 мкг/л, а в точке №3 – 201,4 мкг/л. Таким образом, наибольшим загрязнением (2ПДК) характеризуется вода реки, находящаяся в зоне воздействия ЧГРЭС, которая может выступать в качестве источника эмиссии тяжелых металлов. Кроме того, на данной территории наблюдается повышение температуры поверхностных вод, вызванное производственными сбросами, что также может способствовать более высокому накоплению тяжелых металлов. Средним уровнем содержания поллютанта (в 2,5 раза ниже ПДК) характеризуется территория вблизи Заячьего острова, что может быть обусловлено выносом мусора, а также близким расположением дорог с высокой интенсивностью движения автотранспорта.

В то же время, не отмечается ожидаемого превышения содержания меди в точке №2, расположенной в зоне действия производственных объектов. Вероятно, это может быть связано с самоочищением воды реки при ее переносе по руслу от точки №1 к точке №2 и уносом поллютанта от точки №2 ниже по течению, что также может являться причиной высокого содержания соединений меди в точке №3. Кроме того, на данной территории происходит сброс очищенных вод от водоочистных сооружений городской канализации, который может привести к разбавлению и снижению концентрации поллютантов.

Следует также отметить, что все полученные значения превышают ПДК по содержанию меди для вод водоемов рыбохозяйственного назначения. Река Миасс в городской черте не используется для рыбозабоев, но на отдельных ее участках население занимается любительским ловом, который следует ограничить исходя из полученных результатов.

Литература

1. Н. А. Арсентьева, Д. Ю. Нохрин, Ю. Г. Грибовский Микробиологическая характеристика экологического состояния реки Миасс и её водохранилищ // Вестник Челябинского государственного университета. – 2010. – №8(189). – Экология. Природопользование. – Вып. 4. – с. 52–58.
2. А. А. Сутягин, В. В. Меньшиков, С. Г. Левина Лабораторные работы по химии окружающей среды (химия воды). – Челябинск : Изд-во ЮУрГГПУ, 2021. – 116 с.

Научный руководитель – канд. хим. наук, доц. Сутягин Андрей Александрович.

Влияние складирования снежных масс на загрязнение почвенного покрова на примере снегоотвала, расположенного в Советском районе г. Новосибирск

К. Н. Майбах

*Новосибирский государственный аграрный университет
Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск*

Как известно, тема влияния снегоотвалов на экологическое состояние почвенного покрова весьма актуальна. Так, в работах Т.В. Носковой и др. проведена оценка химического состава городского снегоотвала и выявлено его влияние на компоненты окружающей среды. [3]. Также про негативное влияние снежных полигонов на почвенный покров и поверхностные воды в своей работе показали О.Ю.Тарасов и др. [2]. Вместе со снегом на территорию снегоотвала вывозится грунт, песок, мусор. С таянием снежных масс всё это остается на поверхности, а также в процессе инфильтрации различные загрязняющие вещества, которые в себя сорбировал снег, проникают в нижние горизонты почвы. Это все приводит к негативному влиянию на состояние почвенного покрова.

Целью работы является изучение степени загрязнения почвенного покрова территории от размещения на ней снежных масс.

Объектом исследования является снегоотвал г. Новосибирска (в эксплуатации 3 года).

Для определения изначального состояния почвы на прилегающей территории был сделан разрез (фон). Полевые обследования района исследования показали, что на территории снегоотвала имеется уклон с юга на север. Согласно сложившейся геохимической катене были выделены 2 зоны геохимического стока талых вод (в начале сформированного склона (элювиальная) и самой нижней части (аккумулятивная)). Из каждой зоны изъяли образцы для дальнейшего изучения.

При первой визуальной оценке были выявлены темно-серая лесная почва с образовавшимся техногенным перекрытием (в элювиальном мощностью 5 см, в аккумулятивном 2 см), захламленная территория, отсутствие растительности. В лаборатории рекультивации проводились анализы для оценки загрязнения (гравиметрическим методом). Один из показателей загрязнения – содержание нефтепродуктов. Результаты анализа на нефтепродукты представлены в таблице.

Содержание нефтепродуктов в почвенных образцах снегоотвала и прилегающей территории

Зона	Глубина	Содержание нефтепродуктов мг/кг	Уровень загрязнения
Фон	0-30	250	Допустимый
	30-70	190	Допустимый
	>70	70	Допустимый
Элювиальная	0-5	2820	Средний
	5-36	250	Допустимый
	36-60	120	Допустимый
	>60	120	Допустимый
Аккумулятивная	0-2	4300	Высокий
	2-30	360	Допустимый
	30-46	210	Допустимый
	46-70	190	Допустимый

На основании данных и методических рекомендаций [1], можно сделать вывод, что за 3 года эксплуатации данного снегоотвала в почве отмечены деградационные процессы (1 степень), об этом свидетельствует мощность абиотического наноса (ср.знач 3,5 см). Содержание нефтепродуктов в элювиальной и аккумулятивной зонах в сравнение с фоном свидетельствует об увеличении значения в 11,3 и 17,2 раз соответственно. При дальнейшей эксплуатации снегоотвала показатели могут достигнуть максимальных значений, что свидетельствует о необходимости проведения рекультивационных работ.

Литература

1. Методические рекомендации по выявлению деградированных и загрязненных земель. – 1995 – № 3-15/582 – стр.30.
2. О.Ю.Тарасов и др. Городские снежные свалки как источник загрязнения поверхностных вод // Георесурсы. – 2011 – №2 – стр. 31-34.
3. Т.В. Носкова и др. Оценка влияния городских снегоотвалов на загрязнение малых рек и прилегающих территорий // Известия Алтайского отделения русского географического общества. – 2015 – №2 – стр. 10-15.

Научный руководитель – канд. биол. наук И. П. Беланов, канд. биол. наук С. Л. Добрянская.

Прямое определение химических форм ртути в твердых образцах методом термического испарения в сочетании с ЭТА-ААС-детектированием

И. А. Бекеша

*Новосибирский государственный университет,
Институт неорганической химии СО РАН им. А.В. Николаева*

Известно, что подвижность, пути миграции, биологическая доступность и токсичность элемента в природных и техногенных системах зависит от его химического окружения. Поэтому информация о содержании химических форм элемента является более важной, чем данные о суммарном содержании. Среди всего многообразия элементов наибольшую опасность для экосистемы и человека представляет ртуть, которая образует ряд токсичных соединений, поэтому определение ее химических форм - актуальная задача современной аналитической химии.

В современной практике определения химических форм ртути традиционно применяют методы, сочетающие экстракционное извлечение и разделение с применением ВЭЖХ, ГХ и капиллярного электрофореза с последующим элемент-селективным детектированием. Однако, при таком подходе невозможно извлечение в раствор нерастворимых форм ртути, а также не исключена возможность трансформации аналитов в процессе пробоподготовки. Альтернативный вариант – определение химических форм ртути непосредственно из твердой фазы – заключается в испарении химических форм при различных температурах (термическое испарение, ТИ) и их детектировании с использованием метода атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией (ЭТА-ААС) [1,2].

Анализ данных, полученных различными исследовательскими группами, которые ставили своей целью развитие метода ТИ-ЭТА-ААС, продемонстрировал отсутствие системного подхода к организации аналитической процедуры. Целью настоящей работы являлась оптимизация условий прямого определения химических форм ртути в твердых образцах методом ТИ-ЭТА-ААС.

В результате проведенных исследований была разработана методика по определению ряда химических форм ртути: хлорида, HgCl_2 ; сульфида, HgS и сульфата HgSO_4 , а также наиболее токсичной формы - хлорида монометилртути CH_3HgCl в твердых природных и техногенных образцах на уровне содержаний от 0,05 до 0,30 мкг (в пересчете на ртуть) с погрешностью 10 - 20 %.

Работа выполнялась при поддержке РФФИ (№ гранта 22-27-00684).

Литература

1. O.V. Shuvaeva, M.A. Gustaytis, G.N. Anoshin. Mercury speciation in environmental solid samples using thermal release technique with atomic absorption detection. *Anal. Chim. Acta*, 2008, 621:148–154.
2. D.Yu. Troitskii, I.A. Bekesha, O.V. Shuvaeva, P.E. Plyusnin. Preliminary exploration on direct mercury speciation in solid samples by using thermal release coupled to electrothermal atomic absorption spectrometry. *Anal. Methods*, 2023, 15: 937-943.

Научные руководители — доктор хим. наук, доц. О. В. Шуваева, Д. Ю. Троицкий.

Оценка органического загрязнения рек Юго-Восточной части Калининградской области по трем гидрологическим сезонам

Т. А. Булочникова, В. С. Таран, В. Аникьева

*Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия
Высшая Школа Живых Систем*

Исследование химического состава поверхностных вод рассматривается как один из этапов определения экологических условий территории.

Объектом исследования является водосборный бассейн р. Анграпа, а именно, р. Писса, р. Красная, р. Русская и, непосредственно, сама р. Анграпа. Водотоки находятся в пределах Черняховского Гусевского и Озерского городских округов в юго-восточной части Калининградской области. Мониторинг органического загрязнения поверхностных водотоков проводили в зимний, весенний и летний гидрологический сезон 2023 г. Исследование органического загрязнения проводили в аналитической лаборатории «Института Живых систем БФУ им. И. Канта». В пробах поверхностной речной воды были определены: БПК₅, ХПК, нефтепродукты и общий органический углерод в соответствии ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97, ПНД Ф 14.1:2:4.128-98, ПНД Ф 14.1:2.116-97, ПНД Ф 14.1:2:3:4.279-14. Для оценки загрязнения водотоков использованы совмещенные списки ПДК загрязняющих веществ из приказа Министерства сельского хозяйства для водных объектов рыбохозяйственного значения и санитарные правила и нормы 2.1.4.1074-01 по питьевой воде.

Пространственный анализ гидрохимических показателей показал, что геоэкологическое состояние рек ухудшается от верховьев к устьям. В устьевых частях рек воды относятся к классу «очень грязные», что связано загрязнением от сельского хозяйства, промышленных предприятий, коммунально-бытовых источников. В верховьях рек Красная, Писса, Русская воды относятся к классу «умеренно-загрязнённые», что обусловлено расположением этих частей водотоков в лесном массиве природного парка «Виштынецкий». По показателям органического загрязнения наблюдается превышение почти во всех точках отбора проб. Это связано с зависимостью показателей от суточных и сезонных изменений состояния воды в реках, а также с высоким уровнем хозяйственной деятельности человека в исследуемом районе. Максимальное значение по БПК составило 6,7 мгО₂/л в летний сезон, минимальное 0,3 мгО₂/л в весенний сезон. По ХПК максимальное значение 58,8 мгО₂/л в летний сезон, минимальное 4,08 мгО₂/л в зимний сезон; по нефтепродуктам максимальное 0,81 мг/л в весенний сезон, минимальное 0,02 мг/л в весенний сезон, по содержанию органического углерода максимальное значение составляет 33,13 мг/л в летний сезон, минимальное 0,7 мг/л в весенний сезон.

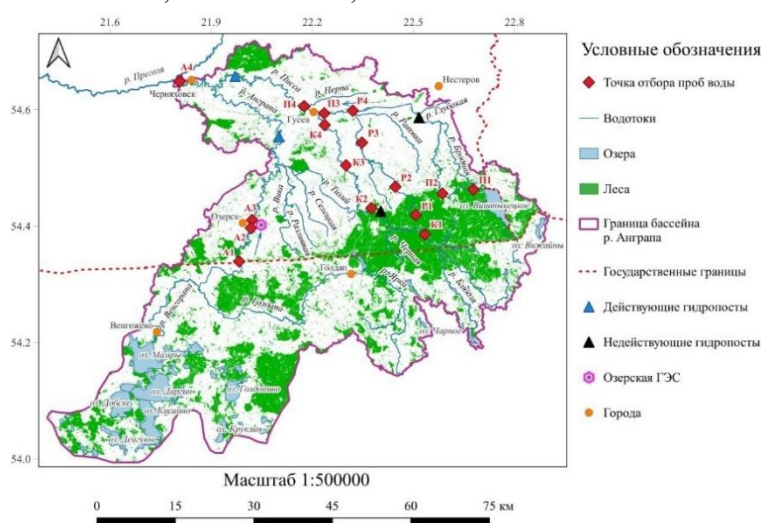


Схема расположения исследуемых водотоков и локация их пунктов мониторинга

Научный руководитель – канд. геогр. наук Ю. В. Королева.

Оценка воздействия предприятий микроэлектроники на компоненты природной среды

М. А. Чудакова

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»
Института перспективных материалов и технологий

Проблема загрязнения природной среды и в частности атмосферного воздуха стоит перед человечеством остро, но часто некоторые антропогенные источники загрязнения недостаточно оценены, такие например как предприятия микроэлектроники. В технологических процессах предприятий микроэлектроники используются опасные химические вещества и соответственно в составе выбросов присутствуют вещества 1 и 2 классов опасности, негативно влияющие на природную среду и человека.

Целью данной работы является установить характерные вещества для выбросов предприятий микроэлектроники и оценить их воздействие на природную среду.

В работе рассматривается Зеленоградская наукоёмкая природно-техническая геосистема (НПТГ) [1], в черте которой сконцентрировано большое количество предприятий микроэлектроники. Основными технологическими процессами микроэлектроники являются: фотолитография, жидкостное и плазмохимическое травление, ионное легирование, эпитаксия и др. [2]. В таблице приведены наиболее крупные предприятия, категории воздействия на окружающую среду и объёмы производимой ими продукции.

Основные предприятия микроэлектроники Зеленоградской НПТГ [3]

Предприятие	Категория	Наименование продукции	Количество, ед.	
1	АО «Ангстрем»	II	Компоненты электронные и платы	72000
2	АО «Микрон»	II	Схемы интегральные электронные	17000
	АО НПЦ «ЭЛВИС»	III	Научные исследования и разработки	150
	АО «Завод «ПРОТОН»	IV, III	Компьютеры и периферийное оборудование Оборудование специального назначения	7740.4 2300
	АО НИИ «Субмикрон»	III	Оборудование компьютерное, электронное и оптическое	300

В ходе исследования выбросов данных предприятий были выявлены наиболее часто встречаемые и характеризующие предприятия микроэлектроники: марганец и его соединения, свинец и его неорганические соединения, хром, азота диоксид, аммиак, азот(II)оксид, диалюминий триоксид, гидрохлорид, серная кислота, азотная кислота, фториды газообразные, толуол, этанол, углерод оксид, соединения и пыль кремния.

Вещества 1 и 2 классов опасности составляют порядка 50 % от общего числа загрязняющих веществ. Из них свинец, хром, марганец обладают мутагенным и кумулятивным эффектом, накапливаясь в компонентах окружающей среды и живых организмах. Кроме того вещества более низкого класса опасности, характерные для микроэлектроники также обладают раздражающим и токсичным действием, например аммиак, толуол, а кремний и его соединения обладают экотоксическим действием.

В заключение хотелось бы сказать, что такие антропогенные объекты как предприятия микроэлектроники оказывают умеренное негативное воздействие на окружающую среду, но требуют контроля, т.к. имеют в своём составе вещества, оказывающие значительное мутагенное и экотоксическое действие и в интересах предприятий снижать выбросы данных веществ посредством модернизации технологических процессов.

Литература

1. Ларионов, Н. М. Промышленная экология : Учебник и практикум / Н. М. Ларионов, А. С. Рябышенков. – 3-е изд., пер. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2022. – 441 с. – (Высшее образование).
2. Красников, Г. Я. Общая теория технологии и микроэлектроника: часть 3. Уровень технологической операции / Г. Я. Красников, Е. С. Горнев, И. В. Матюшкин // Электронная техника. Серия 3: Микроэлектроника. – 2018. – № 3(171). – С. 63-93.
3. Государственный реестр объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду: [Электронный ресурс]//URL:https://uonvos.rpn.gov.ru/rpn/pto-uonvos/onv_registry?pcurrent_page=1&pper_page=20&plast_page=1&oinclusion_date=desc (Дата обращения: 05.09.2023).

Научный руководитель – доктор техн. наук, профессор А. С. Рябышенков.

Оценка экологического состояния окружающей среды после воздействия противообледенительных жидкостей (на примере Московской области)

Н. О. Коршунова

МГУ имени М. В. Ломоносова

Работа современных аэропортов может оказывать негативное влияние на объекты окружающей среды. Одной из проблем является проникновение противообледенительных жидкостей (ПОЖ) на основе гликолей, которыми обрабатываются самолеты в холодный период, в почвенно-грунтовые воды, что может происходить даже при наличии системы сбора ПОЖ [3]. Исходя из объемов применения ПОЖ и их потерь [4], объемы поступления ПОЖ могут варьироваться от 70 до 125 л с самолета. В составе отработанных ПОЖ также присутствуют катионы металлов, нефтепродукты и механические примеси [1]. Исследование влияния ПОЖ на объекты окружающей среды является актуальной задачей, поскольку гликоли и некоторые добавки являются токсичными [2].

Целью работы стала оценка потенциальной экологической опасности ПОЖ для почв и вод, через характеристику модельного стока. Для этого нами был поставлен модельный колоночный эксперимент согласно Методическим рекомендациям по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве (утв. Минздравом СССР 05.08.1982 N 2609-82). В 4 колонки, заполненные супесчаной дерново-подзолистой почвой, залпово вносили 1 л ПОЖ, имитируя поступление ПОЖ в процессе снеготаяния. Далее колонки вместе с контрольной проливали водой, моделируя поступление осадков в весенний период. В течение месяца элюат собирали и анализировали. После этого разбирали колонки и анализировали почву по горизонтам. В работе использовались потенциометрический, кондуктометрический, фотометрический методы исследования, а также методы эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-OES) и атомно-абсорбционный спектрометрии (ААС).

ПОЖ вызывают снижение рН элюата на 1,6 единиц по сравнению с контролем, так как подвергаются микробиологическому разложению с выделением кислотных компонентов; снижение ОВП на 170 мВ, так как микроорганизмы используют кислород в качестве акцептора электронов для окисления гликолей; увеличение электропроводности на 2 мСм/см, совпадающее с графиками изменения концентраций Na, Mg, Ca в элюате; и существенное увеличение ХПК в 890 раз по сравнению с контролем. Для оценки потенциального экологического воздействия элюата нами был рассчитан базовый показатель антропогенной нагрузки (ПАН) по ГОСТ Р 58556-2019 и ГОСТ Р 57075-2016, характеризующий суммарную кратность разбавлений загрязненных (сточных) вод, условно необходимую для снижения концентраций базовых аналитов-маркеров негативных воздействий до их безвредного содержания по ХПК. В элюате максимальная $C_i = 308 \text{ г О/дм}^3$ или 308000 мг О/дм^3 , ПАН (ХПК) = $0,1 * 308000 - 1 = 30799$ ед. Таким образом, элюат, полученный в эксперименте, моделирующем попадание 1 литра ПОЖ на площадь почвы 95 см^2 , следуют разбавлять более чем в 30 тыс. раз, чтобы был соблюден целевой показатель ХПК для поверхностных водных объектов.

Вносимая в колонки ПОЖ была загрязнена Al, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sr, Zn. Поведение металлов при схождении ПОЖ с колонок различалось: пик концентрации Na, K, Ni был приурочен к началу эксперимента, Al, Si, Fe – к середине эксперимента, Ca, Mg, Ba, Sr имели два пика. При этом, Al, Ni, Si, Cd, Cr, Cu, Pb, Zn закреплялись в почве, а Fe, Mn, Ba, Ca, Mg, Sr – дополнительно мобилизовались под действием ПОЖ. Также нами был рассчитан суммарный показатель загрязнения тяжелыми металлами (Zc), который составил 4,9, что соответствует допустимой категории химического загрязнения почвы согласно таблице 4.5 СанПиН 1.2.3685-21 и, согласно Приложению 6 МУ 2.1.7.730-99, данная почва может быть использована без ограничений.

Таким образом, ПОЖ представляет потенциальную экологическую опасность для окружающей среды, поэтому необходимо подробнее изучать вопрос разбавления стока в модельных и природных условиях, а также особенности миграции металлов под действием ПОЖ в ландшафте.

Литература

1. М. В. Бузаева, А.В. Шарапова, Е.С. Климов и др. Утилизация отработанных противообледенительных жидкостей с использованием цеолитов // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2013. – № 4. – С. 10-12.
2. Н. Е. Кашапова, Н. Ю. Башкирцева, Ю. С. Овчинникова и др. Влияние ингибиторов коррозии и ПАВ на токсикологические свойства противообледенительных жидкостей // Вестник технологического университета. 2015. – Т.18. – №5. – С. 221-223.
3. G. D. Breedveld, R. Roseth, M. Sparrevik, et. al. Persistence of the de-icing additive benzotriazole at an abandoned airport. Water Air Soil Pollut. – 2002. – Focus 3. – P.91–101.
4. P. Jaesche, K. U. Totsche, I. Kögel-Knabner Transport and anaerobic biodegradation of propylene glycol in gravel-rich soil materials, Journal of Contaminant Hydrology, – 2006. – V. 85. – I. 3–4. – P. 271-286.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Е. А. Тимофеева.

Контроль содержания приоритетных загрязняющих веществ в Уводьском водохранилище

Р. Д. Ситанов, Ю. А. Константинова, Т. В. Извекова, А. А. Гущин

Ивановский государственный химико-технологический университет

С увеличением темпов технического прогресса всё ярче проявляется воздействие хозяйственной деятельности человека на окружающую его природную среду. Среди проблем, обусловленных этим воздействием, важное место заняла проблема чистой воды, поскольку поверхностные и придонные воды оказались наиболее чувствительным звеном природной среды. Поверхностные воды и донные отложения — важнейшие абиотические компоненты водных экосистем, приоритетное прикладное значение среди которых имеют водохранилища, создаваемые для целевого накопления и хранения воды [1].

Интерес к контролю качества воды в настоящее время неуклонно растет, что обусловлено несколькими причинами, среди которых – продолжающееся загрязнение окружающей среды и востребованность информации о качестве окружающей среды со стороны широких слоев общественности.

К приоритетным загрязняющим веществам природных вод относятся тяжелые металлы (свинец, кадмий, никель, цинк, медь и другие), органические вещества (фенолы, нефтепродукты) и соединения биогенных элементов (азот и фосфор) [2].

Целью работы является оценка экологического состояния в Уводьском водохранилище за 2022 год и анализ тенденции изменения концентраций приоритетных загрязняющих веществ в водоёме.

Для того чтобы дать оценку экологического состояния Уводьского водохранилища, были отобраны образцы поверхностных вод и донных отложений (ДО). Донные отложения (ДО), являясь накопителями природных и антропогенных загрязняющих веществ (ЗВ) аллохтонного и автохтонного происхождения, отражают состояние поверхностных и грунтовых вод и служат надежным индикатором их качества [3].

Изучение качества воды через донные отложения задача не новая, но весьма актуальная для водоемов питьевого назначения, каким и является Увдовское водохранилище, т. к. оно служит одним из основных источников водоснабжения города Иваново.

Известно, что донные отложения формируются в результате сложного взаимодействия целой совокупности разнообразных процессов: климатических, гидрологических, механических, физических, химических, биологических и других. При накоплении донных отложений (заилении) изменяются морфометрические показатели водоемов, химические и биологические процессы [4]. Процессы, которые происходят в донных отложениях и придонном пласте воды, приводят к изменениям состава воды.

Необходимо также отметить, что любые населенные пункты, а особенно крупные города — являются мощными источниками загрязняющих веществ, часть из которых аккумулируются в донных отложениях. При изменении физико-химических условий в придонных водах и в самих донных отложениях в процессе диагенеза появляется опасность вторичного загрязнения водоема, ухудшения качества вод и как следствие опасность миграции загрязнителей по пищевым цепям живых организмов, конечным пунктом которых может быть человек.

Анализ полученных данных (2022 г.) показал, что в нескольких точках пробоотбора Увдовское водохранилище испытывает повышенную нагрузку по марганцу (4,4 - 7,6 ПДК), цинку (4,3 – 9,5 ПДК), меди (44 - 104 ПДК), железу (3,5 - 7,3 ПДК), аммонийному азоту (1-1,8 ПДК). По фенолам превышения ПДК не наблюдается. По нефтепродуктам в поверхностной воде водохранилища наблюдается превышения от 1-3 ПДК.

Анализ состава природных поверхностных и придонных вод Увдовского водохранилища, исследуемых в 2022 г. позволяет сделать вывод, что основной вклад в загрязнение водоема вносят такие металлы как, Zn, Ni и Cu. Водохранилище испытывает повышенную нагрузку вышеперечисленными загрязняющими веществами преимущественно в точках пробоотбора: Авдотьино, Егорий, Рожново, Лесная Зона и Крюково.

Литература

1. Алекин, О. А. Основы гидрохимии [Текст] / О. А. Алекин, чл.-кор. Акад. наук СССР // Учеб. пособие для вузов - Ленинград: Гидрометеиздат, 1953. - 296 с.
2. Марченко Т.А., Извекова Т.В., Гущин А.А., Гриневич В.И., Головкина Е.А. / Качество воды в притоках р. Волга в акватории Горьковского водохранилища / Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология. 2016. Т. 59. № 5. С. 89-94.
3. Абакумов, В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений [Текст] / В. А. Абакумов, Н. П. Бубнова, Н. И. Холикова и др.; Под ред. [и с предисл.] В. А. Абакумова. - Л.: Гидрометеиздат. 1983. — 240 с.
4. Ахметов, Т.О., Влияние качества поверхностных вод на гидрохимию донных отложений Нижнекамского водохранилища в зоне влияния Арланского нефтяного месторождения / Т.О. Ахметов, В.Д. Назаров, В.С. Горячев // Баш. хим. ж.. - 2013. - №4. - С. 119-125.

Научный руководитель: доктор хим. наук, профессор А. А. Гущин.

Мониторинг водоемов города Новосибирска (озеро «Верховое, карьеры «Радиостанция», «Ласточкин»)

В. А. Поцелуева

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Город Новосибирск постоянно растет и развивается, расширяются границы и образуются новые жилые микрорайоны. Именно поэтому одним из направлений стратегии развития города является поддержание той экологической ситуации, которая благоприятно воздействует на здоровье и жизнедеятельность населения. Поэтому так важно масштабное благоустройство парковых зон города и водных объектов. Комитетом охраны окружающей среды мэрии Новосибирска были предложены 58 муниципальных водных объектов (далее – МВО) для обследования. Из перечисленных водоемов в соответствии с требованиями, приведенными в нормативной литературе [1], были выбраны 24 водоема, из которых в настоящей работе рассмотрено 3: озеро «Верховое», карьеры «Радиостанция», «Ласточкин». При выборе водных объектов учитывались: территориальное расположение; экологическое состояние береговой зоны; наличие подъездных путей, безопасных подходов к воде; возможность перспективного развития и застройка территории в соответствии с генпланом города. Выбранные МВО наиболее приближены к общественной доступности и имеют благоприятные факторы для проведения мониторинга и последующей разработки инженерных мероприятий по повышению рекреационного потенциала. Водные объекты находятся рядом с достаточно плотной застройкой высотными многоэтажками, имеют развитую транспортную инфраструктуру. В настоящее время некоторые из них уже используются населением как места стихийного отдыха. Эти факторы явились определяющими для выбора трех водоемов для проведения мониторинга.

В настоящей работе осуществлялось натурное обследование водоемов (апрель, май, июнь 2022). В результате выявлены следующие основные особенности рассматриваемых объектов: источники водозабора и водосброса не установлено, стоков поверхностных вод не обнаружено, притоки либо отсутствуют, либо незначительны и кратковременны. Питание осуществляется за счет поступления талых, дождевых, грунтовых вод. Грунты вокруг водоемов глинистые, песчаные или глинистые с примесью песка. Растительность по берегам преимущественно луговая и кустарниковая, с небольшим включением отдельно стоящих деревьев (березы, тополя). Характерен процесс цветения, а также гниения растительных остатков [2].

В соответствии с требованиями [3] отбор проб воды водоема проводился на середине объекта в 3 этапа. В работе использовались пластиковые бутылки 1,5; 2; 5 литров. Отбор проб воды проводился с целью проведения химического анализа качества воды, который проводился в отделе аналитического контроля города Новосибирска. Используются приборы: спектрофотометр «HELIOS DELTA», спектрометр с ИСП «ICAP PRO X Duo», анализатор жидкости «Флюорат 02-3М» и «Анион 4100» и др. Химический анализ проводился по 25 компонентам [4] при непосредственном участии автора работы.

Рассчитан индекс загрязнения, на основании которого принят класс качества воды. По расчету индекса загрязненности воды озеро «Локомотив» и карьер «Ласточкин» относятся к III классу – вода «умеренно загрязненная». А карьер «Радиостанция» относится к IV классу – вода «загрязненная».

Так как водоемы не обеспечены притоками и стоками, они становятся наиболее уязвимыми к различным загрязнениям. В первую очередь – это стоки с территории дорог. Практически во всех обследованных водных объектах отмечено превышение предельно допустимых показателей таких загрязняющих веществ как нефтепродукты. Предполагаемым источником превышения БПК, ХПК, аммония, фосфатов, нитритов является влияние остаточных органических веществ после таяния снега. Наличие повышенного значения концентраций марганца требует анализа в сравнении с качеством подземных вод, т.к. это может быть причиной естественного повышенного фона марганца в водных ресурсах НСО.

Сделаны выводы: данные объекты могут быть использованы в рекреационных целях; для использования в рекреационных целях необходимо выполнение ряда инженерных мероприятий; имеется необходимость продолжения оценки их экологического состояния, расширения исследований, особенно при взаимодействии с подземными водами.

Литература

1. Межгосударственный стандарт ГОСТ 17.1.5.02-80 «Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов (переиздание 2004 года).
2. Технический отчет «Проведение гидрологических исследований и определение морфологических характеристик по водным объектам города Новосибирска. Водный объект – Верховое». – Новосибирск, 2019. – 28 с.
3. *Государственный стандарт «Общие требования к отбору проб»* от 01.01.2014 № ГОСТ 31861-2012 // Официальный интернет-портал правовой информации.
4. Протоколы результатов химического анализа по 25 компонентам Отдела аналитического контроля Муниципального казенного учреждения города Новосибирска «Дирекция единого заказчика по жилищно-коммунальному хозяйству».

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент кафедры ГТСБЭ НГАСУ (Сибстрин) Синеева Н.В.

Сравнение методов определения содержания карбонатов в естественных почвах

Е. Н. Минаева, С. С. Тагивердиев, П. Н. Скрипников

Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского ЮФУ, Ростов-на-Дону

Определение общего содержания карбонатов в почве представляет большой интерес из-за роли в круговороте углерода в наземных экосистемах, особенно в засушливых и полузасушливых районах. Кроме того, южно-европейская фация характеризуется почвами, содержащими различные типы и концентрации карбонатов [1, 3]. Это, в сочетании с семиаридным режимом влажности [2], присутствующим в большей части региона, и методами орошения, которые часто применяются и, как известно, изменяют динамику углерода в почве, создает оптимальные условия для растворения, выщелачивания и повторного осаждения карбонатов. По этой причине количественное определение фракций неорганического углерода требует быстрых и точных аналитических протоколов для тщательного анализа почвы.

Задачи исследования включают в себя определение содержания карбонатов с помощью следующих методов: метод каталитического сжигания на анализаторе Shimadzu TOC-L CPN; объемный метод (метод Шейблера); комплексометрическое титрование (метод Кудрина). Измерения проводили в 49 пробах, отобранных из 8 профилей черноземов известковых Ботанического сада ЮФУ, Щепкинского леса, Темерницкой рощи, Персиановской степи. По классификации почв России (2004) миграционно-сегрегационные черноземы, на лессовидных легких глинах и тяжелых суглинках, реже на красно-бурых глинах и суглинках.

Сравнение средних значений исследуемых методов

Горизонт	Кальциметра	Комплексонометрический	TOC analyzer
А	2,1 ±0,26	3,6 ±0,28	1,9 ±0,42
В	8,6 ±1,03	10,3 ±1,30	8,8 ±1,31
ВС,С	12,6 ±0,63	14,6 ±0,82	13,5 ±1,04

Метод каталитического сжигания количественно показал наименьшие результаты на малых концентрациях, что соответствует горизонту А почвенного профиля. В горизонтах В и ВС, С наименьшие результаты показал метод кальциметра. Наибольшие результаты во всех почвенных горизонтах показал комплексонометрический метод. Комплексонометрический метод, хоть и самый трудоемкий, но самый точный, что важно для научных целей. Данный метод позволяет получать исключительно карбонатные минералы содержащие кальций (кальцит, доломит, магнезит), что не позволяет метод кальциметра, где существует вероятность определить газообразные вещества иного происхождения (например, H₂S), но в тоже время не определить доломит и магнезит.

Литература

1. Безуглова О.С., Минаева Е.Н., Морозов И.В. Генезис карбонатного и гипсоносного горизонтов в черноземах обыкновенных карбонатных // Наука Юга России, 2019. Т.15. №4.
2. Минаева Е.Н., Безуглова О.С., Морозов И.В. Влияние многолетней динамики атмосферных осадков на генезис степных и сухостепных почв ростовской области // Наука Юга России, 2021. Т.17. №1. С. 52–62.
3. Морозов И.В., Безуглова О.С., Минаева Е. Н. О формировании карбонатного горизонта черноземов обыкновенных карбонатных Нижнего Дона // Живые и биокосные системы, 2017. № 22.

Научный руководитель – доктор биол. наук, профессор С. Н. Горбов.

Содержание полиароматических углеводородов в уличной пыли г. Междуреченска (Южный Кузбасс)

С. С. Чурина

Томский политехнический университет

Полиароматические углеводороды (ПАУ) являются группой химических соединений, которые обычно обнаруживаются в различных компонентах окружающей среды. Эти соединения возникают в процессе сжигания ископаемых топлив и промышленных процессов. ПАУ могут накапливаться в различных натуральных матрицах, таких как атмосферный воздух, почва и вода, и представляют потенциальную угрозу здоровью человека и экосистемам. Было доказано, что некоторые представители этой группы обладают канцерогенной активностью и могут вызывать серьезные заболевания при продолжительной экспозиции. Для снижения риска воздействия ПАУ необходимо учесть их накопление в окружающей среде, источники эмиссий и потенциальные методы снижения их уровней.

Целью исследования является определение содержания полиароматических углеводородов в уличной пыли г. Междуреченска. В 2020 году были отобраны 10 проб пыли в черте города Междуреченска. Схема и методика пробоотбора описаны в [1]. Междуреченск является угледобывающим регионом Кузбасса. Угольные шахты и разрезы расположены в непосредственной близости от городской черты, по берегам рек Уса и Томь.

Определение полициклических ароматических углеводородов в материале уличной пыли (10 проб) проводили в АО «Западно-Сибирский испытательный центр», г. Новокузнецк, методом хромато-масс-спектрометрии (св-во № НФ 50280-2020 до 07.07.2022).

В пробах определены содержания следующих полиароматических углеводородов (14 наименований): нафталин, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантенпирен, бенз(а)антрацен, хризен, бензо(б)флуорантен, бензо(к)флуорантен, бензо(а)пирен, дибенз(а,н) антрацен, бенз(г,н,и)перилен. По результатам анализа установлено, что содержание нафталина, аценафтена флуорена, бенз(а)антрацена, бензо(к)флуорантена, бензо(а)пирена, дибенз(а,н) антрацена, бенз(г,н,и)перилена в исследованных пробах лежит ниже предела обнаружения данного метода.

Полученная информация о среднем содержании индивидуальных ПАУ в образцах пыли, отобранных на территории г. Междуреченск, указывает на широкий диапазон изменений массового количества ПАУ в этих образцах от 0,52 до 0,003 мг/кг.

Среднее суммарное содержание полиароматических углеводородов составило $2,15 \pm 0,36$ мг/кг при максимальном значении 4,01 мг/кг и минимальном 0,40 мг/кг.

По уменьшению среднего содержания индивидуальных ПАУ, в мг/кг, соединения образуют следующий ряд: Бензо(а)пирен ($0,52 \pm 0,11$) > Бензо(к)флуорантен ($0,30 \pm 0,01$) > Фенантрен ($0,28 \pm 0,05$) > Флуорантен ($0,23 \pm 0,04$) > Нафталин ($0,19 \pm 0,11$) > Бензо(г,н,и)перилен ($0,18 \pm 0,06$) > Пирен ($0,16 \pm 0,04$) > Бенз(а)антрацен ($0,14 \pm 0,02$) > Хризен ($0,10 \pm 0,02$), средние содержания остальных ПАУ ниже 100 мкг/г.

Кратность превышения средних содержаний бен(а)пирена относительно гигиенических нормативов, принятых для почв (СанПиН 1.2.3685-21), составила, 26,0 при минимальном значении 3,4 и максимальном 67,8.

По данным работы Н.В. Журавлевой (Журавлева, 2017), ПАУ фенантрен, бенз(а)антрацен, бенз(б)флуорантен, пирен, хризен содержатся в пробах угля Кузнецкого угольного бассейна разной степени метаморфизма, причем максимальное суммарное содержание ПАУ для углей марки К, КС составляет 0,363-0,432 мг/кг, что в 3,6 – 4,3 раза выше содержаний ПАУ в изучаемых пылевых пробах, по нашим данным ($0,099 \pm 0,014$ мг/кг). Можно полагать, что в составе уличной пыли отражается присутствие источника загрязнения (угля).

Содержание ПАУ в пробах пыли территории г. Междуреченска сравнили с фоновыми значениями, определенными для почв Таштагольского района Кемеровской области (Журавлева, 2017), приводятся данные фоновых содержаний фенантрена (0,002 мг/кг), флуорантена (0,002 мг/кг), пирена (0,002 мг/кг), хризена (0,001 мг/кг), Кратность превышения средних содержаний составила, соответственно, для соединений этого ряда, фенантрена (18,7), флуорантена (5,9), пирена (17,3), хризена (5,1).

Однако максимальные содержания фенантрена ($0,077$ мг/кг), флуорантена ($0,027$ мг/кг), пирена ($0,081$ мг/кг), хризена ($0,016$ мг/кг) в отдельных точках превышают фоновые в 38,5 раз; 13,5 раз; 40,5 раз; 16 раз, соответственно.

Обнаружены значимые положительные корреляционные связи между содержанием различных ПАУ в пробах, что указывает, вероятно, на общий источник их происхождения.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 20-05-00675 А

Литература

1. Содержание токсичных элементов в уличной пыли и оценка риска для здоровья человека (Междуреченск, Южный Кузбасс) / Н.А. Осипова, К.Ю. Осипов, А.В. Таловская, Е.Г. Язиков, Е.А. Филимонок, С.А. Новиков // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2023. – Т. 334. – № 3. – С. 229-244.

2. Mercury in Coals and Soils from Coal-Mining Regions / N. A. Osipova, E. V. Tkacheva, S. I. Arbutov [et al.] // Solid Fuel Chemistry. — 2019. — Vol. 53, iss. 6. — [P. 411-417].

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Н. А. Осипова.

Изучение уровня загрязнения крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.), произрастающей в экологически неблагоприятных районах РСО-Алания, мышьяком, кадмием и свинцом в 2021-2023 гг.

К. А. Пех, А. А. Бесолова, М. Ф. Джаджиева

Горский государственный аграрный университет

В настоящее время вопросы загрязнения окружающей (природной) среды во многих регионах Российской Федерации выходят на первый план, что связано как с интенсификацией сельскохозяйственной, так и производственной деятельности, возрастающей антропогенной нагрузкой на природно-территориальные, рекреационные комплексы [2]. Ключевой проблемой последних лет закономерно считается отсутствие постоянных мониторинговых мероприятий, направленных на оценку воздействия техногенной сферы на экологию (водные, почвенные ресурсы, растительный мир и другие) [1]. В этой связи актуальными представляются исследования в области изучения уровня загрязнения окружающей (природной) среды химическими элементами группы «тяжелые металлы», прочими вредными веществами [3].

Цель работы заключается в изучении уровня загрязнения окружающей среды химическими элементами (мышьяком, кадмием и свинцом) в РСО-Алания в 2021-2023 гг. (на примере лекарственного растения-индикатора крапива двудомная (*Urtica dioica* L.), произрастающего практически повсеместно вблизи мест обитания людей). В процессе проведения исследований применен метод атомной спектрофотометрии; сбор сырья *urtica* осуществляли в период цветения с мая по июнь в 2021-2023 гг. в восьми муниципальных районах республики; заготавливали согласно требованиям нормативной документации (по ГОСТ 24027.2-80); для уточнения содержания (концентрации) химических элементов применяли атомно-абсорбционный спектрофотометр «Квант-АФА»; лабораторную часть работы проводили на базе НИИ Агроэкологии при ФГБОУ ВО Горский ГАУ. Полученные, в ходе проведения исследований, данные представлены в таблице ниже:

Элементный состав листьев *urtica* (в среднем за 3 года)

№	Район сбора образцов <i>urtica</i>	Содержание химических элементов, мг/кг					
		As (мышьяк)	ПДК	Cd (кадмий)	ПДК	Pb (свинец)	ПДК
1	Ардонский	0,07	0,5	0,03	1,0	6,40	6,0
2	Алагирский	0,05	0,5	0,03	1,0	5,87	6,0
3	Моздокский	0,11	0,5	0,04	1,0	7,33	6,0
4	Ирафский	0,03	0,5	0,01	1,0	3,62	6,0
5	Дигорский	0,06	0,5	0,02	1,0	4,80	6,0
6	Правобережный	0,09	0,5	0,04	1,0	10,77	6,0
7	Пригородный	0,12	0,5	0,05	1,0	11,57	6,0
8	Кировский	0,08	0,5	0,03	1,0	8,53	6,0

Концентрация свинца в образцах *urtica* Ардонского района превышает допустимую концентрацию на 6,67%, Моздокского и Кировского районов на 22,17 и 42,17%, Правобережного и Пригородного районов на 79,5 и 92,83% (в среднем по республике на 22,67%); содержание кадмия по всем изучаемым образцам находится в пределах нормы и варьирует от 0,01 до 0,05 мг/кг (при среднем значении в 0,03 мг/кг); концентрация мышьяка в среднем составляет 0,07 мг/кг, принимая значения от 0,03 (образцы *urtica* Ирафского района) до 0,12 мг/кг (образцы крапивы Пригородного района). Следует отметить, что наличие высокого уровня химических элементов в органах *urtica* привело к угнетению их роста, оказало влияние на морфологическую структуру.

В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что уровень загрязнения крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) мышьяком и кадмием находится в пределах нормы, свинцом – превышает допустимые показатели на 22,67% или на 1,36 мг/кг.

Литература

1. И. З. Каманина. Содержание тяжелых металлов в лекарственных растениях // Научное обозрение. Биологические науки. – 2019. – № 1. – стр. 29-34.
2. Н. А. Дьякова. Накопление тяжелых металлов и мышьяка листьями крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) // Ульяновский медико-биологический журнал. – 2020. – № 2. – стр. 145-156.
3. В. И. Чернявских. Биологические ресурсы *Urtica dioica* L.: направления исследований и перспективы использования // Полевой журнал биолога. – 2019. – Т. 1. – № 3. – стр. 131-149.

Научный руководитель – ст. преподаватель кафедры землеустройства и экологии А. А. Пех.

Диэфиры о-фталевой кислоты в поверхностных водах с фоновым уровнем загрязнения

Т. А. Григорьева

Лимнологический институт Сибирского отделения РАН

Диэфиры ортофталевой кислоты (ПАЭ) являются важнейшей продукцией химической промышленности, мировой объем производства достигает 6-8 млн. тонн в год. ПАЭ используются в качестве пластификаторов и добавляются в полимерные материалы для получения необходимых характеристик пластмасс. Отсутствие химических связей между полимерной сеткой и пластификатором приводит к миграции ПАЭ из пластмассовых изделий в окружающую среду при их эксплуатации и утилизации. Поступление ПАЭ из стационарных источников (сточные воды очистных сооружений городских агломераций, выбросы промышленных предприятий, площадей складирования и переработки промышленных отходов и бытового пластика) определяет высокий уровень этих загрязнителей в поверхностных и подземных водах на локальных объектах. ПАЭ биологически активны и проявляют гепо-, нейро- и цитотоксичность. Шесть ПАЭ: диметилфталат (ДМФ), диэтилфталат (ДЭФ), ди-*n*-бутилфталат (ДнБФ), бензилбутилфталат (ББФ), ди-(2-этилгексил)фталат (ДЭГФ) и ди-*n*-октилфталат (ДОФ) считаются приоритетными, и подлежат постоянному контролю в окружающей среде.

Задачи исследования: оценить уровень концентрации ПАЭ в водах озера Байкал в течение 2015-2022 гг.; выявить основные факторы, влияющие на этот уровень; оценить экологический риск ПАЭ в поверхностных водах с фоновым уровнем загрязнения.

Установлен качественный состав приоритетных фталатов в байкальских водах, включающий диметилфталат, диэтилфталат, ди-*n*-бутилфталат и ди-(2-этилгексил)фталат. Суммарные концентрации приоритетных фталатов оценены диапазоном от 0.66 до 0.87 мкг/л при доминирующем вкладе ДнБФ и ДЭГФ. Установлено пространственное и временное распределение приоритетных фталатов в пелагиале и водной колонне озера Байкал. Отмечена резкая сезонная изменчивость концентрации приоритетных фталатов – повышение весной и снижение к концу летнего сезона до фонового уровня, который определяется динамическим равновесием между поступлением приоритетных фталатов из разных источников и эффективностью процессов их биодegradации, переходом доминирующих гидрофобных конгенов в донные отложения.

Вклад прибрежных источников приоритетных фталатов в пелагиаль минимален, последняя адекватно отражает концентрацию приоритетных фталатов в поверхностных водах на фоновом уровне в результате атмосферного переноса как основного источника загрязнителей. Показано, что минорные конгены ДМФ и ДЭФ не представляют или представляют очень низкий риск для гидробионтов. При оценке экологического риска от гидрофобных доминирующих конгенов ДнБФ и ДЭГФ следует учитывать их максимальную адсорбцию на взвешенных частицах водной среды и переход в донные отложения.

Работа выполнена в рамках государственного задания Лимнологического института СО РАН, проект 0279-2021-0005 (№ госрегистрации 121032300224-8).

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент А. Г. Горшков.

Оценка уровня содержания химических элементов в бассейне реки Гизельдон РСО-Алания в 2022-2023 гг.

А. А. Бесолова, Л. В. Туаева, А. Т. Рамонова

Горский государственный аграрный университет

В настоящее время вопросы загрязнения окружающей (природной) среды выходят на первый план, что связано как с интенсификацией производственной, так и сельскохозяйственной деятельности. Антропогенное воздействие на основные компоненты природы (атмосферный воздух, почвенные и водные ресурсы) усугубляет их экологическое состояние, что особенно сказывается на питьевом качестве поверхностных вод (рек ледникового происхождения) [2]. Загрязнение бассейна различных рек в РСО-Алания в связи с их использованием при орошении сельскохозяйственных угодий, неконтролируемым выбросом отходов производства и потребления, становится серьезной проблемой, требующей решения [1]. В частности, встают актуальные вопросы о наличии в поверхностных водах химических элементов, значительно превышающих допустимые концентрации и приводящие к невозможности использования речной воды для решения конкретных задач в сельском хозяйстве, снижающих ее питьевые качества [3].

Целью исследований является анализ содержания химических элементов в воде реки Гизельдон РСО-Алания и изучение уровня их накопления за 2022-2023 гг. Забор образцов воды осуществляли в весенне-летний период, вблизи селения Нижняя Саниба Алагирского района. Определение концентрации элементов проводили атомно-абсорбционным методом посредством консервации проб азотной кислотой, с обязательной фиксацией температуры, прозрачности воды на базе НИИ Агроэкологии Горского ГАУ. При оценке уровня загрязненности использовали нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ. Статистическую обработку данных проводили в программе Excel.

Результаты проведенного исследования представлены в таблице ниже:

Содержание химических элементов в бассейне реки Гизельдон РСО-Алания в 2022-2023 гг.

№	Наименование вещества	Формула	Величина ПДК, мг/л	Лимитирующий показатель вредности	Содержание, мг/л		Разница, %
					в 2022 г.	в 2023 г.	
1	Железо	Fe	0,3(1)	орг. окр.	0,31	0,34	9,67
2	Марганец	Mn	0,1	орг. окр.	0,36	0,42	16,66
3	Свинец	Pb	0,01	с.-г.	0,0094	0,0108	14,89
4	Кадмий	Cd	0,001	с.-г.	0,0019	0,0022	15,78
5	Алюминий	Al	0,2(0,5)	орг. мутн.	2,55	2,61	2,35
6	Медь	Cu	1	орг. привк	2,43	2,59	6,58
7	Цинк	Zn	1	общ.	1,25	1,33	6,40

Выявлено превышение допустимой концентрации железа на 0,01 мг/л в 2022 и на 0,04 мг/л в 2023 гг. (при аккумуляции в 9,67%); марганца на 0,2-0,3 мг/кг в 2022-2023 гг., с повышением за изучаемый период на 16,6%; алюминия в 12,7-13,05 раз (при аккумуляции в 2,35%), меди и цинка в 1,4-1,5 и в 0,2-0,3 мг/кг (при увеличении содержания на 6,5-6,4%); концентрация свинца и кадмия не превышает допустимой нормы и варьирует от 0,0094 до 0,0108 мг/л (по свинцу) и от 0,0019 до 0,0022 мг/л (по кадмию), уровень аккумуляции также составляет 14,8-15,7% за изучаемый период.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют об активно развивающихся темпах загрязнения бассейна реки Гизельдон (средний уровень аккумуляции ионов изучаемых химических элементов (согласно данным таблицы) составляет 10,33%).

Литература

1. С. О. Геккиева. Уровни содержания и сезонная изменчивость соединений тяжелых металлов в реках предгорной зоны Центрального Кавказа. Международный научно-исследовательский журнал. – 2020. – № 12-2(102). – стр. 84-90.
2. Ф. А. Атабиева. Пространственно-временная изменчивость уровня содержания соединений тяжелых металлов в воде рек Малка и Баксан. Наука. Инновации. Технологии. – 2021. – № 3. – стр. 119-132.
3. Ф. А. Атабиева, С. О. Геккиева. Оценка уровня содержания соединений марганца и молибдена в воде рек бассейна р. Терек. Наука. Инновации. Технологии. – 2020. – № 4. – стр. 161-170.

Научный руководитель – ст. преподаватель кафедры землеустройства и экологии А. А. Пех.

Влияние мазутного загрязнения на численность бактерий в бурых лесных почвах

А. А. Кузина, В. Г. Гайворонский, С. И. Колесников

Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону

Черноморское побережье Кавказа – уникальный уголок природы на карте РФ. Здесь расположены основные рекреационные и туристические объекты нашей страны. А пассажиропоток в последние годы достигает рекордных значений. Возрастающая туристическая нагрузка на регион требует увеличения производительности всех отраслей, в том числе нефтеперерабатывающей. Все это увеличивает риски разлива и утечки нефтепродуктов при транспортировках и перекачке.

Бурые лесные почвы имеют особое значение для сельского хозяйства и сохранения природных экосистем и, возможно, являются самыми уязвимыми почвами Черноморского побережья Кавказа. Бурые лесные почвы занимают значительные территории этого района.

Степень устойчивости почв к химическому загрязнению лучше всего определять, применяя методы биодиагностики. Биологические показатели первыми реагируют на негативные внешние воздействия. Одним из информативных методов биодиагностики загрязненных почв является определение общей численности бактерий.

Цель работы — оценить изменение общей численности бактерий в бурых лесных почвах при загрязнении мазутом.

В качестве объекта исследования выступала бурая лесная почва (Россия, Краснодарский край, с. Горское) (44°23'20.52"С, 38°43'53.64"В). Исследуемая почва характеризуется низким содержанием органического вещества в верхнем горизонте — 1,3 %, кислой реакцией среды — рН = 4,4, тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, низкой биологической активностью.

В исследовании использовали топочный мазут 40, IV вида, массовая доля серы 1,71 %, зольность — 0,06 %, температура застывания — минус 15°С.

Поскольку ПДК для мазута в почве не разработаны. Для выражения концентрации в почве использовали процентное содержание. Изучали действие концентраций мазута — 1, 5 и 10 % от массы почвы.

Исследовали равномерное загрязнение мазутом всего объема почв. Для этого после внесения загрязняющего вещества почву в сосуде перемешивали. Мазут вносили во влажную почву.

Почву инкубировали в вегетационных сосудах при комнатной температуре (20-22°С) и оптимальном увлажнении (60% от полевой влагоемкости) в трехкратной повторности.

Биологические параметры состояния почв определяли через 30 суток после загрязнения. При оценке химического воздействия на почву этот срок является наиболее информативным.

Лабораторно-аналитические исследования выполнены с использованием общепринятых методов [9]. На 30 сутки после внесения в почву загрязняющих веществ методом люминесцентной микроскопии подсчитывали общее количество бактерий в падающем свете. Микроскопирование осуществляли на микроскопе НВО 100 Microscope Illuminating System (Zeiss).

В результате исследования установлено, что загрязнение бурой лесной почвы мазутом, как правило, снижает численность бактерий. В большинстве случаев наблюдается прямая зависимость между содержанием загрязняющего вещества и степенью ухудшения исследуемого показателя почвы. Так при загрязнении бурой лесной почвы мазутом концентрацией 1 % общая численность бактерий снизилась на 30 %, при внесении 5 % мазута снижение численности бактерий составило 61 %, а при 10 % загрязнении численность бактерий сократилась на 74 %.

Были проведены исследования по сравнительной оценке токсичности углеводородов. По степени экотоксичности по отношению к бурой лесной почве углеводороды образуют следующий ряд: нефть ≤ мазут < бензин ≤ дизельное топливо. То есть, более тяжелые фракции нефтяных углеводородов более токсичны.

В результате исследования установлено, что загрязнение бурой лесной почвы мазутом, как правило, снижает общую численность бактерий. В большинстве случаев наблюдается прямая зависимость между содержанием загрязняющего вещества и степенью ухудшения исследуемого показателя почвы. По степени экотоксичности по отношению к бурой лесной почве углеводороды образуют следующий ряд: нефть ≤ мазут < бензин ≤ дизельное топливо.

Благодарность. Исследование выполнено при поддержке грантов Президента РФ (МК-2688.2022.1.5 и НШ-449.2022.5), Программы стратегического академического лидерства Южного федерального университета ("Приоритет 2030", № СП-12-23-01), государственного задания в сфере научной деятельности № FENW-2023-0008).

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Городской остров тепла Екатеринбурга

Н. Р. Факаева

Институт геофизики им. Ю. П. Булашевича УрО РАН

Климат городов значительно отличается от окружающей его местности. В городах наблюдаются аномально повышенные температуры окружающей среды (приземного воздуха, подстилающей поверхности и подземной среды) по сравнению с температурами в сельской местности. Этот феномен известен как городской остров тепла – «ГОТ».

В рамках проекта, поддержанного Российским научным фондом, мы исследовали ГОТ Екатеринбурга как в поле температур приземного воздуха (по метеоданным), так и в подземной среде (по данным измерений температуры в скважинах).

ГОТ в поле температур приземного воздуха

Среднегодовая интенсивность ГОТ в Екатеринбурге непрерывно росла с 1950-х гг. до 1980 года и достигла 0,8°C, после чего стабилизировалась. Корреляционная связь между интенсивностью ГОТ и численностью городского населения статистически значима.

В годовом цикле ГОТ демонстрирует W-образную форму с максимумами в феврале-марте и в середине лета, минимумами в мае и сентябре-октябре. В формировании зимне-весеннего максимума, скорее всего, участвуют отопительные системы и антициклонические процессы, а летний максимум обусловлен влиянием интенсивного выхолаживания открытых сельских местностей в ясные ночи и повышенной эвапотранспирации днем.

В суточном цикле наблюдается изменчивость, характерная для большинства городов мира. Максимум интенсивности городского острова тепла проявляется ночью. Существует большое количество объяснений этого феномена. Наше исследование позволило выдвинуть новое объяснение: ночной максимум связан с различным типом теплофизических неоднородностей в городе и в селе. Неоднородности поверхности определяют запаздывание температурного отклика на радиационное воздействие, и ночной максимум проявляется как результат интерференции двух сигналов, городского и сельского.

Диапазон колебаний среднесуточной интенсивности ГОТ составляет от -1,5°C до 2,5°C. В летний период ее формируют такие метеофакторы, как давление, скорость ветра и облачность, но совместно они объясняют лишь 23% изменчивости. В зимний период существенное влияние имеет облачность, среднесуточные температуры и давление. В зимний период совокупность этих факторов объясняет лишь 21% изменчивости среднесуточной интенсивности ГОТ. Поиск факторов, определяющих оставшуюся часть изменчивости среднесуточной интенсивности ГОТ, является предметом наших дальнейших исследований.

ГОТ в поле подземных температур

На территории города Екатеринбурга было исследовано 22 скважины, в которых проводились периодические измерения температуры для выявления среднегодового сигнала. Для выделения фонового значения были изучены скважины в окрестностях города за его пределами. Нормальная (фоновая) среднегодовая температура в Екатеринбурге на глубине 20 м составляет $5,5 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Аномалии наибольшей интенсивности выделены в центральных районах города вблизи строений, а также непосредственно внутри зданий. Таким образом, наибольшая утечка тепла в недра связана с теплыми подвалами построек. Повышенные температуры асфальтовых и бетонных городских поверхностей играют второстепенную роль. На городских окраинах и за пределами Екатеринбурга наблюдаются фоновые значения температур. В ходе исследования было замечено, что в скважине около городского пруда выделяются незатухающие годовые колебания вплоть до глубины 40 м, что по результатам математического моделирования свидетельствует об интенсивной нисходящей фильтрации около 24 м/год в дренажную систему городского метрополитена.

Многие исследователи (в основном, немецкие) предлагают использовать тепло, поступившее и накопленное в недрах земли, как дополнительный источник энергии (использование тепловых насосов). Однако наши исследования на примере производственного здания Института геофизики показали, что за 36 лет его эксплуатации в недрах накопилось лишь 0,04% тепла, израсходованного на отопление. Похожее исследование было проведено в скважине, находящейся в Великобритании на месте, где раньше располагался кирпичный завод. За столетнюю работу в недрах накопилось всего лишь 0,03% тепла от энергии, которая выделялась при сжигании топлива. Поэтому заключение об эффективном использовании такого источника энергии звучит неправдоподобно.

Научный руководитель – доктор геол.-мин. наук Д. Ю. Демежко.

Почвенно-геохимическая структура Чарской котловины (Забайкальский край, Каларский район)

С. В. Незнаева

*Сибирский Федеральный Университет
Институт экологии и географии*

Анализ взаимосвязей между распределением элементов в почвах и их генетическими особенностями является одним из важнейших направлений прикладной и теоретической геохимии в изучении почвенного покрова, так как состав и содержание элементов позволяет судить о миграции и аккумуляции химических элементов, определяемых совокупностью элементарных почвообразовательных процессов [1]. Важность исследования почвенно-геохимической структуры фоновых ландшафтов Чарской котловины, выражается в слабой и недостаточной изученности химического состава почв Северного Забайкалья и в целом геохимической специфики территории, что требует анализа миграционной структуры данной территории.

Целью исследования являлось изучение основных особенностей интенсивности радиальной и латеральной миграции почв и сопряженных ландшафтов Чарской котловины (Забайкальский край, Каларский район) и определении миграционной структуры территории.

Определение ведущих особенностей почвенно-геохимической структуры территории Чарской котловины, проводилось с помощью почвенно-катенарного метода с выделением элювиальных, трансэлювиальных, трансэлювиально-аккумулятивных и супераквальной фаций [2]. Оценка интенсивности миграционных процессов проводилась путём расчёта миграционных коэффициентов (радиальной (R) и латеральной (L) дифференциации) [3].

Общим трендом функционирования радиальной структуры горно-таёжных ландшафтов Чарской котловины является большая интенсивность скоростей миграционных потоков в почвах каскадной ландшафтно-геохимической системы пгт. Новая Чара и рост интенсивности среднего ($R=2-5$) и слабого ($R=1-2$) накопления в почвах каскадной ландшафтно-геохимической системы Национального парка «Кодар» (Урочища «Чарские пески»). В целом, значения коэффициентов радиальной миграции варьируют в широких пределах от 0,00 (Ві, W) до 54,40 (Со).

Характерной особенностью почв пгт. Новая Чара, относящихся к альфегумусовому отделу (подбур грубогумусированный, подзол иллювиально-железистый, подбур оподзоленный), является аккумуляция Со ($1,00 < R < 54,40$) в рамках всей выделенной катены, а также постепенное уменьшение количества элементов, подверженных абсолютному выносу вниз по катене, строго соответствующее фаціальности. В свою очередь, сложившиеся «условно фоновые» условия вертикальной миграции в пределах катены 2, определяют специфику абсолютной аккумуляции As ($1,00 < R < 3,00$), вызванной высоким содержанием специфического органического вещества почв (гумуса), текстурно-дифференцируемого (подзолистая типичная и дерново-подзолистая типичная) и органо-аккумулятивного (перегнойно-темногумусовая потечно-гумусовая) отделов.

Отличительной чертой латеральной дифференциации естественного геохимического фона сопряжённых ландшафтов Чарской котловины, является более интенсивное накопление ($L \geq 2$) Zr, W и Nb в пределах катен, со снижением величины коэффициента для W и Nb, в интервале $1 < L < 2$, в пределах супераквальной и трансэлювиальной фации, соответственно. При этом, выделяется следующая закономерность: в рамках катены пгт. Новая Чара преимущественно выносятся элементы, обладающие халькофильной природой (S, Cu, Zn, Sn, Pb, Ві), а в пределах катены Национального парка «Кодар» (Урочища «Чарские пески»), преимущественно – литофильные (Al, Si, K, Rb, Ba, La).

Схожесть условий формирования как радиальной, так и латеральной структуры территории Чарской котловины, заключается в барьерности замыкающих фаций исследуемых катен, выражающейся в установлении комплексов сорбционных геохимических барьеров (G) под действием рельефообразующих факторов на участке катены 1 и формировании краевой зоны болота с неглубоким залеганием мерзлоты на участке катены 2.

Увеличение значений коэффициента латеральной миграции (L), в направлении от автономного ландшафта к подчинённому, характеризует восходящий (асцендиальный) вид почвенно-геохимической структуры лесных ландшафтов Верхнечарской котловины, согласно классификации Н.К. Чертко [3].

Специализация исследуемых катен по совокупному набору выносимых и концентрируемых элементов, указывает на выделение основных групп протекающих элементарных почвообразовательных процессов: биогенно-аккумулятивных в почвах катены 2, элювиальных и иллювиально-аккумулятивных в почвах катены 1. Таким образом, интенсивность латеральной миграции уменьшается в ряду: катена 1 (пгт. Новая Чара) – катена 2 (Урочище «Чарские пески»), а её контрастность увеличивается в обратном направлении.

Литература

1. Е. А. Григорьева, И. В. Борисова, Г. Ю. Ямских. Радиальная миграция сидерофильных (Со, Сг) и халькофильных (Zn) микроэлементов в почвах горного массива Ергаки (Западный Саян) // Вестник Томского государственного университета. – 2011. – № 352. – стр. 225-229.
2. М. А. Глазовская. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. – Москва: Высш. шк., 1988. – 328 с.
3. Н. К. Чертко [и др.]. Геохимия ландшафта. – Минск: БГУ, 2011. – 303 с.

Научный руководитель – канд. геогр. наук, доцент И. В. Борисова.

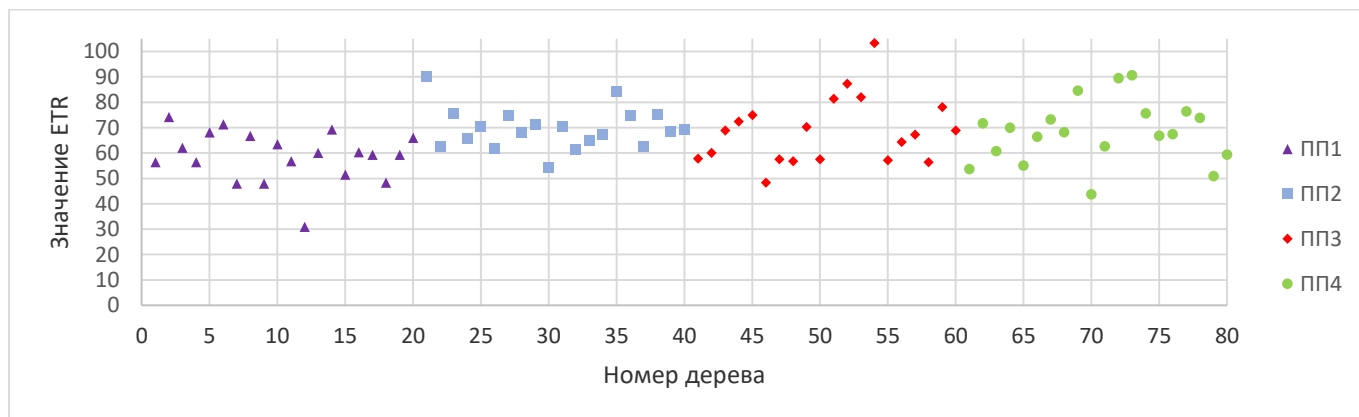
Фотосинтетическая активность хвои *Pinus sibirica* произрастающей на разной высоте над уровнем моря на территории природного парка «Ергаки»

А. А. Калабина

Сибирский федеральный университет
Институт экологии и географии

Вопрос о влиянии глобального изменения климата на высокогорные леса был поднят довольно-таки давно. Однако с увеличением темпов роста температуры атмосферного воздуха, эта проблема обострилась. Такие изменения приводят к сдвигу границ ареалов и уменьшению их площади, так как скорость возобновления лесов на новых потенциально пригодных территориях гораздо ниже, чем скорость гибели древесных на противоположной границе ареала [1]. Данное исследование направлено на изучение фотосинтетической активности сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour), произрастающей в условиях высотной поясности, а также на выявление индивидуальных особенностей деревьев и их способности противостоять действию стресс-факторов.

На территории природного парка «Ергаки» была заложена трансекта от N 52°50'14.6" E 093°15'28.4" до N 52°50'40.4" E 093°16'24.2", в окрестностях озера Ойского. Были установлены 4 пробные площади (ПП). Выбранные деревья были промаркированы. Высота над уровнем моря изменялась от 1455 м до 1636 м, при этом наблюдался переход от пихтово-кедровых лесов к подгольцовой зоне. Деревья на первой (верхней) пробной площади были представлены стланиковой формой, на остальных пробных площадях это полноценные деревья со сформировавшейся кроной. В середине июля было собранно 240 побегов с 80 деревьев и проведены измерения параметров флуоресценции хлорофилла. Данные о скорости электронного транспорта были получены с помощью флуориметра JUNIOR-PAM [2].



Скорость электронного транспорта хвои сосны сибирской

По представленным данным можно заметить, что наименьшая скорость электронного транспорта (ETR) и интенсивность флуоресценции наблюдается на первой пробной площади, которая расположена выше над уровнем моря. Средние значения ETR на верхней пробной площади составляет 59, тогда как на остальных пробных площадях средние близки к 70, что согласуется с литературными данными и соответствуют стадии активной вегетации [3]. Более низкая скорость электронного транспорта позволяет противостоять сильной инсоляции и избежать ожога хвои. Также уменьшение фотосинтетической активности в это время года может быть связано с недостатком влаги, особенно на крутых склонах. Особенный интерес представляют особи с минимальными и максимальными значениями.

Литература

1. Пахарькова, Н. В. Сосна сибирская и пихта сибирская в условиях высотной поясности Южной Сибири и Алтая / Н. В. Пахарькова, И. В. Масенцова // Интеграция науки и образования: современные проблемы, достижения и инновации в области экологии и устойчивого развития: материалы научной конференции; электронное издание, Красноярск, 01–03 ноября 2022 года / Сибирский федеральный университет. – Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2022. – С. 85-87. – EDN MNSOWO.
2. Junior-PAM. Chlorophyll Fluorometer: Operator's Guide / Heinz Walz Germany. – 2007. – URL: http://www.walz.com/downloads/manuals/junior-pam/jpm_071206.pdf.
3. Бендер О. Г. Сезонная динамика состояния фотосинтетического аппарата прямостоячих и стелющихся видов сосновых на примере *Pinus sibirica* и *P. pumila* // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2022. Т. 21, № 1. С. 10-14 DOI: 10.14258/pbssm.2022002. URL: <http://journal.asu.ru/bpssm/article/view/pbssm.2022002>.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Н. В. Пахарькова.

Исследование зависимости валового содержания тяжелых металлов в снежном покрове и в поверхностных водах (на примере г. Новосибирска)

Е. Ю. Гречаная, Д. С. Непропекина

Сибирский государственный университет водного транспорта

Проблемы охраны окружающей среды, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов постоянно находятся в центре внимания всех стран мира. Малые реки и водоемы, находящиеся в условиях городской застройки, особенно в мегаполисах, подвержены серьезному антропогенному воздействию.

Цель работы: оценить экологическое состояние г. Новосибирска на основе снеговых исследований.

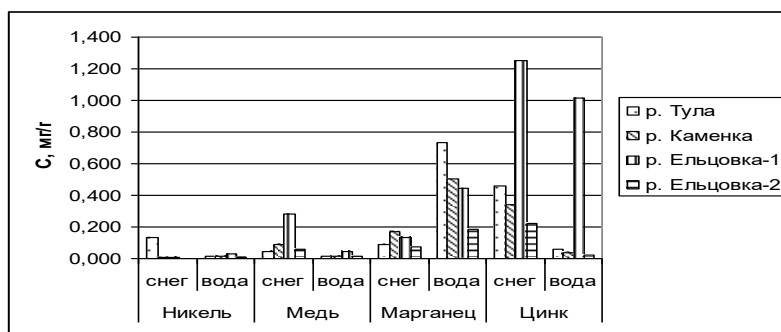
В крупных городах в водную систему поступают стоки ливневой канализации и продукты переработки снежного покрова магистралей города. Имеется масса видов и источников загрязнения чистой воды. Опасными загрязнителями водоемов являются соли тяжелых металлов - свинца, ртути, железа, меди и т.д.

При изучении экологии региона становится очевидной необходимость анализа не только водных экосистем и происходящих в них изменений, но и водоемов вместе с водосборной площадью.

Тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий, цинк, медь) относятся к числу распространенных и весьма токсичных загрязняющих веществ. Важнейшим показателем качества среды обитания является степень чистоты поверхностных вод. Металл-токсикант, распределяется между компонентами водной экосистемы и распадается на следующие составляющие: металл в растворенной форме и металл в валовой форме.

Сейчас определяют валовое содержание тяжелого металла и о качестве вод, загрязненных металлами, судят на основе сопоставления данных по их валовому содержанию с величинами ПДК.

Для исследования зависимости концентрации тяжелых металлов в снегу и поверхностных водах были рассчитаны валовые формы тяжелых металлов с коэффициентами пересчета, которые характерны для каждой их исследуемых малых рек города. Далее были отобраны те пробы снега, которые наиболее близко расположены возле истока и устья реки, и также были посчитаны концентрации загрязняющих веществ в валовой форме. Результаты представлены на рисунке.



Валовое содержание ряда металлов в пробах воды и снега.

После проведенного анализа было выяснено, что в снежном покрове концентрация загрязняющих веществ выше, чем в воде. При таянии снежного все загрязняющие вещества, которые в нем содержатся, вместе с поверхностным стоком поступают в водоемы, загрязняя их, и это подтверждают полученные данные.

Научный руководитель – канд. тех. наук, доцент О. В. Спиренкова.

Изменение теплового режим подстилающей при техногенном воздействии по спутниковым измерениям в ИК диапазоне на примере участка нефтегазразработки в арктической зоне Сибири

А. А. Карсаков

Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН»

В работе исследована возможность использования многозональных, включая ИК-диапазон, спутниковых снимков Landsat и средств автоматизированной обработки для выявления изменений теплового режима подстилающей поверхности на техногенно-трансформированных территориях Сибири.

Актуальность темы обусловлена хрупкостью и уязвимостью экосистем севера перед техногенным воздействием, низкой скоростью процессов метаболизма и естественных сукцессий. А также фактором присутствия вечной мерзлоты, так как развивающаяся система техногенных объектов и инфраструктуры в регионе оказывает влияние на состояние теплоизолирующих слоев и, далее, – на тепловые режимы поверхности, почвы и многолетне-мерзлых грунтов [1]. В условиях интенсивного освоения арктической зоны Сибири всё большую актуальность приобретает вопрос разработки систем мониторинга за состоянием и динамикой природно- и техногенно-преобразованных экосистем [2].

Цель данной работы – анализ динамики теплового режима поверхности в условиях техногенно-трансформированного ландшафта и расширения техногенного воздействия на примере территории нефтегазового месторождения на юге Таймырского полуострова Красноярского края на временном интервале 2010–2022 гг., для которого доступны материалы спутникового мониторинга.

В качестве объекта исследования выбрана территория Тагульского месторождения (67°20' с.ш. 83°02' в.д.) на юге Таймырского полуострова Красноярского края. На одной широте с г. Игарка для которого доступны многолетние данные наблюдений за метеопараметрами (<https://rp5.ru>, дата обращения 06.07.2023).

В качестве исходных данных использованы материалы съемки Landsat-7, –8/ETM+/OLI/TIRS (Enhanced Thematic Mapper Plus / Operational Land Imager / Thermal Infrared Sensor) и данные реанализа метеохарактеристик для района исследований. С использованием индекса Land Surface Temperature (LST) выполнена оценка вариации тепловых характеристик тестовой территории за период 2010–2022 гг. (рис. 1). Для анализа на снимках района исследований применением обучающей выборки предварительно были выделены 6 характерных классов подстилающего покрова, включая техногенно-преобразованные и фоновые участки.

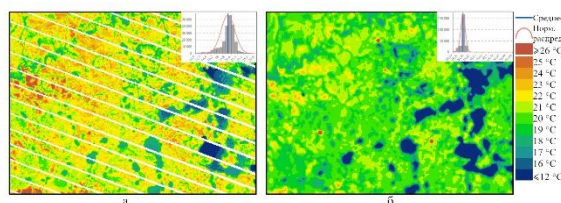


Рисунок 1. Исследуемая территория в температурном градиенте на основании индекса LST. Распределение пикселей индекса LST на основании данных Landsat-8: а – в 2014 г.; б – в 2022 г.

Зафиксировано, что за десятилетний период развития инфраструктуры Тагульского лицензионного участка статистические характеристики распределения теплового поля имели тенденцию к увеличению максимальных значений.

Можно констатировать, что характерный уровень корреляции индекса LST с температурой воздуха меняется в условиях активной разработки месторождения и при повышении уровня техногенной трансформации растительного и напочвенного покровов, выполняющих теплоизоляционную роль и для почвы. За десятилетний период развития инфраструктуры Тагульского лицензионного участка статистические характеристики распределения теплового имели тренд к увеличению максимальных значений. Участки, относимые к классу инфраструктурно-преобразованных территорий, характеризовались завышением LST по отношению к средним значениям фона на уровне ~3,2–5,5%.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-14-20007, <https://rscf.ru/project/23-14-20007/>, Красноярского краевого фонда науки.

Литература

1. Т.В. Пономарева, Е.И. Пономарев, К.Ю. Литвинцев, К.А. Финников, Н.Д. Якимов. Тепловое состояние нарушенных почв в криолитозоне Сибири на основе дистанционных данных и численного моделирования // Вычислительные технологии. – 2022. – Том 27. – №3. – стр. 16-35.
2. N.D. Yakimov, E.I. Ponomarev, T.V. Ponomareva. Satellite data in thermal range for natural and technogenic ecosystems monitoring // E3S Web of Conferences. – 2021. – 333. – № 02017 – p. 6.

Научный руководитель – канд. техн. наук Е. И. Пономарев

Вариация теплового потока и уровень сезонного протаивания в почвах криолитозоны

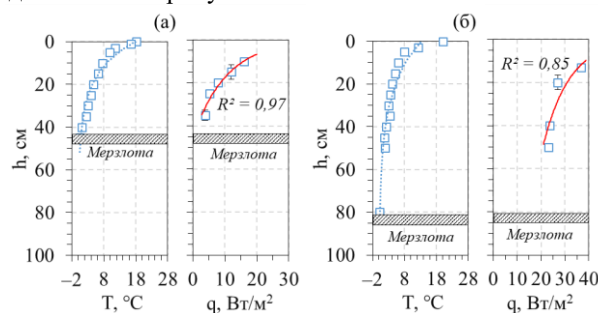
Г. Е. Пономарёв

СФУ, Институт экологии и географии

Изучение состояния почв арктической зоны Сибири имеет большую актуальность в условиях наблюдаемых климатических изменений и усиления техногенного воздействия. Отмечается значительный уровень трансформации почв региона, что сказывается на состоянии сезонно-талого слоя и его стабильном функционировании [1]. Для изучения и дальнейшего прогнозирования устойчивости экосистем Арктики к внешним факторам необходимо развитие инструментального мониторинга за состоянием и изменением физических свойств почв. Важнейшей задачей является анализ теплового режима почв. В этой связи целью работы было изучение вариации теплового потока в наиболее характерных почвах криолитозоны (торфяно-криозёмах и криозёмах грубогумусовых), приуроченных к тундровым равнинным ландшафтам.

Исследования проведены в районе г. Норильска. Методика исследования заключалась в выполнении измерений температуры почвы вдоль почвенного профиля контактными методами с помощью дата-логгеров EClerk с дискретностью 5–10 см и инструментальных измерений теплового потока в почвенном профиле с использованием специализированного оборудования (измерителя теплового потока ИТП-МГ4.03/5(III) «Поток») для слоёв толщиной 15–20 см вдоль почвенного профиля. Измерение теплового потока (q , Вт/м²) выполнялось в трех повторностях для каждого исследуемого слоя почвы. Далее значения усреднялись, вычислялось стандартное отклонение и значение доверительного интервала для уровня значимости $\alpha=0.95$.

Исследования проводились на равнинных тундровых участках. Были выбраны наиболее распространенные для данной территории типы почв. Первая серия измерений выполнена в долине р. Боганида в августе 2023 г., почвы представлены торфяно-криозёмами типичными (формула профиля Т-СR-С). Глубина залегания мерзлоты на дату проведения измерений составляла 45 см. Вторая серия измерений выполнялась в долине р. Амбарная, почва - криозём типичный (О-СR-С). Глубина залегания мерзлоты на дату проведения измерений составляла ~85 см. Полученные результаты представлены на рисунке.



Температурные профили и вариация значений теплового потока вдоль почвенного профиля для торфяно-криозёмов типичных (а) и криозёмов типичных (б).

По результатам инструментальных измерений для различных слоев двух вариантов почв можно сделать вывод, что величина теплового потока в верхнем 40 см слое, представляющем собой в торфяно-криозёмах органогенный грубогумусовый горизонт, в 2,5 раза ниже, чем в криозёмах типичных, в которых органогенный горизонт составляет 3–5 см, а далее подстиается минеральной толщей глинистого гранулометрического состава. Для сравнения $q=15,3$ Вт/м² в верхнем слое торфяно-криозёма, в то время как приповерхностный слой криозёма типичного характеризуется тепловым потоком $q=36,6$ Вт/м². С глубиной значения теплового потока закономерно снижаются по экспоненциальному закону (коэффициент достоверности аппроксимации экспоненциальной функцией составляет $R^2 \sim 0,85–0,97$). При этом, в случае торфяно-криозёмов наблюдается значительный градиент теплового потока, который снижается в 4 раза на глубине 35 см. Тепловой поток падает с 15,3 до 8,7 Вт/м² на глубине 20 см и далее до 3,8 Вт/м² на глубине 35 см. Для криозёмов типичных изменение теплового потока с глубиной составило не более 35%. В приповерхностном слое $q=36,6$ Вт/м², в слое на глубине 50 см – $q=23,1$ Вт/м².

Следует предположить, что теплофизические характеристики изученных почв определяют глубину сезонного протаивания. Для рассмотренных примеров зафиксировано (для августа 2023 г.) значительное расхождение глубины сезонно-талого слоя – 45 см в условиях торфяно-криозёмов и до 85 см – в случае криозёмов типичных. Можно заключить, что прямые инструментальные измерения теплового потока и его вариации в почвах позволяют дополнить перечень входных условий для дальнейшего моделирования температурных режимов почв криолитозоны.

Литература

1. Т.В. Пономарева, Е.И. Пономарев, К.Ю. Литвинцев, К.А. Финников, Н.Д. Якимов Тепловое состояние нарушенных почв в криолитозоне Сибири на основе дистанционных данных и численного моделирования // Вычислительные технологии. – 2022. – 27(3). – стр. 16–35. DOI:10.25743/ICT.2022.27.3.003.

Научный руководитель – канд. техн. наук Е. И. Пономарев.

Современные тренды метеорологических показателей, как факторы динамики горимости в Сибири

А. В. Мальканова

Сибирский федеральный университет, Институт инженерной физики и радиоэлектроники
ФИЦ КНЦ СО РАН

Тенденция повышения уровня горимости лесов проявляется во всем мире. По имеющимся оценкам на леса Сибири приходится до 70–90 % ежегодного количества пожаров растительности России. На территории Сибири за период 2000–2020 годы было зарегистрировано более 190 тыс. пожаров по данным «ИСДМ-Рослесхоз» [1], число которых за сезон варьировало от 2840 в 2001 г. до более 20 тыс. в 2003 г. Максимальная площадь, пройденная пожарами, зафиксирована в 2020 году и составляет $13,43 \cdot 10^6$ га, в том числе покрытая лесом – $9,02 \cdot 10^6$ га. Количество пожаров в этот год составило 18532. Целью работы являлся пространственно-временной анализ серии метеопараметров, таких как гидротермический коэффициент тепло-влажнообеспеченности (ГТК), продолжительность вегетационных периодов, количество дней с грозой и ливнями на территории Сибири с привязкой к широтным зонам для выявления долговременных трендов этих характеристик за период 40 лет (1981 – 2020 гг.). В качестве района исследования выбрана территория Сибири ($49 - 79^\circ$ с.ш. и $55 - 165^\circ$ в.д.) с условным делением на три зоны: Юг ($49 - 56^\circ$ с.ш.), Север ($65 - 79^\circ$ с.ш.) и Центр ($56 - 65^\circ$ с.ш.), отражающие совокупность лесорастительных условий и природных зон региона.

Были проанализированы долговременные ряды метеопараметров по 175 метеостанциям, распределенных по территории выделенных зон. Использовались данные из открытого каталога «Специализированные массивы для климатических исследований» (Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации) за период 1981–2020 гг. [2]. В работе анализировались многолетние ряды температуры приземного слоя воздуха, осадков, состояния облачного покрова, гроз и влажности воздуха. На основании этих данных рассчитывался коэффициент ГТК [3]. Дополнительно для выявления вариаций длительности вегетационного и пожароопасного периода (ПП) рассчитывалось количество дней с температурой более $+10^\circ\text{C}$, количество дней с осадками и грозами. Выполнялось усреднение значений исследуемых параметров за 30-летний интервал (1981 – 2010 гг.) в сравнении со средними за 10 лет 2011 – 2020 гг. исследования. Рассчитывалась среднегодовая скорость прироста каждого параметра (S): $S = \frac{T_2 - T_1}{10}$, где T_2 – среднеегодовые значения за второй период, T_1 – среднеегодовые значения за первый период. В таблице приведены результаты расчета.

Среднегодовая скорость изменения значений метеопараметров

Зона	S _{грозы} , дн./год	S _{ГТК} , ед/год	S _{осадки} , дн./год	S _{ПП} , дн./год
Север	0,63	-0,010	0,657	1,115
Центр	0,192	-0,009	0,559	0,577
Юг	0,30	0,002	0,292	0,318

По полученным расчетам проведен прогноз значений метеопараметров до 2050 года. Получены геопространственные интерполяции средствами ГИС на всю территорию Сибири.

В результате установлено, что в арктической зоне Сибири климат подвержен большим изменениям, чем в остальных зонах. Длительность пожароопасного периода здесь увеличилась на 11 дней за последние 10 лет, что можно характеризовать как значительные темпы изменения, способствующие смене пожарных режимов в регионе в ближайшей перспективе. Число дней с грозой за тот же период увеличилось на 6,3 дня/10 лет, что повышает вероятности возникновения пожаров от гроз – естественной причины пожаров севера. Также на этой территории наблюдается отрицательный тренд ГТК – на 0,1 за последние 10 лет.

Полученные данные о пространственно-временной вариации метеопараметров в Сибири позволяют прогнозировать значительное увеличение пожаров в ближайшей перспективе, что уже подтверждается современными оценками горимости региона [4,5]. По результатам оценки, наибольшее увеличение горимости ожидается в арктической зоне ($65+^\circ$ с.ш.) Сибири. Пожары Арктики могут быть существенным фактором дестабилизации существующих экосистем, провоцируя положительную обратную связь в скорости дальнейших климатических изменений в регионе.

Литература

1. ИСДМ-Рослесхоз – Открытые данные. – [Электронный ресурс]: https://public.aviales.ru/main_pages/public.shtml (дата обращения: 11.09.2023).
2. О.Н.Бульгина, В.Н.Разуваев, Н.Н. Коршунова, Н.В. Швец. «Описание массива данных месячных сумм осадков на станциях России». Св. о государственной регистрации базы данных № 2015620394.
3. Г.Т. Селянинов. Происхождение и динамика засух. – Ленинград: Гидрометиздат, 1958.
4. H. Hayasaka. Rare and Extreme Wildland Fire in Sakha in 2021.// Atmosphere. – 2021. – 12(12). – 1572. DOI: 10.3390/atmos12121572.
5. Е.И. Пономарев, А.С. Скоробогатова, Т.В. Пономарева. Горимость лесов Сибири и межсезонные вариации уровня тепло- и влажнообеспеченности // Метеорология и гидрология. – 2018. – №7. – С. 45–55.

Научный руководитель – канд. техн. наук. Е. И. Пономарев.

Особенность «Арктической стратегии Японии» в XXI веке

Х. Кон

Северный (Арктический) Федеральный Университет

Изменение климата – это глобальная проблема, рассматриваемая во всем мире. Почему Япония решительно относится к арктической стратегии? Прежде всего, в последние годы Япония столкнулась с огромной экологической проблемой, связанной с экстремальными погодными условиями, такими как огромное количество осадков и чрезвычайно жаркая погода во многих регионах Японии каждый год. Тогда японские учёные и администрация делают результат из-за изменения климата. Более того, согласно японскому научному прогнозу, японцы опасаются значительного повышения уровня моря в ближайшем будущем. Арктика серьезно влияет на изменение климата, тогда японские ученые обнаружили связь между изменением климата в арктическом регионе, особенно сокращением морского льда, и экстремальными погодными условиями в Японии. С одной стороны, людям хорошо известно, что изменение климата оказывает негативное воздействие на людей, природу и коренные общины. С другой стороны, это также дает им положительный эффект от строительства Северного морского пути и получения богатых природных ресурсов из тающей вечной мерзлоты и Северного Ледовитого океана.

Сегодня Япония сосредотачивается на развитии Северного морского пути, потому что это делает важным для Японии и других стран, таких как Европа и Россия, импортировать продукт более экологически чистым и экономически выгодным по сравнению с нынешним морским путем через Суэцкий канал между Восточной Азией и Европой. Северный морской путь на 40% короче традиционного морского пути.

Сравнительный анализ двух морских маршрутов торговли Азия-Европа.

Element	Maritime Routes (via)		Statement
	Suez Canal	Northern Sea Route (NSR)	
Distance(nm)	11585	7356	[Far East vs. N.W. Europe] Yokohama- Hamburg Suez Route (11,585 N.M.) vs. NSR Route (7,356 N.M./ -36%) The navigation distance from Northwest European port to Far East via NSR is an approximately 36% shorter compared Suez Canal route

Кроме того, Япония имеет многолетний опыт наблюдения и исследования изменений окружающей среды в Арктике с использованием собственных океанских исследовательских судов, зон наблюдения и спутников наблюдения за Землей. Разъясняя природные, технические, институциональные и экономические проблемы Северного морского пути, Япония будет способствовать развитию систем прогнозирования распределения морского льда и систем прогнозирования погоды для контроля изменения климата в Арктике. [1]

Таким образом, правительство Японии считает, что Арктический морской путь имеет прекрасную возможность развивать его с экономической и экологической точки зрения. Чтобы Япония подошла к Арктике как наблюдатель и сторонник, используя свои научные технологии.

Целью моего исследования является продвижение Северного морского пути для распространения положительных экономических и экологических успехов. Для достижения моей цели японская научная группа и результаты ее исследований активно включаются в проект Северного морского пути.

В заключение я считаю, что и Япония, и арктические страны поддерживают друг друга с помощью японских научных технологий высокого уровня и опыта арктического сообщества для более эффективного развития экономики под контролем изменения климата в будущем.

Литература

1. Исследовательская группа по будущему Арктики в Японии. Проблемы и меры, связанные с Арктикой, на которых Японии следует сосредоточиться // г.2017.стр.3 и 7
2. Н. Оцука. Северный морской путь и его использование //Японский центр арктических исследований- г.2020.- Общее количество страниц.
3. Штаб-квартира океанской политики при кабинете министров Японии. Арктическая политика Японии.// - г.2015- стр.3-7.
4. НФС. А. Рахман. Влияние открытия Северного морского пути на судоходную деятельность в Малаккском проливе//Международный журнал электронной навигации и морского хозяйства-г.2014-стр.90

Научный руководитель – канд. геогр. наук, доцент Н. А. Кондратов.

Применение данных ДЗЗ для контроля опасных геологических процессов вдоль магистральных трубопроводов (на примере Макаровского района Сахалинской области)

А. С. Харыбина, А. К. Юмашева, М. А. Миронова

РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина

Остров Сахалин – перспективный регион добычи нефти и газа. Для реализации проекта «Сахалин-2» здесь в 1994 г. была учреждена компания «Сахалин Энерджи» и подписано соглашение о разделе продукции, в 1999 началась первая добыча нефти, а после – газа. В 2005 году в эксплуатацию была сдана транссахалинская трубопроводная система (ТТС) и в 2009 году отгружена первая партия российского СПГ.

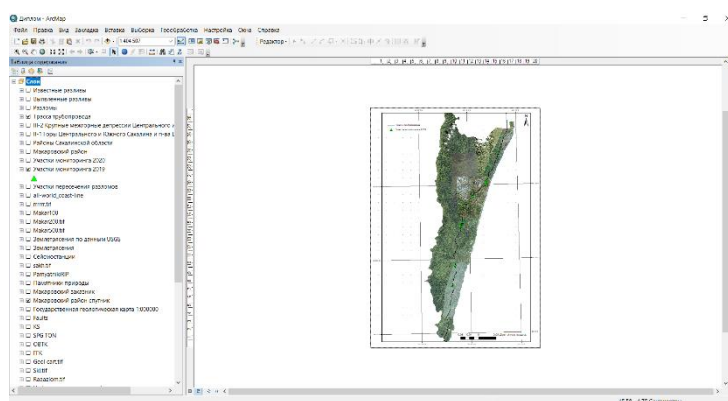
ТТС имеет протяженность 807 км и соединяет добычные платформы и производственный комплекс «Пригородное». Такая протяженность трубопровода накладывает риски, связанные с потерями углеводородного сырья в результате аварийных разливов. Обеспечение безопасности сахалинских трубопроводов – важная задача, поскольку данный объект расположен сложных геологических и климатических условиях. Трасса трубопровода пересекает 19 тектонических разломов, развиты такие опасные геологические процессы (ОГП), как оползни, сели, абразия. Особенно опасным с точки зрения риска порывов трубопровода является Макаровский район. В данном сегменте трубопровод пересекает 5 разломов и проходит через горные территории.

Поэтому участок транссахалинской трубопроводной системы, находящийся на территории Макаровского района, а также полоса землеотвода являются объектами изучения данной работы. Целью данной работы является разработка оптимального подхода при контроле опасных геологических процессов для обеспечения геоэкологической безопасности транспортных объектов нефтегазового комплекса острова Сахалин (на примере Макаровского района).

Исследования ОГП на Сахалине проводились Дальневосточным отделением РАН. Тогда опасными процессами, выявленными на участке расположения ТТС, стали лавинные, селевые, оползневые и русловые процессы. Они были изучены в работе Н.А. Казакова и Ю.В. Генсировского. [1]

Для обеспечения безопасности трубопроводной системы была создана база данных в ГИС-системе ArcGIS, содержащая информацию об опасных природных процессах, которые повышают риск повреждения трубопроводов. В рамках работы были использованы данные ежегодного мониторинга компании ООО «Сахалинская Энергия». Мониторинговые мероприятия в 2019 и 2020 гг. осуществлялись на 14 участках. Результаты мониторинга позволили судить об эффективности коррективных мер по снижению рисков ОГП. С помощью портала Геологической службы США EarthExplorer, предоставляющего доступ к снимкам спутника дистанционного зондирования Земли Landsat-8, визуальным методом на наличие ОГП была изучена полоса землеотвода на территории Макаровского района.

Итогом проведенной работы стало формирование на базе ПО ArcGIS базы данных, куда вошла информация не только об участках проявления ОГП, но и пунктах мониторинга, а также участках развития склоновых процессов и возможных нефтеразливах на полосе землеотвода, выявленных в ходе визуального мониторинга. Одним из элементов базы данных стала информация об очагах землетрясений, произошедших с 1924 по 2022 годы, по данным открытых порталов ФИЦ ЕГС РАН и Геологической службы США. [2]



Интерфейс программы ArcGIS

Литература

1. Казаков Н.А., Генсировский Ю.В. Экзогенные геодинамические и русловые процессы в низкорельефе о. Сахалин как факторы риска для нефтегазопроводов «Сахалин-2» / Геоэкология. Инженерная геология, гидрогеология, геокриология №6, 2008. С. 483-496.
2. Харыбина А.С., Ванчугов И.М., Жаркова В.В., Афанасьев А.В. Выявление геоэкологических рисков эксплуатации производственного комплекса «Пригородное» в рамках нефтегазового проекта «Сахалин-2» // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2023. № 4 (313). С. 34-41.

Научный руководитель – канд. геогр. наук, доцент О. С. Сизов

Геохимические особенности поступления Hg в годовые кольца сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*)

М. Г. Крачнакова, Т. Х. Ш. Ле

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия

С учетом самого высокого показателя токсичности Hg среди других элементов для живых организмов и широким спектром проявлений её негативного воздействия, особое значение приобретает изучение распределения элемента в компонентах окружающей среды. Достаточно надёжными объектами исследования для получения таких результатов являются стратифицированные образования (торфяники, донные отложения, многолетние льды, годовые кольца деревьев и т.д.). Годовые кольца древесных растений, образуясь последовательно во времени, фиксируют в своём составе элементный состав окружающей среды, представляя огромный интерес в качестве объектов для изучения динамики изменения геохимической обстановки [1]. Основными источниками антропогенного поступления Hg в окружающую среду г. Томска являются: транспорт, печное отопление, тепловые электростанции, а также цементные заводы [2].

Цель исследования: определение уровня ртутной нагрузки на территории Томского района методом дендрогеохимии. Объектом исследования служат керны сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*). Выбор кернов сосны в качестве индикатора обусловлен широким ареалом её распространения, что позволяет сравнить результаты с ранее проведёнными исследованиями. Также годовые кольца сосны представлены чётко, благодаря чему можно точно определить их ширину и количество.

Отбор проб проводился в октябре 2021 года в четырёх точках Томского района: мкр. Тимирязево, вблизи исследовательского ядерного реактора научно исследовательского Томского политехнического университета (НИ ТПУ), ООО "Томскнефтехим" и в с. Пашино. Керны отбирали с использованием возрастного бурава Haglof согласно методике [3]. Измерения ширины годовых колец выполнены на комплексе LINTAB 5 в программном пакете TSAP в Институте мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск). Содержание Hg в пробах определяли на анализаторе Hg PA-915+, методом атомной абсорбции с помощью приставки ПИРО-915 (метод пиролиза, предел обнаружения Hg - 5 нг/г, точность определения -5 нг/г, концентрации элемента рассчитаны на 1 г сухого вещества) в учебно-научной лаборатории на базе Инженерной школы природных ресурсов НИ ТПУ. Всего было проанализировано 337 проб.

Результаты. Наименьшее содержание Hg отмечается в точке «Реактор» - 67,3 нг/г (5-1953 нг/г), наибольшее в точке «Нефтехим» - 146,1 нг/г (5-3986 нг/г). Среднее валовое содержание Hg в кернах сосны Тимирязево - 133,7 нг/г (5-1170 нг/г), Пашино - 127,6 нг/г (5-3505 нг/г). В кернах исследованных деревьев содержание Hg превышает данные ранее проведённых на территории исследований, за исключением точки «Реактор». Кратность превышения по точкам пробоотбора составляет: «Реактор»-0,84, «Нефтехим»-1,83, Тимирязево-1,67, Пашино-1,60, содержания сравнивались с данными [4]. Территориально поступление Hg в керны сосны значительно не отличаются в зависимости от расположения по отношению к городу с учетом преобладающего направления ветра. Исключение составляют данные в точке «Реактор».

Также в работе были рассчитаны геоэкологические показатели ртутной нагрузки на территории Томской области в период с 1941 по 2021 года : Kс – коэффициент концентрации относительно фона (8,4 нг/г), ВДК – временно допустимая концентрация; KN – кларк ноосферы (180 нг/г); KLM - коэффициент концентрации относительно среднего для живого вещества (50 нг/г); KLP- коэффициент концентрации относительно среднего для наземных растений (15 нг/г); KMT – нормирование по Б. Маркету (100 нг/г); Fe – фактор обогащения (нормирование по Sc).

Выводы. Средние содержания Hg в кернах сосны превышают полученные ранее для района исследования данные. Следует отметить синхронность поступления поллютанта в древесину на территории Томского района, а также разделение особенностей поступления Hg на два периода с резким снижением концентраций после 1974 г. Не выявлено отличий в накоплении элемента в зависимости от расположения относительно города. Кроме того, на содержание Hg в кольцах сосны безусловно влияют физиологические процессы растения, проявляющиеся как в количественной характеристике содержания элемента, так и в виде тенденций в годовых кольцах дерева. Динамика поступления Hg в годовые кольца позволит изучить историю трансформации элемента в компонентах окружающей среды.

Литература

1. Ю.В. Робертус, Л.П. Рихванов, Р.В. Любимов. Дендрогеохимическая индикация трансграничных переносов экотоксикантов на территорию Алтая // Изв. ТПУ. Т317. – 2010. - №1. – С. 97-103.
2. Таловская А.В. Экогеохимия атмосферных аэрозолей на урбанизированных территориях юга Сибири. Дисс. докт. геол.-мин. наук, 2022, с. 170.
3. Матвеев С.М., Румянцев Д.Е., Дедрохронология: учебное пособие. «ВГЛТА». – 2-е изд., перераб. и доп., Воронеж, 201, с. 140.
4. Экогеохимия ртути в природных средах Томского региона: автореферат дис. кандидата геолого-минералогических наук: 25.00.36 / Ляпина Елена Евгеньевна. - Томск, 2012. - 21 с.

Научные руководители – д-р биол. наук., проф. Н. В. Барановская, канд. геол.-минер. наук. Е. Е. Ляпина.

Влияние метеорологических характеристик на дендрогеохимию ртути территории Томского района

Т. Х. Ш. Ле, М. Г. Крачнакова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Россия

Применение метода дендрогеохимии направлено на изучение этапов развития дерева, структурных особенностей и вещественного состава годичных колец древесины, выявление изменений в составе биосферы и тенденции этих изменений [3]. Hg может поступать в окружающую среду в результате природных и техногенных процессов. В настоящее время поступление ртути в природные объекты становится чрезвычайно актуальной проблемой, которая значительно усиливается в связи с урбанизацией и увеличением количества промышленных отходов. В Томске основными источниками ртутного загрязнения окружающей среды являются предприятия теплоэнергетики, строительной индустрии, деревообработки, химической и пищевой промышленности, а также транспорт [2]. Hg считается глобальным загрязнителем, токсичным элементом, поэтому мониторинг поступления этого элемента в компоненты окружающей среды имеет важное значение. Данные из природных архивов, таких как керны льда, озерные, морские и океанические донные отложения, торфяники, кольца деревьев, натечные образования пещер и кораллы, а также шерсть животных фиксируют информацию об изменении климата и экологической обстановки [4]. В настоящее время годовые кольца деревьев, мхи и лишайники используются как индикаторы оценки загрязнения окружающей среды ртутью.

Цель работы – определение содержания Hg и оценка влияния климатических параметров (количество осадков, температуры и направление ветра) на ее накопление годовыми кольцами сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Объектом исследования служат керны сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) (далее сосна).

Сбор кернов сосны обыкновенной выполнен в нескольких точках Томского района: мкр. Тимирязево (далее «Тимирязево»), вблизи исследовательского ядерного реактора научно-исследовательского Томского политехнического университета (НИ ТПУ) (далее «Реактор») и ООО «Томскнефтехим» (далее «Нефтехим») - г. Томск, в с. Пашино (далее «Пашино»). Керны отобраны с помощью возрастного бурава Haglof. При подготовке кернов руководствовались методикой [1]. Измерения ширины годичных колец выполнены на комплексе LINTAB 5 в программном пакете TSAP в Институте мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (г. Томск). Для определения Hg использовался анализатор РА-915М+ с пиролитической приставкой ПИРО-915. Нижний предел обнаружения – 5 нг/г, в учебно-научной лаборатории на базе инженерной школы природных ресурсов НИ ТПУ. Всего было отобрано и изучено 337 проб колец сосны. Статистическая обработка материала была выполнена с помощью программного пакета Statistica.

Для выявления влияния климатических характеристик на накопление ртути использовали данные срочных наблюдений по метеостанции Томск (сайт meteo.ru): температура воздуха, количество осадков. Климат на исследуемой территории резко континентальный с ярко выраженными сезонами: суровая зима с ветрами и метелями, весенние холода, теплое и морозное лето, ранняя осень. Возраст деревьев, отобранных в ходе работы различен. Наибольший временной охват зафиксирован в точке «Реактор» и составляет 93 года, в остальных точках - 80 лет. В период 1930-2021 гг. среднегодовая температура воздуха составляет +0,4°C, средняя температура самого холодного месяца -19°C (абсолютный минимум около -50°), средняя температура самого теплого месяца +18,2°. Продолжительность теплого сезона составляет 84 дня. Осадков выпадает в среднем 526 мм, максимум приходится на август. Преобладают юго-западные ветры, реже юго-восточные, северо-восточные и северные.

Среднее содержание Hg в кольцах деревьев составляет: «Тимирязево» 133,7 нг/г (5-1170 нг/г) и «Пашино» – 127,6 нг/г (5-3505 нг/г). Наименьшее содержание Hg выявлено в точке «Реактор» - 67,3 нг/г (5-1953 нг/г), наибольшее в точке «Нефтехим» - 146,1 нг/г (5-3986 нг/г). Влияние климатических факторов на динамику накопления Hg оценивалось по среднесуточным данным за период 1931-2021 гг. Анализировался ряд наблюдений за приземной температурой воздуха и количеством осадков.

В результате проведенного корреляционного анализа линейной зависимости между температурой воздуха, количеством осадков и содержанием Hg в годовых кольцах сосны выявлено не было. Проведенный кластерный анализ свидетельствует о том, что на динамику накопления Hg в растениях влияют количество осадков, продолжительность периода с положительными температурами периода, количество осадков при положительных температурах, а также накопление снега за зимний период. На аккумуляцию ртути кольцами сосны влияние оказывают повышение температуры и увеличение количества осадков (связь положительная).

Литература

[1] Матвеев С.М., Румянцев Д.Е., Дендрохронология: учебное пособие. «ВГЛТА». – 2-е изд., перераб. доп, Воронеж, 2013, с. 140.

[2] Ляпина Е.Е., Экогеохимия ртути в природных средах Томского региона. Дисс. канд. геол.-мин.Наук. Томск, 2012, с. 154.

[3] Рихванов Л.П. и др. Дендрогеохимические особенности ископаемой лиственницы (урочище Пазырык) и современных лиственниц горного Алтая лиственниц горного Алтая. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. 2017. Т. 328. No 6. 108–119.

[4]. Eyrikh S.S. Mercury in paleoarchives as a proxy of environmental and climate changes // *Limnology and Freshwater Biology*. 2022. №3 (SI: Mercury 2022), pp. 1355-1358. <https://doi.org/10.31951/2658-3518-2022-A-3-1355> (РИНЦ).

Научные руководители – д-р биол. наук., проф. Н. В. Барановская, канд. геол.-минер. наук. Е. Е. Ляпина.

Уровень пылевой нагрузки и вещественный состав твердого осадка снега в районе расположения глиноземного производства

Е. О. Тармёнок

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В Сибири, в г. Ачинске, расположено крупнейшее предприятие в стране по производству глинозема. Эколого-геохимические исследования состояния территории в окрестностях Ачинского глиноземного комбината (АГК) выполнялись более 15 лет назад [1]. В связи с этим возникает необходимость получения новых данных о состоянии атмосферного воздуха в данном районе с учетом внедрения экологических технологий [2]. Для исследования загрязнения атмосферного воздуха широко используется снеговой покров - природный планшет-накопитель поллютантов [3].

Отбор проб снегового покрова автором проводился по стандартной методике в мере удаления от АГК с учетом главенствующего направления ветра: в север-северо-восточном; восточном; юго-восточном, юго-западном направлениях.

По результатам отбора и подготовки проб производилось определение уровня пылевой нагрузки согласно работам [3, 4-5]. Для определения минерально-вещественного состава твердого осадка снегового покрова отдельные пробы автором изучены на бинокулярном стереоскопическом микроскопе в лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» согласно патенту № 2229737 (авторы: Языков Е.Г., Шатилов А.Ю., Таловская А.В., 2004 г.). В жидкой фазе снегового покрова методом потенциометрического титрования с селективным электродом проводили определение фтора, так как этот элемент является главным компонентом выбросов при производстве алюминия.

Результаты расчёта пылевой нагрузки показали, что по мере удаления от АГК уровень пылевой нагрузки изменяется от 698 до 121 мг/(м²·сут.), т.е. от высокого и очень опасного до низкого и неопасного уровня загрязнения по нормативной градации, а относительно фона пылевая нагрузка – от очень высокого до среднего уровня загрязнения.

В север-восточном, юго-восточном и юго-западном направлениях средние значения пылевой нагрузки соответствуют низкому уровню загрязнения (менее 250 мг/(м²·сут.)), тогда в направлении основного массопереноса веществ, т.е. в север-северо-восточном и восточном, – среднему (от 250 до 450 мг/(м²·сут.)). Согласно градации по уровню пылевой нагрузки относительно фона на север-восточном, юго-восточном и юго-западном векторах уровень загрязнения средний, на север-северо-восточном и восточном векторах – высокий.

По результатам изучения проб на бинокулярном микроскопе, их вещественный состав представлен такими техногенными образованиями, как частицы угля, микросферулы черного цвета и микросферулы светло-серого цвета, вероятно алюмосиликатного или кальциевого состава, и природными образованиями, включающими в себя карбонатные частицы, кварц и растительные остатки. По мере удаления от комбината процентное соотношение техногенных частиц возрастает от 16 до 31 %, а природных уменьшается от 84 до 69 %.

По мере удаления от АГК значения концентрации фтора в пробах снеготаловой воды варьируются от 0,160 до 0,408 мг/л, что от 9 до 4 раз ниже ПДКр.х. 1,5 мг/л [6], а также уровней в снеготалой воде в районе алюминиевого завода (13 мг/л; данные из ВКР Поликановой С.А., 2016 г.).

Таким образом, проведено исследование изменений уровня пылевой нагрузки, техногенных и природных образований в твёрдом осадке снега и концентрации фтора в жидкой фазе снега в окрестностях глиноземного производства.

Литература

1. Дворецкая Ю.Б. Геоэкологическая оценка влияния глиноземного производства на окружающую среду (на примере г. Ачинск) втореферат дис. ... кандидата геолого-минералогических наук : 25.00.36. Красноярск, 2007. 22 с.
2. Шепелев И.И., Пиляева О.В., Еськова Е.Н., Кирюшин Е.В. Внедрение экологических мероприятий с целью снижения воздействия глиноземного производства на состояние природной среды // Проблемы региональной экологии. №3. 2021. С. 10-14.
3. Таловская А.В. Экогеохимия атмосферных аэрозолей на урбанизированных территориях юга Сибири (по данным изучения состава нерастворимого осадка снегового покрова): диссертация ... доктора геолого-минералогических наук: 1.6.21. Томск. 2022. С. 373 с.
4. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин [и др.]. – М.: Изд-во «Недра», 1990. 335 с.
5. Касимов Н.С., Никифорова Е.М., Кошелева Н.Е., Хайбрахманов Т.С. Геохимия снежного покрова в Восточном округе Москвы // География. Вестник МГУ. Сер.5. 2012. С. 14-24.
6. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [Электронный ресурс]: СанПиН 1.2.3685-21; утв. постановлением Государственного санитарного врача РФ от 28. 01.2021 г. N 2 // Справочно-правовая система «Гарант».

Научный руководитель – д-р геол.-минер. наук, доцент А. В. Таловская.

Анализ гранулометрического состава нерастворимого осадка снегового покрова в зоне воздействия теплоэлектростанции (на примере города Томск)

Р. Ю. Санарова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В атмосферном воздухе содержатся аэрозоли природного и антропогенного происхождения. Размеры аэрозольных частиц сильно влияют на здоровье человека. Грубодисперсные частицы (до 10 мкм) задерживаются в верхних дыхательных путях, а мелкодисперсные (менее 10 мкм) свободно проникают в нижние дыхательные пути, достигая лёгких, тем самым вызывая различные заболевания [1].

Основными антропогенными источниками твёрдых частиц в атмосфере являются промышленные объекты. В зимний период особенно выделяются теплоэлектростанции, так как сжигание угля способствует выбросам твёрдых частиц в атмосферный воздух [2]. Индикатором техногенного загрязнения атмосферного воздуха является снеговой покров, в котором оседают все продукты техногенеза в течение зимнего периода.

Целью представленной работы является выявление закономерности распределения гранулометрических фракций твёрдых частиц, осевших в снеговом покрове в зоне воздействия теплоэлектростанции на примере Томской ГРЭС-2. **Предметом исследования** является нерастворимый осадок снегового покрова.

Пробы снегового покрова отобраны в северо-восточном направлении на расстоянии от 0,73 до 2 км от ГРЭС-2 по главенствующему направлению ветра сотрудниками и студентами кафедры ГЭГХ ТПУ (в н.в. отделение геологии) по стандартным методикам. Анализ гранулометрического состава выполнялся методом лазерной дифракции на приборе фирмы Shimadzu (анализатор SALD-710) в НОЦ "Наноцентр" ТПУ.

По результатам исследований в нерастворимом осадке снегового покрова выделены следующие гранулометрические фракции: 50-300, 10-50, 2,5-10, 1-2,5 и менее 1 мкм. Для выявления степени воздействия на организм использована классификация PM₁₀, PM_{2,5} и PM₁, поскольку твёрдые частицы меньше 2,5 и 1 мкм представляют наибольшую опасность для дыхательных путей человека [1].

Установлено, что по мере удаления от изучаемого объекта долевое содержание мелкодисперсных частиц увеличивается в 2-6 раз относительно доли грубодисперсных частиц (таблица). Анализ среднего размера частиц подтверждает выявленную закономерность по распределению изученных гранулометрических фракций в пробах. Содержание частиц с размерностью 50-300 мкм уменьшается в 4 раза на расстоянии от 0,73 до 2 км. Доля фракции 10-50 мкм существенно не изменяется по мере удаления и находится на уровне около 40%. В дальней зоне (1,3-2 км) доля PM_{2,5} и PM₁ в 2-2,5 раза превышает долю этих же частиц в ближней зоне (0,73-1 км). Максимальная доля фракций 2,5-10 и 1-2,5 мкм и PM₁₀ наблюдается на расстоянии 1-1,3 км.

Таблица. Средние размеры частиц в нерастворимом осадке снегового покрова по мере удаления от Томской ГРЭС-2

Фракция, мкм	Расстояние от ГРЭС-2, км				
	0,73	1	1,3	1,6	2
50-300	22	10	2	13	7
10-50	54	48	49	46	49
PM ₁₀	24	42	48	41	44
PM _{2,5}	7	18	24	25	31
PM ₁	5	14	19	23	30
Средний размер	32	21	15	22	18

Все точки отбора расположены в зоне переноса выбросов ГРЭС-2, где находится жилая застройка. На расстоянии до 1 км расположены средне этажные жилые здания, а на расстоянии выше 1 км встречаются кварталы со смешанной застройкой (средне и высокоэтажной). Высота зданий влияет на микроциркуляцию атмосферного воздуха в городе. Пункт отбора проб на расстоянии 2 км находится в пониженном рельефе (долина реки Ушайка), где так же расположен частный сектор, который может являться дополнительным локальным источником мелких частиц.

Таким образом, выявлена закономерность увеличения от 2 до 6 раз доли мелкодисперсных фракций (PM₁, PM_{2,5} PM₁₀) опасных для здоровья человека по мере удаления от Томской ГРЭС-2 на расстоянии от 0,73 до 2 км, что связано высотой жилых зданий и формой рельефа.

Литература

1. Pope C. A., Dockery D. W. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect // Journal of the Air & Waste Management Association. – 2006, Vol. 56 (6). – P. 709–742.
2. Таловская Анна Валерьевна. Экогеохимия атмосферных аэрозолей на урбанизированных территориях юга Сибири (по данным изучения состава нерастворимого осадка снегового покрова) : автореферат диссертации на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук : спец. 1.6.21 / А. В. Таловская; Национальный исследовательский Томский политехнический университет 2022; науч. рук. Е. Г. Язиков. — Томск: [Б. и.], 2022. — 46 с.: ил.

Научный руководитель – док. геол.- минер. наук, доцент А. В. Таловская.

Экспериментальное определение класса опасности хвостов флотационного обогащения сульфидных медно-никелевых руд

С. И. Старостина

Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, г. Новосибирск

Одной из основных отраслей экономики России является горнорудная промышленность. С каждым годом все больше усилий прикладывают для открытия новых и дополнительной разведки старых месторождений, которые также включают в себя месторождения рудных полезных ископаемых. Следствием переработки полученного сырья является большое количество отходов, в том числе хвостов флотационного обогащения. Хвостами называют отходы обогащения полезных ископаемых, с преобладанием пустой породы и более низким содержанием ценного компонента, чем в исходном сырье [1]. Под воздействием физико-химических процессов происходит преобразование вещества хвостов и формирование комплексов соединений, представляющих возможную экологическую опасность. Техногенное воздействие на окружающую среду в настоящее время привлекает внимание многих исследователей [2, 3].

Проводимое исследование связано с определением воздействия отходов горнорудной промышленности на окружающую среду. В данной работе рассмотрены отходы флотационного обогащения сульфидных медно-никелевых руд, складированные в хвостохранилище в районе развития многолетнемерзлых пород в Красноярском крае. Цель работы – экспериментальное определение класса опасности хвостов флотационного обогащения.

Во время полевых работ было пройдено два шурфа, по стенкам которых взято 14 проб твердого вещества, с целью определения элементного и минерального состава отходов хвостохранилища. Для извлечения водорастворимых форм металлов изготавливали водные вытяжки. Смешивали 20 г пробы и 200 мл дистиллированной воды, через сутки фильтровали через обеззоленные бумажные фильтры «Синяя лента». Путем приготовления слабокислых вытяжек получали обменные формы металлов. В соотношении «раствор:твердое»=5:1 к веществу тех же проб добавляли аммонийно-ацетатный буферный раствор со значением pH 4,8. Последующая подготовка растворов проводилась аналогично водным вытяжкам. Элементный состав полученных растворов определяли методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе ELAN DRC-e в «Химико-аналитическом центре «Плазма» (г. Томск). Всего определено 66 элементов. Точность анализа – 10 % или лучше на уровне концентраций г/г и мкг/л, 7 % или лучше на уровне мг/л. По результатам элементного состава рассчитывали ориентировочные водно-миграционные показатели [4] для водной (ОВМП_в) и слабокислой (ОВМП_б) вытяжек по формулам (1) и (2) соответственно:

$$ОВМП_в = \sum \frac{C_i^в}{ПДК_i^в}, \quad (1)$$

$$ОВМП_б = \sum \frac{C_i^б}{ПДК_i^б}, \quad (2)$$

где $C_i^в$ и $C_i^б$ – концентрация элемента в водной и слабокислой вытяжках соответственно, мг/л; $ПДК_i^в$ – предельно-допустимая концентрация элемента в воде, мг/л. Для расчета брали элементы (31 элемент), для которых установлены величины ПДК [5]. Значения ориентировочного водно-миграционного показателя для водной вытяжки составило $ОВМП_в > 100$ и для слабокислой $ОВМП_б > 1000$. Основной вклад в ОВМП вносят такие элементы как Р, Ni, Fe, Al, Tl, Cd, Co, Pb и меньший вклад – Cu, Be, Mg, Se, As.

Таким образом, отходы флотационного обогащения сульфидных медно-никелевых руд по результатам рассчитанных ориентировочных водно-миграционных показателей относятся к I классу опасности и являются чрезвычайно опасными [4].

Исследование проводилось в рамках проекта № FWZZ-2022-0029 программы ФНИ.

Литература

1. А. Б. Макаров. Техногенные месторождения минерального сырья // Соросовский образовательный журнал. – 2000. – № 8. – стр. 76-80.
2. И. Х. Бикбулатов, Е. И. Бахонина, Д. И. Закирьянов, А. Ю. Ганин, А. Р. Валеева, Л. Н. Салахутдинова. Определение токсичности и класса опасности хвостов обогащения // Баш. хим. ж. – 2014. – №1.
3. А. Б. Крупкин, Д. В. Арефьева, В. Б. Фирсанов, А. В. Петушок. Оценка состояния окружающей среды и эффективности реабилитационных мероприятий в районе расположения хвостохранилища // АНРИ. – 2022. – № 3(110). – С. 61-67.
4. СП 2.1.7.1386-03. 2.1.7. Почва, очистка населенных мест, отходы производства и потребления. Санитарные правила по определению класса опасности токсичных отходов производства и потребления. Санитарные правила», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 16.06.2003 (ред. от 31.03.2011)
5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 28.01.2021 (ред. от 30.12.2022).

Научный руководитель – канд. геол.-мин. наук Н. В. Юркевич.

Элементный состав уличной пыли как индикатор геоэкологического состояния промышленно-урбанизированной территории (на примере г. Томска)

А. И. Беспалова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В летнее время года актуальным объектом исследования для оценки геоэкологического состояния промышленно-урбанизированной территории является уличная пыль, которая представляет собой компонент среды со сложным физическим и химическим составом, состоящий в том числе и из твердых частиц, ежедневно выпадающих из атмосферного воздуха [1].

Целью работы является изучение элементного состава уличной пыли на урбанизированной территории на примере многопрофильного промышленного г. Томска.

Автором осуществлялся отбор и подготовка 50 проб уличной пыли на основе ранее выполненных эколого-геохимических исследований [3] согласно методическим подходам, освещенным в опубликованных работах [1]. Элементный состав проб уличной пыли изучен методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) по аттестованной методике в аккредитованной ядерно-геохимической лаборатории на базе исследовательского ядерного реактора ИРТ-Т ТПУ (аналитики Судыко А.Ф., Богутская Л.В.). Обработка полученных данных осуществлялась при помощи MS Excel и ПО Statistica.

По полученным данным рассчитывался кларк концентрации по формуле: $K_k = C/K$, где C – содержание элемента в пробе, K – кларк элемента в ноосфере (по Глазовской М.А. и Глазовскому Н.Ф.). Для оценки степени обогащения уличной пыли элементами производился расчет коэффициентов обогащения (K_e) относительно кларка земной коры [2]: $K_e = (C_{X_3}/C_{Sc})_{\text{проба}} / (C_{X_3}/C_{Sc})_{\text{земн.кора}}$, где C_{X_3} и C_{Sc} – содержание химического элемента и скандия как реперного элемента соответственно в пробе или в земной коре (кларк земной коры для Sc – 15 мг/кг по Н.А.Григорьеву [2]). Также производился расчет K_e относительно среднего содержания элементов в почвогрунтах города [3], т.к. в летнее время они формируют состав уличной пыли. Значения K_e более 1 указывают на антропогенные источники поступления химических элементов, а K_e менее 1 – на литогенную природу элементов. Оценка уровня загрязнения определяется путем подсчета суммарного коэффициента обогащения по формуле: $Z_e = \sum K_e - (n-1)$, где K_e – коэффициент обогащения; n – количество элементов, учитываемых при $K_e > 1,5$. Степень загрязнения определяется согласно следующей градации суммарного коэффициента обогащения: <32 – неопасный, 32–64 – умеренно опасный, 64–128 – опасный, 128–256 – очень опасный, >256 – чрезвычайно опасный [1].

На основе определенных кларков концентрации и коэффициентов обогащения построены геохимические ряды ассоциаций химических элементов (таблица).

Геохимические ряды ассоциаций химических элементов согласно кларкам концентрации (K_k) и коэффициентам обогащения (K_e) уличной пыли г. Томска

На основе	Геохимический ряд
K_k	Ba _{8,44} – Sb _{5,22} – As _{3,43} – Ca _{3,17} – Zn _{3,16} – Cr _{3,96} – Hf _{2,30} – Fe _{1,29} – Eu _{1,28} – La _{1,26} – Co _{1,22} – Ce _{1,15} – Yb _{0,94} – Sc _{0,92} – Nd _{0,84} – Sm _{0,83} – Tb _{0,68} – Sr _{0,68} – U _{0,67} – Lu _{0,61} – Na _{0,52} – Th _{0,46} – Rb _{0,37} – Ta _{0,26} – Cs _{0,16} – Hg _{0,04} – Br _{0,04}
K_e относительно кларка земной коры	Cr _{5,03} – Ca _{4,56} – Zn _{4,35} – Sb _{3,82} – As _{3,70} – Hf _{2,99} – Co _{1,90} – Yb _{1,67} – Fe _{1,62} – Sm _{1,53} – Eu _{1,48} – Sr _{1,40} – Br _{1,38} – Ce _{1,37} – Lu _{1,28} – U _{1,19} – Ba _{1,13} – Tb _{1,12} – La _{1,11} – Nd _{1,09} – Sc _{1,00} – Na _{0,96} – Th _{0,88} – Rb _{0,76} – Cs _{0,44} – Hg _{0,19} – Ta _{0,02}
K_e относительно почвогрунтов	Ca _{5,95} – Sr _{4,24} – Cr _{3,03} – Fe _{1,61} – Na _{1,59} – Hf _{1,53} – Co _{1,48} – Lu _{1,21} – Yb _{1,17} – Sm _{1,15} – Ce _{1,12} – Eu _{1,11} – Sb _{1,05} – La _{1,04} – Ta _{0,96} – Ba _{0,94} – U _{0,89} – Th _{0,84} – Rb _{0,82} – Tb _{0,76} – Cs _{0,45} – Br _{0,18} – Hg _{0,04}

Более интенсивно согласно коэффициенту обогащения накапливаются элементы Cr, Ca, Zn, Sb, As ($K_e > 3$), менее интенсивно Hf, Co, Yb, Fe, Sm, Eu ($1,5 < K_e < 3$), остальные – слабо накапливаются ($K_e < 1, 5$). Суммарный коэффициент обогащения относительно кларка земной коры и относительно почвогрунтов соответствует неопасному уровню загрязнения ($Z_e = 23$ ед и $Z_e = 13$ ед соответственно).

Литература

1. Н. С. Касимов и др. Геохимия ландшафтов Восточной Москвы/ Касимов Н.С., Власов Д.В., Кошелева Н.Е., Никифорова Е.М – М.: АПР, 2016. – 276 с.
2. Н. А. Григорьев Распределение химических элементов в верхней части континентальной коры. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – 382 с.
3. Л. В. Жорняк Эколого-геохимическая оценка территории г. Томска по данным изучения почв: автореф. дис.: ... канд. геол.-мин. наук: 25.00.36 / Жорняк Лина Владимировна. – Томск, 2009. – 24 с.

Научный руководитель – д-р. геол.-минерал. наук, доцент А. В. Таловская.

Данные для картирования гидрохимических параметров реки Улу-Юл и ее притоков

А. В. Максимова

*Национальный исследовательский Томский государственный университет
Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства*

Анализ имеющейся информации о гидрохимических показателях вод бассейна реки Улу-Юл дает наглядное представление о возможности практического использования водных ресурсов юга Западной Сибири. В условиях информатизации научной деятельности перспективен синтез гидрохимических исследований с современными информационными технологиями, в частности с инструментами GIS. Одним из таких инструментов является так называемое картирование гидрохимических параметров, позволяющих осуществить оцифровку и перенесение на картографические интерфейсы количественных значений оцениваемых гидрохимических показателей.

Целью проведенного исследования являлось формирование массива данных об общих гидрохимических показателях вод реки Улу-Юл и ее притоков, расположенных в Первомайском районе Томской области.

Измерения общих гидрохимических показателей вод реки Улу-Юл таких как: рН, электропроводность, общая жесткость, концентрация ионов калия, кальция, нитрат-ионов осуществляются с 2005 г. с разной степенью периодичности. С 2017 г. проводятся сезонные (весна–осень до ледостава) мониторинговые измерения содержания гуминовых кислот и фульвокислот в двух пунктах контроля: на участке русла реки Илиндук самого нижнего из правобережных притоков р. Улу-Юл и в точке отбора, находящейся вблизи двух мостов через р. Улу-Юл [1]. Выбор притока Илиндук в качестве объекта для исследований обусловлен тем, что именно правые притоки р. Улу-Юл питаются почти исключительно водами олиготрофных верховых болот, таким образом, участвуют в формировании олиготрофных условий минерального питания для фитоценозов песчаных берегов (песков).

Пробы воды за указанный период наблюдений характеризовались сравнительно низкой электропроводностью, что указывает на низкую суммарную концентрацию электролитов в воде. По показателю жесткости воды бассейна реки Улу-Юл относятся к категории мягких вод. Низкое содержание калия в исследуемых водах является одним из факторов формирования олиготрофных условий произрастания растений в прирусловых фитоценозах [2].

Значения рН, электропроводности и жесткости воды для обеих исследуемых рек характеризовались выраженным сезонным трендом, направленным в сторону увеличения показателей. Так, рН в пробах воды обеих рек в первые дни после ледохода был, практически одинаковым, – 5,3 для реки Илиндук и 5,4 для реки Улу-Юл. К концу бесснежного периода рН в водах реки Илиндук в среднем возрос до 6,7, в водах реки Улу-Юл – до 7. Электропроводность в водах реки Илиндук в течение сезона наблюдений возросла приблизительно в 7 раз, в водах реки Улу-Юл – в 10 раз. Жесткость воды возросла в водах обеих рек прямо пропорционально изменению электропроводности.

Во всех исследуемых пробах воды содержание нитратов было ниже предела обнаружения ионометрическим методом [3]. Концентрация гуминовых кислот в исследуемых пробах варьировала в пределах 10–45 мг/л, концентрация фульвокислот – 20–65 мг/л.

Литература

1. Влияние вод рек Улу-Юл и Илиндук на аллометрические соотношения Корень/Побег у пшеницы и томатов / А.В. Куровский, Ю.В. Андреева, Д.В. Брейт, А.С. Шептор, Д.Е. Ромашова, А.Е. Стародубцев, К.А. Петроченко, Ю.Е. Якимов // Гуминовые вещества в водах бассейна реки Улу-Юл. Эколого-физиологическое влияние на растения : коллективная монография. Аллометрия в системе корень/побег / под редакцией А. В. Куровского, В. Н. Куровского. (Вып. 1). – Томск, 2019. – С. 52–99.

2. Amaranth nutritional properties assessment based on potassium and nitrate concentration in tissues / A. V. Kurovsky [et al.] // Bioscience, Biotech. Res. Asia. – 2015. – Vol. 12 (3). – P. 2161– 2166.

3. Куровский А. В. Введение в биологическую ионометрию: учебно-методическое пособие / А. В. Куровский, К. А. Петроченко, Ю. Е. Якимов. – Томск: ЦНТИ, 2013. – 23 с.4.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент А. В. Куровский.

Создание биогеохимических барьеров для иммобилизации радионуклидов на участке шламоотстойников предприятия ядерно-топливного цикла

С. М. Софронова

Институт геологии и минералогии имени В. С. Соболева СО РАН

В результате работы предприятий ядерно-топливного цикла, образуются отходы, хранение которых в шламонакопителях приводит к загрязнению подземных и поверхностных вод токсичными элементами и, в частности, соединениями урана. Применение биогеохимических барьеров доказанный способ иммобилизации урана *in situ* из загрязненных вод [1,2]. Барьеры являются надежным долгосрочным способом, который позволяет не нарушать водные потоки и производить очистку не извлекая воду из грунта. Такие барьеры целесообразно использовать для предотвращения миграции соединений урана за пределы шламонакопителя в грунтовые воды. В данной работе было рассмотрено два способа иммобилизации урана с целью разработки комбинированного биогеохимического барьера.

Метод очистки загрязненных вод от соединений урана методом соосаждения с фосфатами кальция известен давно. Он представляет из себя химическое взаимодействие фосфатов кальция с ураном в водном растворе, в результате чего образуется твердый осадок фосфатов кальция с урановыми включениями.

В ходе предварительной работы были проведены исследования метода соосаждения урана с фосфатами кальция. Объектами исследования выступали модельные, природные и техногенные пробы. В результате экспериментов концентрация урана в растворе снизилась до значений <6 мкг/л и не превышала значений ПДК (0,015 мг/л, СанПиН 1.2.3685-21). Уран в осадке присутствовал в виде включений, образовывая собственные минеральные фазы, предположительно представленные отенитом $\text{Ca}(\text{UO}_2)_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Эксперименты по десорбции урана показали устойчивость урана к выщелачиванию грунтовыми водами из полученного осадка [3]. Данный метод показал себя как эффективный с точки зрения очистки воды от урана. Преимуществами метода являются относительно быстрая скорость иммобилизации урана из раствора, устойчивость получаемых урановых соединений, однако, при этом, в растворе возрастает концентрация натрия за счет добавления в раствор фосфатного осадителя, включающего натрий в свой состав.

В последнее время находит широкое развитие подход микробиологической очистки грунтовых вод [1,2,4], суть которого, сводится к изменению растворимости загрязнителей в результате процессов связанных с дыханием микроорганизмов. Микробные барьеры являются самостоятельным способом иммобилизации урана, однако, применение таких барьеров сопровождается рядом определенных условий, соблюдение которых необходимо для очистки вод от урана: скорость водообмена, химический состав, отсутствие биотоксикантов, pH, минерализация. Также для активации микроорганизмов, требуется своевременно вводить источники органического вещества.

Добавление органического вещества активирует процессы денитрификации растворов и образованию биогенных минеральных фаз, способствующих удалению урана из растворов [4]. В процессе анаэробного дыхания микроорганизмов уран (VI) восстанавливается до урана (IV) и образует труднорастворимое соединение UO_2 . Четырехвалентный уран в карбонатных водах образует карбонатные комплексы, устойчивые в растворах с высокими концентрациями анионов карбоната и гидрокарбоната. Этим объясняется высокая миграционная способность карбонатных комплексов урана. Для предотвращения миграции урана в такой форме предлагается вводить по ходу течения грунтовых вод фосфатный раствор для получения уран-фосфатных осадков, устойчивых к выщелачиванию карбонатными водами. Помимо образования устойчивых соединений урана, комбинирование двух представленных методов очистки позволит расширить pH диапазон и увеличить скорость иммобилизации урана из растворов.

На основании вышеприведенных данных можно говорить о целесообразности использования двухкомпонентного биогеохимического барьера иммобилизации урана *in situ*, включающего микробиологическую очистку и метод соосаждения с фосфатами кальция.

Литература

1. Xu, M.; Wu, W.M.; Wu, L.; He, Z.; Van Nostrand, J.D.; Deng, Y.; Luo, J.; Carley, J.; Ginder-Vogel, M.; Gentry, T.J.; et al. Responses of microbial community functional structures to pilot-scale uranium *in situ* bioremediation. *ISME J.* 2010, 4, 1060–1070. <https://doi.org/10.1038/ismej.2010.31>.
2. Alessi, D.S.; Lezama-Pacheco, J.S.; Janot, N.; Suvorova, E.I.; Cerrato, J.M.; Giammar, D.E.; Davis, J.A.; Fox, P.M.; Williams, K.H.; Long, P.E.; et al. Speciation and reactivity of uranium products formed during *in situ* bioremediation in a shallow alluvial aquifer. *Environ. Sci. Technol.* 2014, 48, 12842–12850. <https://doi.org/10.1021/es502701u>.
3. С.М. Софронова, А.Е. Богуславский. Очистка урансодержащих сточных вод // Известия АО РГО. 2022. №3 (66). – С. 66-77.
4. Boguslavsky, O. Shvartseva, N. Popova, A. Safonov. Biogeochemical In Situ Barriers in the Aquifers near Uranium Sludge Storages. *Water* 2023, 15.

Научный руководитель – канд. геол.-минер. наук А. Е. Богуславский.

Улучшение программы производственного экологического мониторинга АО «Кучуксульфат»

А. О. Спирин

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН

АО «Кучуксульфат» является крупнейшим предприятием химической промышленности Алтайского края, при производстве сульфата натрия геотехническим способом, он оказывает влияние на почву, атмосферный воздух, подземные и поверхностные воды, поэтому важным является наличие программы мониторинга, которая соответствует всем требованиям законодательства.

Источниками вероятного распространения загрязняющих веществ являются:

1. Шламонакопитель АО «Кучуксульфат».
2. Сбросной канал производственных сточных вод в оз. Кучук.
3. Питательно-сбросной канал рапы, через который периодически перекачивается около 30 млн тонн рапы из оз. Кучук в садочный бассейн.

Предприятие АО «КучукСульфат» имело разработанную программу производственного экологического мониторинга, однако, не смотря на требования технического проекта, программа почвенного и биологического мониторинга отсутствовали, поэтому была предложена общая программа мониторинга с дополнительными разделами включающая мониторинг почвенного, растительного покрова и рачка *Artemia salina*.

Анализ распределения грунтовых вод позволил выделить участки, связанные с производственной деятельностью предприятия от участка, связанного с шламонакопителем и от участков, на которые антропогенное воздействие относительно не велико. На рисунке приведен пример диаграммы Ca-Na.

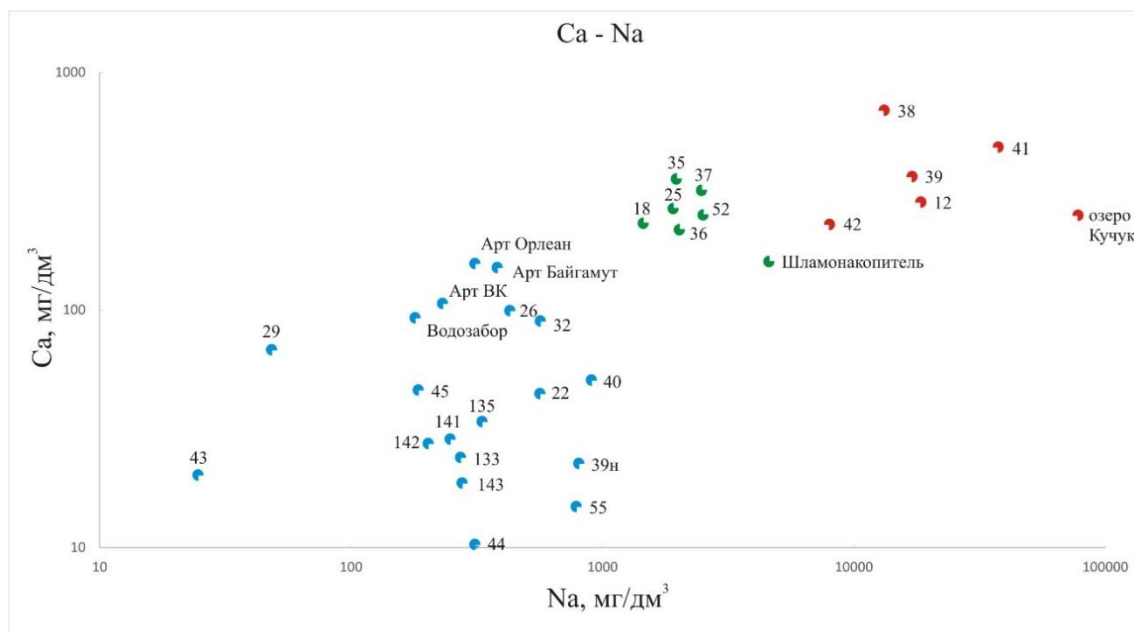


Диаграмма распределения Ca-Na в природных и техногенных водах

Предложена схема мониторинга загрязнения и засоления почв, включающая 14 площадок, позволяющая проводить контроль основных направлений воздушной и водной миграции загрязняющих веществ от их источников. Контроль качества почвы проводился по стандартному перечню показателей: тяжелые металлы (свинец, кадмий, цинк, медь, никель, мышьяк, ртуть, марганец); нефтепродукты; pH; суммарный показатель загрязнения). Дополнительно оценивался сухой остаток и ионный состав водной вытяжки, сумма токсичных солей, натрий обменный и его доля в емкости катионного обмена.

В ходе работ, были обновлены мониторинговые скважины, использование пластиковых труб вместо металлических позволило повысить точность анализа. Контролируемые параметры: уровень грунтовых вод, pH, кондуктометрия, катионы (Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+}) и анионы (Cl^- , HCO_3^- , SO_4^{2-} , NO_3^-),

Программа мониторинга популяции *Artemia salina* с определением показателей, которые позволяют оценить запас ресурсов *Artemia salina*: продуктивность цист (кг/га, тыс. экз/м³), показатели биомассы (мг/л) и численность (экз/м³) рачков водоемах.

В 2023 году в рамках программы мониторинга был произведен отбор проб воды в феврале, мае и июле на мониторинговых скважинах и в озере Кучук (биологический мониторинг *Artemia salina*), а также были отобраны почвы на 14 площадках для определения их состава, полученные данные анализируются, выводы будут получены после завершения четвертого цикла гидромониторинга.

Научный руководитель – канд. геол.-минер. наук А. Е. Богуславский.

Распределение урана и тяжелых металлов на территории Приаргунского производственного горно-химического объединения (ППГХО) в зоне воздействия хвостохранилища

В. П. Подзорова

*Новосибирский Государственный Технический Университет (НГТУ), г. Новосибирск, Россия
Институт геологии и минералогии (ИГМ) имени В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

Геохимическая оценка уровня загрязнения компонентов природной среды составляют на сегодняшний день неотъемлемую часть комплексных экологических исследований, проводимых на территории городов и населенных пунктов, а также входит в региональные системы экологического мониторинга. Данная работа описывает содержание и влияние урана и тяжелых металлов в зоне воздействия хвостохранилища на ППГХО.

ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение имени Е.П. Славского» — крупнейшее в Забайкальском крае многоотраслевое горнодобывающее и перерабатывающее предприятие, флагман российской уранодобывающей отрасли. Данное предприятие было основано в 1968 г. Относится к производственной системе «Росатом» - способ управления производственной площадкой через контроль нештатных ситуаций по параметрам (<https://priargunsky.armz.ru/ru/kompaniya/o-nas>).

Данная работа проводится с целью определения химического содержания элементного состава в почве долины хвостохранилища. В ходе работы использовались следующие методы:

- Валовый U в грунтах рентгено-флюоресцентным анализом с использованием синхротронного излучения на станции элементного анализа ВЭПП-3 ИЯФ СО РАН. Диапазон (U) от 1 до 1000 ppm, погрешность 10 – 20%.
- Ra, Th, K40, Cs методом сцинтилляционной гамма-спектрометрии в ИГМ СО РАН Диапазон 5 – 1000 Бк/кг, погрешность 15%.
- pH потенциометрическим методом; УЭП кондуктометрическим методом диапазон 1 мкСм/см² – 20 мСм/см², погрешность 1%; Cl⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻ титриметрическим методом погрешность 10%, SO₄²⁻ измеряли турбидиметрическим методом с применением фотоколориметра ПЭ-5300 ВИ диапазон 10 – 1000 мг/дм³, погрешность 10 – 20%.

В соответствии со схемой пробоотбора, были выделены подгруппы: фоновые почвы и техногенно-загрязненные. Было проведено озоление проб почв, с целью разделения почв на органо-минеральные и преимущественно-органические. В таблице приведены средние концентрации и диапазон содержания для ряда ТМ и радионуклидов.

Средние концентрации и диапазон содержания для изучаемых элементов.

Элемент	Ед. изм.	Фоновые участки				Техногенные участки				Метод анализа	ПДК мг/кг
		n	min	max	n ср	n	min	max	n ср		
Mn	%	22	0,04	0,09	0,1±0,01	47	0,02	3,98	0,2±0,04	РФА-СИ	0,15%
Fe	%	22	2,11	4,05	3±0,5	47	2,1	71	11,9±1,8	РФА-СИ	
Cr	г/т	22	25,00	61,00	42±6,3	47	22,1	363	80,6±12,1	РФА-СИ	6
Cu	г/т	22	19,20	43,00	29±4,3	47	25,5	5889	1018±153	РФА-СИ	3
Zn	г/т	22	85,00	151,00	113±17	47	92	11485	2460±369	РФА-СИ	23
As	г/т	22	9,70	17,80	14±2,1	47	12,7	1467	328,5±49,3	РФА-СИ	10
Pb	г/т	22	16,70	99,00	25±3,7	47	19,3	960	197,3±29,6	РФА-СИ	130
Th	г/т	22	6,40	21,00	11,5±1,8	39	3,5	19,4	9,9±1,5	РФА-СИ	
U	г/т	14	1,10	2,50	1,7±0,3	39	1,1	99	21,1±3,2	РФА-СИ	

В результате исследования выявлено превышение ПДК в фоновых почвах по хром, меди, цинку, мышьяку. Эти превышения имеют естественный характер и показывают флуктуации местного фона. В техногенных участках значения этих элементов возрастает в несколько раз, что от части может быть связано с распространением болотных почв на участках воздействия хвостохранилища, но и его влиянием. Кроме описанных элементов в техногенных пробах отмечены превышения ПДК, для марганца, свинца и урана, можно предположить, что эти превышения вызваны влиянием хвостохранилища.

На данный момент проводится ступенчатое выщелачивание образцов почв с целью определения подвижных форм которые могут представлять наибольшую потенциальную угрозу для стабильного функционирования почвенной экосистемы.

Литература

1. В.М. Вдовенко. Химия урана и трансураниевых элементов. – Москва-Ленинград: Издательство Академии Наук СССР, 1960. – 700.
2. И.Г. Тананаев, Н.Е. Щепина. Основы радиохимии и радиоэкологии. – Москва: МГУ, 2016. – 113 с.

Научный руководитель – канд. геол.-минер. наук А. Е. Богуславский.

Тренды температурного режима почв криолитозоны в Красноярском крае

П. Д. Третьяков

СФУ, Институт экологии и географии
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

Повышение температуры в полярных регионах из-за изменения климата вызывает значительные изменения в ландшафтах, в которых преобладает вечная мерзлота. Гидротермическое состояние многолетнемерзлых и сезонно-промерзающих грунтов зависит от совокупности климатических и природных факторов. Данные метеорологических станций и геокриологических стационаров, широко используемые при составлении оценок и прогнозов современной эволюции криолитозоны, могут быть востребованы и для анализа температурных режимов почв [1, 2].

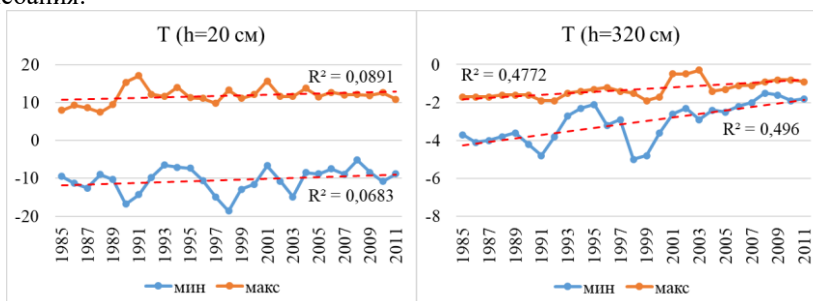
Целью работы было исследование особенностей температурного режима почв криолитозоны Красноярского края и их многолетних трендов.

Район исследования – мерзлотная зона Красноярского края (58–78° с.ш. 81–107° в.д.). Многолетние ряды температур почв были обобщены по данным открытого каталога «Специализированные массивы для климатических исследований» (<http://www.meteo.ru>, дата обращения 20.07.23) Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации. Всего обработаны материалы по 14 метеостанциям. В работе использовались суточные температуры почв на разных глубинах: на 20 см, 40 см, 80 см, 120 см, 160 см, 240 см, 320 см. Классификация метеостанций района распространения мерзлоты выполнена на основе векторного слоя почв криолитозоны Сибири: сплошное (62–78° с.ш.), прерывистое (60–62° с.ш.) и островное (58–60° с.ш.).

Многолетняя среднегодовая температура почв на глубине 40 см на исследуемой территории варьирует в пределах от –11,9 °С (северное побережье, >72° с.ш.) до 5,1 °С (южная территория, <61° с.ш.). Максимальные температуры наблюдались в июле в южной части, на севере максимальные температуры сдвигаются на август. В Южной части криолитозоны Красноярского края максимальные температуры почв колеблется от 13,2 °С (Стрелка Чуя) до 20,2 °С (Енисейск), в Центральной части от 7,2 °С (Норильск) до 10,3 °С (Кислокан), в Северной части от 3,9 °С (Диксон) до 2,9 °С (им. Федорова).

Данные за период исследований позволяют говорить о росте среднегодовой температуры по всему профилю глубины почв криолитозоны Красноярского края. Так для глубины 80 см изменение составило 55% с 0,73 °С (1985–2000 гг.) до 1,12 °С (2001–2010 гг.). В слое 320 см рост среднегодовой температуры варьирует от широты от 0,06–0,07 °С (>69° с.ш.) до 0,01–0,02 °С (<64° с.ш.).

Выявлено, что минимальные температуры имеют более высокие темпы роста по сравнению с максимальными и имеют большие колебания.



Динамика максимальных и минимальных температур почв на различных глубинах.

Проанализировав данные температур почв на метеостанциях, можно сделать вывод, что за период с 1980 по 2022 гг. тенденция повышения минимальной температуры почвы усиливается с глубиной. Наибольшее и статистически достоверное повышение минимальной температуры почвы, проникающие до нижней анализируемой глубины 320 см, наблюдается в северной и центральной части Красноярского края.

Исследования выполнены за счет средств гранта Российского научного фонда № 23-14-20007, <https://rscf.ru/project/23-14-20007/>, Красноярского краевого фонда науки

Литература

1. Павлов А. В. Тренды современных изменений температуры почвы на севере России // Криосфера Земли. – 2008. – Т. 12. – №. 3. – стр. 22-27.
2. Анисимов О. А., Жирков А. Ф., Шерстюков А. Б. Современные изменения криосферы и природной среды в Арктике // Арктика XXI век. Естественные науки. – 2015. – №. 2 (3). – стр. 24-47.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Е. И. Пономарев.

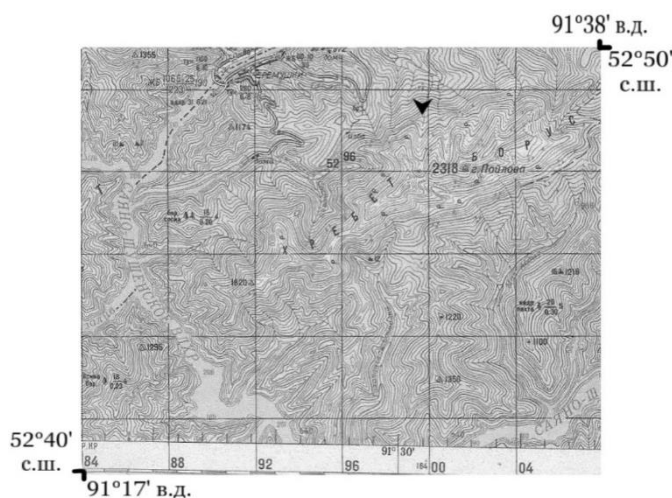
Морфологические особенности *Pinus sibirica* на верхней границе леса хребта Борус Западного Саяна

К. М. Максимова, И. И. Куппер, П. И. Печерин

Сибирский федеральный университет
Институт экологии и географии

Леса участвуют в поддержании жизни на нашей планете, а также являются индикаторами многих экологических проблем. Так как климат постепенно изменяется, становится актуально изучать реакции растений на этот процесс. Для того чтобы наиболее точно определить причины изменений морфологии растений, необходимы территории с наименьшим антропогенным влиянием. Под такую категорию подходят особо охраняемые природные территории. Именно поэтому местом проведения нашего исследования был выбран национальный парк «Шушенский бор». Кроме того, наблюдать изменения эффективнее всего в высотном направлении, поэтому исследование проводилось в горных лесах и редколесье хребта Боруса Западного Саяна. Среди растительного покрова горного лесничества выделяются темнохвойные (ель, пихта, кедр) и светлохвойные (лиственница, сосна) насаждения. Климатические показатели изменяются с высотой местности и подчиняются высотной зональности. Эти факторы обеспечивают разнообразие и уникальность, как флоры, так и фауны.

Цель – исследовать влияние условий произрастания сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) на её морфометрические характеристики в зависимости от высоты над уровнем моря.



Географическое расположение места проведения исследования

Вдоль трансекты были заложены три пробные площади с отличающейся высотой над уровнем моря: пробная площадь №1 (52°48'26,2"с.ш., 91°31'01,1"в.д.; 1347 м. – высота над уровнем моря), пробная площадь №2 (52°48'23,7"с.ш., 91°31'06,3"в.д.; 1389 м. – высота над уровнем моря) и пробная площадь №3 (52°48'21,4"с.ш., 91°31'04,6"в.д.; 1411 м. – высота над уровнем моря). Общий набор высоты составил: 64 м. Для измерений необходимых характеристик было взято по 14 побегов разных особей с каждой пробной площадью. Далее были проведены определение сырой, воздушно-сухой, абсолютной сухой массы, и измерение длины хвои сосны сибирской (по 50 хвоинок с каждого побега).

При сравнении сырой и абсолютно сухой массы хвои было выявлено, что пробная площадь №1 имеет наибольшие значения, а пробная площадь №2 наименьшие. Согласно результатам измерений средней длины хвои тенденция минимальных и максимальных значений совпадает с результатами измерений массы.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что лучше всего сосна сибирская (*Pinus sibirica* Du Tour) чувствует себя в основании склона, то есть на первой пробной площади. Лимитирующим фактором для второй пробной площадки, вероятно, стала влажность. Поскольку она расположена на склоне, то все атмосферные осадки, спускаются с поверхностным стоком вниз.

Литература

1. А. В. Ершова, Н. В. Лебедева. Динамика лесной (древесной) растительности на территории национального парка «Шушенский бор» // География: развитие науки и образования : Коллективная монография по материалам ежегодной международной научно-практической конференции. – 2020. – Том 1. – стр. 109-113.
2. А. В. Ершова, Н. В. Лебедева. Состояние древесной растительности на территории Горного лесничества национального парка «Шушенский бор» // Мониторинг состояния природных комплексов и многолетние исследования на особо охраняемых природных территориях. – 2019. – № 3. – стр. 43-47.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Н. В. Пахарькова.

Анализ эрозионных процессов на малых реках г. Новосибирска

Л. С. Бледнова, Е. А. Непомнящих, А. А. Непомнящих, А. Д. Бурак

Сибирский государственный университет водного транспорта

Малые реки, расположенные в мегаполисе, подвержены серьезному антропогенному воздействию и играют немаловажную роль в жизни каждого горожанина.

Поверхностные водные объекты государственного водного фонда представлены на территории города Новосибирска рекой Обью и ее притоками: Ельцовка-1, Ельцовка-2, Каменка, Нижняя Ельцовка, Камышенка, Плющиха, Иня, Тула и водоемами – частью Новосибирского водохранилища, прудами и болотами. К сожалению, малые реки выступают как приемники наносов и растворенных веществ, это удобный тракт для удаления сточных вод, включая поверхностный сток с территории.

Русла малых рек г. Новосибирска сильно захламлены – механический и бытовой мусор серьезно влияет на русловые процессы. Уровень воды в некоторых реках заметно меняется не только из-за естественных колебаний воды, но и из-за антропогенных, например, от потоков ливневых канализаций. В результате берега сильно размывает, а через русло падают деревья, образуя по течению участки со стоячей водой. Этот процесс виден на примере р.Ельцовка-1. Берега Ельцовки-1 представляют из себя расщелины, река плотно окружена городской застройкой. На берегах плотные заросли ивняка, верб и кленов, из глинистых грунтов.

Эрозионные процессы можно наблюдать, также и на территории Заельцовского парка - вдоль берега происходит процесс, который обусловлен выпадением осадков на почву, что приводит к береговой эрозии.

В последнее время наблюдается наиболее интенсивное вмешательство в жизнь малых рек, связанное с периодом активного техногенного развития в городе, а также и антропогенного воздействия. Наиболее заметные последствия хозяйственных мероприятий, вызывающие активизацию эрозионно-аккумулятивных процессов, наблюдаются на малых реках с небольшими расходами и слабой транспортирующей способностью водного потока. На всех малых реках можно наблюдать такие эрозионные процессы, как плоскостный смыв, струйчатый смыв и овражный размыв. Сильное влияние на развитие эрозионно-аккумулятивных процессов оказывают разнообразные виды хозяйственной деятельности на водосборе – прокладка коммуникаций, строительство инженерных сооружений, внесение удобрений. Существенную роль в формировании склоновых потоков и смыве почв могут играть полевые дороги и колеи от различных транспортных средств.

В следствии, на эрозионные процессы на водосборах малых реках города Новосибирска влияет совокупность природных и антропогенных факторов, но в основном береговая эрозия происходит за счет техногенной и градостроительной деятельности человека.

Научный руководитель – канд. техн. наук, О. В. Спиренко.

Анализ загрязнения окружающей среды урбанизированных территорий на примере города Бузулук по комплексу признаков у хвойных пород

П. Д. Сорокина, А. Д. Юрченко

Бузулукский гуманитарно-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Хвойные древесные породы, обладая высокой чувствительностью к промышленным поллютантам, могут служить моделями для изучения процессов, происходящих под влиянием условий городской среды, и использоваться в качестве тест-объектов для оценки её состояния [1].

В 2021 году на территории города Бузулук Оренбургской области не раз были зарегистрированы превышения предельно допустимой массовой концентрации сероводорода: в мае – в 5,85 раз, в июне – в 24,5 раза, в июле – в 14,4 раза. Бузулукский район находится на втором месте по количеству загрязняющих веществ, отходящих от всех стационарных источников выделения и выбрасываемых без предварительной очистки (31 656 т) [2].

В городе Бузулуке главными источниками загрязнений являются очистные сооружения, промышленные зоны ООО «РОСТА-Терминал», ООО «Нефтяной мир», ООО «АБЗ», автотранспортные предприятия, полигон ТБО, транспортные сети, котельные. Стоит отметить располагающийся в центре города АО «Бузулукский механический завод» (переименованный в АО «Композит Групп»), ранее являющийся крупнейшим машиностроительным предприятием Западного Оренбуржья, выпускающим радиаторы охлаждения и теплообменников, тракторную, специальную и сельскохозяйственную технику на базе тракторов МТЗ «Беларус». Сравнительно недавно началось строительство маслоэкстракционного завода – дополнительного источника загрязнения городской среды.

Объектом исследования служили образцы ели обыкновенной, или европейской (*Picea abies* L.), произрастающей на территории города Бузулук Оренбургской области.

Целью данной работы стало изучение и анализ морфометрических параметров почек, побегов и хвои ели обыкновенной, или европейской (*Picea abies* L.) на условно загрязненной (участок 1 – ул. Фрунзе) и условно чистой (участок 2 – ул. Победы) территории города Бузулука.

При осмотре хвои образцов использовали лупу с увеличением в четыре раза, для измерения вегетативных и генеративных органов образцов – штангенциркуль и миллиметровую бумагу. Повторность 20-кратная. Путем просмотра побегов с хвоей по мутовкам устанавливали продолжительность жизни хвои. При помощи теххимических весов вычисляли массу 1000 штук сухих хвоинок.

В ходе исследования было установлено, что на первом участке, характеризующемся как условно загрязненный, с высокой интенсивностью автотранспорта и близостью к основным загрязняющим атмосферный воздух предприятиям, морфометрические показатели образца ели обыкновенной (*Picea abies* L.) значительно отличаются от параметров образца с условно чистой жилой зоны ул. Победы г. Бузулук.

Основными макроскопическими изменениями образца ели обыкновенной (*Picea abies* L.) с первого участка стали: уменьшение длины хвои и её утолщение, что может быть связано с осаждением на ассимилирующем аппарате листовой пластины большого количества пыли и поллютантов; изменение окраски, в первую очередь, появление некротических пятен и верхушечного типа некроза, хлорозов; сближенность хвоинок на 10 см побега в 1,8 раза выше, чем на втором участке; вес 1000 хвоинок на 15,1 % меньше, чем на втором участке; на побеге были найдены как гигантские, так и карликовые виды хвои; побег образца также имел некротические повреждения, усыхания.

С репродуктивной стороны у образца первого участка количество почек на побегах заметно снижено; почки с некротическими признаками, выявлено уменьшение их длины и ширины. Ветвление хаотичное, в мутовках в среднем по два боковых побега. Образец со второго участка характеризуется хвоей с малыми некротическими дефектами, редко встречаются крапинки, жёлтые и красно-бурые точки, равномерно распределенные по поверхности листовой пластины. Боковые побеги в мутовках имеют длину, соответствующую возрасту осевого побега. Репродуктивные органы без видимых повреждений.

На основании проведенного исследования можно сделать вывод, что вид ель обыкновенная (*Picea abies* L.) чувствителен к загрязнению окружающей среды урбанизированной территории и может служить тест-объектом, отражающим экологическую ситуацию городской среды. Выявленные адаптационные признаки могут использоваться для составления полной характеристики состояния атмосферного воздуха на условно загрязненном участке (ул. Фрунзе).

Литература

1. Бухтояров, О.И. Методы экологического мониторинга качества сред жизни и оценки их экологической безопасности: учебное пособие / Бухтояров О.И., Несговорова Н.П., Савельев В.Г., Иванцова Г.В., Богданова Е.П. // Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2015. – 239 с. – ISBN 978-5-4217-0326-6.

2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Оренбургской области в 2021 году». – Оренбург, 2022. – 296 с.

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент А. Н. Егоров.

АДСОРБЦИОННО-КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Получение термостабильных полимеров путем молификации лигнина

Ю. И. Назарова; М. Д. Юрьева

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет»

Лигнин- биологический полимер природного происхождения, входит в число отходов целлюлозно-бумажного и гидролизного производств. Также он активно используют в производстве полимерных изделий, выдерживающих высокие температуры, применяющихся в литейном производстве, а также как допуднение в рецептуре противопожарных красок. Поэтому утилизации лигнина в связи с тем, что разработки безотходных и малоотходных производств в настоящее время является актуальной задачей.

Лигнин — вещество содержится в одревеневших стенках растительных клеток и характеризуется неоднородностью неодинаковым распределением. Древесина лиственных пород содержит 18—24 % лигнина, хвойных — 23—50 %, солома злаков — 12—20 %. Поэтому целью работы стала разработка технологии получения термоустойчивого полимера модификацией лигнина элементарной серой.

Простыми в рецептуре и экономически выгодными способами выделения лигнина является сернистый и щелочной, поэтому именно методы стали основой эксперимента. Экспериментальная часть проводилась согласно учебному пособию [2].

Для получения серосодержащего полимера на основе лигнина в присутствии щелочи необходимо соединить лигнин и серу в разных соотношения: 1:2 (в двух образцах) и 1:1/2 (в третьем образце). Затем нужно добавить 8% водный раствор щелочи (гидроксида калия). И в течении 3 часов нагреть до температуры 280°C. По истечению времени реакционную массу остудить. Полученный полимер отфильтровывать и промыть водой для удаления в осадке оставшейся серы.

Для получения серосодержащего полимера на основе лигнина в присутствии серной кислоты необходимо соединить лигнин и серу в разных соотношения: 1:2 (в двух образцах) и 1:1/2 (в третьем образце). Далее добавить 20% серную кислоту. И в течении 2,5 часов нагреть до температуры 280°C. По истечению времени реакционную массу остудить. Полученный полимер отфильтровывать и промыть водой для удаления в осадке оставшейся серы, затем высушить. Модифицированный лигнин представляет собой порошок коричневого цвета, в воде не растворяющийся и в органических растворителях. В таблице 1 представлены выходы полимера в зависимости от метода выделения лигнина. Полученный полимер является термостабильным, температура размягчения составляет 450-500°C.

Зависимость выхода лигнина от способа выделения.

Метод	Выход, г	Температура размягчения, °C
Щелочной	0,571	450
Кислотный	0,962	500

Таким образом, в работе была проведена химическая модификация лигнина элементарной серой получен термостабильный полимер. Особенности полученного полимера, состоящего из лигнина модифицированного серой, стали началом для создания новой сорбционной технологии ликвидации нефтезагрязнения, которая является простой в использовании, выгодной как с экономической, так и с экологической точки зрения. Были предложены методики исследования.

Литература

- 1) Юрьева М.Д. Назарова Ю.И. «Получение термостабильных полимеров путём модификации лигнина», Сборник материалов конференции. Том II 2022. - 286 с.
- 2) Оболенская А.В «Химия лигнина» учебное пособие, Санкт-Петербург, ЛТА, 1993. - 80 с.
- 3) А. И. Смирнова, Е. Ю. Демьянцева «Переработка и применение полимеров. Лигнины: Получение. Свойства.», учебное пособие, 2021, ВШГЭ СПбГУПТД, 2021. – 98 с.
- 4) Арбузов В.В. «Композиционные материалы из лигнинных веществ.», учебное пособие, Москва, Экология, 1991. - 208 с.

Научный руководитель – канд. хим. наук О. В. Ротарь.

Углеродная эрозия сплавов на основе кобальта как способ создания катализаторов для пиролиза углеводородов с получением углеродных наноматериалов

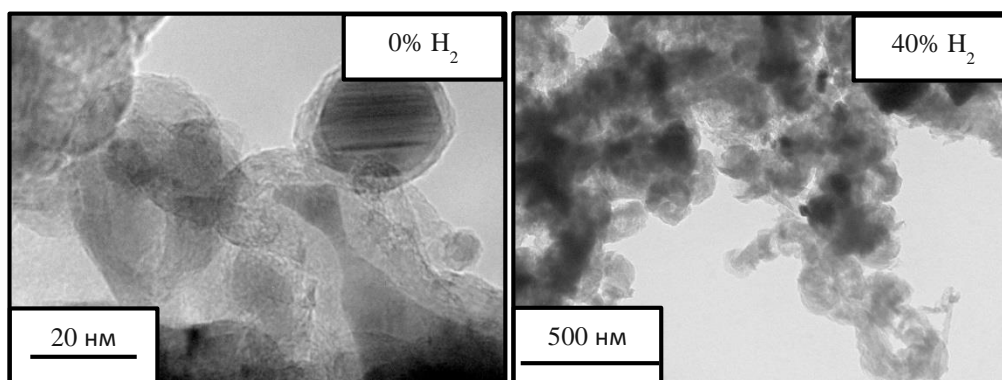
Д. А. Гилин

Новосибирский государственный университет
Институт катализа СО РАН

В настоящее время одной из важнейших задач в нефтедобывающей промышленности является переработка попутного нефтяного газа, который представляет собой смесь углеводородов C_1-C_6 , растворенных в нефти. Сжигание ПНГ относится к основным источникам загрязнения окружающей среды в районах нефтедобычи. В 2021 году российские предприятия выбросили в воздух 17,2 млн тонн загрязняющих веществ, из которых второе место по негативному влиянию на атмосферу оказала отрасль добычи нефти и газа (17,8% всех совокупных промышленных выбросов) [1].

Каталитический пиролиз углеводородов может рассматриваться в качестве возможного способа утилизации ПНГ, в результате которых образуется два основных продукта: водородсодержащий газ (ВСГ) и углеродный наноматериал (УНМ). Из ВСГ возможно выделение водорода, который до сих пор рассматривается в качестве альтернативного экологического топлива. Более того, УНМ, которые изначально являлись побочным продуктом, нашли свое применение в широком спектре областей науки и техники [2]. Одним из перспективных подходов к синтезу катализаторов для разложения ПНГ и углеводородов, в частности, является углеродная эрозия мелкодисперсных сплавов [3].

Ранее процесс каталитического пиролиза был подробно изучен на никель-медных сплавах, играющих роль предшественников катализатора. Однако, влияние режима подачи водорода и состав реакционной газовой смеси на кинетические особенности протекания процесса углеродной эрозии установлено не было.



Снимки РЭМ углеродных нановолокон, полученных в результате контакта образца сплава CoCu ($T = 550^\circ\text{C}$) с реакционным газом ($C_2H_4/H_2/Ar$) в течение 40 мин

В работе был изучен процесс каталитического пиролиза углеводородов на массивных сплавах Co-Cu, играющих роль предшественников катализатора. В качестве модельных углеводородов были использованы этилен и этан. Образцы сплавов были синтезированы методом механохимического сплавления (МХС) в планетарной мельнице «Активатор-2S». В работе изучена кинетика процесса углеродной эрозии с использованием проточной гравиметрической установки с весами Мак-Бейна. Структуру и морфологию полученных образцов УНВ изучали методами РЭМ и ПЭМ.

Скрининг каталитической активности сплавов Co-Cu с различным содержанием меди в образце позволил установить, что максимальная производительность катализатора обеспечивается при концентрации меди около 10 мас.%. Установлено, что даже кратковременная механохимическая активация (5 минут, 80g) способствует увеличению активности в несколько раз. Исследовано влияние концентрации водорода в составе смеси $C_2H_4/H_2/Ar$ и $C_2H_6/H_2/Ar$ (в диапазоне 0-80 об.%) на скорость роста углеродного материала на сплаве CoCu (10%). Также изучено влияние режима подачи водорода в составе смеси $C_2H_4/H_2/Ar$ на производительность катализатора.

Литература

1. Отчет о выбросах в атмосферу предприятий РФ. [Электронный ресурс] URL: <https://finexpertiza.ru/press-service/researches/2022/zagr-atm-predpr/>
2. I.V. Mishakov et al. Synthesis of carbon nanofibers via catalytic chemical vapor deposition of halogenated hydrocarbons // Carbon Nanofibers: Synthesis, Applications and Performance. – Nova Science Publishers, Inc., 2018. – С. 77-182.
3. S.D. Afonnikova et. al. Porous Co-Pt Nanoalloys for Production of Carbon Nanofibers and Composites // Materials. - 2022, - V.15, - P.7456.

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент И. В. Мишаков.

Окислительная каталитическая переработка лигноцеллюлозной возобновляемой биомассы в муравьиную кислоту с применением ОхФА процесса

И. А. Черенков, Т. Б. Медведева, И. А. Лукоянов, В. Н. Панченко, М. Н. Тимофеева, Н. В. Громов

Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН

Лигноцеллюлозная биомасса (ЛЦБ) является перспективным сырьем для получения ценных химических веществ и энергии. Переработка ЛЦБ позволяет получать низшие и многоатомные спирты, органические кислоты, водород, биотоплива и др [1]. Получение муравьиной кислоты (МК) из ЛЦБ, в настоящее время привлекает все больше внимания. МК находит широкое применение в промышленности, а также сейчас рассматривается возможность её применения как энергоносителя в топливных элементах [2]. В 2019 году примерный объём мирового рынка МК составил 620 млн. долл. и по оценкам экспертов с каждым годом будет только увеличиваться [3]. В то же время стоит отметить, что промышленное получение МК основано на использовании ископаемого топлива [4], что при увеличении объемов производства окажет значительную нагрузку на окружающую среду.

Альтернативой традиционным методам может стать применение ОхФА процесса. Суть процесса состоит в одностадийном гидролизе-окислении биомассы и/или её компонентов в присутствии Мо-V-P гетерополиокислотных (ГПК) катализаторов в воздушной либо кислородной среде [5]. Растворителем в таком процессе является вода, ГПК катализаторы являются безопасными для окружающей среды, а в ходе проведения процесса не происходит выделения токсичных и/или вредных загрязняющих веществ.

В качестве сырья для синтеза МК можно использовать недревесное. Так, мискантус Сибирский является перспективным представителем ЛЦБ с высоким содержанием целлюлозы в составе и высокой скоростью прироста биомассы. Кроме того, мискантус относят к «энергетическим культурам», которые могут произрастать на бросовых землях не пригодных для земледелия.

Целью данной работы является исследование процесса окислительной каталитической переработки (ОхФА процесс) мискантуса Сибирского с получением МК в присутствии растворимых Мо-V-P ГПК катализаторов.

Эксперименты проводились в автоклаве высокого давления (Autoclave Engineers, USA) в диапазоне температур 130-180°C, давлении воздушной среды 5-50 атм, и при постоянном перемешивании (1000 об/мин). Полученные реакционные растворы анализировали методом ВЭЖХ (Shimadzu Prominence LC-20, Rezex ROA-Organic Acid H+ column (Phenomenex, 300 mm×5.0 mm)). Общий выход водорастворимых продуктов был определен с использованием анализатора углерода (Analytik Jena, Multi N/C 2100S TOC, Германия). Кислотность катализаторов определялась с использованием рН-метра (Анион-4100, Россия).

Приготовление ГПК-х катализаторов состава $H_{3+x}PMo_{12-x}V_xO_{40}$ (где $x=1,2,3,4,5,8$ и обозначает количество атомов V в составе) осуществлялось путём кипячения раствора H_3PO_4 и предварительно механоактивированной смеси оксидов MoO_3 и V_2O_5 . Приготовленные катализаторы исследованы методом ИК-спектроскопии. На полученных спектрах обнаружены полосы ($\nu_s(P-O)$), ($\nu_s(Mo=O_d)$), ($\nu_s(Mo-O_b-Mo)$) и ($\nu_s(Mo-O_c-Mo)$). Включение V в каркас гетерополианиона приводит к смещению и расщеплению полосы ($\nu_s(P-O)$). Положение $\nu_s(Mo-O_b-Mo)$ и $\nu_s(Mo-O_c-Mo)$ зависят от содержания атома V в структуре гетерополианиона.

В присутствии катализатора ГПК-1 была проведена оптимизация условий процесса. Оптимальными условиями реакции являются температура – 180°C, давление воздушной смеси – 20 атм, концентрация субстрата – 10 г/л, концентрация V в растворе – 40 ммоль/л, скорость перемешивания – 1000 об/минуту, время реакции – 7 ч. Оптимизация условий позволила достичь выхода МК равного 59 мас.%. Изучение влияния количества атомов V в структуре катализатора показало, что с увеличением загрузки ванадия происходит увеличение селективности к образованию МК (55-79%). Было установлено, что с увеличением значения рН раствора катализатора происходит снижение выхода МК (с 64 до 43 мас.%).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект №17-73-30032.

Литература

1. Baruah J., Nath B. K., Sharma R., Kumar S., Deka R. C., Baruah D. C., Kalita E. Recent Trends in the Pretreatment of Lignocellulosic Biomass for Value-Added Products // *Frontiers in Energy Research*. – 2018. – Т. 6.
2. Joó F. Breakthroughs in Hydrogen Storage—Formic Acid as a Sustainable Storage Material for Hydrogen // . – 2008. – Т. 1, № 10. – С. 805-808.
3. Solakidou M., Gemenetzi A., Koutsikou G., Theodorakopoulos M., Deligiannakis Y., Louloudi M. Cost Efficiency Analysis of H₂ Production from Formic Acid by Molecular Catalysts // *Energies*. – 2023. – Т. 16, № 4. – С. 1723.
4. Hietala J., Vuori A., Johnsson P., Pollari I., Reutemann W., Kieczka H. Formic Acid // *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. – С. 1-22.
5. Wölfel R., Taccardi N., Bösmann A., Wasserscheid P. Selective catalytic conversion of biobased carbohydrates to formic acid using molecular oxygen // *Green Chemistry*. – 2011. – Т. 13, № 10. – С. 2759-2763.

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Н. В. Громов.

Превращение целлюлозы, выделенной из Мискантуса Сорановского, в 5-гидроксиметилфурфурол в присутствии серосодержащих циркониевых катализаторов

К. С. Черепанова, Т. Б. Медведева, А. В. Жужгов, Н. В. Громов

Институт катализа СО РАН

Проблемы потребления ископаемых углеводородов делает актуальным разработку технологических процессов, в основе которых лежит каталитическая переработка растительной биомассы. Из углеводсодержащей биомассы можно получить 5-гидроксиметилфурфурол (5-ГМФ), который относят к «молекулам-платформам». Соединение 5-ГМФ является предшественником октанповышающих добавок. В качестве перспективного источника углеводного сырья могут выступать сельскохозяйственные отходы [1], энергетические культуры, например, мискантус.

Данная работа направлена на исследование способов получения 5-гидроксиметилфурфурола из целлюлозы, выделенной путем трехстадийной обработки Мискантуса Сорановского, в присутствии сульфатированных катализаторов диоксида циркония.

В ходе проведения работы были синтезированы каталитические системы на основе диоксида циркония ZrO_2-S , приготовленные методом СВЧ-обработки из предшественника нитрата цирконила (Acros Organics), пропитанного серной кислотой (Acros Organics). Оптимизация условий приготовления катализаторов и количества введенной модифицирующей добавки проведена с применением подхода компьютерного моделирования (матрицы) в программе Design Expert. При синтезе катализаторов варьировались следующие параметры: загрузка серы (1/4,5/8 %), время обработки образцов после нагрева (0/5/10 мин), температура синтеза (250/285/320 °С). Время нагрева для всех образцов составило 30 мин, мощность СВЧ-установки Pyro (Milestone) при обработке составила 1000 Вт.

Приготовленные катализаторы исследованы физико-химическими методами анализа (адсорбция N_2 , РФА, ЭСДО, адсорбция пиридина). Удельная площадь поверхности линейки образцов находилась в диапазоне 77-125 m^2/g . С увеличением температуры и времени СВЧ-обработки наблюдается как уменьшение удельной площади, так и суммарного объема пор. По данным РФА все образцы имеют рентгеноаморфную структуру. Результаты исследования ЭСДО и адсорбции молекулы-зонда пиридина будут представлены в докладе.

Путем трехстадийной обработки Мискантуса Сорановского был получен образец микрокристаллической целлюлозы (ДОМи-10) с низким содержанием остаточного лигнина (1 мас.%). Этапы получения целлюлозы включали в себя окислительную делигнификацию, пероксид-щелочную обработку [2], также механическую активацию в планетарной мельнице. Индекс кристалличности (ИК) для полученного образца целлюлозы (ДОМи-10) составил 40%. В ИК-спектре образца ДОМи-10 наблюдаются полосы при 3600-3200, 2900, 1430, 1370 и 890 cm^{-1} , характерные для целлюлозы.

Серия приготовленных катализаторов ZrO_2-S испытана в одностадийном one-pot процессе гидролиза-дегидратации целлюлозы ДОМи-10. Основными продуктами являлись 5-ГМФ и глюкоза с выходами 8-15 мас.% и 10-21 мас.% соответственно. Наибольшее содержание 5-ГМФ в реакционной среде, равное 15 мас.% за 7 часов реакции, наблюдалось в присутствии образца ZrO_2-S-12 , приготовленного при 250 °С и 10 мин обработки, и содержащего 1% кислотных сульфогрупп в пересчете на молекулярную серу.

Благодарности: Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, проект № 22-23-01012.

Литература

1. K.S. Cherepanova, N.V. Gromov, T.B. Medvedeva. Environmentally Friendly Hydrolysis-Dehydration of Oat Husk and Its Main Components into 5-Hydroxymethylfurfural and Furfural in the Presence of Solid and Soluble Acid Catalysts // В сборнике Catalysis: from science to industry : Proceedings of VII International scientific school-conference for young scientists. – 2022. – стр. 97.
2. G. I. Soma, T. Kokhti, K. Inagava, T. Nisizava, J. Takakhasi. Method of plant material fermentation and bacteria cultivation, extract of fermented plant material, powder of fermented plant material extract, and their application // Book Method of plant material fermentation and bacteria cultivation, extract of fermented plant material, powder of fermented plant material extract, and their application. – 2004.
3. I. G. Sudakova, N. V. Garyntseva, A. I. Chudina, B. N. Kuznetsov. Experimental and Mathematical Optimization of the Peroxide Delignification of Larch Wood in the Presence of $MnSO_4$ Catalyst // Catalysis in Industry. – 2020. – Т. 12, № 3. – стр. 265-272.

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Н. В. Громов.

Синтез никельсодержащих катализаторов метанирования CO_2 методом твердофазного горения энергоёмких комплексов никеля

К. А. Дмитрук, О. И. Мазина

Новосибирский государственный университет
Институт катализа имени Г.К. Борескова СО РАН

В рамках низкоуглеродной экономики предполагается использование возобновляемых источников энергии, а также рециклинг углекислого газа (CO_2), образующегося в результате сжигания ископаемых топлив для удовлетворения постоянно растущих энергетических потребностей населения мира. С ростом интереса к этой проблеме возрастает значение реакции гидрирования CO_2 до метана, позволяющей утилизировать углекислый газ с одновременным аккумулярованием водорода в химически связанной форме в виде синтетического природного газа [1]. Этот процесс также известен как метанирование, и для обеспечения его протекания необходимо использование катализаторов, при чём наибольшую активность в этом процессе проявляют металлы платиновой группы (Pt, Rh, Ru). Тем не менее, в промышленности используют дешёвые никелевые катализаторы, которые традиционно синтезируются в два основных этапа - получение оксидной фазы никеля и её последующее высокотемпературное восстановление в токе чистого H_2 . При этом в качестве носителя, как правило, используется $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, а также для улучшения свойств катализаторов применяются различные добавки, в том числе лантаниды [2].

Все эти стадии объединяются в методе самораспространяющегося высокотемпературного синтеза, при чём одним из наиболее перспективных вариантов его реализации является твёрдофазное горение (solid-state combustion - SSC) органометаллических соединений никеля. В результате получается смесь оксидной и металлической фаз никеля в соотношении, которое зависит от состава предшественника.

В данной работе были оптимизированы методы синтеза массивных и нанесённых никелевых катализаторов на $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ в режиме SSC с использованием имидазольных комплексов никеля $[\text{Ni}(\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2)_6](\text{NO}_3)_2$ и $[\text{Ni}(\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2)_6](\text{ClO}_4)_2$ в качестве предшественников. При этом синтез предшественников был осуществлён без использования растворителей, что позволяет снизить экологическую нагрузку процесса на окружающую среду. Их состав и структура подтверждены элементным анализом, ИК НПВО спектроскопией и РФА.

Были изучены термохимические свойства полученных комплексов при различных скоростях нагрева, что позволяет приблизиться к пониманию химических процессов, происходящих в волне горения. С помощью математической обработки данных с использованием генетического алгоритма были установлены стадии термического распада комплексов и определены кинетические параметры их газификации. При этом было выявлено, что для комплекса $[\text{Ni}(\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2)_6](\text{ClO}_4)_2$ характерны более высокие значения энергии активации стадий термодеструкции, а также более высокая критическая температура теплового взрыва. Вследствие этого газификация комплекса с перхлоратом протекает в меньшей степени, и образующийся твёрдый продукт содержит значительное количество примесей углерода, хлора и азота по данным ИК НПВО спектроскопии и РФЭС. Газификация $[\text{Ni}(\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2)_6](\text{NO}_3)_2$ проходит более полно, оставляя меньшее количество примесей. При этом основными никельсодержащими фазами в составе продуктов его газификации являются оксид никеля (80 мас%) и восстановленный металл (20 мас%).

Также были изучены каталитические свойства синтезированных катализаторов, при чём активация всех образцов проходила непосредственно в реакционной среде ($\text{H}_2:\text{CO}_2:\text{Ar} = 16:4:80$), содержащей CO_2 . Было показано, что начало активации всех образцов, полученных с использованием $[\text{Ni}(\text{C}_3\text{H}_4\text{N}_2)_6](\text{NO}_3)_2$, наблюдалось при 250°C . При этом наибольшая степень конверсии после активации достигается при 350°C и составляет 69%, почти в 3 раза выше по сравнению с промышленным катализатором НИАП-07-01, который содержит в 1,5 раза больше каталитически активного металла. Более того, добавление лантанидных добавок позволило повысить стабильность катализатора, а также существенно увеличить активность и селективность конверсии CO_2 в метан в низкотемпературном диапазоне до 250°C .

В результате проделанной работы были получены массивные и нанесённые никелевые катализаторы метанирования CO_2 методом SSC с использованием энергоёмких комплексов никеля в качестве предшественников. Были установлены оптимальные условия синтеза и сделана оценка влияния модифицирующих добавок лантаноидов на каталитические свойства полученных образцов.

Литература

1. Kuznecova I., Gusca J. Property based ranking of CO and CO₂ methanation catalysts // Energy Procedia. 2017. Т. 128. С. 255–260.
2. Lee W.J. и др. Recent trend in thermal catalytic low temperature CO₂ methanation: A critical review // Catal. Today. 2021. Т. 368. С. 2–19.

Научный руководитель – канд. хим. наук О. В. Нецкина.

Исследование углеродных материалов, полученных из рисовой шелухи, в процессе емкостной деионизации

М. Д. Приданников

Новосибирский государственный университет
Институт катализа им. К. Г. Борескова СО РАН

В настоящее время одной из важнейших задач является получение пресной и ультрачистой воды. Емкостная деионизация (ЕД) является перспективной и бурно развивающейся областью очистки воды. Основными преимуществами данного метода по сравнению с другими является низкое напряжение (до 1.2 В), простота обслуживания установки и низкая стоимость. Обессоливание раствора в процессе ЕД происходит за счет электроадсорбции катионов и анионов на электродах при приложении разности потенциалов. В качестве электродов широко используются активированные углеродные материалы (УМ) с высокой удельной поверхностью (графен, углеродный аэрогель и другие). Анализ литературы показал, что при масштабировании процесса, которое требует высоких нагрузок, перспективными материалами являются активированные угли, полученные из растительных остатков, вследствие их низкой стоимости и широкой доступности. Важным свойством таких материалов является их гидрофильность за счет наличия на поверхности гетероатомов и функциональных групп, благодаря чему эти материалы обладают высокой электросорбционной емкостью. Целью данной работы является исследование серии активированных углеродных материалов, полученных путем карбонизации рисовой шелухи, в процессе емкостной деионизации воды и выявление оптимальных характеристик таких материалов, обеспечивающих максимальную эффективность в исследуемых процессах.

В работе исследованы разработанные в Институте катализа СО РАН активированные угли, полученные путем карбонизации рисовой шелухи.

Исследованные образцы.

Образец	t° карбонизации, °С	t° активации, °С	активирующие агенты
P4	600	900	K ₂ CO ₃
P5	550	900	K ₂ CO ₃ + Na ₂ CO ₃
P6	450	800	NaOH
P7	450	750	KOH
P8	620	760	KOH

Исследовано влияние концентрации раствора NaCl и прикладываемого напряжения на адсорбционные емкости углеродных материалов, их эффективность по заряду и степень обессоливания. Показано, что электросорбционные характеристики описываются уравнением Ленгмюра, из которого определяли максимальные адсорбционные емкости. Для детального исследования механизма процесса проводили измерение значения pH раствора и потенциала рабочего электрода относительно стандартного хлорсеребряного электрода в цикле адсорбции-десорбции. Проведена характеристика углеродных материалов набором физико-химических методов. Методом спектроскопии импеданса определены их потенциалы нулевого заряда (ПНЗ) до и после проведения циклов адсорбции-десорбции.

Показано, что наиболее перспективным является образец P6, адсорбционная емкость которого достигает 10.9 мг_{NaCl}/г_C, что находится на уровне литературных данных. Предположено, что при проведении циклического процесса адсорбции-десорбции происходит образование кислородсодержащих поверхностных групп вследствие окисления углеродной поверхности, причем степень окисления поверхности зависит от характеристик углеродных материалов. Это приводит к положительному смещению ПНЗ на 50-100 мВ для катодного электрода и на 150-300 мВ для анодного, а также к более низким значениям pH деионизируемого раствора при использовании более окисленных образцов (3.5 – 4), по сравнению со значениями pH, наблюдаемыми для менее окисленных (5 – 7). В работе проведен анализ удельной адсорбционной емкости для разных материалов и исследована их связь с физико-химическими свойствами.

Научный руководитель – канд. хим. наук Е. Н. Грибов.

Разработка низкотемпературных композитных сорбентов CO₂ на основе ионных жидкостей

А. Ж. Шешковас

*Институт катализа СО РАН
Новосибирский государственный университет*

Использование технологий, основанных на сжигании ископаемого углеродсодержащего топлива, обуславливает поступление в атмосферу большого количества CO₂, являющегося одним из основных парниковых газов. В целях снижения уровня углекислого газа в атмосфере разрабатываются системы для его сорбционного улавливания из различных газовых источников. Однако существующие сорбенты имеют ряд недостатков, включая низкую стабильность и высокие энергозатраты на регенерацию материала. Поэтому необходима разработка новых низкотемпературных сорбентов CO₂.

Одними из наиболее перспективных хемосорбентов CO₂ являются ионные жидкости (ИЖ), ввиду таких полезных качеств, как нелетучесть и низкие температуры десорбции (80-100°C). Однако сами жидкости обладают высокой вязкостью, что пагубно влияет на динамику сорбции. Решением проблемы является диспергирование ИЖ на пористых носителях, которое позволяет снизить диффузионные затруднения на стадии сорбции CO₂ и, как следствие, увеличить скорость процесса.

Целью данного исследования является синтез низкотемпературных композитных сорбентов CO₂ на основе ИЖ и исследование их сорбционных свойств с использованием модельной смеси газов (15% CO₂/He).

Все образцы композитных сорбентов CO₂ были синтезированы методом пропитки носителей спиртовыми растворами ионных жидкостей ([Emim][Gly], [Emim][Ala], [Emim][Ac]) с последующим упариванием растворителя. Был использован ряд носителей с различными текстурными характеристиками и химическим составом (углеродные носители, силикагели, цирконий-кремнийоксидные аэрогели). Все сорбционные эксперименты проводили в течение 40 минут при T=30°C с использованием газовой смеси, содержащей 15 об.% CO₂. Было показано, что наилучшей динамической сорбционной ёмкости можно достичь при использовании образца 40EG/SiO₂, содержащего 40 масс.% [Emim][Gly] (EG) и силикагеля со средним размером пор 17,5 нм в качестве носителя. Для данного материала сорбционная ёмкость по CO₂ равна 53,4 мг/г(композиата) (0,56 моль(CO₂)/моль(ИЖ)). Учитывая, что EG, как известно, взаимодействует с CO₂ в соотношении 0,5 моль(CO₂)/моль(ИЖ), можно сделать вывод о том, что использование SiO₂ в качестве носителя позволяет достичь предельно допустимой ёмкости для данной ИЖ. При этом сорбционная ёмкость чистой ИЖ за тот же промежуток времени составила всего 3,7 мг(CO₂)/г (0.015 моль(CO₂)/моль(ИЖ)) [1].

Было проведено исследование влияния размера пор носителя на эффективность диспергирования ИЖ. Для этого был выбран ряд силикагелей с разным размером пор (4,7-17,5 нм) и синтезированы образцы с одинаковой степенью заполнения пор (50 об.%). Было показано, что увеличение среднего размера пор с 4,7 до 6,8 нм повышает эффективность использования ИЖ на 25%. Затем эффективность растёт, но менее существенно. Данные результаты показывают, что использование носителя со средним размером пор <6,8 нм нежелательно. Вероятно, есть и верхний предел размера пор, но в данном исследовании он обнаружен не был.

Для оценки перспектив использования материала 40EG/SiO₂ на практике было решено исследовать его стабильность в циклических сорбционных экспериментах. Установлено, что в циклах с температурой регенерации 100°C сорбционная ёмкость материала незначительно снижается, и при этом снижается и его масса. С помощью методов ИК спектроскопии было обнаружено, что при T=100°C испаряется вода, присутствующая в материале. В связи с этим мы предполагаем, что вода оказывает позитивное влияние на динамические свойства сорбента, за счёт разбавления вязкой ИЖ в порах, а по мере испарения H₂O диффузионное сопротивление слоя ИЖ увеличивается, что приводит к снижению сорбционной ёмкости материала. В таком случае материал можно регенерировать влажным газом, для поддержания нужного содержания H₂O в ИЖ. Помимо этого, методом дифференциально-сканирующей калориметрии были измерены интегральные теплоты сорбции CO₂ образцами и теплоёмкость ИЖ, что позволило оценить тепловые затраты на регенерацию материала 40EG/SiO₂. Показано, что понижение температуры регенерации материала с 100 до 80°C позволяет снизить тепловые затраты с 3,8 до 3,7 ГДж/т(CO₂). Данное значение возможно снизить за счёт оптимизации временных и температурных параметров цикла. В целом, можно заключить, что данный материал является перспективным для использования в технологиях улавливания CO₂ при условии решения проблемы со стабильностью в циклическом сорбционном процессе.

Литература

1. Sheshkovas A.Z., Veselovskaya J.V., Rogov V.A., Kozlov D.V. Thermochemical Study of CO₂ Capture by Mesoporous Silica Gel Loaded with the Amino Acid Ionic Liquid 1-ethyl-3-methylimidazolium Glycinate // Microporous and Mesoporous Materials. 2022. V.341. 112113:1-9.

Научный руководитель – канд. хим. наук Ж. В. Веселовская.

Исследование структуры и транспортных свойств композиционных материалов на основе LSCF-SDC

О. В. Черендина^{1,2}, Е. В. Шубникова², О. А. Брагина², М. О. Хохлова², А. П. Немудрый²

¹Новосибирский Государственный Университет

²Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН

Снижение выбросов парниковых газов (ПГ) во избежание последствий глобального потепления является наиболее серьезной проблемой нашего времени. Весомую роль в сокращении выбросов ПГ в секторах отопления и транспорта может сыграть водород. В настоящее время H_2 в основном производится из ископаемых видов топлива (уголь, нефть и природный газ) путем газификации, парового риформинга и многих последующих процессов разделения и очистки, что является очень дорогостоящим и энергоемким процессом. В течение последних десятилетий многие исследования были посвящены энергосберегающей технологии мембранного разделения, которая позволяет производить водород путем различных каталитических процессов с использованием кислородпроницаемых микротрубчатых (МТ) мембран со смешанной проводимостью [1].

Целью работы является исследование структуры и транспортных свойств композиционного материала $La_{0.5}Sr_{0.5}Fe_{0.8}Co_{0.2}O_{3-\delta}$ - $Ce_{0.8}Sm_{0.2}O_{2-\delta}$ на основе перовскитоподобного оксида $La_{0.5}Sr_{0.5}Fe_{0.8}Co_{0.2}O_{3-\delta}$.

Структура полученного композиционного материала была исследована методом сканирующей электронной микроскопии и с помощью *in situ* высокотемпературной рентгенографии при нагревании в вакууме и на воздухе. Измерения кислородной проницаемости проводились на микротрубчатых мембранах, полученных из композита LSCF-SDC методом фазовой инверсии. Для определения лимитирующего процесса кислородного транспорта и увеличения кислородных потоков был исследован эффект модификации поверхности путем нанесения серебра (рис.1). Химическая и термическая стабильность мембран была исследована в атмосфере CO_2 . Согласно полученным результатам, кислородный поток мембран на основе LSCF-SDC не деградировал и вернулся к исходным показателям.

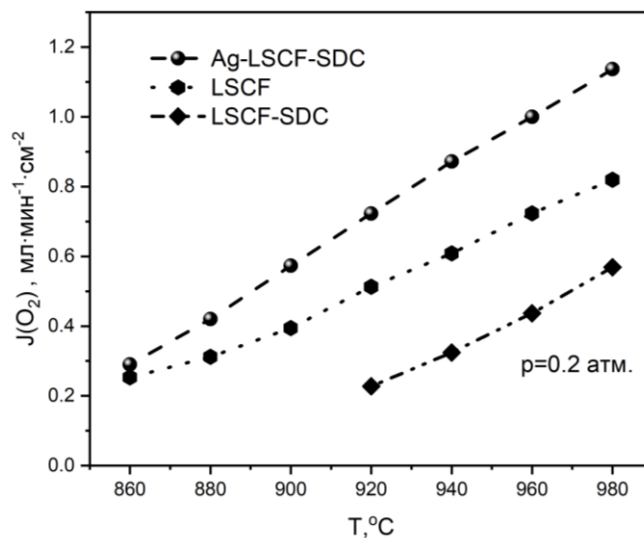


Рисунок 1. Температурная зависимость удельного потока кислорода МТ мембран от температуры.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 23-43-00130.

Литература

1. Chen G. et al. Roadmap for Sustainable Mixed Ionic-Electronic Conducting Membranes //Advanced Functional Materials. – 2022. – Т. 32. – №. 6. – С. 2105702.

Научный руководитель – канд. хим. наук Е. В. Шубникова.

Исследование процесса жидкофазного пероксидного окисления фенола в присутствии твердых железосодержащих оксидных катализаторов различной структуры

А. К. Петренко^{1,2}, Т.Б. Медведева¹, П. В. Землянский³, М. Н. Тимофеева^{1,2,3}, Н. В. Громов^{1,2}

¹Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН

²Новосибирский государственный технический университет

³Институт органической химии им. Зелинского РАН

Проблема полной очистки производственных стоков от экотоксикантов является одной из наиболее важных и одновременно трудно решаемых. Одним из загрязнителей сточных вод является фенол. В сточных водах предприятий содержание фенолов может превышать 10–20 г/дм³. Перспективным методом очистки сточных вод является пероксидное жидкофазное каталитическое окисление. Такой метод обладает рядом преимуществ, такими как экологичность (конечные продукты реакции вода и углекислый газ), мягкие условия процесса (низкие температуры), простота исполнения процесса, не требуют дорогого оборудования.

Целью работы является исследование процесса жидкофазного пероксидного каталитического окисления фенола в присутствии различных оксидных железосодержащих катализаторов.

Для исследуемого процесса были приготовлены три серии катализаторов: 1) перовскитоподобные катализаторы LaMeO₃ (Me – Fe, Ni, Co); 2) магнетиты Fe₃O₄ и 3) феррит CuFe₂O₄. Катализаторы отличались методами синтеза, использованы подходы термической обработки предшественников и СВЧ-облучение. Все приготовленные каталитические системы были исследованы комплексом физико-химических методов анализа (РФА, ИК, ЭСДО и др.).

Пероксидное окисление проводили в термостатируемом реакторе при температуре 30-50°C и варьировании концентраций субстрата и окислителя в диапазоне 3-18 мМ и 0,2-0,025 М соответственно. Загрузка катализатора составила 1 г/л. Концентрация пероксида водорода в ходе эксперимента поддерживалась постоянной периодическим добавлением необходимого количества окислителя, концентрацию которого определяли спектрофотометрически. Реакционные растворы на содержание фенола исследовали методом ВЭЖХ (Милихром А-02, Россия). Общий органический углерод в пробах определяли на анализаторе углерода (multi N/C 2100s, Analytik Jena, Германия).

На первом этапе работ исследовали сорбцию-десорбцию субстрата на приготовленных каталитических системах в отсутствие окислителя. Показано, что полная сорбция-десорбция достигается за 180 мин. На втором этапе проводили испытания каталитических систем в пероксидном окислении фенола при естественном рН (6-7) ([субстрат] = 0,006 М, [катализатор] = 1 г/л, [H₂O₂] = 0,1 М, T = 50°C). Смешанные оксиды и перовскитоподобные катализаторы продемонстрировали невысокую активность (конверсия фенола – 0-13%). Однако в присутствии катализатора CuFe₂O₄, приготовленного СВЧ-обработкой, наблюдается 100% конверсия фенола. При рН среды, равном 3, каталитическая активность возрастала в ряду LaNiO₃ < LaCoO₃ < LaFeO₃-1 < Fe₃O₄-СВЧ ~ Fe₃O₄ ~ LaFeO₃-2 ~ CuFe₂O₄-СВЧ. В присутствии катализаторов Fe₃O₄-СВЧ, Fe₃O₄ LaFeO₃-2, CuFe₂O₄-СВЧ конверсия фенола достигала 100%. Анализ реакционных растворов на ООУ показал, что наибольшая степень минерализации 94% наблюдается в присутствии катализатора CuFe₂O₄-СВЧ. Таким образом, для оптимизации исследуемого процесса был выбран катализатор CuFe₂O₄, обладающий наибольшей активностью. Изучение влияния температуры на процесс пероксидного окисления показало, что при температурах 35-50 °С конверсия субстрата достигает 100 %, а температура влияет на скорость реакции (рН=3, [субстрат] = 0,006 М, [катализатор] = 1 г/л, [H₂O₂] = 0,1 М, t = 5ч). Для дальнейших испытаний была выбрана температура, равная 35 °С. Загрузка пероксида водорода 0,05, 0,1 и 0,2 М оказывает влияние только на начальную скорость процесса. При концентрации окислителя, равной 0,025 М, конверсия субстрата не превышает 40%. Оптимальная загрузка окислителя составляет 0,05 М. Исследование влияния концентрации субстрата показало, что конверсия фенола достигает 100% при его концентрации 0,003-0,012 М за 5ч реакции при наблюдаемой минерализации 40-60%. Наибольшая минерализация наблюдается при начальной концентрации субстрата 0,003 М (рН = 3, [H₂O₂] = 0,05 М, t = 5ч, T = 35 °С, [катализатор] = 1 г/л).

Известно, что на процесс пероксидного окисления оказывает влияние рН реакционной среды. Так, нами проведено исследование при варьировании рН в диапазоне 3-9 ([субстрат] = 0,006 М, [катализатор] = 1 г/л, [H₂O₂] = 0,05 М, t = 5ч, 35 °С). Показано, что в щелочной среде конверсия субстрата составляет лишь 20%. При рН, равном 6, наблюдается превращение фенола 90%.

Т.о., приготовлены три серии каталитических систем. Показана высокая эффективность катализатора феррита CuFe₂O₄, приготовленного методом СВЧ облучения. В присутствии данного катализатора показана возможность полного превращения фенола с глубиной минерализации 94%. Проведено исследование влияния температуры, загрузки окислителя и субстрата, а также рН реакционной смеси на исследуемый процесс.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №17-73-30032) и Министерства науки и высшего образования РФ (грант № 075-15-2021-591).

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Н. В. Громов.

Исследование кислородной проницаемости микротрубчатых мембран на основе $\text{SrFe}_{1-x}\text{W}_x\text{O}_{3-\delta}$, применяемых в каталитических мембранных реакторах окислительного дегидрирования этана

А. Д. Новиков

Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН
Новосибирский государственный университет

Нестехиометрические оксиды, обладающие смешанной кислород-электронной проводимостью, являются перспективными материалами для создания каталитических мембранных реакторов (КМР), применяемых для конверсии углеводородов, в частности, метана и этана. В КМР (рис. 1) реакции окислительного дегидрирования этана могут быть объединены с процессом сепарации кислорода из воздуха, воды или CO_2 в одном блоке, что повышает энергоэффективность процесса. При этом утилизация $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$ с превращением их в ценные продукты (синтез газ, водород) способствует решению актуальных экологических проблем [1].

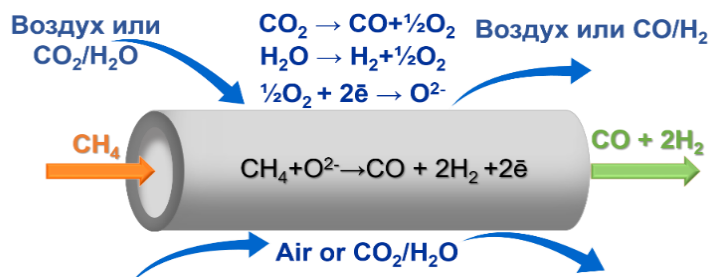


Рис. 1. Схема каталитического мембранного реактора

Целью работы является исследование кислородной проницаемости микротрубчатых мембран на основе $\text{SrFe}_{1-x}\text{W}_x\text{O}_{3-\delta}$ оксидов, а также каталитической активности в процессе окислительного дегидрирования этана с одновременной утилизацией парниковых газов в ценные продукты (водород, синтез газ).

Синтез нестехиометрических оксидов проводился керамическим методом из соответствующих оксидов и карбонатов металлов. Синтезированные оксиды со структурой перовскита исследовались с помощью рентгеновской дифракции, термогравиметрии, сканирующей электронной микроскопии.

Полученные методом фазовой инверсии мембраны состава $\text{SrFe}_{0.85}\text{W}_{0.15}\text{O}_{3-\delta}$ (SFW15) имеют развитую микроструктуру, состоящую из газоплотного слоя толщиной 100-200 мкм, расположенного между пористыми слоями. Кислородные потоки, полученные через микротрубчатую SFW15 мембрану в градиенте воздух/аргон, достигают значений $0.9 \text{ мл} \cdot \text{мин}^{-1} \cdot \text{см}^{-2}$ при $T=980 \text{ }^\circ\text{C}$. Исследования каталитической активности в реакциях окислительного дегидрирования этана показали, что конверсия этана увеличивается с увеличением температуры и достигает 98% при $880 \text{ }^\circ\text{C}$. При этом селективность по этилену уменьшается с увеличением температуры, оптимальные значения селективности 43% наблюдаются при температуре $840 \text{ }^\circ\text{C}$.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что нестехиометрический оксид состава $\text{SrFe}_{0.85}\text{W}_{0.15}\text{O}_{3-\delta}$ является перспективным материалом для создания каталитического мембранного реактора, применяемого для получения этилена путем окислительного дегидрирования этана.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 23-43-00130.

Литература

1. G. Chen, A. Feldhoff, A. Weidenkaff, C. Li, S. Liu, X. Zhu, J. Sunarso, K. Huang, X.Y. Wu, A.F. Ghoniem, W. Yang, J. Xue, H. Wang, Z. Shao, J.H. Duffy, K.S. Brinkman, X. Tan, Y. Zhang, H. Jiang, R. Costa, K.A. Friedrich, R. Kriegel. Roadmap for Sustainable Mixed Ionic-Electronic Conducting Membranes // *Advanced Functional Materials*. – 2021. – V. 32. – Is. 6. – P. 2105702.

Научный руководитель – канд. хим. наук О. А. Брагина.

Характеризация нового композитного сорбента LiCl/высокопористый силикагель для адсорбционного преобразования теплоты

А. В. Черпакова

*Новосибирский государственный исследовательский университет
Институт катализа им. Г.К. Борескова*

Технология Адсорбционного Преобразования и Запасания Теплоты (АПЗТ) позволяет использовать теплоту, полученную из возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и геотермальная энергия, а также тепловые отходы, производимые промышленностью, энергетикой, ЖКХ и транспортом. Полезное тепло, полученное таким путем, может быть использовано для удовлетворения нужд потребителей. Так, например, технология АПЗТ может быть использована для системы "теплый пол" [1].

Для достижения высокой эффективности систем АПЗТ необходимо разрабатывать адсорбенты, которые обладают высокой сорбционной способностью в рабочих условиях цикла. Композиты типа "Соль в пористой матрице" (КСПМ) являются особенно перспективными с точки зрения их сорбционной емкости, они значительно превосходят традиционные адсорбенты, такие как силикагель, оксид алюминия и пористый уголь. Эти материалы характеризуются особой структурой, где соль выполняет роль активного сорбирующего компонента, а матрица является диспергирующей средой для соли [2].

Целью данной работы является разработка и характеристика нового сорбционного материала на основе хлорида лития и высокопористого силикагеля (объем пор $> 2 \text{ см}^3 / \text{г}$) для систем АПЗТ. Высокопористый силикагель был синтезирован в Лаборатории по разработке и применению методов темплатного синтеза. Исследование пористой структуры высокопористой матрицы подтвердило высокий объем пор $2,4 \text{ см}^3 / \text{г}$ и наличие мезопор со средним размером 17 нм. Методом вакуумной пропитки синтезирован новый композитный сорбент с массовым содержанием соли 42%. Расчет ОКР на основе данных РФА подтвердил диспергирование соли в порах матрицы ($D(\text{ОКР}) = 10\text{-}20 \text{ нм}$). Исследование сорбционного равновесия паров воды на адсорбенте LiCl/SiO₂ показало, что для регенерации адсорбента в условиях цикла суточного запасания тепла достаточно температуры 80°C. На изобарах наблюдался резкий рост сорбции («ступенька»), соответствующий образованию гидрата хлорида лития. Показано, что адсорбционно-десорбционный гистерезис практически отсутствует. В условиях цикла композит LiCl/SiO₂ обменивает 0,55 г H₂O/г адсорбента, а его энергозапасаящая способность равна 1,4 кДж/г материала. Исследование динамики сорбции воды композитом LiCl/SiO₂ в условиях цикла суточного запасания теплоты показало, что начальные участки кинетических кривых описываются экспоненциальным законом с характерными временами $\tau = 144$ и $\tau = 89$ с для адсорбции и десорбции, соответственно. Обнаружено, что полная регенерация адсорбента проходит менее чем за час.

Таким образом, синтезированный композитный материал является перспективным адсорбентом для цикла суточного запасания тепла.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания Института катализа СО РАН (проект АААА-А21-121011390006-0).

Литература

1. F. Meunier. Adsorption heat powered heat pumps// Applied thermal Engineering. – 2013. – V.61, I.2. – P. 830-836.
2. Aristov, Y. I. New composite sorbents for solar-driven technology of fresh water production from the atmosphere //Solar energy. – 1999. – V.66, I.2. – P. 165-168.

Научные руководители – док. хим. наук Л. Г. Гордеева, канд. хим. наук А. Д. Грекова.

Разработка упрочненного материала кипящего слоя на основе коммерчески доступного $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$

А. П. Люлюкин

*Новосибирский государственный университет
Институт катализа СО РАН*

Известно, что переработка образующихся отходов производств является важнейшей экономической и экологической проблемой не только в России, но и в мире. Утилизация осадков сточных вод (ОСВ) является одной из главных проблем переработки отходов. ОСВ традиционно подвергаются захоронению на специальных полигонах. Это является ни экономически, ни экологически эффективным способом утилизации. Ежегодно в России образуется 7-8 млн тонн ОСВ, что приводит к исчерпанию ресурса используемых полигонов. Дальнейшими шагами в решении данной проблемы будут являться либо отчуждение новых территорий для создания новых полигонов, либо внедрение современных технологий переработки, к которым относится технология сжигания в кипящем слое катализатора. Технология разработана в Институте катализа СО РАН и основана на использовании кипящего слоя частиц катализатора с совмещением тепловыделения и теплоотвода в едином псевдооживленном слое при соотношении воздуха и топлива, близком к стехиометрическому [1]. Такая технология может быть применена к сжиганию многих топлив и отходов.

Главным недостатком такой технологии является активное разрушение катализатора из-за постоянного столкновения частиц материала слоя друг с другом и поверхностью реактора. В качестве материала слоя используют смесь катализатора и инертного материала, выполняющего главным образом роль теплоносителя. Такой подход позволяет снизить стоимость технологии без потери эффективности. Традиционно, в качестве инертного материала используют кварцевый песок, в связи с его доступностью и низкой стоимостью. Однако высокая прочность такого «инерта» негативно сказывается на долговечности эксплуатируемого катализатора в кипящем слое. Повсеместное внедрение технологии требует разработки наиболее эффективного и качественного материала для кипящего слоя.

Предлагаемое в данной работе решение заключается в разработке инертного материала, обладающего сопоставимыми с катализатором прочностными характеристиками. Поскольку носители используемых катализаторов представляют собой сферические гранулы $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, более технологичным способом будет использование инертного материала на его основе. Однако исходный носитель заведомо менее прочный, поэтому необходима разработка экономичного и эффективного способа его упрочнения. К таковым можно отнести введение в состав алюмооксидного носителя магния [2]. Таким образом, цель работы – разработка упрочненного материала кипящего слоя на основе сферического $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$.

Упрочнение проводилось нанесением нитрата и ацетата магния на сферические гранулы $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ пропиточным методом в разных концентрациях с последующей термообработкой. Для исследования механических, структурных и текстурных характеристик использовались следующие физико-химические методы анализа: низкотемпературная адсорбция азота, истирание, раздавливание, рентгенофазовый анализ (РФА), сканирующая электронная микроскопия (СЭМ), определение температуры 50% конверсии СО, элементный анализ.

В результате исследования получен материал, способный уменьшить потери катализатора при совместном истирании в лабораторных условиях в 3 раза по сравнению с использованием кварцевого песка. Кроме того, упрочненный материал кипящего слоя $\text{MgO}/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ обладает собственной каталитической активностью в окислении СО, которая может интенсифицировать процесс сжигания в кипящем слое.

Литература

1. Патент 826798 СССР. Боресков Г.К., Левицкий Э.А. Способ сжигания топлив. Оpubл. 30.05.1983. [Patent 826798 USSR. Boreskov G.K., Levitskij E.A. Method of fuels combustion. Publ. Date 30.05.1983 (In Russ.)]
2. Исмагилов З. Р., Шкрабина Р. А., Корябкина Н. А. Алюмооксидные носители: производство, свойства и применение в каталитических процессах защиты окружающей среды // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. – 1998. – №. 50. – С. 1-80.

Научный руководитель – канд. хим. наук Ю. В. Дубинин.

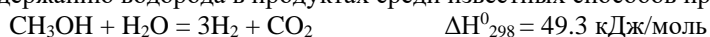
Паровая конверсия метанола в водородсодержащий газ для питания топливных элементов

А. Д. Кузнецова

Новосибирский государственный университет,
Институт катализа СО РАН

В настоящее время энергоустановки на базе топливных элементов рассматриваются как альтернативные и экологически чистые источники энергии. Среди известных устройств топливные элементы с протон-обменной мембраной (ПОМ ТЭ) являются наиболее коммерциализированными. Топливом для ПОМ ТЭ является водород или водородсодержащий газ, который может быть получен путем каталитической конверсии углеводородов (природный газ, пропан-бутановая смесь и т.д.) или кислородсодержащих органических соединений (метанол, этанол, диметилвый эфир и т.д.).

Среди этих соединений метанол является биржевым сырьем с развитой инфраструктурой и рассматривается в качестве перспективного сырья для получения водорода. Необходимо отметить, что метанол отличается от традиционных углеводородов низкой температурой превращения, а также отсутствием примесей соединений серы, которые являются ядом для большинства катализаторов. Паровая конверсия (ПК) приводит к наибольшему содержанию водорода в продуктах среди известных способов превращения метанола.



Из литературы известно [1-3], что наиболее эффективными катализаторами для ПК метанола являются Cu- и Pt-содержащие системы. Несмотря на высокую активность и стабильность Pt/CeO₂-ZrO₂ систем, при протекании ПК метанола на данных катализаторах образуется большое количество СО, что делает получаемый водородсодержащий газ непригодным для питания ПОМ ТЭ без предварительной очистки. Следует отметить, что Cu/CeO₂-ZrO₂ так же обеспечивают высокую активность при протекании ПК метанола, однако содержание СО в продуктах не превышает 1%, что дает возможность напрямую использовать получаемый реформат для питания высокотемпературных ПОМ ТЭ для получения электроэнергии.

Cu/CeO₂-ZrO₂ катализаторы готовили методом пропитки по влагоемкости CeO₂-ZrO₂ раствором нитрата меди. Полученные образцы сушили при 100 °С, прокаливали при 300 °С в течение 2 ч. Катализаторы исследовали в ПК метанола при атмосферном давлении в проточном стеклянном U-образном реакторе в интервале температур 200-350 °С. Состав исходной реакционной смеси и продуктов реакции определяли с помощью газового хроматографа «Хромос-1000» (Россия), снабженного двумя детекторами по теплопроводности и пламенно-ионизационным детектором.

В докладе сравниваются каталитические свойства нанесенных Cu/CeO₂-ZrO₂ и Pt/CeO₂-ZrO₂ систем в отношении ПК метанола, а также их физико-химические характеристики.

Литература

1. Badmaev S.D., Sobyenin V.A. // Catalysis Today. 2020. V.348. P.9-14.
2. Pechenkin A.A., Badmaev S.D., Belyaev V.D., Paukshtis E.A., Stonkus O.A., Sobyenin V.A. // Kinetics and Catalysis. 2017. Т. 58. № 5. С. 577-584.
3. Бадмаев С.Д., Беляев В.Д., Потемкин Д.И., Снытников П.В., Собынин В.А., Хартон В.В. // Катализ в химической и нефтехимической промышленности. 2023. Т. 23 № 2 С. 26-33.

Научный руководитель – канд. хим. наук С. Д. Бадмаев.

Исследование процесса глубокого каталитического пероксидного окисления фенола в водной среде в присутствии композитов твердых оксидов замещения на основе MeFe_2O_4 (Me – Cu, Mn, Mg, Co, Zn) и целлюлозы

А. А. Перебейнос¹, В. В. Гуровский¹, Д. А. Яценко², Т. И. Мищенко², Н. В. Громов^{1,2}

¹Новосибирский государственный технический университет

²Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН

Поиск новых способов удаления стойких органических загрязнителей из водных систем является актуальной задачей, поскольку существующие методы очистки либо требуют высоких эксплуатационных затрат, либо не позволяют достаточно эффективно удалять экотоксиканты. Среди подобных загрязнителей водных объектов фенол и его производные являются одними из наиболее токсичных (ПДК фенола в воде рыбохозяйственного назначения составляет 0,001 мг/л). Превышение его содержания в воде способствует ухудшению состояния водных экосистем, пагубно влияет на живые организмы и здоровье человека [1].

Каталитические технологии глубокого жидкофазного окисления с использованием твердых катализаторов на основе смешанных оксидов переходных металлов (Fe, Cu, Mn, Co и др.) нанесенных на различные носители являются перспективным методом удаления экотоксикантов из водных сред [2].

Целью данной работы являлось изучение синтезированных ранее [3] катализаторов типа MeFe_2O_4 /целлюлоза (Me – Cu, Mn, Mg, Co, Zn) в процессе жидкофазного пероксидного окисления фенола, выявление наиболее эффективного катализатора и исследование влияния различных условий на его каталитическую активность.

Испытания катализаторов проводились в стеклянном термостатированном реакторе при постоянном интенсивном перемешивании. Начальная концентрация фенола составляла 6,1 ммоль/л. В реактор вносили субстрат и добавляли катализатор, далее добавляли расчетное количество окислителя и начинали отсчет времени процесса. Концентрацию фенола определяли методом ВЭЖХ, расход пероксида водорода контролировали с помощью спектрофотометрии.

Все эксперименты проводились в подобранных ранее [3] условиях: начальная концентрация H_2O_2 – 1,34 моль/л, температура – 60°C, загрузка катализатора – 15 мг, время проведения эксперимента – 180 мин. Степень конверсии фенола в присутствии исследуемых катализаторов составляла 15 – 100%.

Влияние типа целлюлозного носителя на процесс деструкции фенола исследован в присутствии марганецсодержащих катализаторов. Исследованы образцы MnFe_2O_4 нанесенного на хлопковую (ССН1) и медицинскую (ССН2) вату, а также на негидролизованную (СМС) и гидролизованную (СМСН) микрокристаллическую целлюлозу. Выявлено, что наиболее эффективным носителем является СМС. Конверсия фенола достигала 100% за 45 минут реакции, степень минерализации составила 82%.

Влияние активного компонента катализатора на пероксидное окисление фенола исследован на образцах с целлюлозным носителем ССН1. Наибольшая каталитическая активность наблюдалась у катализатора CuFe_2O_4 /ССН1, степень превращения фенола составляла 100% уже к 30 мин, степень минерализации – 90% после завершения эксперимента. Для данного катализатора было исследовано влияние температуры и рН среды на процесс. Показано, что система CuFe_2O_4 /ССН1 эффективно работает как в кислой, так и нейтральной среде. Оптимальной температурой процесса можно считать 50°C.

Также было исследовано влияние состава газовой смеси в атмосфере которой синтезировался катализатор на примере ZnFe_2O_4 /СМС. Выявлено, что образцы, синтезированные в атмосфере аргона, обладают низкой каталитической активностью, конверсия фенола составила 38,5% ко времени реакции 180 минут. Образцы, синтезированные в атмосфере кислорода и искусственного воздуха, показали конверсию фенола 100 и 91% соответственно.

Перебейнос А.А. выражает благодарность Новосибирскому государственному техническому университету за финансовую поддержку исследования (грант НГТУ №013 – НСГ-23).

Литература

1. Panigrahy N., Priyadarshini A., Sahoo M. M. et al. // Environmental Technology & Innovation – 2022. – Vol. 27. – P. 102423.
2. Трегубова К.В., Мищенко Т.И., Яценко Д.А., Громов Н.В. // Наука. Промышленность. Оборона: XXIV Всероссийская научно-техническая конференция, – НГТУ, 2023. – С.235-239.
3. Перебейнос А.А., Гуровский В.В., Яценко Д.А., Мищенко Т.И., Громов Н.В. // Химические технологии функциональных материалов : материалы IX Международной Российско-Казахстанской научно-практической конференции. – НГТУ, 2023. – С.269-270.

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Н. В. Громов.

Сорбция Cr (VI) с использованием наночастиц магнетита Fe₃O₄: Изотермы адсорбции, кинетические и термодинамические исследования

С. Э. Ага-Тагиева¹, А. С. Омелянчик¹, К. Э. Магомедов^{1,2}, Е. В. Левада¹, В. В. Родионова¹

¹Балтийский федеральный университет имени И.Канта

²Дагестанский государственный университет

Загрязнение водных объектов тяжелыми металлами является серьезной экологической проблемой из-за их токсичности для многих форм жизни [1]. Шестивалентный хром (Cr (VI)) обычно встречается в виде высокорастворимых и токсичных анионов хромата (HCrO₄ или Cr₂O₇²⁻), которые предположительно являются канцерогенами и мутагенами [2]. Cr (VI), помимо того, что не поддается биологическому разложению и хорошо растворим в водных растворах, также представляет опасность для здоровья при неправильном применении [3]. Вода, содержащая более 50 или 100 г·л⁻¹ Cr(VI), считается вредной [4]. Было показано, что прием Cr (VI) в дозе от 0,01 до 0,09 мг в день⁻¹ приводит к повреждению печени, почек и легких, а также вызывает рвоту и язвы [5].

Целью данной работы является изучение адсорбции ионов Cr (VI) из водного раствора на наночастицы (НЧ) магнетита Fe₃O₄, синтезированные методом совместного осаждения, а также исследование зависимости от исходного pH раствора, дозы адсорбента, времени и температуры. Для понимания природы сорбции использованы такие изотермы адсорбции, как Ленгмюра, Фрейндлиха и Темкина.

Наночастицы с покрытием являются перспективными кандидатами для сорбционного применения благодаря их диспергируемости в воде, стабильности в водной среде и значительно сильным магнитным свойствам при комнатной температуре.

Представленная работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант № 22-22-20124, региональная часть № 11-С/2023).

Литература

1. M. Rizwan, S. Ali, M. F. Qayyum et al., "Mechanisms of biochar-mediated alleviation of toxicity of trace elements in plants: a critical review," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 23, 2016.
2. N. Natasha, M. Shahid, S. Khalid, I. Bibi, M. A. Naeem, and N. K. Niazi, "Influence of biochar on trace element uptake, toxicity and detoxification in plants and associated health risks: a critical review," *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol. 52, 2021.
3. J. Lou, S. Yu, L. Feng et al., "Environmentally induced ribosomal DNA (rDNA) instability in human cells and populations exposed to hexavalent chromium (Cr (VI))," *Environment International*, vol. 153, Article ID 106525, 2021.
4. M. Dianyi Yu, Agency for Toxic Substances and Disease Registry Case Studies in Environmental Medicine (CSEM) Trichloroethylene Toxicity, ATSDR, Atlanta, GA, USA, 2010.
5. J. Hu, I. M. C. Lo, and G. Chen, "Comparative study of various magnetic nanoparticles for Cr (VI) removal," *Separation and Purification Technology*, vol. 56, no. 3, pp. 249–256, 2007.

Научный руководитель – кандидата физико-математических наук (к.ф.-м.н.) Омелянчик А.С.

NiCu- и CoCu-содержащие катализаторы различного состава для процесса гидроконверсии фурфурола

А. А. Сумина, С. А. Селищева

Новосибирский государственный университет
ИК СО РАН

В связи с постепенным истощением ископаемых ресурсов, широко используемых в качестве сырья во многих отраслях промышленности, встаёт вопрос о поиске альтернативных источников. Множество организаций по всему миру занимается решением таких проблем, а химическая промышленность вносит основной вклад в решение данной проблемы за счёт разработки экологически чистых процессов переработки биомассы в ценные химические соединения [1]. Одним из источников для получения ценных химических соединений, в том числе фурфурола, может служить гемицеллюлоза, получаемая при переработке растительного сырья различной природы [2].

Гидроконверсия фурфурола до ценных целевых соединений (фурфурилового спирта (ФС) и 2-метилфурана (2-МФ) [3]) является каталитической и чаще всего проходит под избыточным давлением водорода. Традиционными катализаторами в процессе гидрирования фурфурола до целевых продуктов являются медь-хромовые и медь-хром-бариевые системы [4], а также катализаторы на основе благородных металлов [5]. Но несмотря на высокую активность, такие системы имеют ряд недостатков [6].

Альтернативой вышеуказанным катализаторам могут служить системы на основе переходных металлов, не содержащие хром в своем составе. В частности, для гидрирования фурфурола до ФС и 2-МФ активно используются медьсодержащие системы. Тем не менее, монометаллический медный катализатор не обладает достаточной активностью в целевом процессе либо требует использования высоких значений давления вследствие образования углеродистых отложений на поверхности катализатора. Одним из методов повышения активности и селективности медных катализаторов является введение модифицирующих добавок, например, Fe, Mo, Al, Ni и др. [7].

В настоящей работе предлагается использование сплавных высокопроцентных NiCuFeAl и CoCuFeAl катализаторов для гидроконверсии фурфурола [8].

В работе показано, что оптимальным для получения ФС из фурфурола в присутствии NiCuFeAl катализаторов является диапазон температур 160-180°C, при этом селективность по ФС составляет 99-100 % при 100 % конверсии фурфурола при давлении водорода 5,0 МПа в реакторе периодического действия. При увеличении температуры до 200-250 °С основным продуктом реакции является 2-МФ с селективностью образования до 76%. Также показано, что наиболее привлекательным для получения 2-МФ из фурфурола является сплавной катализатор 7Сщ19Cu61Fe13Al, в его присутствии (при температуре 200°C, давлении водорода 5,0 МПа и соотношении сырьё : катализатор = 4,9 по массе) достигается высокий выход 2-МФ (93%) при 100% конверсии фурфурола, что коррелирует с данными по хемосорбции СО. При снижении температуры процесса до 160°C в присутствии данного катализатора основным продуктом является ФС (выход ФС составил 99-100 % при 100 % конверсии фурфурола).

Комплексом физико-химических методов было показано, что фазовый состав сплавного NiCuFeAl катализатора представлен гематитом Fe₂O₃ и оксидом CuO, также предполагается присутствие индивидуального оксида никеля или его твердого раствора с медью. CoCuFeAl катализаторы имеют аналогичный состав, помимо отсутствия оксида никеля и присутствия оксида кобальта.

Литература

1. M. Xian. Sustainable Production of Bulk Chemicals // Springer, 2015
2. K. Dietrich, M. J. Dumont, L. F. Del Rio, V. Orsat. Producing PHAs in the bioeconomy — towards a sustainable bioplastic // Sustainable Production and Consumption. – 2017. – Том 9. – стр. 58–70.
3. S. Li, N. Li, G. Li, A. Wang, Y. Cong, X. Wang, T. Zhang. Synthesis of diesel range alkanes with 2-methylfuran and mesityl oxide from lignocellulose // Catalysis Today. – 2014. – Том. 234. – стр. 91-99.
4. M. Hus, B. Likozar, M. Grilc. Furfural hydrogenation over Cu, Ni, Pd, Pt, Re, Rh and Ru catalysts: Ab initio modelling of adsorption, desorption and reaction micro-kinetics // Chemical Engineering Journal. – 2022. – Том. 436. – стр. 135070.
5. Z. Wang, X. Wang, C. Zhang, M. Arai, L. Zhou, F. Zhao. Selective hydrogenation of furfural to furfuryl alcohol over Pd/TiH₂ catalyst // Molecular Catalysis. – 2021. – Том. 508. – стр. 111599.
6. A. Demirbas. Progress and recent trends in biofuels // Progress in Energy and Combustion Science. – 2007. – Том. 33. – № 1. – стр. 1–18.
7. Z. Fu, Z. Wang, W. Lin, W. Song, S. Li. High efficient conversion of furfural to 2-methylfuran over Ni-Cu/Al₂O₃ catalyst with formic acid as a hydrogen donor // Applied Catalysis A: General. – 2017. – Том. 547. – стр. 248-255.
8. S. A. Selishcheva, A. A. Smirnov, A. V. Fedorov, O. A. Bulavchenko, A. A. Saraev, M. Y. Lebedev,
9. V.A. Yakovlev. Highly active CuFeAl-containing catalysts for selective hydrogenation of furfural to furfuryl alcohol // Catalysts. – 2019. – Том. 9. – №. 10. – стр. 816.

Научный руководитель – канд. хим. наук С. А. Селищева.

Оценка возможности применения синтетического цеолита NaY для сорбционной очистки жидких сред от Cs, Sr, Co, Pb, La и последующей иммобилизации металлов в керамических матрицах

Я. Г. Зернов, Н. П. Иванов, П. А. Мармаза, С. М. Писарев, В. Л. Расторгуев

*Дальневосточный федеральный университет
Институт наукоемких технологий и передовых материалов*

Алюмосиликатные материалы являются перспективными для использования в качестве сорбентов с уникальными свойствами, которые помогают удалять радионуклиды и тяжелые металлы из жидких сред. Полученный нами NaY Faujasite Zeolite был комплексно оценен на возможность применения для извлечения катионов Pb^{2+} , Cs^+ , Sr^{2+} , Co^{2+} и La^{3+} .

Для этого были изучены сорбционные свойства полученного материала, а также фазовый и элементный состав исходных и насыщенных образцов (EDS, XRD), морфология поверхности (SEM), структурно-дисперсные характеристики (BET, DFT, ВЖ), параметры термической устойчивости (DTA, TGA, DSK), исследовано влияние катионов на температуру плавления цеолита. Исследования показывают, что NaY Faujasite Zeolite может быть использован в качестве эффективного сорбента для Pb^{2+} , Cs^+ , Sr^{2+} , Co^{2+} и La^{3+} .

Синтез цеолита NaY заключался в гидротермальной кристаллизации алюмокремнегеля. Гидрогель был приготовлен смешением щелочного раствора сульфата алюминия с раствором жидкого стекла. Полученный гидрогель интенсивно перемешивали на магнитной мешалке при комнатной температуре. Кристаллизацию полученного гидрогеля проводили гидротермальным способом при разных температурах. Образующийся осадок цеолита отфильтровывали, промывали и сушили до полного удаления влаги.

Далее порошки цеолитов аликвотами помещали в колбы с раствором хлорида цезия, хлорида стронция, нитрата кобальта, хлорида свинца, нитрата лантана с содержанием катионов металлов и выдерживали 24 часа на шейкере до достижения максимального сорбционного насыщения. Далее образцы отфильтровывали, промывали и сушили.

Ион	Сорбционная емкость, q	Площадь поверхности, м ² /г	Температура плавления, °С
Без ионов	-	371,2	980
Pb^{2+}	527,12 мг/г	306,8	940
Cs^+	251,99 мг/г	351,1	1000
Sr^{2+}	328,40 мг/г	293,8	935
Co^{2+}	107,43 мг/г	357,2	960
La^{3+}	531,73 мг/г	340,5	-

Цеолит структурного типа NaY может быть использован в качестве перспективного сорбента для ионов Pb^{2+} , Cs^+ , Sr^{2+} , Co^{2+} , La^{3+} . Наибольшую сорбционную емкость цеолит имеет по отношению к ионам La^{3+} . После адсорбции катионов площадь удельной поверхности во всех случаях уменьшалась по причине заполнения сорбционных обменных центров. Исследованы температуры плавления насыщенных катионами Pb^{2+} , Cs^+ , Sr^{2+} , Co^{2+} образцов. Показано, что в случае с ионом Cs^+ цеолит приобретает наибольшую температуру плавления среди других образцов. У других образцов температура плавления уменьшается после насыщения катионами. Полученные фундаментальные данные представляют высокую научную ценность для дальнейшего исследования процессов консолидации керамики на основе алюмосиликатов NaY.

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, № FZNS 2023-0003, тема «Фундаментальные основы химической инженерии новых функциональных материалов, адаптивных для ядерных и радиационных технологий».

Научный руководитель – Н. П. Иванов.

Оптимизация состава кобальтового катализатора в процессе получения пропилпропионата из этилена и этиленосодержащих газов

В. В. Норин, Е. А. Сидельникова, М. Т. Кузнецов, Т. А. Гиль

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Лакокрасочная промышленность является одной из наиболее материалозатратных отраслей Российской Федерации (РФ). При этом около 5 % сырья для лакокрасочной промышленности, например, растворитель бутилацетат импортируется из европейских стран. В связи с санкционным давлением зарубежных стран зависимость от импорта сырья может негативно сказаться на внутреннем рынке лакокрасочной продукции РФ. Ввиду этого возникает необходимость в строительстве собственных мощностей производства растворителей, отвечающих современным стандартам безопасности. На сегодняшний день наиболее перспективной заменой бутилацетата является пропилпропионат, который является менее токсичным, а также может быть получен из этилена – побочного продукта некоторых нефтеперерабатывающих процессов. Последнее является особенно значимым с экологической точки зрения, т.к. позволяет конвертировать сбросной на факел этилен в высоко маржинальный продукт, что в свою очередь снижает антропогенное воздействие на окружающую среду. На сегодняшний день для получения пропилпропионата из этилена преимущественно используются каталитические системы на основе палладия [1]. Такие каталитические системы сложно регенерируются, а, следовательно, характеризуются высокими операционными затратами. Еще одним их недостатком является образование большого количества разветвленных продуктов, что негативно сказывается как на экологии, так и на затратах на блок разделения. При этом данные проблемы могут быть решены путем использования каталитического комплекса на основе $\text{Co}_2(\text{CO})_8$:диметиламинопиридин [4]. На сегодняшний день отсутствует четкое понимание оптимального состава каталитического комплекса для максимизации выхода пропилпропионата с учетом минимизации операционных затрат. Таким образом, целью данного исследования является определение оптимального соотношения $\text{Co}_2(\text{CO})_8$:диметиламинопиридин при максимизации выхода и селективности по пропилпропионату. Новизна данной работы заключается в оптимизации процесса синтеза пропилпропионата из этилена с использованием каталитического комплекса $\text{Co}_2(\text{CO})_8$:диметиламинопиридин.

Определения наиболее оптимального соотношения $\text{Co}_2(\text{CO})_8$:диметиламинопиридин было проведено в диапазоне мольного соотношения $\text{Co}_2(\text{CO})_8$:диметиламинопиридин от 2:1 до 21:1 (рисунок 1).

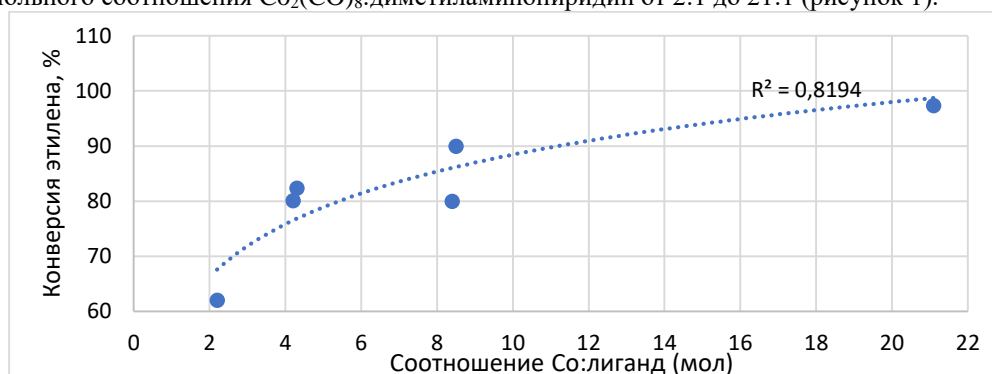


Рисунок 1. Зависимость степени конверсии этилена от соотношения $\text{Co}_2(\text{CO})_8$:диметиламинопиридин

Было выявлено, что при увеличении соотношения $\text{Co}_2(\text{CO})_8$:диметиламинопиридин степень конверсии этилена увеличивается и достигает максимума в 97 % при мольном соотношении 21:1. При этом селективность процесса по целевому компоненту сначала увеличивается до 94 %, а после соотношения $\text{Co}_2(\text{CO})_8$:диметиламинопиридин равному 14:1 начинает снижаться до 90 %. Таким образом, наиболее оптимальным соотношением $\text{Co}_2(\text{CO})_8$:диметиламинопиридин является 21:1 ввиду максимальной конверсии по этилену и незначительной разницы в селективности по целевому продукту. Результаты данной работы могут быть использованы при проектировании опытно-промышленной установки производства пропилпропионата.

Литература

1. Exxon Research & Engineering Company. Direct hydroformylation of a multi-component synthesis gas containing carbon monoxide, hydrogen, ethylene, and acetylene. Pat. 5675041 US, 1997.
2. Д.Н. Горбунов, М.В. Ненашева, С.В. Кардашев. Применение азотистых оснований в качестве промоторов реакции карбоалкоксилирования этилена на кобальтовом катализаторе // Журнал прикладной химии. – 2019. – Том 92. – № 8. – стр. 985-992.

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент С. И. Галанов.

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

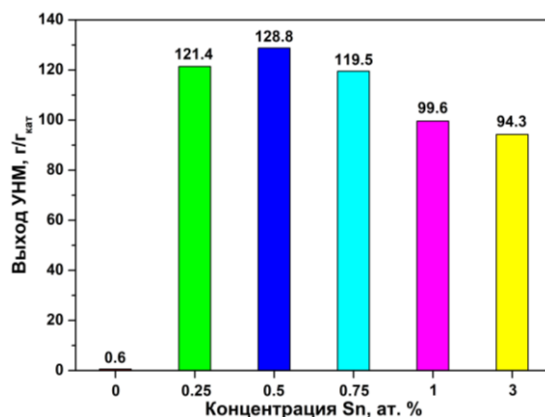
Механохимический синтез бикомпонентных Ni_xSn_{1-x} катализаторов для получения углеродных нановолокон

Д. М. Шивцов

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет
Институт катализа им. Г. К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук

Попутный нефтяной газ (ПНГ) представляет собой смесь газообразных углеводородов C_1-C_6 , растворённых в нефти или находящихся над её поверхностью. В настоящее время основным способом утилизации избытка ПНГ является его сжигание. В результате этого более 17000 факелов на нефтедобывающих объектах по всему миру сжигают около 140 миллиардов m^3 ПНГ в год, что приводит к выбросам более 350 миллионов тонн CO_2 , а также большого количества разнообразных загрязняющих веществ [1]. Перспективным вариантом утилизации смеси C_1-C_6 углеводородов является метод каталитического пиролиза с получением углеродного наноструктурированного материала (УНМ). В результате этого процесса кроме УНМ, который может быть использован в качестве селективных сорбентов, упрочняющих добавок, носителей для катализаторов, также образуется другой ценный продукт - водородсодержащий газ. Высокой активностью в данной реакции обладают металлы подгруппы железа (Fe, Co, Ni) со стабилизирующими добавками М (Cu, Pd, Pt и др.), которая препятствует быстрой дезактивации катализатора [2]. Для синтеза каталитических систем наиболее простым в исполнении и экологически чистым является метод механохимического сплавления (МХС). Данный одностадийный подход позволяет сэкономить время синтеза, а также минимизировать вред окружающей среде [3].

Поиск высокоэффективных катализаторов остается актуальной задачей. Поэтому, цель данной работы заключалась в синтезе бикомпонентных Ni_xSn_{1-x} сплавов при помощи метода МХС и исследование их активности в реакции каталитического пиролиза углеводородов с получением УНМ. При помощи планетарной мехактивирующей мельницы «Активатор 2S» были синтезированы массивные сплавы с содержанием олова от 0 до 25 ат. %. В ходе работы было исследовано влияние условий сплавления на каталитическую активность бикомпонентной системы Ni_xSn_{1-x} в реакции пиролиза C_2-C_4 углеводородов с получением УНМ. Активность Ni_xSn_{1-x} исследовалась в горизонтальном проточном трубчатом реакторе при температуре $650\text{ }^\circ\text{C}$ в течение 30 минут.



Зависимость выхода УНМ от концентрации Sn в составе бикомпонентных катализаторов Ni_xSn_{1-x} в разложении C_2-C_4 углеводородов при $650\text{ }^\circ\text{C}$. Продолжительность - 30 минут

Установлено, что добавка олова позволяет резко увеличить производительность никелевого катализатора по УНМ примерно на 2 порядка. В докладе будет подробно обсуждено влияние олова на активность катализатора, а также на морфологию и текстуру получаемого углеродного продукта.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИК СО РАН (проект АААА-А21-121011390054-1).

Литература

1. В. А. Щерба, А. Ш. С. Гомес, К. А. Воробьёв. Проблемы и перспективы утилизации попутного нефтяного газа в Российской Федерации // Проблемы региональной экологии. – 2019. – № 1. – стр. 139-144.
2. A. A. Popov, S. D. Afonnikova, A. D. Varygin, Y. I. Bauman, M. V. Trenikhin, P. E. Plyusnin, Y. V. Shubin, A. A. Vedyagin, I. V. Mishakov. $Pt_{1-x}Ni_x$ Alloy Nanoparticles Embedded in Self-Grown Carbon Nanofibers: Synthesis, Properties and Catalytic Activity in HER // Catalysts. – 2023. – V. 13. – No 3. – pp. 1-18.
3. C. Xu, S. De, A. M. Balu, M. Ojeda, R. Luque. Mechanochemical synthesis of advanced nanomaterials for catalytic applications // Chemical Communications. – 2015. – V. 51. – No 31. – pp. 6698-6713.

Научный руководитель – канд. хим. наук, ст. науч. сотр. Ю. И. Бауман.

Применения новых сорбентов для улучшения экологического состояния водных ресурсов

Ю. И. Назарова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Ликвидация последствий после аварийного разлива нефти, нефтепродуктов и органических веществ, является наиболее проблемной задачей промышленного химического комплекса, а также охраны окружающей среды. Основным способом, используемым для решения проблемы является сорбция [1].

Эффективность сорбентов зависит от количества в материале целлюлозы, ее кристалличности, площади удельной поверхности и степени полимеризации. Наличие гидрофобных компонентов (лигнин, битумы, пектины, воски) придает сорбентам водоотталкивающие свойства.

Целью данной работы является разработка технологии поглощения нефти с водных поверхностей с помощью скорлупы кедрового ореха. А также изучение свойств полученного сорбента по трем показателям: адсорбционная способность, нефтеемкость и плавучесть.

В экспериментальной части проводились исследования различных свойств как исходных сорбентов, так и модифицированных. Для оценки адсорбционной активности использовали стандартную методику [2], в которой за меру активности принимается количество метиленового голубого, поглощенного из раствора навеской сорбента.

Для увеличения плавучести сорбента, а также его нефтеемкости, была проведена гидрофобизация сорбента. По способу действия модификацию можно разделить на физическую (вымораживание, термообработка) и химическую (обработка раствором перекиси водорода, обработка раствором азотной кислоты). Значения эффективности сорбентов различными модификациями приведены в таблице 1.

Характеристики исходного и модифицированного сорбента.

Скорлупа кедрового ореха	Адсорбционная способность, %	Нефтеемкость, г/г	Плавучесть, ч
Исходная	69,6	3,2	24
Подвергшаяся влиянию низких температур	77,2	11,3	67
Термообработка (150 °С)	62,4	12,0	113
Обработанная раствором перекиси водорода (20%)	73,1	8,6	145
Обработанная раствором азотной кислоты	72,4	3,8	51

Из экспериментальных данных следует, что лучшими адсорбционными свойствами обладает скорлупа кедрового ореха, подвергнутая обработке перекисью водорода. При окислении перекись водорода воздействует на гликолевую группировку у второго и третьего углеродных атомов, которая при этом окисляется до двух альдегидных групп, сопровождающееся разрывом пиранового цикла элементарного звена. Результатом процесса служит образование на поверхности скорлупы кислородсодержащих групп, что придает сорбенту увеличение адсорбционных способностей.

Полученный сорбент имеет высокие сорбционные характеристики по отношению к нефтепродуктам. Использование такого природного сорбента в промышленности может в несколько раз снизить расходы на оснащение установок для очистки вод. Немаловажным экономическим фактором является и то, что сырьем, используемым для таких перспективных адсорбентов, служат растительные отходы лесотехнических производств.

Литература

1. Артемьев А.В. Сорбционные технологии очистки воды от нефтезагрязнений. – М.: Вода: химия и экология, 2008.– С.19–25.
2. Архипов В.С. Определение адсорбционной способности торфа по метиленовому голубому. Методические указания к выполнению лабораторных работ по курсу «Химическая технология первичной и глубокой переработки нефти и газа» специальности 240403 «Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов». – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011.– 28с.

Научный руководитель – канд. хим. наук О. В. Ротарь.

Особенности выделения редкоземельных элементов из механохимически модифицированных бурых углей

Л. И. Юдина

*Новосибирский национальный исследовательский государственный университет
Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН*

Редкоземельные элементы (РЗЭ) включают 17 элементов периодической системы химических элементов и состоят из скандия, иттрия и 15 элементов ряда лантаноидов. Спрос на добычу РЗЭ растет каждый день, ведь в настоящее время они используются в разнообразных сферах нашей жизни, таких как электроника, оборонная промышленность, медицина и др. [1].

РЗЭ в природе в основном включены в состав минералов. По миру рассредоточены месторождения руд минералов РЗЭ, однако в современном мире можно проследить нехватку элементов в связи с растущими темпами научно-технического прогресса. Таким образом, актуальной задачей, которая стоит перед исследователями по всему миру, стоит разработка методов концентрирования и выделения редкоземельных элементов из альтернативных источников. Одним из таких источников является бурый уголь. Угли отличаются от минералов, тем что РЗЭ находятся в них в очень низких концентрациях и сосредоточены в основном в органической части угля в форме комплексов с гуминовыми кислотами.

Для упрощения задачи извлечения редкоземельных элементов из углей был предложен метод механохимической модификации. Механоактивированные угли характеризуются повышенной реакционной способностью при последующей обработке реагентами, в связи с чем можно предположить, что механохимическая обработка может быть использована как инструмент для концентрирования различных элементов, в частности РЗЭ, содержащихся в буром угле [2].

Целью данной работы являлось исследование динамики изменения концентрации редкоземельных элементов в бурых углях при проведении механохимической активации с добавкой гуминовых кислот.

Для достижения поставленной цели были подобраны подходящие образцы: Итатский уголь (Канско-Ачинский угольный бассейн,) Азейский уголь (Восточная Сибирь, Россия,) [3], Ванчин уголь (Приморский край, Россия,), Спец-уголь (Павловское месторождение) [3].

Гуминовые вещества выделялись разными способами: с применением пирофосфата натрия; без пирофосфата натрия и экстракцией 10-процентным раствором аммиака и выпариванием. Механохимическая обработка осуществлялась в механохимических активаторах планетарного типа АГО-2 при влажности образцов не более 13%. Влажность образцов определяли с помощью анализатора влажности "WPS 50 SX" (RADWAG, Польша) при температуре 130°C.

Рентгенограммы были получены на дифрактометре Bruker D8 Advance XRD с использованием Cu-K α излучения при 40 кВ. Интенсивности рентгеновского излучения измерялись в диапазоне $5^\circ \leq 2\theta \leq 70^\circ$. Макросостав образцов изучалась при помощи сканирующего электронного микроскопа Hitachi TM-1000.

Для всех углей исследован элементный состав высокочувствительным методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП МС) на квадрупольном масс-спектрометре Agilent 7500a (Agilent Technologies, США).

Было установлено, что угли Ванчин и Спец характеризуются высоким содержанием редкоземельных элементов 2456 г/т и 150 г/т соответственно. Угли Итатского и Азейского низком содержанием РЗЭ 24 г/т и 968 г/т соответственно, но высоким содержанием гуминовых кислот с различными функциональными группами, способными образовывать комплексы металлами.

Проведена механохимическая обработка углей без реагентов и с добавкой гуминовых кислот. Показано снижение доли редкоземельных элементов, связанных с гуминовыми кислотами, в результате обработки как для Ванчин, так и для Спец-углей. Показано участие фульвокислот в концентрировании РЗЭ. Был сделан вывод, что механохимическая активация углей увеличивает выход гуминовых кислот. Установлен оптимальный растворитель при пробоподготовке образцов для элементного анализа содержания РЗЭ в углях методом индуктивно связанной плазменной масс-спектрометрией (ICP-MS).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-73-00192.

Литература

1. Dushyantha N. et al. The story of rare earth elements (REEs): Occurrences, global distribution, genesis, geology, mineralogy and global production //Ore Geology Reviews. – 2020. – Т. 122. – С. 103521.
2. Skripkina T. et al. Concentrating rare earth elements in brown coal humic acids by mechanochemical treatment //RSC advances. – 2021. – Т. 11. – №. 57. – С. 36016-36022.
3. Arbuzov S. I. et al. Modes of occurrence of rare-earth elements (La, Ce, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu) in coals of northern Asia //Solid Fuel Chemistry. – 2019. – Т. 53. – С. 1-21.

Научный руководитель – канд. хим. наук Т. С. Скрипкина.

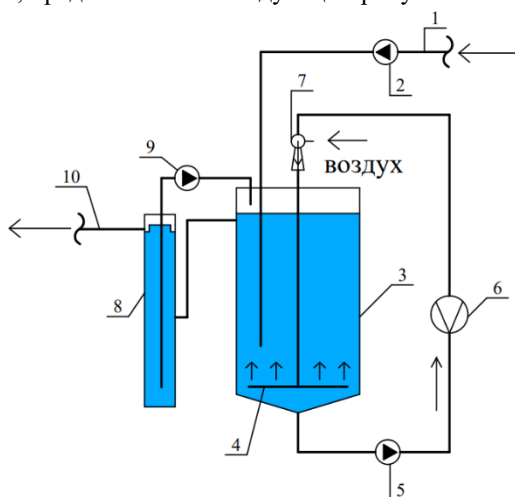
Изучение новой системы аэрации для биологической очистки бытовых сточных вод

Е. А. Урбоков, Р. А. Князев

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

В связи с необходимостью достижения нормативных требований при сбросе очищенных сточных вод в водоемы рыбохозяйственного назначения требуется производить реконструкцию существующих канализационных очистных сооружений (КОС), а также строительство новых, используя наилучшие доступные технологии, в частности технологию нитри-денитрификации.

Цель научно-исследовательской работы заключается в изучении процессов очистки сточной жидкости в биореакторе, работающем в режиме нитрификации с использованием энергоэффективной системы аэрации с указанием оптимальных технологических параметров. Принципиальная схема экспериментальной установки, работающей в непрерывном режиме, представлена на следующем рисунке.



Принципиальная схема экспериментальной установки

- 1 – трубопровод подачи исходной сточной воды; 2 – насос подачи исходного стока; 3 – биореактор;
4 – турбина-аэратор; 5 – циркулирующий насос; 6 – ротаметр; 7 – суперкавитационный аэратор;
8 – вторичный отстойник; 9 – насос возврата циркулирующего активного ила; 10 – отвод очищенной сточной жидкости

Принцип действия экспериментальной установки заключается в следующем: сточная жидкость по трубопроводу (1) всасывается насосом (2) и подается на биологическую очистку в биореактор (3), который загружался активным илом из действующих аэротенков КОС коттеджного поселка. Биореактор представляет из себя цилиндрический резервуар, оснащенный внутренней циркуляционной линией, на которой установлен насос (5), ротаметр (6) и суперкавитационный аэратор (7). Разделение иловой смеси на неуплотненный активный ил и биологически очищенную сточную жидкость осуществляется во вторичном отстойнике (8). Избыточный активный ил удаляется из системы, циркулирующий ил насосом (9) возвращается обратно в биореактор (3), а очищенный сток по трубопроводу (10) сливается в аэротенк КОС.

Для поддержания иловой смеси во взвешенном состоянии и дыхания аэробных микроорганизмов в биореактор нагнетается воздух через аэрационный модуль КАВИТЕХ, разработанный компанией АО НПО «КАВ-ЭКО» и представляющий собой автономную систему, не требующую использования дополнительного компрессорного оборудования.

Принцип работы аэрационной системы состоит в следующем. Насос (5) всасывает иловую смесь из биореактора (3) и нагнетает ее вверх в суперкавитационный аппарат (7), напоминающий эжектор, из которого образовавшийся водо-воздушный поток направляется по вертикальному трубопроводу вниз в турбинный аэратор (4), погруженный в биореактор. При выходе из аэратора образуются воздушные пузырьки, при движении которых в объеме воды в биореакторе происходит растворение кислорода. С помощью изменения частоты вращения рабочего колеса насоса (5) за счет устройства частотного преобразователя регулируется расход воздуха в биореакторе (3).

В ходе исследований доказана высокая эффективность исследуемой конструкции биореактора с применением новой системы аэрации, позволяющей снизить энергозатраты примерно в 3 раза по сравнению с классической пневматической мелкопузырчатой аэрацией при одинаковой способности к насыщению кислородом иловой смеси и достичь требуемых нормативных показателей. Применение циркуляционного насоса, необходимого для насыщения кислородом, при регулировании частоты в пределах 25–30 Гц (800–1400 об/мин) не разбивает хлопья активного ила, снижение частоты позволяет добиться оптимальной концентрации растворенного кислорода (2,5–3,5 мг/л), а также снижать затраты на электроэнергию.

Научный руководитель – канд. техн. наук Е. Н. Матюшенко.

Исследование процесса сорбции ионов кремния из раствора на оксигидроксида алюминия, модифицированном ионами марганца и меди

Ю. Ю. Фаллер

Томский политехнический университет

Одним из источников для получения питьевой воды в Сибири являются подземные воды, состав которых определяется геологией территорий. Согласно мониторингу подземных вод в качестве основных примесей выступают соли жесткости, соединения железа, марганца, органические вещества и соединения кремния [1]. Интерес к соединениям кремния стал возникать в связи с появлением его среди показателей, концентрацию которого в питьевой воде стали регламентировать согласно СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды». Предельная допустимая концентрация ионов кремния в воде не должна превышать 10 мг/л. Соединения кремния в воде негативно влияют на оборудование в процессе водоподготовки, образуют труднорастворимые соединения тем самым снижают эффективность процесса водоподготовки. Существующие методы очистки воды в основном используются для получения технической воды и основаны на ионном обмене, что приводит к изменению исходного состава воды и требуют дополнительных ступеней очистки. Анализ предыдущих исследований показал, что применение сорбционных методов удаления кремния позволяют снижать концентрацию кремния до значений ПДК. Перспективным направлением в получении известных сорбентов с новыми или улучшенными свойствами является поверхностное и объёмное модифицирование. Ранее в работах [] были проведены исследования процесса модифицирования оксигидроксида алюминия ионами марганца и меди, наночастицами платины и серебра. Авторы считают, что полученные сорбенты являются перспективным для удаления неорганических примесей из водных сред. Однако, применение полученных сорбентов для удаления ионов кремния из раствора исследовано недостаточно.

Целью работы является исследование сорбционных свойств оксигидроксида алюминия модифицированного ионами марганца и меди для удаления ионов кремния из раствора.

На основании ранее проведенных исследований по модифицированию ионами марганца [2] был выбран образец с концентрацией ионов марганца 0,4 масс. %. При проведении экспериментов по модифицированию оксигидроксида алюминия ионами меди (II) было установлено, что при высоких концентрациях модификатора выше 1 масс. % сохраняется сферическая форма, присущая нанопорошкам алюминия, что указывает на увеличение содержания металлического алюминия и снижение удельной поверхности для немодифицированного оксигидроксида алюминия. Поэтому для исследования процесса сорбции ионов кремния использовали образец с концентрацией ионов меди 0,4 масс. %.

Было определено, что степень извлечения ионов кремния для образца, модифицированного ионами марганца составляет 50 %, для образца, модифицированного ионами меди (II) – 44 % соответственно. Степень извлечения не модифицированного оксигидроксида алюминия составляет 41 %. Определено время сорбции, которое составило 210 минут. Для построения изотермы сорбции массу сорбентов изменяли от 2,0 до 700 мг. Объем раствора составлял 250 мл. Концентрация ионов кремния в растворе не менялась и составляла 25 мг/л. На основании анализа полученных экспериментальных результатов по сорбции ионов кремния, установили, что процесс протекает в соответствии с уравнением Ленгмюра. Для образца оксигидроксида алюминия, модифицированного ионами марганца, значение максимальной сорбционной емкости составило 44 мг/г, для образца, модифицированного ионами меди (II) - 39 мг/г, соответственно. Увеличение сорбционной емкости для модифицированных сорбентов можно объяснить увеличением площади удельной поверхности адсорбента. Полученные модифицированные сорбенты оксигидроксида алюминия апробировали в качестве сорбента на реальной подземной воде.

Выполненная работа позволяет сделать следующие выводы:

1. Определены основные параметры сорбции ионов кремния на оксигидроксида алюминия, модифицированном ионами марганца и ионами меди (II).
2. Показано, что максимальное снижение концентрации ионов кремния с 16,2 до 7,9 мг/л при обработке подземной воды на стадии доочистки происходит при использовании сорбента, полученного модифицированием оксигидроксида алюминия ионами марганца.

Исследование селективности данного сорбента по отношению к другим компонентам подземных вод является следующим этапом работы.

Литература

1. Geochemical groundwater peculiarities of Paleogene sediments in S-E Western Siberia artesian basin / A.A. Balobanenko, V.A. L'gotin, E.M. Dutova et al. // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2016. Vol. 43. P. 012030. DOI: 10.1088/1755-1315/43/1/012030.
2. Грязнова Е.Н. Технология получения модифицированного ионами марганца (II) оксигидроксида алюминия нановолокнистой структуры и материалов на его основе: Дис. ... канд. техн. наук. Томск, 2015. 135 с.

Научный руководитель – канд. тех. наук, доцент К. И. Мачехина.

Исследование реологических свойств суспензий на основе порошков ZrB_2/HfB_2 и фенолформальдегидной смолы

Я. М. Шершов^{1,2}, Д. А. Банных²

¹Новосибирский государственный университет

²Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН

Композиционные материалы с керамической матрицей, состоящей из тугоплавких карбидов/боридов, и армированные углеродными волокнами, представляют большой интерес для разработки нового поколения летательных аппаратов. Такие материалы обладают выдающимися механическими свойствами, устойчивостью к окислению и высокой термической стабильностью, а также относительно низкой плотностью. Их использование в различных деталях и узлах позволяет значительно снизить вес летательного аппарата, повысить рабочую температуру, что, в конечном итоге, приводит к повышению эффективности работы двигателя и сокращению выбросов CO/CO_2 в атмосферу [1,2].

При формировании таких композитов важной задачей является разработка методов введения тугоплавких карбидов и/или боридов в матрицу будущего композита [3]. Одним из наиболее перспективных методов является метод керамических препрегов, на первой стадии которого возможно осуществить пропитку углеродного волокна суспензией смолы с мелкими частицами порошка. Состав и свойства, особенно реологические свойства керамических суспензий являются определяющими факторами для последующего получения композита с оптимальными термомеханическими свойствами. Так, высокая вязкость суспензии может привести к недостаточной импрегнации волокон и большому расстоянию между слоями однонаправленных лент, низкая вязкость – наоборот, к недостаточному количеству смолы и плохой сшивке слоев между собой при спекании.

Целью работы является исследование реологического поведения суспензий на основе порошков MB_2 ($M = Zr, Hf$) и раствора фенолформальдегидной смолы в зависимости от объемных соотношений компонентов суспензии и от природы порошков.

В нашей работе были использованы три разных порошка боридов: ZrB_2 ($D_{50} = 800$ нм), ZrB_2 ($D_{50} = 1,5$ мкм) и HfB_2 бимодального распределения с максимумами при 50 и 500 нм. Суспензии готовили из фенолформальдегидной смолы новолачного типа СФ-010, уротропина в качестве отвердителя, порошков диборидов и ацетона в качестве растворителя. Смешивание порошков и раствора смолы проводили в планетарной шаровой мельнице Retsch PM 100. Вязкость полученных суспензий измеряли на ротационном вискозиметре Anton Paar RheolabQC при постоянной температуре 20°C с использованием термостатирующего устройства Anton Paar C-PTD 180/AIR/QC, а также двух измерительных систем CC39 (для суспензий умеренной вязкости) и CC10 (для суспензий с высокой вязкостью). Кривые вязкости строились на основании данных полученных в интервале скоростей сдвига 10 - 1000 s^{-1} . Были приготовлены и исследованы суспензии с объемным отношением дисперсный наполнитель : смола : дисперсионная среда как $X : Y : Z$ (где $X = 0, 0.5, 1, 1.5, 2, 3$; $Y = 1, 2$; $Z = 5, 7.5, 10$). Для сравнения были измерены реологические свойства растворов фенолформальдегидной смолы.

Полученные результаты были математически и статистически обработаны, были построены графики зависимости относительной вязкости суспензий от объемной доли дисперсного наполнителя и от скорости сдвига для каждого типа дисперсного наполнителя. Определены факторы, влияющие на вязкость суспензии.

Установлено, что растворы фенолформальдегидной смолы проявляют дилатантное поведение. Показано, что, во-первых, реологические свойства суспензии характеризуются псевдопластичным характером течения при низких скоростях сдвига, причем интервал, в котором наблюдается псевдопластичный характер зависит от размера и объемной доли дисперсного наполнителя. Во-вторых, при высоких скоростях сдвига суспензии демонстрируют дилатантный характер. Состав суспензии имеет верхний предел насыщения дисперсным наполнителем, который зависит от количества смолы и составляет не более 40 об. %. Важно отметить, что верхний предел является серьезным ограничивающим фактором на соотношение $MB_2 : C$ в препреге и $MB_2 : SiC$ в композиционном материале.

Работа поддержана грантом РФФИ №23-19-00212.

Литература

1. Опека М. М., Talmy I. G., Zaykoski J. A. Oxidation-based materials selection for 2000 C+ hypersonic aerosurfaces: Theoretical considerations and historical experience //Journal of materials science. – 2004. – Т. 39. – С. 5887-5904.
2. Naslain R. SiC-Matrix Composite Materials for Advanced Jet Engines // MRS Bull. 2003. Т. 28. С. 654–658.
3. Tang Z. et al. Mechanical and ablation properties of a C/C-HfB₂-SiC composite prepared by high-solid-loading slurry impregnation combined with precursor infiltration and pyrolysis //Journal of the European Ceramic Society. – 2021. – Т. 41. – №. 13. – С. 6160-6170.

Научный руководитель – канд. хим. наук А. В. Уткин.

Исследование влияния различных сред на биоразлагаемый пластик

И. А. Перминова

Сибирский государственный университет водного транспорта

С изделиями из пластика люди сталкиваются каждый день, в частности с полиэтиленовыми пакетами, бутылками, которые быстро изнашиваются, рвутся, измельчаются, образуя при этом микропластик, который не безопасен для природы и вызывает новую мировую проблему – загрязнение окружающей среды микропластиком.

Первичный микропластик – специально произведенные частицы микропластика; используется в косметике, средствах личной гигиены, бытовой химии. Более опасен для окружающей среды вторичный микропластик – частицы, образующиеся при распаде пластиковых предметов от температуры, воздуха, воды, трения и различных солей. Он оседает на растениях, растущих у дорог, висит в воздухе, попадает в воду и почву. Кроме того, микропластиковые волокна отделяются от синтетической одежды при стирке, которые попадают в реки, а оттуда уже в моря и океаны. Распространение происходит очень быстро, в настоящий момент он находится не только в окружающей среде, но и в телах различных животных. Токсины, содержащиеся в микропластике, негативно влияют на живые организмы, в частности на гормоны.

Целью работы стало исследование влияния различных сред на образцы биоразлагаемого пластика. Для проведения эксперимента был проведен анализ физико-химических основ биоразложения пластика, о котором заявляют производители мусорных пакетов, подобраны химические среды и образцы биоразлагаемого пластика, исследованы прочностные характеристики образцов пластика после длительного воздействия на него среды. Также проведена микроскопия фильтра на выявление частиц микропластика в исследуемой среде.

Объектами эксперимента стали 8 исследуемых одинаковых квадратов со стороной 10 см и из полиэтиленовых биоразлагаемых пакетов и 1 квадрат из такого же пакета, используемый как эталон, которые были помещены в разные среды: хлорид натрия (0,05н) (стакан №1), гидроксид калия (0,1н) (стакан №2), соляная кислота (0,1н) (стакан №3), сульфат алюминия (0,05н) (стакан №4), ацетат натрия (0,05н) (стакан №5), карбонат натрия (0,05н) (стакан №6), водопроводная вода (стакан №7), влажная почва (стакан №8). Каждый образец находился в соответствующем растворе 30 дней. Их периодически помешивали, имитируя динамическое воздействие среды.

Результаты проведенного эксперимента: 1) образцы №1, №3, №4, №6, №7 выдержали меньшую нагрузку относительно эталона (эталон -15, 696 Н) (14,715 Н; 12,753 Н; 12,753 Н; 12,753 Н; 9,810 Н соответственно), образцы №2, №5, №8 выдержали большую нагрузку относительно эталона (18,639 Н; 17,658 Н; 34,826 Н соответственно); 2) процентное изменение относительной деформации к эталонному образцу отрицательное у образцов №1, №3, №4, №6, №7 (-6,250 %; -18,750 %; -18,750 %; -18,750 %; -37,500 % соответственно), в то время как у образцов №2, №5, №8 это изменение положительное (18,750 %; 12,500 %; 121,875 % соответственно); 3) процентное изменение модуля упругости к эталонному отрицательное у образцов №1, №3, №4, №6, №7 (-25,0 МПа; -75,0 МПа; -75,0 МПа; -75,0 МПа; -150,0 МПа соответственно) и положительное у образцов №2, №5, №8 (75,0 МПа; 50,0 МПа; 487,5 МПа соответственно).

На основании полученных данных можно сделать вывод, что биоразлагаемый пластик способен распадаться на микропластик (образцы были найдены в трех средах: хлорида натрия, сульфата алюминия, водопроводной воде), а в некоторых средах (почва, щелочные) пластик «консервируется», то есть становится прочнее относительно эталона.

Литература

1. А. Гальчева. Микропластик снаружи и внутри нас: чем он опасен и как с ним бороться. – 2023г. [<https://trends.rbc.ru/trends/green/618a303d9a79470fe831aa32>]
2. AsangaPatiencePlasticPollutionBoostsBacterialGrowthinLakeWater // TheScientist, Jul 26, 2022. [<https://www.the-scientist.com/news-opinion/plastic-pollution-boosts-bacterial-growth-in-lake-water-70268>]
3. CirinoEricaPlastic waste pervades every ecosystem on Earth and is likely affecting neurobiology as well. // The Scientist, Oct 1, 2021 [<https://www.the-scientist.com/reading-frames/opinion-plastic-pollution-may-endanger-brains-69230>]
4. Wilcox Christie Microplastics in Seawater May Harbor Parasites // The Scientist, Apr 26, 2022 [<https://www.the-scientist.com/news-opinion/microplastics-in-seawater-may-harbor-parasites-69950>]
5. К.Сабина. Где уже есть микропластик. – 2022г. [Где уже есть микропластик (greenpeace.ru)]

Научный руководитель – канд.тех. наук, доцент О. В. Спиренкова, канд. сел-хоз. наук, доцент Т. Н. Болтушкина.

Исследование сорбционной эффективности отечественных минеральных сорбентов для очистки водопроводной воды

А. В. Кольцова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В водопроводной воде, несмотря на многостадийную очистку, могут присутствовать токсичные для человека соединения [1]. Поэтому в современном мире возникает необходимость дополнительной очистки водопроводной воды перед употреблением. Наиболее рентабельным и перспективным методом очистки воды является сорбционный метод [2].

Целью работы является исследование эффективности сорбции ионов тяжелых металлов, хлорид- и нитрат-ионов и органических ионов из водопроводной воды на отечественных минеральных сорбентах.

В качестве объекта исследования выбрали сорбенты, месторождения которых находятся на территории центральной части Российской Федерации, а именно: палыгорскит 0-200 мкм (Борщевское месторождение, Калужской области), равнообъемная смесь сорбентов (вулканический цеолит – 30,2%, трепел – 16,8%, глауконитовый песок – 46,8% и вермикулит – 6,2%) 0-500 мкм и смесь трепела 0-500 мкм (Зикеевское месторождение, Калужской области) 90 (мас.%) и Сао 10 (мас.%).

Исследование эффективности сорбции минеральных сорбентов проводили на модельных растворах. Модельные растворы, содержащие ионы Fe^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , Cl^- , NO_3^- готовили из солей $\text{FeSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (соль Мора), NiSO_4 , MnSO_4 , CuSO_4 , ZnCl_2 , CdCl_2 , $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, KCl , KNO_3 с концентрацией от 100 мг/л до 1 мг/л в зависимости от значения ПДК для питьевой воды. Кроме этого, исследовали сорбцию метиленового голубого на природных сорбентах, с исходной концентрацией 10 мг/л. Сорбционную способность определяли методами спектрофотометрии на приборе UNICO 1201 для ионов Fe^{2+} ($\lambda = 430$ нм), Ni^{2+} ($\lambda = 475$ нм) и метиленового голубого ($\lambda = 662$ нм), потенциометрии на иономере ИТАН для ионов Cl^- и NO_3^- . Концентрации Mn^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} , определяли по методике 08-47/203, ФР.1.29.2010.07102 методом инверсионной вольтамперометрии в аккредитованной лаборатории “ЮМХ” (ТПУ, Томск).

Установили, что использование исследуемых минеральных сорбентов может быть эффективным для сорбции ионов меди, цинка, кадмия и свинца (более 95 мас.%) из водопроводной воды. Также отметили индивидуальную сорбционную эффективность равнообъемной смеси сорбентов по отношению к ионам никеля (более 90 мас.%) и марганца (более 85 мас.%).

Литература

1. Беляев Р.А. // Водоснабжение и санитарная техника. – М.: Издательство, 1999.- 246с.
2. Истомина, Е. Е. Применение сорбентов для очистки питьевой воды / Е. Е. Истомина, Е. А. Алексеева // Электронный научный журнал. – 2019. – № 3(25). – С. 25-28. – EDN IPBLWN.
3. Адсорбция нефтепродуктов и неорганических ионов на минеральном сорбенте / Т. А. Юрмазова, Н. Б. Шахова, Т. Х. Чан, М. В. Планкина // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329, № 5. – С. 125-134. – EDN XVXWPI.

Научный руководитель — канд. хим. наук, доц. А. П. Чернова.

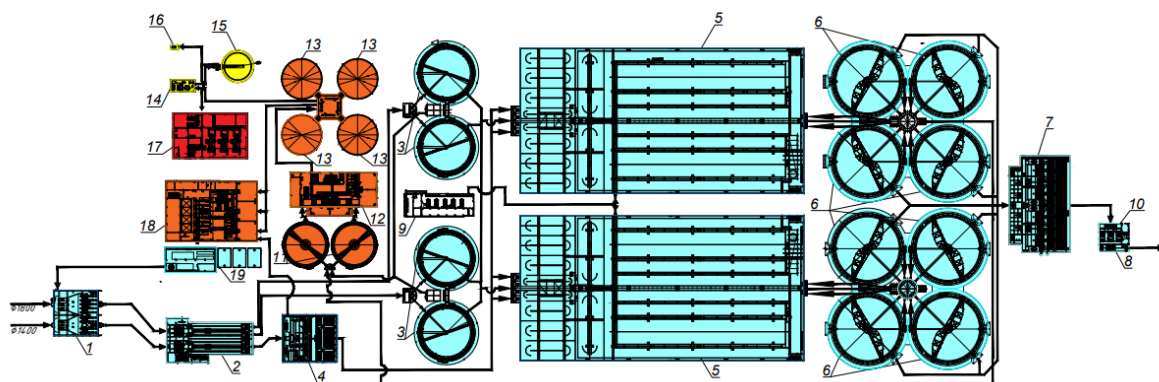
Очистные сооружения канализации г. Улан-Батор (Монголия)

К. И. Уколова, П. В. Окишева, Г. Т. Амбросова

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

В настоящее время в непосредственной близости от площадки функционирующих городских ОСК (мощностью 170 тыс. м³/сут) строится новый комплекс на приём стоков в количестве 250 тыс. м³/сут. Рабочие чертежи на строительство нового комплекса выполнила французская компания «Artelia», инвестиции на строительство выделены Китайской Народной Республикой, строительство объекта также осуществляется китайской компанией «China Tiesiju Civil Engineering Group».

Технологическая схема очистки сточной жидкости приведена на рисунке, согласно которой, сточная жидкость поступает на ОСК двумя потоками: первый поток «А» представлен в основном хозяйственно-бытовыми стоками, второй поток «Б» является смесью хозяйственно-фекальных и производственных стоков. Показатели сточной жидкости потоков «А» и «Б» приведены в таблице. Бытовые стоки обрабатываются по классической схеме - механическая и биологическая очистка стоков, а производственные стоки проходят механическую, физико-химическую и биологическую очистку.



Технологическая схема строящихся очистных сооружений канализации города Улан-Батора.

- 1-насосная станция; 2-здание решеток/песколовка аэрируемая; 3-первичные отстойники для хозяйственно-бытового стока; 4-высокопроизводительные первичные отстойники для производственных стоков; 5-аэротенк нитрификатор/денитрификатор; 6-вторичные отстойники; 7- здание доочистки; 8- здание УФ-обработки; 9-насосно-воздуходувная станция; 10- водомерный узел; 11-илоуплотнитель; 12-здание обработки осадка; 13-метантенки; 14-камера десульфуризации биогаза; 15-газгольдер; 16-свеча сжигания газа; 17-когенератор; 18-здание обезвоживания осадка; 19-дезодорирующая система

Основной проблемой этого комплекса при эксплуатации будет являться невозможность очистки сточной жидкости на стадии биологической очистки, так как по объему и органическим загрязнениям потоки равноценны, для потока «Б» предусмотрена физико-химическая очистка из-за высокого содержания в нём хрома и СПАВ. Однако из таблицы видно, что и в потоке «А» содержание этих загрязнителей также достаточно высокое.

Показатели сточной жидкости потоков «А» и «Б»

№	Показатель	Ед. измерения	Значение показателя	
			потока «А»	потока «Б»
1.	Суточный расход сточной жидкости	тыс.м ³ /сут	150	100
4.	БПК _{пол}	мг/л	380	400
5.	ХПК	мг/л	1200	1500
6.	Взвешенные вещества	мг/л	800	1000
7.	Азот аммонийный (по N)	мг/л	35	30
8.	Азот общий (по N)	мг/л	40	40
9.	Общий фосфор (по P)	мг/л	3	5
10.	Cr ₂ O ₃	мг/л	1	5
11.	H ₂ S	мг/л	5	30

Литературы

1. Е. А. Пугачев. Очистка городских сточных вод мегаполиса: монография. – Москва: АСВ, 2013. – 136 с.

Научный руководитель – канд. техн. наук, профессор Г. Т. Амбросова

Исследование процесса рекристаллизации целлюлозы, крахмала и хитина в нативном и в индивидуальном виде

Т. Е. Кусков, В. А. Бухтояров

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет
Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН

Аморфно-кристаллические полисахариды, такие как целлюлоза, крахмал и хитин, являются природными биополимерами со схожим химическим составом, но значительно отличающиеся с точки зрения кристаллической структуры и реакционной способности. Для полисахаридов свойственно явление полиморфизма, различий в пространственной упаковке полимерных цепей, между которыми возможны фазовые переходы в результате перестройки структуры. Механическая обработка кристаллических участков полимеров во многом обуславливает повышение реакционной способности биополимерных материалов. Однако при гетерогенных взаимодействиях (гидролиза, набухания, модификации) механически разупорядоченных полимеров может происходить обратный процесс восстановления (рекристаллизации) кристаллической структуры. В свою очередь рекристаллизация аморфно-кристаллических полисахаридов в нативной форме практически не изучена.

Целью данной работы является исследование процесса рекристаллизации механически аморфизованных целлюлозы, крахмала и хитина в составе нативного сырья и в индивидуальном виде.

В качестве объектов исследования были использованы целлюлоза (Sigma-Aldrich, Россия), опилки сосны (*Pinus sylvestris*), кукурузный крахмал, картофельный крахмал, тапиоковый крахмал (ООО «Гарнец», Владимир, Россия), мука кукурузы (ОАО «МАКФА», Челябинск, Россия), клубни картофеля (*Solanum tuberosum*), мука маниока (ОАО «МАКФА», Челябинск, Россия), α -хитин (Sigma-Aldrich, Россия), панцирь камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*), и хребты кальмара (*Loligo vulgaris*). β -Хитин был получен из хребтов кальмара по методике [1]. Картофельная мука была приготовлена путем измельчения очищенного картофеля до размеров 2-5 мм с последующим высушиванием с помощью лиофильной сушилки ИНЕЙ-4 (ИБП РАН, Пущино, Россия). Механическая активация выбранных объектов исследования проводилась на планетарной мельнице типа АГО-2 (ИХТТМ СО РАН, Новосибирск, Россия) в течение 10 минут для крахмалсодержащего сырья, и 45 минут для целлюлозосодержащего и хитин-содержащего сырья. Рентгенофазовый анализ (РФА) проводился на дифрактометре D8 ADVANCE (Bruker, Германия). Для всех объектов исследования были рассчитаны индексы кристалличности по данным РФА.

Предварительно аморфизованные образцы были подвержены рекристаллизации в водных условиях (гидромодуль 1:10) в течение 1, 4, 8, 12 и 24 часа при 25 °С и при 95 °С. Было замечено, что при водной обработке образцов целлюлозы в индивидуальном виде происходит восстановление кристалличности, причем аморфизованная целлюлоза I после рекристаллизации представляет собой смесь целлюлозы I и целлюлозы II [2]. Для целлюлозы в составе растительного сырья ситуация аналогична. При увеличении температуры с 25 °С до 95 °С степень рекристаллизации (восстановления индекса кристалличности от исходного значения) увеличивается с 44 до 68%, а в составе растительного сырья – с 65 до 71%. В случае крахмала в индивидуальном виде наблюдается фазовый переход в В-тип, что согласуется с ранее полученными данными [3]. В составе нативной формы аморфизованный крахмал рекристаллизуется в V-тип в результате образования комплексов амилозы с молекулами воды.

При водной обработке β -хитина в индивидуальной и нативной форме наблюдается восстановление кристалличности с фазовым переходом в α -хитин, в то время как для α -хитина фазового перехода не наблюдается. Причина данного явления заключается в том, что α -хитин является наиболее термодинамически стабильной полиморфной модификацией хитина [4]. Температура водной обработки хитина влияет только на процесс рекристаллизации β -хитина в составе животного сырья. Степень рекристаллизации составила 63% при 25 °С и 73% при 95 °С. Также заметно влияние веществ, содержащихся в животном сырье. Степень рекристаллизации для α -хитина в индивидуальной и в нативной форме составила 82 и 30% соответственно. В случае β -хитина в индивидуальном виде степень рекристаллизации равна 78%, что больше, чем в нативной форме.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 22-73-00124.

Литература

1. H.N. Cuong et al. Preparation and characterization of high purity β -chitin from squid pens (*Loligo chinensis*) // International Journal of Biological Macromolecules. – 2016. – Vol. 93. – P. 442-447.
2. A.C. O'Sullivan et al. Cellulose: the structure slowly unravels // Cellulose. – 1997. – Vol. 4. – P. 173-207.
3. E. Podgorbunskikh et al. Disordering of Starch Films as a Factor Influencing the Release Rate of Biologically Active Substances // Polymers. – 2023. – Vol. 15. - № 2303.
4. J. Huang et al. Rapid dissolution of β -chitin and hierarchical self-assembly of chitin chains in aqueous KOH/urea solution // Green Chemistry. – 2021. – Vol. 23. - P. 3048-3060.

Научный руководитель – канд. хим. наук Е. М. Подгорбунских.

Применение вторичного сырья огнеупорных материалов для создания теплоизоляционных композитов

А. В. Самусова, Ф. К. Горбунов

Новосибирский государственный технический университет
Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН

Создание экологически чистых теплоизоляционных материалов с малой теплопроводностью является важной задачей в строительной индустрии. В промышленности используются различные способы формирования пористой структуры для производства теплоизоляционных материалов [1]. Одним из направлений использования отходов огнеупорных материалов является изготовление пеношамотного теплоизоляционного композита [2].

Целью работы является разработка состава смеси для получения теплоизоляционных композитов и определение характеристик.

Для достижения этой цели проводится анализ состояния области переработки отходов и разработка методов получения материалов с повышенными свойствами. Определение прочностных характеристик пенокомпозитов и степень их усадки при сушке от состава смеси.

В работе исследована возможность получения композиционных материалов на основе вторичного сырья огнеупорных материалов (лом шамотного кирпича, фракций: менее 0,14 мм, 0,315-0,8 мм), пенообразователя (пеностром 10 %) и силикатного связующего (жидкое стекло М-2,5; плотность – 1,2 г/см³). Измельчение лома шамота проводили в шаровой мельнице с последующим разделением на фракции менее 0,14 мм и 0,315-0,8 мм. Компоненты смешивали в миксере в течение 5 минут до получения однородной вспененной массы, которую укладывали в литьевые формы с последующей сушкой при 50 °С в течение 24 часов. Далее следовала распалубка и обжиг изделия при температуре 900 °С, что придавало ему конструкционную прочность.

Таблица. Содержание разработанных смесей и характеристика образцов

№ п/п	Содержание смеси					Плотность, г/см ³	Степень усадки
	Наполнитель шамот		Жидкое стекло, мл	Зола уноса, г	Вспениватель (пеностром 10 %), мл		
	Фракция, мм	Масса, г					
1	меньше 0,14	237,5	100	25	7	0,55±0,03	7,5
	0,315-0,8	237,5					
2	меньше 0,14	317,0	100	25 (марка 1)	7	0,55±0,04	6,5
	0,315-0,8	158,0					
3	меньше 0,14	237,5	100	25 (марка 2)	10	0,53±0,04	7,5
	0,315-0,8	237,5					
4	меньше 0,14	317,0	100	-	10	0,70±0,05	7,0
	0,315-0,8	158,0					

Показано, что увеличение содержания мелкой фракции шамота (менее 0,14 мм) в смеси делает ее более устойчивой к усадке в процессе сушки до 6,5 %.

Дальнейшие исследования в этой области будут способствовать разработке новых материалов и технологий, а также помогут сделать строительную индустрию более экологически чистой.

Литература

1. «Строение теплоизоляционных материалов» [Электронный ресурс] / Архитектурная энциклопедия – Дата публикации в Интернет: 16.12.2021. – URL: <https://arxipedia.ru/teploizolyacionnye-i-ogneupornye-materialy/stroenie-teploizolyacionnyx-materialov.html> (дата обращения: 09.09.2023).

2. Сулейманова Л.А., Ерохина И.А., Сулейманов А.Г. Ресурсосберегающие материалы в строительстве // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2007. – №7. – С. 113-116.

Научный руководитель – канд. техн. наук Ф. К. Горбунов.

Доочистка хозяйственно-бытовых сточных вод с применением новых сорбционных фильтрующих материалов

Н. В. Гусева, А. П. Баум

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

На многих очистных сооружениях канализации (ОСК) сточная жидкость, проходя основные этапы очистки (механическую и биологическую), не достигает требуемого качества для сброса ее в водные объекты. Сброс недостаточно очищенных и вовсе не подвергавшихся очистке стоков в поверхностные водоемы вызывает появление тяжёлых последствий для биосообществ [1]. Для улучшения показателей очищаемой сточной жидкости и доведения их до предельно-допустимых концентраций (ПДК) требуется предусматривать доочистку.

В настоящее время на многих ОСК узел доочистки включает в себя фильтры с различными типами загрузки (песок, щебень, цеолит, керамзит и др.). Также доочистка может проходить с использованием различных типов сорбционной загрузки. Стоит отметить, что выбор сорбента зависит от типа загрязняющих веществ, которые необходимо удалить из сточной жидкости.

Одним из методов доочистки с использованием сорбентов является применение активированных углей, но практически все сорбционные загрузки этого вида имеют высокую стоимость. Однако не всегда цена является решающим фактором при выборе сорбента для доочистки сточной жидкости. Важно учитывать не только их стоимость, но и их эффективность, стабильность, а также возможность его регенерации и повторного использования [2].

В связи с этим цель данных исследований заключалась в изучение нового сорбционного материала на стадии доочистки. Сорбент представляет собой недожженный уголь и имеет стоимость в несколько раз меньше, чем его аналоги, а также он показал свою эффективность на стадии биологической очистки сточной жидкости. Однако, для сравнения результатов была выбрана также вторая загрузка – бурый уголь. Этот выбор обусловлен его экологичностью и он является относительно недорогим и доступным материалом.

Для оценки работы выбранных загрузок в качестве фильтрующих материалов необходимо было провести полупроизводственные испытания. В качестве фильтров использовались стеклянные колонки, в которые были загружены поддерживающие слои и сам слой сорбента и бурого угля. Поддерживающие слои состояли из щебня фракциями 5-10 и 2,5 мм и цеолита фракциями 2,5 и 1,25 мм. Фильтрующий слой сорбента и бурого угля был взят фракцией 0,63 мм и высотой 1 м.

Для подачи биологически очищенной жидкости на доочистку колонка была размещена на территории компактной установки по очистке сточных вод проектной производительностью 500 м³/сут [3] в Новосибирской области. Для перекачки жидкости из вторичного отстойника был предусмотрен погружной насос, а далее жидкость направлялась в промежуточную емкость и уже в сами колонки. Промежуточная емкость необходима для поддержания заданных параметров фильтроцикла (для каждого фильтроцикла скорость фильтрования поддерживалась в значениях 5,5 м/ч, 6,5 м/ч, 7,5 м/ч). После каждого фильтроцикла производилась оценка качества доочищенной сточной жидкости производилась по таким показателям, как азот аммония, нитраты, нитриты, фосфор и взвешенные вещества. Также определялась общая и карбонатная жесткость, температура жидкости, pH.

По результатам проведенных испытаний применение нового сорбционного материала подтвердило свою эффективность.

Литература

1. Т. И. Моисеенко. Воздействие токсичного загрязнения на популяции рыб и механизмы поддержания численности // Экология. – 2010. - № 3. – стр. 199–206.
2. В. Н. Волкова, В. Л. Головин, К. Ю. Кирпиченко. Доочистка бытовых сточных вод на фильтрах с песчаной загрузкой от биогенных элементов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2022. – Т. 30, № 3. – стр. 332-344.
3. Е. Н. Матюшенко, С. А. Ребитва, К. Б. Борисова. Очистка сточных вод коттеджного поселка. Проектные и эксплуатационные ошибки // Водоснабжение и санитарная техника. – 2022. – № 5. – стр. 47-56.

Научный руководитель – ст. преп. А. В. Кругликова.

Определение механизма фотодеградациии антибиотика хлорамфеникола в водных растворах для разработки фотохимических методов очистки от фармацевтических препаратов

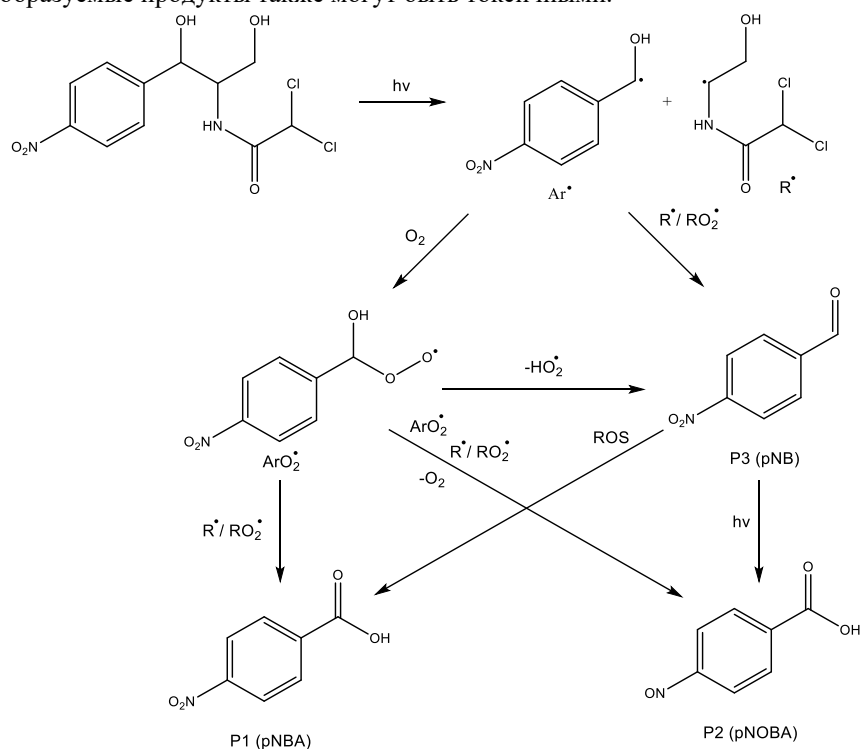
Ю. А. Беликов

Новосибирский государственный университет
Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН

Проблема загрязнения водной среды является одной из наиболее важных глобальных проблем последних десятилетий. К важнейшим загрязнителям можно отнести многие устойчивые органические соединения, такие как: красители, используемые в текстильной промышленности, пестициды, пластификаторы, а также фармацевтические препараты. Хлорамфеникол (САР) используется как антибиотик широкого спектра действия и относится к классу фармацевтических загрязнителей. Данный антибиотик является крайне токсичным, наиболее опасным из побочных эффектов его применения является необратимая апластическая анемия. Считается, что в механизме токсического действия САР важную роль играют фотопроцессы.

Фотохимия может быть использована и для разработки методов очистки сточных вод от САР и подобного рода загрязнителей, но для этого важно знать механизм фотолиза исследуемого соединения. Исследование фотохимии САР ведется с конца прошлого столетия, однако механизм его фотодеградациии основан исключительно на анализе фотопродуктов. В данной работе с использованием квантовохимических расчетов методом DFT, времяразрешенных и стационарных методов фотолиза в комбинации с ВЭЖХ-МС были впервые зарегистрированы короткоживущие интермедиаты и установлен детальный механизм прямого УФ-фотолиза антибиотика.

Установлено, что в первичном фотохимическом акте происходит разрыв С-С связи с образованием паранитробензильного радикала, переходящего, в дальнейшем, в пара-нитро- и нитрозобензойную кислоты и паранитробензальдегид. Квантовый выход прямого фотолиза САР составляет ~3% и не зависит от длины волны возбуждения и наличия растворенного кислорода. Показано, что прямой фотолиз антибиотика не приводит к минерализации, а образуемые продукты также могут быть токсичными.



Механизм прямого фотолиза антибиотика хлорамфеникола в присутствии растворенного кислорода

Переходя к фотохимическим методам очистки сточных вод, с использованием метода стационарного фотолиза и анализа общего содержания органического углерода (ТОС), была исследована возможность минерализации хлорамфеникола при различных условиях. Было показано, что добавление различных окислительных добавок (пероксид водорода, пероксимono- и перксодисульфат калия, а также карбоксилатный комплекс железа с этилендиаминдисульфатной кислотой) ускоряет деградацию целевого соединения и может приводить к его полной минерализации.

Полученные данные важны для дальнейшего исследования путей трансформации САР и для разработок эффективных методов очистки сточных вод от подобного рода загрязнителей.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (№ 21-43-00004).

Научный руководитель – канд. хим. наук И. П. Поздняков.

Магнитные наночастицы модифицированных октацеллдиамином для очистки воды от органических красителей

Т. Х. Лян^{1,3}, С. Э. Ага-Тагиева¹, А. С. Омелянчик¹, К. Э. Магомедов^{1,3}, С. З. Чжан³, В. В. Родионова¹

¹Балтийский федеральный университет имени И.Канта

²Дагестанский государственный университет

³Университет Цицикхара, Цицикхар

Метилловый оранжевый (МО) имеет простую и стабильную структуру и нелегко разлагается под действием ультрафиолета, а на его содержание приходится около половины красителей, используемых в текстильной промышленности, которые широко используются при окрашивании текстиля. Красители в окружающей среде приводят к образованию большого количества взвешенных молекул красителя, что серьезно влияет на прозрачность водной среды и влияет на жизнедеятельность рыб, растений и микроорганизмов в водоеме. Это очень хороший метод очистки сточных вод от красителей с использованием технологии адсорбции для очистки загрязненной вода, которая проста, эффективна, не загрязняет окружающую среду и экономична.

В данной работе (НЧ) магнетита Fe_3O_4 были синтезированы методом совместного осаждения и гидротермальным методом, а затем покрыты октадециламином (ОДА) для получения наночастиц для адсорбции метилового оранжевого. Поглощение наночастиц с различной концентрацией в одном и том же объеме в растворе метилового оранжевого 10 мг/л было проверено методом ультрафиолетовой спектроскопии для оценки адсорбционной способности. Согласно расчету, статическая адсорбционная способность магнитных наночастиц из 1 мг/л достигло 824 мг/г, что намного больше, чем статическая адсорбционная способность в 20, указанная в современной литературе.

Благодаря своей диспергируемости в воде, стабильности в воде, сильным адсорбционным свойствам метилового оранжевого и сильным магнитным свойствам, облегчающим сбор и последующую обработку, адсорбция наночастиц имеет большую применимость в качестве метода очистки воды, загрязненной красителями.

Литература

1. Darwish, A. A. A.; Rashad, M.; Al-Aoh, H. A., Methyl orange adsorption comparison on nanoparticles: Isotherm, kinetics, and thermodynamic studies. *Dyes Pigment.* 2019, 160, 563-571.
2. Cui, Z.; Zhang, J.; Xue, Y.; Duan, H., Size-Dependent Thermodynamics and Kinetics of Adsorption on Nanoparticles: A Theoretical and Experimental Study. *Langmuir* 2018, 34 (10), 3197-3206.
3. Magomedov, K. E.; Omelyanchik, A. S.; Vorontsov, S. A.; Čížmár, E.; Rodionova, V. V.; Levada, E. V., SDS-Modified Iron Oxide Magnetic Nanoparticles for Removing of Methylene Blue from Aqueous Solution. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics* 2023, 87 (6), 720-727.

Научный руководитель – канд. хим. наук К. Э. Магомедов.

Мусороперерабатывающий завод. Переработка органики.

П. А. Винокурцева

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Сегодня перед сельскохозяйственными, фермерскими и промышленными предприятиями стоит важная задача переработки отходов органического происхождения. Деятельность животноводческих и птицеводческих комплексов и ферм предполагает появление угрозы для экологической среды.

По оценке специалистов, в совокупности объем образования органических отходов по выделенным категориям в 2019 году составил ~ 268 млн тонн, при этом переработке, даже по официальной оценке, подлежало не более трети. По данным 2021 года доля пищевых отходов больше четверти всех ТКО (твёрдые коммунальные отходы). 5% такого мусора – 700 тысяч тонн в год – это просрочка из магазинов.

Органика в естественных условиях перегнивает от нескольких недель до года – и это довольно быстро. Но на свалке они становятся одним из самых мощных источников выделения парниковых газов, влияющих на изменение климата. При этом полигоны загораются из-за метана и выделяют в воздух диоксины. Утилизация органических и неорганических отходов является серьезной проблемой защиты окружающей среды, а использование биогазовых установок в качестве установок для получения альтернативных энергоресурсов является наиболее перспективным направлением их переработки. Основное внимание уделяется восстановлению полезных материалов, содержащихся в отходах, гигиеничной и безопасной утилизации не перерабатываемых отходов и постоянному производству возобновляемой энергии. Благодаря современным технологиям эта концепция закрывает пробелы в существующих подходах к экономике замкнутого цикла. Цель состоит в том, чтобы сократить использование сырья и ископаемого топлива до минимума или даже до нуля.

В рамках курсового проектирования был разработан проект мусороперерабатывающего завода с анаэробными установками для переработки органических отходов.

В технологию анаэробного сбраживания входят следующие этапы:

- получение органики на заводе;
- процесс брожения продукта переработки, занимающий примерно 14 дней;
- получение удобрений и биогаза.

Весь процесс разложения биоразлагаемого материала спроектирован как закрытая система для предотвращения выделения запахов.

Переработка органики – это положительный шаг в направлении более устойчивого будущего, но переработка должна проводиться должным образом, чтобы избежать потенциальных проблем. В результате чего был выполнен проект промышленного здания для переработки органических отходов, в котором ключевые аспекты по переработке были учтены в полной мере, что позволило достичь большого результата. Спроектированный завод является важным инфраструктурным объектом для содействия устойчивому развитию и снижению негативного воздействия на окружающую среду.



Проект промышленного здания

Литература

1. ГОСТ Р 70718-2023 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Методические рекомендации по утилизации органических фракций твердых коммунальных отходов с применением методов компостирования.
2. А.А. Мелихов. Хранение и переработка плодов и овощей. – Минск: Ураджай, 2000. – 160 с.
3. А.С Клинков, П.С Беляев, В.Г Однолько [и др.]. Утилизация и переработка твёрдых бытовых отходов. – Тамбов: ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. – 188 с.
4. Л.И Соколов, П.С Беляев, В.Г Однолько [и др.]. Отходы производства и потребления. Размещение и переработка. – Вологда: ВоГУ, 2014. – 123 с.
5. Д.Ф. Кольга, А.С. Васько. Переработка навоза в экологически безопасные органические удобрения. – Минск: БГАТУ, 2017. – 128 с.

Научный руководитель - Н. А. Бурило.

Сохранение экологических и культурных ландшафтов в контексте проектирования мест отдыха. Анализ мирового опыта.

А. Ф. Воликова, А. Д. Захарова

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

В настоящее время в нашей стране наблюдается рост внутреннего туризма, что способствует повышению спроса на жилье. Открытие гостиницы становится актуальным и перспективным бизнесом. Культурный ландшафт в руководящих документах ЮНЕСКО понимается как результат совместного творчества человека и природы (combined works of nature and of man). (1) Сохранение экологических и культурных ландшафтов играет важную роль в проектировании мест отдыха.

Перед архитектором, помимо задачи проектирования здания, стоит также цель сохранения зеленой среды на территории строительства и использования принципов устойчивого развития и энергоэффективных технологий при проектировании здания и среды. Также следует уделять внимание управлению потоками туристов, чтобы избежать перегрузки и ущерба для природы и культурных мест.

Проанализировав зарубежный опыт, можно выделить геопарк "Рокуа" - самый северный среди геопарков ЮНЕСКО и единственный в Финляндии. Здесь посетители имеют возможность изучить уникальные ландшафты, сформировавшиеся в период ледникового покрова. Инициатива по созданию геопарка принадлежит трем муниципалитетам, которые решили совместно развивать природную территорию, руководствуясь передовыми принципами устойчивого развития. (2) Климатические условия Финляндии схожи с северозападными регионами России, что позволяет применять успешные финские методы в российских условиях.

Однако российские особенности, включая климатические и географические, требуют учета. Лучшие практики, выявленные в Финляндии, должны соответствовать существующим механизмам управления и социально-экономическим условиям в России.

В рамках дипломного проектирования был разработан проект гостиницы в Южно-Сахалинске. Настоящим проектом предусмотрено благоустройство и озеленение участка проектируемого объекта. Благоустройство территории проектируемого объекта разработано с учетом максимального сохранения существующего благоустройства прилегающей территории, с учетом организации рельефа и размещения инженерно-технических коммуникаций. В проекте максимально сохранен имеющийся ассортимент деревьев. С целью создания экологичного проекта, создана зона отдыха, с сохранением природного ландшафта и зелеными насаждениями, а также организованы прогулочные зоны для постояльцев гостиницы и местных жителей. Сохранение экологических и культурных ландшафтов в проектировании мест отдыха способствует устойчивому развитию и созданию уникальных и привлекательных мест для отдыха и путешествий (1).



Литература

1. World Heritage Cultural landscapes: A Handbook for Conservation and Management (N. Mitchell, M. Rossler, P.-M. Tricaud) / World Heritage Papers 26. 2009. 135 p. Электронный ресурс: www.whc.unesco.org
2. Nationalparks.fi : сайт. – URL: <https://www.nationalparks.fi/rokuanp/>: (дата обращения: 28.09.2023)

Научный руководитель - Н. А. Бурило.

Исследования процессов осаждения ионов кобальта и никеля в разряде постоянного тока.

Е. С. Шмелева, А. Н. Торговкина

Ивановский государственный химико-технологический университет

Сточные воды ряда отраслей промышленности, таких как гальваническое, химическое, металлургическое, горнодобывающее производство, содержат в своем составе высокую концентрацию ионов тяжелых металлов, включая никель, кобальт, хром и др. Сброс промышленных сточных вод непосредственно в природные воды влечет за собой большой риск загрязнения водной экосистемы, в то время как прямой сброс в канализационную систему может негативно сказаться на последующей биологической и химической очистке сточных вод [1]. В настоящее время существует множество различных химических и физических методов очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов, включающих в себя химическое осаждение, окисление, ионный обмен, адсорбцию, мембранную фильтрацию, обратный осмос, технологии электрохимической обработки. Однако большинство из этих методов имеют ряд существенных недостатков, таких как образование большого количества шлама, недостаточная эффективность очистки, необходимость высоких эксплуатационных и капитальных затрат [2].

Плазма газового разряда, созданная либо в водном растворе, либо над его поверхностью, в настоящее время является объектом интенсивных исследований. Причины такого внимания связаны с перспективами использования разрядных систем для целей биомедицины, защиты окружающей среды, получения наночастиц и др. Мотив, обеспечивающий актуальность данной работы, связан с тем, что образование в растворе нерастворимых соединений является также способом очистки воды от катионов тяжелых металлов.

Поэтому целью работы было исследование возможностей разряда постоянного тока для реализации процессов осаждения ионов Co^{2+} и Ni^{2+} , а также выявление влияния параметров разряда и начальной концентрации растворов на эффективность очистки.

Реактор представлял собой H-образную стеклянную ячейку, плечи которой разделены целлофановой мембраной, так, что раствор в одном из плечей ячейки являлся анодом (ячейка 1), второй – катодом (ячейка 2). [3].

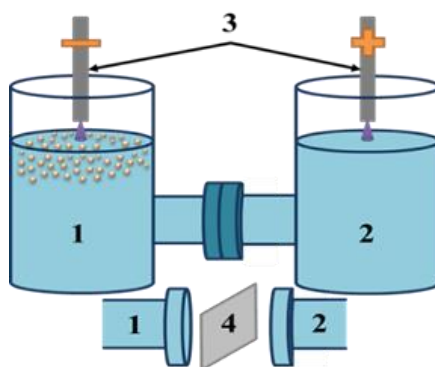


Схема экспериментальной установки. 1 – жидкий анод, 2 – жидкий катод, 3 – титановые электроды, 4 – целлофановая мембрана, 5 – источник питания, 6 – миллиамперметр.

На титановые электроды, расположенные над поверхностью раствора на расстоянии 5-10 мм, прикладывалось постоянное высокое напряжение, достаточное для электрического пробоя воздушного промежутка и поддержания стабильного тлеющего разряда. Обрабатываемый объем раствора нитратов кобальта II и никеля II составлял 80 мл. Ток в цепи определялся стрелочным миллиамперметром и составлял от 20 до 80 мА, концентрации по ионам Ni^{2+} и Co^{2+} варьировались от 20 до 60 ммоль/л. и определялись спектрофотометрически. рН растворной системы контролировался рН метром.

Обнаружено, что эффективность образования осадка зависит от тока разряда и начальной концентрации, чем выше ток и ниже начальная концентрация, тем выше степень его образования. Для никеля она составила 51 %, для кобальта 64%

Литература

1. Ghosh A., Dastidar M.G., Sreekrishnan T.R. Recent advances in bioremediation of heavy metals and metal complex dyes: Review // J. Environ. Eng. – 2016. – № 142. – С. 1-14. Н. М. Бажин, В. Н. Пармон. Начала физической химии. – Новосибирск: НГУ, 2006. – 304 с.
2. Natarajan R., Manivasagan R. Biosorptive removal of heavy metal onto raw activated sludge: parametric, equilibrium, and kinetic studies // Journal of Environmental Engineering (United States). – 2016. – Т. 142, № 9. – С. 1–7.
3. S.A. Smirnov, D.A. Shutov, E.S. Bobkova, V.V. Rybkin Characteristics of a DC discharge with a water cathode in argon // Plasma Physics Reports. -2016. - V. 42, № 1. - P. 74–78.

Научный руководитель – канд. хим. наук А. В. Сунгурова.

Получение фукоидана из *Fucus vesiculosus* L. Белого моря и изучение его состава

Е. А. Дерябина

Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта

Институт медицины и наук о жизни (МЕДБИО)

Высшая школа живых систем

Фукус пузырчатый (*Fucus vesiculosus* L.) является массовым видом водорослей Белого моря и содержит такие БАВ, как альгиновая кислота и ее соли, полиненасыщенные жирные кислоты, стерины, пигменты и многие другие. Также в состав фукуса пузырчатого входит полисахарид фукоидан, являющийся биологически активным соединением и обладающий антикоагулянтной, противомикробной активностями и гепариноподобным действием [1]. Однако в зависимости от условий произрастания водорослей и от условий получения фукоидана, этот полисахарид будет иметь разное строение и степень сульфатирования, а, следовательно, и разную биологическую активность. В настоящее время активно проводятся исследования по выделению и изучению свойств фукоидана, однако подбор параметров экстракции с целью получения наибольшего выхода проводится нечасто, а для *F. vesiculosus*, собранного на территории Белого моря, подобные исследования не встречались.

В связи с вышеописанным, целью данной работы является изучение влияния различных параметров экстракции на извлечение биологически активного соединения – фукоидана – из фукуса пузырчатого *F. vesiculosus*. Для этого экстракты получали тремя различными способами: ультразвуком (УЗ), микроволнами (МВ) и на горячей водяной бане (ВБ). На первом этапе варьировали амплитуду (для УЗ), мощность (для МВ) и температуру (для ВБ). На втором этапе изменяли модуль экстракции. На третьем этапе исследовали влияние продолжительности экстракции. Оптимальные параметры подбирали по содержанию фукозы и сульфатных групп в полученных экстрактах. Определение содержания фукозы проводили спектрофотометрически по методу Дисхе [2]. Содержание сульфатных групп определяли турбидиметрическим методом по реакции с раствором BaCl_2 [3]. Состав полисахаридов определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Кроме того, гравиметрически определяли общий выход полисахаридов путем их осаждения этанолом.

Состав полисахаридов, полученных при оптимальных параметрах экстракции

Параметры экстракции	Общий выход полисахаридов, мг/г	Содержание фукозы, мг/г		Содержание сульфатных групп, мг/г	Состав полисахаридов (мол. %)
		мг/г	масс. % ¹		
ВБ (100 °С, 1:160, 90 мин.)	39,08±4,37	10,12±0,60	25,9±0,4	28,20±2,73	фукоза (6,1±0,3); глюкоза (58,4±4,0); галактоза (20,1±0,5); трегалоза (15,4±0,9)
УЗ (80 %, 1:200, 5 мин.)	50,21±0,57	9,85±0,22	19,6±2,2	25,26±0,76	фукоза (17,9±1,6); фруктоза (12,5±4,7); галактоза (25,2±1,2); сахароза (44,4±1,7)
МВ (600 Вт, 1:240, 60 с.)	48,84±0,62	9,73±0,05	19,9±1,2	38,22±1,61	фукоза (5,5±0,4); галактоза (6,2±1,7); сахароза (66,8±1,8); трегалоза (4,3±0,9); рафиноза (17,3±0,9)

¹ массовая доля фукозы в высушенном полисахариде

В результате установлено, что изменение параметров экстракции влияет на выход и состав фукоидана. Среди трех методов наиболее приемлемое соотношение содержания фукозы и сульфатных групп в экстрактах было достигнуто при экстракции на водяной бане при 100 °С в течение 90 минут (модуль 1:160).

Литература

1. N.A. Ushakova et al. Anticoagulant activity of fucoidans from brown algae. – Moscow: Biomed Khim. 2008. – V. 54. – № 5. – P. 597-606.
2. Dische Z, Shettles LB. A specific color reaction of methylpentoses and a spectrophotometric micromethod for their determination // Journal of biological chemistry. – 1948 Sep 1;175(2):595- 603.
3. Ana Dobrinčić, Erika Dobroslavić, Sandra Pedisić, Sandra Balbino, Ivona Elez Garofulić, Rozelindra Čož-Rakovac, Verica Dragović-Uzelac. The effectiveness of the *Fucus virsoides* and *Cystoseira barbata* fucoidan isolation as a function of applied pre-treatment and extraction conditions. // Algal Research. 2021. – V. 56. – 1-10.

Научный руководитель – ассистент, м.н.с. В. В. Ларина.

Соединения фенильной группы в составе термочувствительной бумаги

М. С. Алексеев, А. Е. Рахманин, В. Ф. Торосян

Сургутский государственный университет
Институт естественных и технических наук

В нынешнюю эпоху информации и технологий все чаще используются процедуры быстрой печати, такие как термопечать. Для этого требуется специальный тип термобумаги, которая используется в факсимильных аппаратах, квитанциях в банкоматах, счетах в магазинах, в лабораторных и медицинских приборах,

Термобумага — это термочувствительная бумага, которая состоит из нескольких слоев, каждый из которых имеет свое функциональное назначение. Термическая (термочувствительная) бумага была введена национальной компанией Cash Register Company в 1968 году, которая использовала реакцию образования цвета между лейкокрасками и сопутствующими реагентами.

Лейкоокрасители — это бесцветные твердые вещества, которые окрашиваются в присутствии кислотных компонентов ($O_2.I_2$.тепло). Эта реакция включает в себя раскрытие структуры лактонового кольца, которая образует окрашенный катион фторана путем расширения сопряженной системы двойных связей. Раскрытие кольца лактоновой структуры является обратимым, что является основной причиной отпечатков, выцветающих на термобумаге с течением времени. При нагревании термобумага приобретает черный цвет, что указывает на присутствие незамещенных лейкоокрасителей, в то время как присутствие замещенных соединений фторана формирует различные цвета, такие как красный, зеленый, желтый, черный.

Когда матрица нагревается выше температуры плавления, краситель вступает в реакцию с кислотой, переходит в цветную форму, которая способна сохраняться в метастабильном состоянии при достаточно быстром затвердевании матрицы. Реагирующей кислотой в термобумаге часто является бисфенол А (БФА) (рис. 1), молекула которого содержит фенильные группы аналогично классу фенолов.

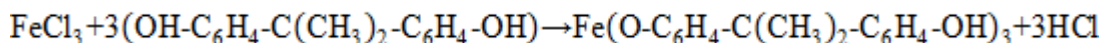


Рис. 1. Структурная формула бисфенола А (2,2-бис(4-гидроксифенил) пропан)

В составе стандартной кассовой бумаги возможно присутствие фенола. Он также является высокотоксичным веществом, которое даже в небольших дозах отрицательно влияет на здоровье человека.

Для определения бисфенола А, используют хроматографический метод (ВЭЖХ) и хромато-масс-спектрометрический метод.

Целью данной работы являлось определение содержания фенола в чековой бумаге.



В исследовании был использован титриметрический метод анализа.. Титрование проводили стандартным раствором хлорида железа (III) с концентрацией 0,25 мг/л до появления устойчивой красной окраски.

Масса фенола в спиртовом растворе составила. г: $m(\Phi) = (9,9 \cdot 10^{-6} \pm 0,7 \cdot 10^{-6})$.

m (чековой ленты) = 2,465 г, m (отработанной ленты) = 2,371 г, m (проявившейся краски) = m (чековой ленты) – m (отработанной ленты) = 0,094 г, массовая доля бисфенола А в красителе: 0,0105%, масса фенола в чековом рулоне длиной 210 м, составила $2,87 \cdot 10^{-3}$ г.

Термобумагу с бисфенолом А (БФА) следует утилизировать вместе с остаточными отходами на основе новых технологий.

Литература

1. Пат. 2370375 Рос. Федерация, МПК В41М 5/40 В41М 5/42 В41М 5/337. Термочувствительная бумага [Текст] / Петрович И и др. ; патентообладатель Энегльхард корпорейшн. - № 2007125124/12; заявл. 01.12.2005; опубл. 20.10.2009, Бюл. № 29. – 19 с.
2. Беляева Е.А, Кройтор Т.С. Характеристика ассортимента товаров на основе древесины на примере термочувствительной бумаги / Е.А. Беляева // Зеленый коридор. – 2017. – № 1. – С. 14-17.
3. Халиков И.С. Определение Бисфенола А в бумажной продукции методом ВЭЖХ. - Наука и образование в XXI веке: сборник трудов по материалам Международной научно-практической конференции 31 октября 2014 г.: в 17 частях. Часть 1. Тамбов: ООО «Консалтинговая компания Юком», 2014. – С. 160–161.
4. Чан Хай Данг, Хорохордина Е.А, Рудаков О.Б. Хромато-масс-спектрометрическое определение бисфенола А в пластиковой таре [Текст] / Чан Хай Данг // Научный вестник Воронежского государственного архитектурного университета. – 2015. – №2. – С. 94–98.
5. Дергачева Н.И., Паткин Е.Л., Сучкова И.О., Софронов Г.А. Бисфенол А и болезни человека. Механизмы действия // Экологическая генетика. – 2019. – Т. 17. – № 3. – С. 87–98.

Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент В. Ф. Торосян.

Окислительный фотолиз фенола эксилампами KгCl и ХеVг

А. А. Федорова

Томский государственный университет

Фенольные соединения – одни из самых вредных и распространенных видов загрязнителей сточных вод. Это группа гидроксизамещенных бензолов, объединённая в термин «летучие фенолы». Например, фенол, крезолы, цианофенолы, этилфенолы и т.д. В сточных водах содержание фенолов может превышать ПДК, в связи с этим мониторинг и очистка окружающей среды от поллютантов является актуальной задачей.

УФ-излучение все шире применяется для решения проблем охраны окружающей среды, а также для выявления экотоксичных веществ и их последующего разрушения [1]. При выборе подходящего оптического источника необходимо учитывать спектральные характеристики объекта исследования (спектр поглощения) и спектральные характеристики источника света: в области поглощения объекта исследования источник должен обладать достаточной излучательной мощностью. Актуальность изучения влияния световых излучений на разные загрязняющие вещества, в основном связанные с отходами промышленности, выражается в том, что вещества химического происхождения часто являются устойчивыми к биоразложению и способны накапливаться в природной воде и почве, что приводит к ухудшению человеческого здоровья.

Ультрафиолетовое излучение представляет собой важный способ разрушения стабильных химических соединений, а эксилампы на различных эксимерных молекулах, позволяют использовать источники излучения с различными спектральными характеристиками. Водные растворы, содержащие органические загрязнения, могут быть окислены в разных условиях начиная от условий окружающей среды до сверхкритического окисления воды при очень высоких температурах и давлении. Процесс окисления активными частицами, такими как гидроксильные радикалы, образующиеся под воздействием УФ-излучения в присутствии окислителя типа озона или пероксида водорода, называют продвинутым процессом окисления АОП. УФ-фотолиз со смесью пероксида водорода $УФ/H_2O_2$ – один из наиболее соответствующих технологий АОП по удалению токсических органических соединений из воды, так как это может происходить в окружающей среде. Это процесс включает в себя образование реактивного гидроксильного радикала $\bullet OH$, который способен разрушить органические загрязнения [2].

Целью данного исследования было изучение окислительного фотолиза фенола под влиянием УФ-излучения эксиламп KгCl и ХеVг с добавлением пероксида водорода.

Провели прямой ультрафиолетовый фотолиз и ультрафиолетовый фотолиз в сочетании с окислением перекисью водорода модельных растворов фенола. Для исследования фотолиза использовали кварцевую кювету и эксиплексные лампы на рабочих молекулах ХеVг (282 нм) и KгCl (222) с параметрами $\Delta\lambda = 5\text{—}10$ нм, $W_{\text{пик}} = 18$ мВт/см², $f = 200$ кГц, длительность импульса 1 мкс, которая была разработана в Институте сильноточной электроники СО РАН, г. Томск под руководством профессора Тарасенко В.Ф. [3]. Спектры поглощения водных растворов фенола (5×10^{-6} М) регистрировали на спектрофлуориметре CM2203 (фирма «Solar», Беларусь), в нем есть возможность регистрации спектров поглощения и флуоресценции. В эксперименте были взяты различные концентрационные соотношения H_2O_2 и фенола.

Согласно полученным результатам, при прямом фотолизе эксилампой ХеVг (282 нм) фенол подвергается незначительной деструкции даже спустя длительное время облучения (больше 260 мин). По спектрам флуоресценции можем наблюдать незначительное накопление фотопродуктов. Поэтому целесообразно было воспользоваться методом АОП. При добавлении пероксида водорода в соотношении 1:1 наблюдается полная фотодеградация фенола спустя 140 минут облучения. Так как при добавлении пероксида водорода максимум полосы сдвинулся в коротковолновую область, то мы заменили лампу на KгCl (222). При повышении концентрации пероксида водорода в 2 раза наблюдали увеличение скорости разложения фенола. Основными компонентами фоторазложения по литературным данным является гидрохинон, хинон, а также бензойная кислота.

Таким образом, УФ-излучение можно применять для деградации поллютантов как самостоятельно, так и в комбинации с другими современными технологиями (процессы АОП). Необходимо отметить перспективность использования широкого набора эксиламп с различными спектральными характеристиками для решения природоохранных задач.

Литература

1. Соколова И.В, Чайковская О.Н. Фотохимические методы для решения природоохранных задач, 2016, Изд. Дом ТГУ, Томск, Россия, с. 32-41.
2. G. Matafonova, V. Batoev, recent progress on application of uv excilamps for degradation of organic pollutants and microbial inactivation, Chemosphere, 2012, Vol. 89, pp. 637–647. Б. А. Иоффе.
3. Бойченко А.М., Ломаев М.И., Панченко А.Н. и др. Ультрафиолетовые и вакуумные ультрафиолетовые эксилампы: Физика, технология и приложения, 2011, СТТ, Томск, Россия, 512 с.
4. Li S.F., Sun L.P, Huang L.L. Изучение кинетики окисления фенолов системой $УФ/H_2O_2$. / Acta Sci. Natur. Univ. Sityatseni. Natur. Sci. 2004. т.43, с. 99-102. Библ. 5. Кит.; рез. англ.

Научный руководитель – доктор физ.-мат. наук, профессор И. В. Соколова.

Сравнительный анализ эффективности использования солей алюминия при проведении коагуляционной очистки вод, загрязненных гуматом

Е. С. Булинг

Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет

Проблема загрязнения природных вод органическим веществом выступает в качестве одной из распространенных и требующих развития подходов очистки при реализации различных вариантов водопользования. В качестве распространенных органических загрязнителей могут быть рассмотрены гумусовые соединения, в больших количествах поступающие в водоемы в виде сельскохозяйственных стоков с полей и агроферм, а также в составе бытовых сточных вод при аварийных выбросах.

В качестве популярного метода очистки вод от коллоидных взвесей и растворенных форм органического вещества выступает коагуляционная очистка, основанная на укрупнении частиц на матрице труднорастворимого соединения. В практике водоподготовки описан широкий спектр коагулянтов, применение которых с разной эффективностью приводит к снижению содержания органического вещества. Среди наиболее эффективных можно выделить соли алюминия. В связи с этим, интерес вызывает изучение условий коагуляции и ее эффективности при использовании различных солей алюминия. Следует отметить, что данное исследование может быть успешно реализовано в школьной практике для расширения знаний обучающихся о технологиях рационального водопользования и защиты окружающей среды.

Целью работы является сравнение эффективности использования солей алюминия для очистки вод от растворимых гуматов. В качестве коагулянтов использованы сульфат и оксихлорид алюминия, как соединения, хорошо зарекомендовавшие себя в практическом использовании. Исследование выполнялось на модельных растворах гумата калия. Контроль за эффективностью очистки проводили по изменению величины бихроматной окисляемости (ХПК) как показателя содержания органического вещества. Сульфат алюминия использовали в виде тетрадекогидрата. Оксихлорид получен частичной нейтрализацией свежесажженного гидроксида алюминия соляной кислотой в мольных соотношениях 1 : 1,75 [1].

В литературе описаны различные варианты проведения коагуляции с использованием сульфата алюминия, но по одним литературным источникам процесс эффективно протекает при $\text{pH} = 6$ [2], а по другим – при $\text{pH} = 8-9$ [3]. В связи с этим, проведено исследование процесса коагуляции при разных значениях pH . Раствор подщелачивали карбонатом натрия. При $\text{pH} = 6$ после прибавления коагулянта не наблюдалось выпадения осадка, и окраска раствора, обусловленная присутствием гуматов, не исчезала. При $\text{pH} = 8$ после прибавления коагулянта наблюдалось интенсивное выделение газа и выпадение осадка. При фильтровании на фильтре отделялась густая масса, а фильтрат представлял собой прозрачную бесцветную жидкость, что свидетельствует об очистке воды от растворенных гуматов.

При проведении коагуляции при $\text{pH} = 8$ и дозе сульфата алюминия массой $7,5 \text{ г/дм}^3$ произошло снижение ХПК в 2 раза. Увеличение дозы в 1,5 раза привело к 6-ти кратной очистке, а дальнейшее увеличение не способствовало повышению интенсивности очистки.

При использовании оксихлорида алюминия в дозе 7 г/дм^3 показано, что очистка от гуматов достигается в широком диапазоне pH , при этом полная очистка достигается при нейтральных pH , а в кислой ($\text{pH} = 3,0$) и щелочной ($\text{pH} = 10,0$) средах снижение ХПК незначительно отличается, составляя 3-3,5 раза.

Изменение величины ХПК при проведении коагуляции солями алюминия (начальное значение ХПК 2400 мгО/дм^3)

Коагулянт	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$		$\text{Al}(\text{OH})_{3-n}\text{Cl}_n$				
	Доза, г/дм^3	7,5	1,1	1,5	7,0		
pH			8,0		3,0	7,0	10,0
ХПК, мгО/дм^3		1200	400	400	854	0	686

Таким образом, показано, что условием коагуляции с использованием сульфата алюминия является щелочная среда, при этом даже при высоких дозах коагулянта не достигается полная очистка воды от гуматов. Оксихлорид алюминия, проявляет активность во всех кислотно-основных средах, и наибольшая эффективность отмечается в нейтральной среде

Литература

1. С. Р. Масакбаева, А. В. Токарева, Р. М. Несмеянова, С. Ю. Ковтарева. Получение оксихлорида алюминия из тригидроксида алюминия и соляной кислоты // Наука и техника Казахстана. – 2021. – № 1. – стр. 6–11.
2. Г. В. Славинская, Н. С. Кузнецова, О. В. Куренкова Влияние вида коагулянта на эффективность очистки природных вод от органических веществ // Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Физико-химические проблемы и высокие технологии строительного материаловедения. – 2013. – № 7. – стр. 150–157.
3. В. В. Илюшина Современные методы очистки сточных вод // Современная техника и технологии. – 2017 – № 2 (66). – стр. 47–54.

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент А. А. Сутягин.

Искровое плазменное спекание керамических матриц, получаемых путем гидротермальной конверсии отходов производства борной кислоты, для иммобилизации радионуклидов кобальта

В. Л. Расторгуев, П. А. Мармаза., С. М. Писарев, Н. П. Иванов, С. Б. Ярусова

¹Институт наукоемких технологий и передовых материалов, Дальневосточный федеральный университет

²Институт химии Дальневосточного отделения Российской академии наук

Роль ядерной энергии медленно, но верно с каждым годом увеличивается, соответственно увеличивается число отходов, которые необходимо утилизировать. В настоящее время ведётся множество разработок на эту тему, получение высокотемпературных керамических матриц является одной из них [1-2].

В данной работе наш коллектив получал высокотемпературные керамические матрицы с помощью искрового плазменного спекания при различных температурах.

Были получены матрицы на основе $\text{CaSiO}_3/\text{CaCoSi}_2\text{O}_6$, которые показали высокую термическую стабильность (до 1200 °С). Скорость выщелачивания кобальта (R_{Co}) не превышала 10^{-7} г/(см²·день).

Сравнительный анализ показателей качества керамических матриц

Образец	Температура консолидации (Т), °С	Метод получения	Скорость выщелачивания кобальта (R_{Co}), г·см ⁻² ·сут ⁻¹	Прочность на сжатие (P), МПа
CoCaSiO ₃ из отходов	800	ИПС	$1,08 \cdot 10^{-6}$	193
	900		$8,19 \cdot 10^{-7}$	429
	1000		$2,04 \cdot 10^{-7}$	481

Спеканию подвергали сорбенты, полученные по методике, на основе CaSiO_3 , выделенного из отходов с использованием химических реактивов (CaCl_2 и Na_2SiO_3 «хч»), а также отходов производства борной кислоты – борогипса – с содержанием основных компонентов, масс. %: SiO_2 – 32,2; CaO – 28,4; SO_3 – 31,3; Fe_2O_3 – 2,7.

Работа выполнена при финансовой поддержке Государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, № FZNS-2023-0003, тема «Фундаментальные основы химической инженерии новых функциональных материалов, адаптивных для ядерных и радиационных технологий».

Литература

1. F. Hossain. Natural and anthropogenic radionuclides in water and wastewater: Sources, treatments and recoveries, J. Environ. Radioact. 225 (2020).
2. О.О. Shichalin. Synthesis and spark plasma sintering of solid-state matrices based on calcium silicate for ^{60}Co immobilization, J. Alloys Compd. 912 (2022).

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент С. Б. Ярусова.

Оценка возможности использования водорослей Балтийского моря для производства органических удобрений

А. К. Шевелева

Балтийский федеральный университет им. И. Канта

На побережье Балтийского моря распространены зеленые водоросли, относящиеся к родам ульва (*Ulva*) и кладофора (*Cladophora*), бурые водоросли (*Fucus vesiculosus*), и красные водоросли (*Polysiphonia* и *Furcellaria*).

В периоды с повышенным волнением на море большое количество водорослей выбрасывается на местные пляжи, являясь проблемой как для местного населения, так и для отдыхающих гостей области. В работе предложен способ использования (*переработки*) водорослей Балтийского моря для получения органического удобрения путем компостирования. Актуальность исследования заключается в том, что данный способ позволяет избавиться от излишней растительности в прибрежной зоне курортных городов, без дополнительных затрат на утилизацию и с возможностью альтернативного использования водорослей Балтийского моря для применения в сельском хозяйстве. В настоящее время данная проблема в Калининградской области решается вывозом растительности с пляжа, залежавшихся под солнцем водорослей, на полигон для последующего захоронения. Это влечет за собой урон экологии, так как при утилизации увеличиваются парниковые выбросы, повышается уровень органического загрязнения, а также безвозвратно теряется ресурсный потенциал водорослей.

Результатом работы является использование водорослей, выброшенных на берег в сельском хозяйстве, в качестве удобрения из сырья морского происхождения, для удобрения почв как открытого, так и закрытого грунта.

Удобрения из бурых и зеленых водорослей потенциально улучшают структуру и состав грунта, повышают урожайность растений, так как содержат необходимые для почвы органические и биологические активные вещества, являющиеся основными элементами питания растений, стимулирующими их рост и развитие, что приводит к увеличению урожайности.

Цель исследования заключалась в выявлении потенциала использования водорослей Балтийского моря для производства органических удобрений.

При оценке использования водорослей применяются наиболее простые и доступные стандартизированные методы.

По результатам полевых исследований летом 2023 г. на побережье Балтийского моря выявлено преобладание водорослей родов ульва и полисифония. Степень преобладания каждого вида оценивалась визуально. Отбор, обработка проб, проводился по общепринятой методике, в соответствии с ГОСТ 31413, ГОСТ 26185-84. Сушка растений осуществлялась в домашних условиях. Водоросли расстилались на поддоне, застеленным тканью. Поддоны находились на свежем воздухе, непосредственно на солнце, сверху накрывались марлей или тканью. Выдерживались на свежем воздухе около 1-3 дней, в зависимости от погодных условий и количества продукта. Начальная массовая доля воды не определялась.

Состав и массовая доля посторонних примесей в морских водорослях исследовались в лабораторных условиях по ГОСТ 33331-2015, зольность определялась по ГОСТ 33331-2015, содержание жиров выявлялось методом настаивания в серном эфире, кислотность определялась по ГОСТ 26423-85.

Результаты проведенных исследований

Водоросли	Посторонние примеси	Содержание песка	Зольность	Содержание жиров	Кислотность	Содержание хлоридов, мг/л вытяжки
Зеленые	2,9	14,2	74,12%	0,528	6,46	400
Бурые	15,2	0,3	77,58%	0,648	4,47	416

По проведенным исследованиям можно сделать выводы, что данная растительность пригодна для компостирования. В полученном компосте сохранится большое количество минеральных примесей, в том числе хлоридов. Также следует учитывать, что зеленые водоросли имеют нейтральную среду, бурые – обладают кислотой.

Основная задача дальнейших исследований будет состоять в оценке динамики компостирования и проверке изменения удобрительных свойств методом фитотестирования. Для фитотестирования планируется использовать растения из класса однодольных (овес посевной) и двудольных (горчица белая).

Научный руководитель – канд. техн. наук Ю. В. Куликова.

Сравнительный анализ различных методов деструкции отходов пенькопроизводства с результатами полевой апробации

И. Д. Рыбкин

РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева
Институт агробиотехнологий

Среди одних из наиболее важных проблем при производстве продукции пенькопроизводства является утилизация отходов, получаемых в процессе переработки конопляного сырья, а именно костры конопли, которая составляет от 40 до 60% от общего объема. Для того чтобы осуществить ее грамотную утилизацию наилучшим решением может послужить использование технологии деструкции с элементами химического гидролиза, входе которого можно получить переработанное лигнин содержащее сырье, вполне пригодное для использования в качестве сельскохозяйственного мелиоранта. Для исследования различных методов деструкции использовались несколько технологий.

Использовались несколько вариантов деструкции с использованием бактериальной культуры и гриба деструктора, в ходе которых были получены несколько разных почво-улучшающих средств: почво-улучшающее средство на основе метода дигестации с использованием бактериальной культуры, почво-улучшающее средство на основе аэробной деструкции с использованием бактериальной культуры, почво-улучшающее средство на основе *Trichoderma harzianum*, почво-улучшающее средство на основе бактериальной культуры и готового субстрата. Проведен сравнительный анализ входе которого были получены результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Результаты взвешивания водопрочных агрегатов

	Масса водопрочных агрегатов, г			
	1	2	3	4
Водопр. агрегаты	9,4	6,7	10,0	7,7

По анализу содержание водопрочных агрегатов наиболее высокое в почвоулучшающем средстве на основе *Trichoderma harzianum* (10,0 г), наименьшее содержание в почвоулучшающем средстве на основе аэробной деструкции (6,7 г). На основании этого можно сказать что препарат на основе гриба деструктора наиболее эффективен против эрозионных факторов.

Литература

1. Рыбкин И.Д. К вопросу о целесообразности органического земледелия на территории России // Рыбкин И.Д., Манаенков А.О., Григорьева М.В. // Современная школа России. Вопросы модернизации. 2022. № 2-1 (39). С. 36-39.
2. Рыбкин И. Д. Сравнительный анализ почвогрунтов с включением костры конопли // Наука молодых 2022. – 2022. – С. 96-101.

Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент М. В. Григорьева.

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Исследование тест-реакций культурных растений при биотестировании природных вод

Н. С. Соколов, А. А. Неверова, Т. О. Ерченко

Сибирский государственный университет водного транспорта

Биотестирование природных вод по культурным растениям – один из широко распространенных методов биологического контроля отличающийся относительной надежностью, простотой и невысокой стоимостью. Важными этапами при проведении биотестирования выступают подбор тест-объектов, обладающих достаточной чувствительностью к необходимому параметру, и изучение наиболее подходящих тест-реакций.

Ранее нами проводилось биотестирование природных вод двух рек, протекающих по территории города Новосибирска: Оби и Ельцовки-1 по всходам салата (*Latuca sativa* L, сорт «Лолло Росса») и редиса (*Raphanus sativus*, сорт «Ранний красный») [1]. В ходе исследований возникла необходимость решения ряда вопросов совершенствования применяющихся методик, а именно: сравнение чувствительности используемых растений, изучение их роста при поливе условно чистой водой из разных источников (питьевая бутылированная, водопроводная и дистиллированная), а также – поиск новых тест-реакций.

Растения высевались в индивидуальные горшочки (по 10 повторностей) в почвогрунт «Универсальный GardenStar», продолжительность эксперимента – 5 недель. В качестве биоиндикационных показателей выбраны всхожесть и длина ростков, а также длина корневой системы и масса растений.

Установлено, что различия во всех тест-реакциях у проростков редиса красного, выращиваемого на питьевой, водопроводной и дистиллированной воде отсутствуют (всхожесть 57,5%, 57,5% и 50%, а длина ростков $2,26 \pm 0,35$ см, $2,02 \pm 0,30$ см, и $2,09 \pm 0,39$ см соответственно) что позволяет сделать вывод о возможности использования любой из этих вод в качестве контроля.

Все используемые тест-реакции продемонстрировали очень сходную чувствительность. Вместе с тем, такие из них, как длина проростков и всхожесть можно признать более удобными для работы, так как в этом случае растения остаются нетронутыми и опыт можно продолжать.

Результаты эксперимента по биотестированию проб воды из реки Обь, выполненные для сравнения чувствительности редиса, салата и кресс-салата (*Lepidium sativum*, сорт «Кудрявый»), представлены в таблице.

Результаты биотестирования воды из реки Обь (% опыта к контролю)

Неделя	Редис		Салат		Кресс-салат	
	Длина проростков	Всхожесть	Длина проростков	Всхожесть	Длина проростков	Всхожесть
1	198	166	174	160	118	115
2	155	137	163	135	122	108
3	142	127	139	136	113	105
4	148	127	134	126	113	105
5	136	123	122	135	110	102

Как видно из приведенной таблицы, воды реки Обь оказывают стимулирующее воздействие на всхожесть и рост всех трех растений-индикаторов, однако данное воздействие более явно выражено для редиса и салата. Именно эти растения рекомендуется использовать в более масштабном биотестировании поверхностных вод, подвергающихся техногенному загрязнению.

Представляется вероятным что эффект стимуляции всхожести и роста при поливе водами Оби происходит по причине содержания в ней ряда биогенных элементов и микроэлементов, однако это предположение нуждается в проверке. Вместе с тем, вода в реке Обь оценивается в большинстве створов как «грязная», в ряде створов – как «загрязненная».

Полученные результаты позволяют, на наш взгляд, совершенствовать методику биотестирования вод по культурным растениям.

В дальнейшем исследовании необходимо расширить в плане увеличения охват биологическим контролем водоемов урбанизированных территорий, в частности, для Новосибирской городской агломерации – рек Обь, Бердь, Иня, малых рек, протекающих в городской черте – Ельцовка, Ельцовка-1, Тула, Плющиха и других, а также многочисленных городских малых водоемов.

Литература

1. Н. С. Соколов, А. А. Неверова, Т. О. Ерченко. Биотестирование природных вод по всходам салата и редиса: Материалы XXV Междунар. экол. студ.конф. / Новосибирск: НГУ, 2022. – С 49.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент М. А. Бучельников.

Факторы риска развития рака желудка

А. А. Есаков

Новосибирский государственный университет

В структуре заболеваемости онкологическими патологиями в России рак желудка (РЖ) занимает 5-е место, в то время как в структуре смертности рак желудка занимает 3-е место. Смертность от этого заболевания остается высокой: в 2021 году от рака желудка в России умерло 25 тыс. человек. С развитием методов молекулярно-генетической диагностики появились новые подходы в лечении РЖ, основанные на знаниях биологии опухоли. В настоящей работе мы проанализировали заболеваемость и смертность от РЖ в России и Новосибирской области за последние 5 лет. Были проанализированы факторы риска (пол, возраст, профессия), а также некоторые факторы внешней среды (вирусная, мутационная нагрузка), способные опосредованно увеличивать риск возникновения заболевания. Были проанализированы данные атласа ракового генома человека (TCGA). Результаты показали, что до одной трети злокачественных новообразований желудка инфицированы вирусом Эпштейна Барра (EBV) или обладают микросателлитной нестабильностью (MSI). Выявление MSI высокой степени является показанием для назначения таргетной терапии препаратами-ингибиторами рецептора PD-1, PD-L1: пембролизумаб и ниволумаб. Иммунотерапия представляет наибольший клинический интерес для EBV⁺-РЖ в связи с повышенной экспрессией PD-L1. В перспективе мы планируем определить данные характеристики РЖ у пациентов г. Новосибирска и определить, как таргетная терапия влияет на выживаемость пациентов.

Научный руководитель – доктор биол. наук, профессор Л. Ф. Гуляева.

Содержание некоторых металлов в волосах детского населения горнопромышленных районов юго-восточной части Забайкальского края

А. А. Казакова, Е. М. Вершкова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Забайкальский край является одним из старейших горнорудных регионов страны. Большое количество запасов различного минерального сырья обусловило развитие горной промышленности в крае. На юго-востоке Забайкалья расположено несколько крупных месторождений и большое количество объектов инфраструктуры горной промышленности, включая отвалы и хвостохранилища.

Цель данной работы – оценить содержания некоторых металлов в волосах населения, проживающего в горнопромышленных районах. Для этого были выбраны волосы, как депонирующая среда, поскольку в их структуре элементы могут накапливаться в больших концентрациях.

Анализ образцов из 18 населенных пунктов юго-восточной части Забайкальского края проводился методом ИНАА на базе Национального исследовательского Томского политехнического университета.

В ходе работы была проанализирована 141 проба волос детей из 18 населенных пунктов юго-восточной части Забайкальского края на содержание четырех металлов: хрома, мышьяка, железа и цинка. Для всех населенных пунктов был посчитан коэффициент концентрации элементов, как отношение среднего значения содержания элемента в населенном пункте к медиане по выборке.

Известно, что и избыток, и недостаток какого-либо элемента негативно влияет на здоровье человека. Например, избыток железа приводит к окислению липидов биологических мембран, токсическому повреждению белков и фиброзу ткани: печени, поджелудочной железы и сердца. Главным клиническим признаком недостатка железа является анемия и сидеропенический синдром [1]. Избыток хрома проявляется в изъязвлении слизистых оболочек, бронхиальной астме, астено-невротических расстройствах. Дефицит хрома характеризуется нарушением координации, невралгией, проблемами с нервной системой, снижением толерантности к глюкозе [2]. Повышенное содержание мышьяка в организме приводит к развитию дерматита, снижению интенсивности процессов образования клеток крови, развитию рака кожи и нарушению метаболических процессов. При дефиците мышьяка у людей наблюдается повышенная перинатальная смертность, снижение концентрации триглицеридов сыворотки крови [3]. Избыток цинка чаще всего накапливается в печени и поджелудочной железе, влияя на эти органы, помимо этого он может приводить к мышечным спазмам. Дефицит цинка характеризуется замедлением роста и полового развития, гипогонадизмом и отсутствием вторичных половых признаков [4].

Коэффициент концентрации хрома в 9 населенных пунктах из 18 выше единицы, что свидетельствует о избыточном накоплении этого химического элемента в волосах. Наибольшие концентрации хрома обнаружены в волосах населения поселка Шерловая гора. В селе Калга также отмечены высокие содержания хрома, коэффициент концентрации для этого населенного пункта составил 26,41. Коэффициент концентрации хрома больше 10 отмечен в 5 населенных пунктах. Избыточное накопление мышьяка отмечается для 8 населенных пунктов. Для села Хапчеранга коэффициент концентрации составил 1,59. Этот химический элемент является одним из приоритетных загрязнителей окружающей среды хвостохранилища рудника Хапчеранга [5]. Мышьяк так же является элементом-загрязнителем отвалов бедных руд Шерловогорского горнообогатительного комбината. В поселке Шерловая гора коэффициент концентрации мышьяка составил 2,10. В восьми населенных пунктах отмечено избыточное накопление железа, при этом в селе Калга коэффициент концентрации составил 24,75, а в населенных пунктах Нерчинский Завод, Тайна, Хапчеранга, Шерловая Гора – больше 10. Цинк является приоритетным загрязнителем в отходах горного производства в с. Хапчеранга, пгт. Шерлова Гора, с. Новый Акатуй, с. Кличка. Проведенный анализ подтвердил избыточное накопление цинка в волосах детей указанных населенных пунктов, коэффициенты концентрации цинка составляют 1,1, 1,12, 2,55 и 1,10 соответственно.

Таким образом можно заключить, что волосы являются хорошим индикатором эколого-геохимической обстановки и отражают негативное воздействие объектов горнопромышленного комплекса на человека.

Литература

1. Лукина Е.А., Деженкова А.В. Метаболизм железа в норме и при патологии // Клиническая онкогематология. – 2015. – №4. – стр. 355-381.
2. Реутин С. В. Роль хрома в организме человека // Вестник РУДН. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. – 2009. – №4. – стр. 50-55
3. Озиев М. А., Станис Е. В. Загрязнение компонентов окружающей среды мышьяком / Актуальные проблемы экологии и природопользования. – 2022. – Т. 21. – стр. 389.
4. Смоляр В. И. О дефиците цинка в питании человека и животных // Гигиена и санитария. – 1970. – №. 10. – стр. 67-71.
5. Михайлова Л.А., Солодухина М.А., Алексеева О.Г., Бурлака Н.М., Лапа С.Э. Гигиеническая оценка содержания химических веществ в почве горнопромышленных районов Забайкальского края // Гигиена и санитария. – 2019. – №4. – стр. 400-410.

Научные руководители – д-р биол. наук Н. В. Барановская, канд. мед. наук Л. А. Михайлова.

Влияние соединений тяжелых металлов на роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum*)

К. И. Корнякова

Сибирский Федеральный Университет
Институт экологии и географии

Изучение влияния тяжелых металлов на водные растения является неотъемлемой частью экологических исследований, направленных на обеспечение устойчивости водных экосистем и сохранение здоровья людей. Это имеет большое значение для разработки методов фиторемедиации водной среды, включая расширение ассортимента используемых водных макрофитов. Такие исследования позволяют принимать соответствующие меры по защите и восстановлению водных ресурсов, а также поддержанию экологического равновесия [1].

Целью работы является исследование устойчивости роголистника погруженного (*Ceratophyllum demersum*) к действию ионов тяжелых металлов на примере соединений свинца и хрома.

В ходе исследования изучались прирост массы, длины и параметры замедленной флуоресценции хлорофилла *Ceratophyllum demersum* как показатель устойчивости к воздействию ионов свинца и хрома.

Для исследования выбирались схожие по морфологическим признакам верхушечные части растения, имеющие не менее четырех мутовок и длиной не менее 2 см, использовалась среда Штейнберга. Были рассчитаны и приготовлены растворы свинца $Pb(NO_3)_2$ и хрома $K_2Cr_2O_7$, доведенные до концентрации 1 мг/л, 2 мг/л, 4 мг/л, 8 мг/л и 16 мг/л (ПДК свинца – 0,006 мг/л (1 класс опасности), ПДК хрома – 0,02 мг/л (3 класс опасности) для рыбохозяйственных водоемов) [2]. В качестве контроля использовалась 20% среда Штейнберга. В каждый флакон помещалось по одному образцу верхушечных частей роголистника.

Флаконы с модельными системами в трех повторностях помещались в устройство культивирования УЭР-03, при температуре 23 °С. Контроль состояния растений осуществлялся на 1–е, 3–и, 5–е и 7–е сутки эксперимента, при этом фиксировались показатели прироста массы и длины, которые были пронормированы относительно начала эксперимента.

В ходе эксперимента также проводили регистрацию параметров замедленной флуоресценции (ЗФ) на 1–е, 3–и, 5–е и 7–е сутки, соответственно, на флуориметре «ФОТОН 10». Регистрация ОПЗФ позволяет провести оперативную оценку состояния фотосинтетического аппарата. Критерием токсичности вод является снижение данного показателя на 25 % и более [3].

Результаты подвергались стандартной статистической обработке в MS Excel.

В ходе изучения влияния различных концентраций ионов свинца на прирост массы и длины было выявлено, что внесение $Pb(NO_3)_2$ отрицательно сказывается на приросте данных показателей с увеличением концентрации токсиканта, особенно это проявляется после 4 мг/л.

На флуоресцентные показатели выраженного токсического воздействия обнаружено не было, включая концентрацию 16 мг/л. Зафиксировано проявление стимулирующего эффекта, действие которого усиливается на 5-7-е сутки экспозиции.

При внесении ионов хрома наибольший прирост длины и биомассы наблюдался при концентрации 2 мг/л $K_2Cr_2O_7$. При дальнейшем увеличении концентрации выше 4 мг/л прирост снижается, при концентрации 16 мг/л растение потеряло основную массу. При внесении бихромата калия, в отличие от действия ионов свинца, более чувствительными оказались флуоресцентные параметры, снижение ОПЗФ начинается с ростом концентрации более 1 мг/л.

Результаты проведенного эксперимента показали, что внесение ионов свинца в большей степени влияет на прирост биомассы и длины *C. demersum*, чем на флуоресцентные параметры. При этом роголистник погруженный сохраняет жизнеспособность даже при высоких концентрациях ионов свинца (до 16 мг/л), что превышает 2600 ПДК_{рх}.

Ионы хрома оказывают более выраженное токсическое действие на параметры прироста и ОПЗФ относительно ионов свинца, однако растение остается жизнеспособным до концентрации раствора $K_2Cr_2O_7$ 8 мг/л, что превышает 280 ПДК_{рх}.

Таким образом, можно рекомендовать использование роголистника погруженного для фиторемедиации водной среды от ионов свинца и хрома.

Литература

1. В. Д. Казмирук, Т. Н. Казмирук. Современные тенденции использования фитотехнологий для очистки и охраны вод. – Москва: Институт водных проблем РАН, 2016. – 76-81.
2. Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 10 марта 2020 года) // Российская газета. – 2020.
3. Ю.С. Григорьев, Е.С. Стравинскене. Методика определения токсичности питьевых, природных и сточных вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению относительного показателя замедленной флуоресценции культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) // Федеральный центр анализа и оценки техногенного воздействия, Москва, 2012. – 43 с.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Г. А. Сорокина.

Биологическая защита семян пшеницы в сухой год как фактор влияния на микрофлору почвы

Е. А. Шарко, А. А. Побеленская

Новосибирский государственный аграрный университет

Семена зерновых культур всегда содержат фитопатогены, поэтому их обязательно обеззараживают. Чаще это делают с помощью химических фунгицидов, что может негативно сказаться на состоянии ризосферного сообщества микроорганизмов. Оно отвечает за минеральное питание растений, повышает их устойчивость к засухе и другим экологическим факторам, синтезирует ростовые вещества, гумус, а также разлагает органические загрязнители. С точки зрения экологизации технологий растениеводства перспективнее использовать для обработки семян биологические препараты. В зонах Сибири с периодически засушливыми условиями успешно применяют биопрепараты на основе ризобактерий *Bacillus*. Они ограничивают развитие фитопатогенов за счет метаболитов-антибиотиков и способствуют росту иммунитета и продуктивности растений.

Цель данной работы – изучить действие бактериального и бактериально-гуминового препаратов в сравнении с химическим на численность агрономически важных микроорганизмов под яровой пшеницей в сухой год.

Производственный опыт проводили в северной лесостепи Приобья в пригороде Новосибирска на черноземе выщелоченном среднегумусном с нейтральной реакцией среды. Изучали микроорганизмы слоя 0-20 см почвы, высевая их на питательные среды, в вариантах: 1) контроль без обработки семян; 2) Фитоп 8.67-9 (1,6 мл/т); содержит 1 штамм *Bac. subtilis* и 2 штамма *Bac. amyloliquefaciens* с титром 10^9 КОЕ; 3) АФГ (0,33 л/т). Препарат сделан на основе Фитопа 8.67-9 с добавлением гуминовых кислот; 4) Аттик, КС (1 л/т, дифеноконазол + ципроконазол) – химический эталон. Отбирали почвенные образцы в июле, в период максимальной биологической активности почвы. Вегетация в год исследования характеризовалась недобором осадков и гидротермическим коэффициентом, равным 0,69.

Установлено, что биопрепараты, внесенные с семенами, ограничили в почве численность аммонифицирующих бактерий, разлагающих белковые соединения и высвобождающих азот для растений, и численность актиномицетов (табл.). Освободившуюся экологическую нишу заняли микроскопические грибы. Фунгицид Аттик действовал аналогично, но не дал развиваться в ризосфере растений грибам, отвечающим, как и актиномицеты, за высвобождение углерода. При этом в опытных вариантах количество азота возросло, что показывает коэффициент олиготрофности почвы. Это произошло за счет значительного снижения денитрификационных потерь газообразного азота и увеличенной азотфиксации и автотрофной нитрификации. Нитрификаторов в почве, обогащенной Фитопом 8.67-9 и Атиком, стало больше примерно на 21%, в варианте с АФГ на 40%.

Влияние препаратов для обработки семян на численность микроорганизмов в почве через 2 месяца после посева, тыс. в 1 г абс. сух. почвы

Показатели	Контроль	Фитоп 8.67	АФГ	Аттик, КС
Аммонификаторы, КОЕ	1780	1090*	1050*	940*
Актиномицеты, КОЕ	405	231,3*	303,3	170,0*
Грибы, КОЕ	4,05	11,2*	12,6*	5,0
Нитрификаторы, кл.	390,4	495,6	650,1*	492,5
Денитрификаторы, кл.	174,6	19,8*	10,9*	11,8*
Азотфиксаторы, % обрастания комочков почвы	73,2	85,2*	97,2*	97,3*
Коэффициент олиготрофности (олигонитрофилы /аммонификаторы)	1,4	1	0,6	0,3

* Отличия достоверны при $P=0,95$

Выводы:

1. В засушливый год биопрепараты, содержащие *Bacillus subtilis* и *B. amyloliquefaciens*, меняют экологическое состояние почвы. Они ограничивают численность бактерий - минерализаторов белковых соединений, действуя аналогично химическому эталону Атику, КС.

2. При применении бактериального и бактериально-гуминового препаратов в сухой год в почве усиливается роль грибов, минерализаторов длинных углеродных цепей.

3. Здесь лучше развиваются азотфиксаторы, нитрификаторы, снижаются денитрификационные потери азота и олиготрофность почвы. Все это свидетельствует о повышении в почве содержания азота и улучшении условий питания растений.

Научный руководитель – докт. биол. наук, доцент Л. Н. Коробова.

Воздействие ионов никеля на роголистник погруженный (*Ceratophyllum demersum* L.)

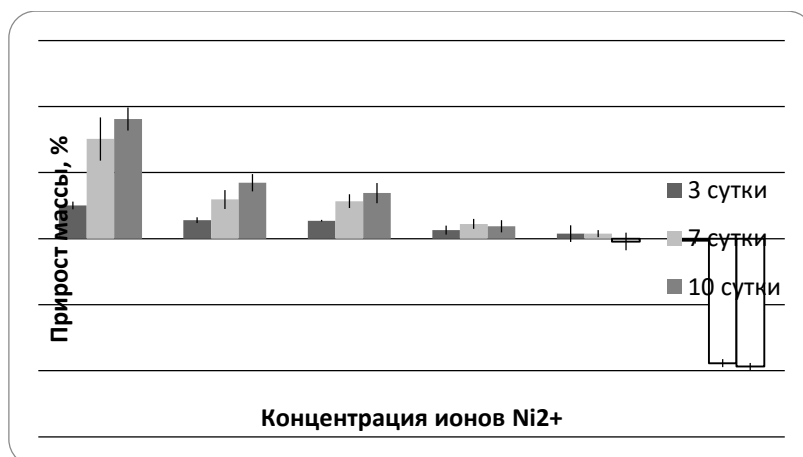
В. В. Бочка

Сибирский федеральный университет
Институт экологии и географии

Никель относится к эссенциальным элементам – данный элемент входит в состав фермента уреазы. Однако высокие концентрации Ni, как и других тяжелых металлов, являются токсичными для растений [1]. Токсическое воздействие ионов Ni проявляется как в ингибировании ростовых процессов, так и в снижении фотосинтетической активности, вызванного нарушением синтеза хлорофилла [2]. Так, например, концентрации ионов никеля выше 0,3 мг/л приводит к распаду колоний ряски равноденственной [3]. При концентрациях выше 1 мг/л отмечается снижение содержания хлорофилла в клетках многокоренника обыкновенного [4].

Целью данной работы является изучение влияния ионов никеля в различных концентрациях на ростовые параметры роголистника погруженного (*Ceratophyllum demersum* L.). Для опытов использовалась 10% среда Штейнберга с добавлением цитрата железа и метасиликата натрия. Во флаконы культиватора УЭР-03 объемом 50 мл помещались верхушечные части растений массой $0,080 \pm 0,004$ г. Ионы металла в форме сульфата никеля (II) ($\text{NiSO}_4 \times 7 \text{H}_2\text{O}$) вносились в концентрациях 0,1-1,6 мг/л. Три образца без добавления токсиканта использовались в качестве контроля. Во время опыта, который выполнялся в климатостате-В4, поддерживались температура 24°C и освещенность 2000 лк с фотопериодом 12/12 часов. Эксперимент проводился в течение 10 суток.

Согласно полученным данным, наибольший прирост массы на десятые сутки эксперимента отмечен в контроле – 91%. Токсическое воздействие ионов никеля, выражающееся в снижении скорости роста, было отмечено уже при концентрациях 0,1 и 0,4 мг/л - в конце экспозиции прирост массы снизился по сравнению с контролем на 48% и 57% соответственно. Кроме того, при концентрациях 0,4 мг/л и выше отмечается обесцвечивание новых листьев. На третьи сутки у растений, экспонировавшихся в среде с концентрацией ионов никеля 1,6 мг/л, отмечена потеря листьев, что привело к снижению массы; на седьмые сутки растения потеряли весь листовой покров.



Прирост массы растений в присутствии ионов никеля в концентрациях 0,1-1,6 мг/л

Таким образом, несмотря на токсическое воздействие ионов тяжелого металла, проявляющееся в снижении скорости прироста и интенсивности замедленной флуоресценции хлорофилла, *C. demersum* сохраняет жизнеспособность вплоть до концентраций, соответствующих 40 ПДК_{рх}. По этой причине растение можно рассматривать в качестве перспективного вида для фиторемедиации вод, загрязненных соединениями данного металла. В дальнейшем планируется оценить аккумуляционный потенциал роголистника погруженного к ионам никеля и другим тяжелым металлам.

Литература

1. B. Shahzad et al. Nickel; whether toxic or essential for plants and environment - A review// Plant Physiology and Biochemistry. – 2018. – Vol. 132. – pp. 641-651.
2. I. V. Seregin, A. D. Kozhevnikova. Physiological role of nickel and its toxic effects on higher plants // Russian Journal of Plant Physiology. – 2006. – Vol. 53. - № 2. – pp. 285–308.
3. T. Li, Z. Xiong. A novel response of wild-type duckweed (*Lemna paucicostata* Hegelm.) to heavy metals // Environmental toxicology. – 2004. – № 19. – pp. 95-102.
4. A. Singh et al. Effect of EDTA, phosphate, pH and metal species on cadmium and nickel uptake by aquatic macrophyte *Spirodela Polyrrhiza* // Asian Journal of Water, Environment and Pollution. – 2011. – Vol. 8. - № 2. - pp. 51-60.

Научный руководитель – канд. биол. наук, профессор Ю. С. Григорьев.

Биомониторинг водных и наземных экосистем

Т. С. Берлі

Университет Нархоз (Narхоз university)

Введение в проблематику: Моя исследовательская работа включает в себя биомониторинг как ключевой инструмент для оценки состояния водных и наземных экосистем. Этот вид исследований имеет огромное значение в современном мире, где экологические вызовы становятся все более насущными. Основной вопрос, который я ставлю перед собой, заключается в том, какие изменения происходят в природных системах и как они влияют на нашу планету.

Важность биомониторинга: Изучение и мониторинг водных и наземных экосистем крайне важны с точки зрения устойчивого развития. Экосистемы предоставляют нам ценные ресурсы, такие как питьевая вода, пища и древесина, и оказывают влияние на климат и биоразнообразие. Биомониторинг помогает нам следить за изменениями в экосистемах и разрабатывать стратегии для их сохранения.

Предшествующие исследования: До моей работы уже было проведено множество исследований в области биомониторинга. Однако, несмотря на значительные достижения, существует необходимость в более точных и комплексных методах оценки состояния экосистем. Предыдущие исследования фокусировались на отдельных аспектах, и моя работа стремится объединить разнообразные данные и методы в единую систему мониторинга.

Цель исследования: Целью моей работы является разработка интегрированной методологии биомониторинга, которая позволит мне эффективно оценивать состояние водных и наземных экосистем и их изменения со временем. Я также стремлюсь определить ключевые факторы, влияющие на устойчивость экосистем и предоставить научно обоснованные рекомендации для их управления и защиты.

Методология исследования: Для достижения своих целей я использую современные методы анализа данных, дистанционного зондирования, молекулярной биологии и экологического моделирования. Я также провожу полевые исследования для сбора данных в реальном времени и уточнения наших моделей.

Заключение и перспективы: Работа по биомониторингу водных и наземных экосистем играет ключевую роль в поддержании баланса природы и обеспечении устойчивости жизни на Земле. Мои исследования вносят вклад в развитие более точных и комплексных методов мониторинга, что, в свою очередь, способствует более эффективному управлению экосистемами и сохранению природного богатства нашей планеты.

Характеристика распределения тяжелых металлов в органах млекопитающих Приморского края

Д. А. Иванова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Тяжелые металлы представляют значительный интерес для междисциплинарных исследований, касающихся специфики эколого-геохимических условий и здоровья населения.

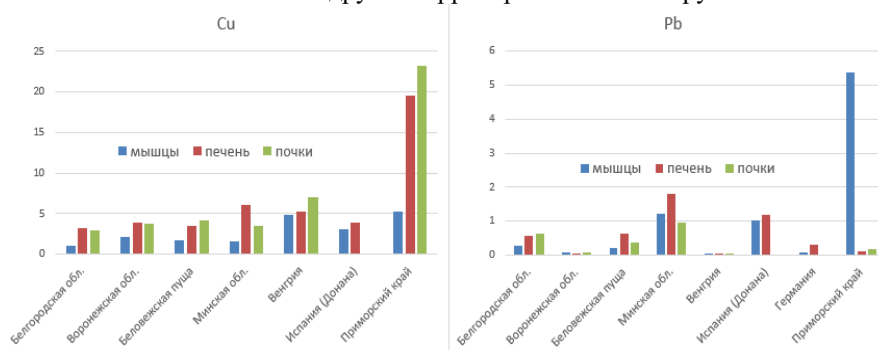
Важную составляющую в данных исследованиях могут играть биогеохимические индикаторы. К таковым могут быть отнесены специфичные содержания химических элементов в организме млекопитающих. Ранее установлено [2], что организм свиньи домашней (*Sus scrofa domestica*) близок по своему химическому составу к организму человека, следовательно, может изучаться как его аналог в различных геохимических обстановках.

Целью исследований является установление специфики накопления отдельных металлов организмом дикого кабана (*Sus scrofa*) – представителя рода *Sus*, обитающего в рекреационных зонах Приморского края.

Дикий кабан в естественных условиях обитания получает как необходимые, так и токсичные концентрации химических элементов из окружающей его среды: кормовой растительности, воды и горных пород.

Общими минералого-геохимическими особенностями районов исследования является сильно выраженная поствулканическая цеолитовая минерализация, а также их редкометалльно-редкоземельная специализация [3]. Всего были отобраны пробы мышц, печени и почек от пяти диких кабанов на различных территориях Приморского края (все полученные данные по содержаниям химических элементов были приведены к среднему значению). Работы производились в рамках реализации грантов РФ № 20-64-47021 и № 20-67-47005 (руководители – Барановская Н.В. (НИ ТПУ), Паничев А.М. (ТИГ ДВО РАН)). Элементный состав млекопитающих определялся после мокрого озоления биологического материала методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ISP-MS) на базе научно-образовательного центра «Урановая геология» в проблемной научно-исследовательской лаборатории гидрогеохимии (ПНИЛ ГГХ) при Томском политехническом университете.

Рассмотрим содержания меди и свинца в отдельных органах дикого кабана Приморского края в сравнении с содержаниями данных элементов в кабанах с других территорий России и зарубежья:



Распределение меди и свинца в диких кабанах различных территорий (Ермаков В.В., Тютиков С.Ф., 2018 с дополнениями автора) (сухое вещество, мг/кг, шкала логарифмическая)

Из графика видно, что содержание меди во всех рассматриваемых органах в целом выше у кабанов, добытых в Приморском крае, чем у кабанов, добытых на изученных ранее территориях. На порядки выше содержания меди в печени и почках. Схожая картина наблюдается в распределении свинца: содержание свинца в мышцах кабана, добытого в Приморском крае, более чем в 5 раз превышает содержания свинца в мышцах кабанов, отобранных на других территориях. Однако, в печени и почках наблюдаются малые значения содержания химических элементов, относительно других территорий.

Данная специфика различного накопления тяжелых металлов в отдельных органах млекопитающих, вероятнее всего, свидетельствует о существенном влиянии территориального фактора, который может корректироваться естественными причинами, например, работой барьерных функций внутренних органов, а также формой поступления химических элементов.

Литература

1. Ермаков В.В., Тютиков С.Ф., Биогеохимическая индикация микроэлементозов / Отв. ред. Т.И. Моисеенко. – М.: Наука, 2018. – 386 с.
2. Очерки геохимии человека: монография / Н.В. Барановская, Л.П. Рихванов, Т.Н. Игнатова и др. ; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 378 с.
3. Паничев А.М., Литофагия: геологические, экологические и биомедицинские аспекты / Тихоокеанский институт географии ДВО РАН. М.: Наука, 2011. – 149 с.

Научный руководитель – доктор биол. наук, профессор Н. В. Барановская.

Биологически активные соединения и эфирное масло лавра благородного

М. Ш. Назарова

Новосибирский государственный медицинский университет

Актуальность. Лавр благородный – *Laurus nobilis* L. – вечнозелёное дерево или кустарник, относящийся к семейству *Lauraceae*, произрастает в южных частях Европы и Средиземноморья. Как ценное растение его культивируют во многих регионах юга России, а также в Грузии, Турции, Франции, Узбекистане.

Высушенные листья и эфирное масло, получаемое из листьев лавра, используются в качестве ценной специи и ароматизатора в кулинарии и пищевой промышленности. Кроме того, л.благородный является ценным источником биологически активных соединений (БАС) таких, как эфирное масло, флавоноиды, кумарины, дубильные вещества. За счёт такого богатого содержания БАС, данное растение широко применяется в качестве антибактериального, противовоспалительного и гипогликемического средства, что делает л.благородный сырьевым источником новых лекарственных растительных препаратов.

Цель исследования. Установить качественный состав БАС в цветах, листьях и стеблях л. благородного, а также количественное определение эфирного масла в листьях, собранных в разных регионах, таких как г. Кобулети Республика Грузия, г. Фергана Республика Узбекистан, г. Сочи Российская Федерация.

Материал исследования. Для количественного и качественного определения содержания эфирного масла и БАС л.благородного использовали сырьё, собранное в фазу цветения, которое доводили до воздушно-сухого состояния и измельчали.

Методика исследования. Эфирное масло из листьев л.благородного получали методом гидродистилляции. Качественный состав эфирного масла и извлечений из исследуемых органов растения полученных методом экстракции с использованием в качестве экстрагента спирта этилового определяли методом спектрофотометрии с помощью спектрофотометра СФ-5б.

Результаты исследования. По внешнему виду эфирное масло представляло собой жидкость жёлтого цвета с характерным запахом. Количественное содержание эфирного масла в листьях, собранных в г. Кобулети, г. Фергана, г. Сочи, составило 1,44; 1,62 и 1,87% соответственно.

Для определения качественного содержания БАС в ЛРС был проведен анализ УФ спектра спиртовых извлечений и эфирного масла.

Извлечения из цветков, стеблей и листьев имеют близкие поглощения в области 275 нм и 290 нм, которые свойственны галловым и оксикоричным кислотам.

В то же время спектр извлечения из листьев л.благородного имеет максимум поглощения в области 310-320 нм, что свидетельствует о наличии кумаринов, не присутствующих в стеблях и цветах растения.

Вывод. Таким образом, в ходе данной работы было выявлено, что количество эфирного масла содержащегося в листьях лавра благородного практически не зависит от региона произрастания. Кроме того, содержание БАС в различных органах растения неодинаково: в плодах и стебле присутствуют преимущественно галловые и оксикоричные кислоты, а в листьях – галловые и оксикоричные кислоты и кумарины.

Научный руководитель – канд. тех. наук, доцент Д. С. Круглов.

Влияние биоугля из скорлупы кедровых орехов на концентрацию токсичных элементов в типичных для выращивания микрозелени субстратах

А. А. Дрягина

Тюменский государственный университет

Существующие на сегодняшний день субстраты, применяемые в теплицах и ситифермах России для выращивания микрозелени, при своём производстве требуют существенные энергетические и финансовые затраты. Одним из вариантов снижения таких затрат является использование биоуглей как добавки к основе субстрата (к торфу, почве и др). Биоуголь уже зарекомендовал себя как перспективный метод улучшения качества сельскохозяйственных почв [1], при этом микроэлементный состав биоугольного мелиоранта играет решающее значение в повышении урожайности культур [2]. Однако известных исследований влияния внесения биоугля в тепличные субстраты на урожайность микрозелени очень мало, что связано, скорее всего, с недостаточными знаниями об изменениях в микроэлементном составе субстратов при использовании биоугля в качестве добавки. Данные о составе и концентрациях тяжелых металлов, в частности токсичных элементов, в субстратах представляют собой важную информацию, необходимую при использовании биоуглей в современных агротехнологиях.

Цель работы заключалась в определении концентрации токсичных элементов в субстратах на основе торфа и почвы при внесении в них биоугля из скорлупы кедровых орехов.

В работе использовались торф (Т) и почва (П) – суглинистый песок, как основы субстрата. К ним добавлялся биоуголь (Б) из скорлупы кедровых орехов в разных концентрациях – 10% и 20%, и разным виде – измельченный (и) и неизмельченный (н). Микроэлементный состав биоуглей и проб смешанных субстратов, отобранных после выращивания микрозелени, проводили методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Содержание подвижных форм металлов определяли в вытяжках с использованием различных растворителей. В качестве экстрагентов использовали азотную кислоту HNO₃, буферный раствор с рН 4,8 и бидистиллированную воду. Полученные вытяжки анализировали на атомно-эмиссионном спектрофотометре с индуктивно-связанной плазмой PlasmaQuant PQ 9000 (Analytik Jena, Германия).

Ниже в таблице представлены подвижные формы токсичных элементов в субстратах, а также предельно допустимые концентрации элементов в почве [3].

Результаты химического анализа проб субстратов на основе торфа и почвы

Элемент	Т	Т+Б10 (н)	Т+Б10 (и)	Т+Б20 (н)	Т+Б20 (и)	П	П+Б10 (н)	П+Б10 (и)	П+Б20 (н)	П+Б20 (и)	ПДК [3]
Cr	0,071	0,079	0,093	0,073	0,081	0,171	0,171	0,143	0,153	0,163	6,000
Pd	0,801	1,046	0,619	0,687	0,449	1,034	0,965	0,821	0,729	0,833	6,000
Cd	0,069	0,103	0,059	0,071	0,101	0,083	0,075	0,071	0,069	0,073	0,500
Ni	0,207	0,341	0,703	0,411	0,577	0,467	0,415	0,355	0,375	0,367	4,000
Co	0,013	0,020	0,019	0,015	0,013	0,065	0,065	0,083	0,103	0,067	5,000

По результатам экспериментов установлено, что при внесении биоуглей из скорлупы кедровых орехов в торф, концентрации Cr, Cd, Co по сравнению с контролем незначительно увеличились на 0,01-0,03 мг/кг, Ni на 0,15-0,50, Pd в образце Т+Б10 (н) увеличился на 0,25 мг/кг и уменьшился на 0,10-0,35 мг/кг в других образцах. При внесении биоуглей в почву, концентрации токсичных элементов Cr, Pb, Cd и Ni, по сравнению с контролем почвы уменьшились на 0,01-0,3, а концентрации Co незначительно увеличились на 0,01-0,04 мг/кг, но находились значительно ниже предельно допустимых концентраций [3].

Таким образом, по результатам экспериментов установлено, что все токсичные элементы, присутствующие в субстратах с биоуглем из скорлупы кедровых орехов, имеют низкие показатели. Можно сделать вывод, что биоугли могут быть использованы в качестве добавки к торфу и почве для выращивания микрозелени, не оказывая негативного влияния на микроэлементный состав субстратов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского научного фонда в рамках проекта № 23-76-01011 (<https://rscf.ru/project/23-76-01011/>).

Литература

1. S. P. S. Yadav, S. Bhandari, D. Bhatta, A. Poudel, S. Bhattarai, P. Yadav, N. Ghimire, P. Paudel, P. Paudel, J. Shrestha, B. Oli. Biochar application: A sustainable approach to improve soil health // Journal of Agriculture and Food Research. – 2023. – Vol. 11. – p. 100498.
2. А. А. Дрягина., К. О. Пономарев., Т. А. Кремлева., А. С. Петухов. Биоугли: микроэлементный состав, перспективы использования в мелиорации // Агропромышленные технологии центральной России. – 2023. – №. 3 (29). – стр. 68-75.
3. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. М: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2006. – 16 с.

Научный руководитель – канд. техн. наук, К. О. Пономарев.

Усовершенствование вирусных биоинсектицидов на основе представителя *Cypovirus*

А. О. Субботина, В.В. Мартемьянов, И.А. Белоусова

Новосибирский государственный университет
Институт систематики и экологии животных СО РАН

В настоящее время исследователи приводят все больше и больше доказательств того, что необходимо развивать экологически чистый подход к борьбе с насекомыми - вредителями сельского и лесного хозяйств (растущая резистентность, воздействие на нецелевые виды, загрязнение окружающей среды и т.д.). Новый штамм вируса цитоплазматического полиэдроза сибирского шелкопряда *Dendrolimus sibiricus* (DsCPV-1) принадлежащий к роду *Cypovirus* (Reoviridae) обладает привлекательными характеристиками и может рассматриваться в качестве кандидата для массового производства биологических средств контроля численности чешуекрылых вредителей. Штамм DsCPV-1 был выделен из гусениц сибирского шелкопряда детально охарактеризован (морфология, структура, геном) [1]. Известно, что циповирусы в основном заражают представителей чешуекрылых [2] и иногда двукрылых [3]. Штамм DsCPV-1 оказывает патогенное воздействие на чешуекрылых из семи семейств [1], он хорошо передаётся и обладает высокой продуктивностью, что дает ему преимущество перед уже существующими биоинсектицидами.

На данный момент производство препарата на основе другого штамма циповируса налажено исключительно в Китае. Целью нашей работы стал поиск путей усовершенствования технологии производства вирусных биоинсектицидов на основе циповирусов и в частности, на основе DsCPV-1. В работе мы использовали метод воспроизводства вируса на альтернативном хозяине (позволяющийкратно увеличить масштаб производства), метод оценки продуктивности вируса с помощью количественной ПЦР с предшествующей обратной транскрипцией, добавление синергических адъювантов, существенно увеличивающих чувствительность целевых насекомых к вирусу.

Мы подобрали наиболее экономически подходящий вид для культивирования и массового производства штамма DsCPV-1 in vivo - табачный бражник *Manduca sexta*. Для детекции вируса в организме альтернативного хозяина мы разработали метод, в основе которого лежит ПЦР в режиме реального времени с обратной транскрипцией, который способен детектировать относительное количество дцРНК DsCPV-1 в ткани среднего кишечника *M. sexta*. Мы показали, что репликация вирусной дцРНК в ткани среднего кишечника *M. sexta* увеличивается в течение инфекции, а значит данный альтернативный хозяин может использоваться для массового производства вирусного биоинсектицида на основе DsCPV-1. Также данный метод будет полезен для детекции накопления вирусной РНК в процессе массового производства биопрепарата.

Мы также провели биотестирование нетоксичной добавки-энхансера (оптический отбеливатель - Blankophor ВВН (USA), кратное увеличивающей биологическую эффективность вируса в ее присутствии. Была показана высокая эффективность DsCPV-1 с оптическим отбеливателем. Добавление оптического отбеливателя к суспензии вируса позволяет использовать более низкие концентрации вирусных частиц для достижения необходимого летального эффекта.

Использование в процессе массового производства молекулярного метода детекции DsCPV-1 для определения относительного количества вирусной РНК в альтернативном хозяине, а также добавление оптического отбеливателя в препаративную форму биоинсектицида, используемого для заражения поможет сделать производство и применение биоинсектицидов на основе DsCPV-1 дешевле и эффективнее.

Литература

1. Martemyanov V. V. et al. A New Cypovirus-1 Strain as a Promising Agent for Lepidopteran Pest Control //Microbiology Spectrum. – 2023. – С. e03855-22
2. Belloncik S., Mori H. Cypoviruses //The insect viruses. – 1998. – С. 337-369.
3. Shapiro A. et al. Morphological and molecular characterization of a Cypovirus (Reoviridae) from the mosquito *Uranotaenia sapphirina* (Diptera: Culicidae) //Journal of virology. – 2005. – Т. 79. – №. 15. – С. 9430-9438.

Научный руководитель – канд. биол. наук В. В. Мартемьянов.

Воздействие хлора на здоровье человека и окружающую среду

А. Г. Гмыря

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин)

Данная работа выполнена путем анализа литературных источников и носит обзорно-аналитический характер. Цель работы – анализ возникновения и использования хлорсодержащих реагентов для обеззараживания питьевой воды, анализ опасностей для здоровья человека и влияния на окружающую среду.

В настоящее время самым распространенным методом обеззараживания для централизованных систем питьевой воды является обработка хлором.

Хлор открыл и описал в 1774 году шведский аптекарь Карл Шееле. В середине 19 века были обнаружены дезинфицирующие свойства хлора. Впервые для обеззараживания воды хлор стали использовать в Лондоне после эпидемии холеры 1870 г. В России хлорировать воду стали с 1908 г. [1].

С одной стороны, с помощью обеззараживания воды хлором победили эпидемии, но с другой – появились вспышки аллергических реакций, онкологических, эндокринных заболеваний и др., одной из причин которых было влияние органического хлора на здоровье человека. Первые сообщения об образовании побочных продуктов при хлорировании речной воды появились в Нидерландах и США в 1974 году. Основными и наиболее опасными являются образующиеся летучие хлорорганические соединения (ЛХС). Образование ЛХС связано с хлорированием гумусовых веществ, присутствующих в поверхностных природных водах [2].

Наибольшую опасность при эксплуатации оборудования для хлорирования воды несут утечки жидкого хлора. Предельно допустимые концентрации в местах жизнедеятельности человека: среднесуточная 0,03 мг/м³, максимальная разовая 0,1 мг/м³. Ощущение запаха для человека начинается только при концентрациях 3-6 мг/м³. Плотность хлора в 2,5 раза больше плотности воздуха, поэтому при утечке хлор будет концентрироваться внизу. Существенное влияние на уровень опасности, создаваемой хлором, оказывают атмосферные условия, скорость ветра и месторасположение склада.

Как альтернативу хлорированию, в водоподготовке применяют озонирование и обработку ультрафиолетом (УФО), но из-за пролонгированного эффекта действия хлора, благодаря простоте его использования и относительной дешевизне он остается самым распространенным методом обеззараживания.

Предельные концентрация хлора в питьевой воде по имеют следующие значения [3]: по остаточному связанному не более 0,8-1,2 мг/м³; по остаточному свободному не более 0,3-0,5 мг/ м³.

На сайте МУП «ГОРВОДОКАНАЛ» опубликованы результаты анализов контроля качества воды в г. Новосибирске [4]. Проанализировав эти данные, можно выделить следующие наблюдения: в 2018 и 2019 годах есть скачок концентраций по связанному хлору из-за сезона дождей, последующие года все относительно равномерно. На графике в паводковый период есть повышения значений. Это обусловлено поступлением более грязной воды на водозаборные сооружения. Поэтому увеличивают дозу хлора, чтобы до потребителя дошла обеззараженная вода.

Выводы:

1. Хлорреагенты являются надежными дезинфектантами для обеззараживания воды и обладают пролонгированным эффектом обеззараживания.
2. Хлорреагенты представляют опасность из-за возникновения хлорорганических соединений в трубопроводах.
3. Хлорреагенты могут представлять опасность для окружающей среды и здоровья человека при аварийных ситуациях.
4. По данным МУП «Горводоканал» г. Новосибирска можно сделать вывод, что концентрации хлора в водопроводных сетях города находятся в пределах нормы.

Литература

1. «Хлорирование воды. История» [Электронный ресурс] // URL: <https://gicpv.ru/book104> (дата обращения 26.09.2023);
2. «Обеззараживание воды хлорсодержащими соединениями: взаимодействие с примесями воды, токсичность образующихся побочных продуктов хлорирования» [Электронный ресурс] // URL: <https://pandia.ru/text/80/150/14164.php> (дата обращения 26.09.2023);
3. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания"
4. «Показатели качества воды» [Электронный ресурс] // URL: <https://www.gorvodokanal.com/about/indicators/archive.php> (дата обращения 26.09.2023).

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Т. А. Купницкая.

Микробиологическое разложение отходов ДСП

М. Д. Юрьева

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Рассматривая цикл использования мебели из ДСП, она после использования попадает на свалки, где хранится долгие годы. Все отходы от производства и использования в виде плит ДСП складываются на земельных площадках. Они загрязняют окружающую среду выделяющимся свободным формальдегидом и продуктами неполного окисления древесины. Поэтому встает проблема утилизации отходов ДСП и уменьшения выбросов формальдегида. По своей природе формальдегид токсичен и относится ко 2 классу опасности. Опробованы вещества, способствующие микробиологическому разложению отходов и уменьшающие содержание формальдегида в них. Предложена технология переработки отходов ДСП с помощью кисломолочных бактерий, а также разработан способ применения полученного продукта в качестве агента для восстановления почв и удобрения почв.

В экспериментальной части проводились исследования количественного определения выделившегося формальдегида под влиянием различных микроорганизмов. В емкость помещали образцы ДСП, добавляли вещества содержащие микроорганизмы и воду. В работе для определения концентрации формалина (водного раствора формальдегида) использовался фотоколориметрический метод анализа. Он позволяет быстро определить основные компоненты в различных объектах с высокой точностью. Для определения области поглощения формальдегида предварительно был снят УФ – спектр на спектрофотометре. В результате сбраживания отходов ДСП получен материал. Таким образом, готовому продукту брожения легко найти практическое применение. Продукты микробиологического разложения могут быть использованы в качестве материала, улучшающего структуру почвы, а также как удобрения.

Содержание формальдегида в образцах после снятия УФ-спектров.

Среда	Образцы ДСП в виде опилок		Образцы ДСП в виде плит	
	Количественное содержание, г/мл	Процентное содержание, %	Количественное содержание, г/мл	Процентное содержание, %
Вода	0,136	13,6	0,22	22
Молочнокислые бактерии	0	0	0	0
Хлебопекарные дрожжи	0,12	12	0,18	18
Пивоваренные дрожжи	0,06	6	0,044	4,4

Литература

1. Глебов И. Т. Технология и оборудование для производства и обработки древесных плит. – Изд-во: Лань, 2017. – 240 с.
2. Ротарь О.В., Максименко Г.В. Основы микробиологии и биотехнологии. Ч.1: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2002. – стр. 56 с.

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент О. В. Ротарь.

Скрининг промышленно-значимых штаммов бактерий на способность к утилизации пальмового масла с целью разработки эффективного биопрепарата для деструкции отходов производства пальмового масла

А. Н. Сысоева, Ю. С. Топилина

Национальный исследовательский Томский государственный университет
ООО «Дарвин»

Пальмовое масло широко используется в пищевой и перерабатывающей промышленности во всём мире и темпы его производства ежегодно наращиваются. Образующиеся при производстве сырого пальмового масла отходы представляют собой вязкую водную смесь остатков целлюлозы и масла, сливаются в пруды-отстойники и разлагаются там десятилетиями, нанося огромный ущерб окружающей среде вследствие накопления метана, снижения концентрации кислорода в окружающих водоемах и ставя под угрозу устойчивость экосистемы и биоразнообразие водной и наземной среды. Экологические проблемы, связанные с утилизацией данного типа отходов, потребовали от ведущих стран-производителей пальмового масла переоценки своей политики управления отходами с использованием передовых технологий биологической очистки, включая использование микроорганизмов. Однако до сих пор существует ряд проблем, связанных с внедрением биологической очистки отходов производства пальмового масла в промышленных масштабах [1].

Цель – проведение скрининга промышленно-значимых штаммов разной филогенетической принадлежности на способность к росту с пальмовым маслом в качестве единственного источника углерода для выявления наиболее эффективных штаммов и составления консорциума для деструкции отходов производства пальмового масла.

Коллекция бактериальных штаммов лаборатории промышленной микробиологии Томского государственного университета и биотехнологического предприятия ООО «Дарвин» (г. Томск) была проверена на способность к утилизации пальмового масла. Проводили посевы штаммов на плотную минеральную питательную среду [2] с 1 % содержанием пальмового масла, как единственного источника углерода. В качестве контролей использовали посевы штаммов на минеральную среду без добавления органического субстрата для подтверждения использования пальмового масла как источника углерода. Для каждого штамма проводили посевы в двух повторностях. Рост штаммов на чашках Петри оценивали визуально, начиная со вторых суток культивирования до 10 суток.

Всего проверено 23 штамма, из них 9 спорообразующих штаммов представителей рода *Bacillus*, *Brevibacillus*, *Domibacillus*, *Priestia*, *Lysinibacillus* и 14 не образующих спор представителей родов *Pseudomonas*, *Pseudoxanthomonas*, *Acinetobacter*, *Cellulomonas*, *Microvirgula*, *Serratia*, *Exiguobacterium*. Для большинства штаммов ранее нами показана липолитическая активность на диагностической среде с трибутирином, некоторые из исследованных штаммов росли на минеральной среде с добавлением оливкового, сливочного масел и свиного жира в качестве источников углерода [2,3]. Результаты культивирования на плотной среде с пальмовым маслом продемонстрировали высокие темпы роста и обилие биомассы у штаммов *Pseudomonas lini* YANAO-SOL-15-2, *P. lini* KGS5k3, *P. veronii* KNov-fat-3.2, *Priestia flexa* KNov-fat-1.2, *Serratia fonticola* KNov-glic-1, *Bacillus amyloliquefaciens* B34, *B. subtilis* B10, и штамм из рода *Brevibacillus* 28D. Также хороший рост показали *B. safensis* C4, *Bacillus subtilis* M22, *P. fluorescens* P-1497, *P. citronellolis* A13, *P. synxantha* B26, *Acinetobacter calcoaceticus* B-1318, *Pseudoxanthomonas taiwanensis* PM cell. На основе сравнения роста данных штаммов на среде с маслом и на контрольной среде без добавления пальмового масла, наиболее активными штаммами, перспективными для разработки биотехнологии очистки отходов производства пальмового масла, являются *B. safensis* C4, *P. lini* YANAO-SOL-15-2, *Brevibacillus* 28D, *P. fluorescens* P-1497.

Кроме того, проведен эксперимент по утилизации пальмового масла из водно-жировой смеси (2,5 % пальмового масла) с помощью коммерческого биопрепарата «Универсал», в основу которого входят штаммы *B. subtilis* M22, *B. subtilis* B10, *B. subtilis* C1, *B. subtilis* C4, *B. licheniformis* LZ-1e, *Brevibacillus* 28D. В результате через 10 сут отмечены такие признаки деструкции пальмового масла, как изменение консистенции и количества пальмового масла по сравнению с контрольным экспериментом без внесения инокулята.

Исследование выполнено при поддержке проекта № 5.2.5.23 Передовой инженерной школы «Агробиотек» Томского государственного университета.

Литература

1. Dominic D., Baidurah S. Recent developments in biological processing technology for palm oil mill effluent treatment—A Review // *Biology*. 2022. – V.11. – P. 525.
2. А. Л. Герасимчук, Д.А. Ивасенко, А. А. Касимова, Ю.А. Франк. Селективное культивирование бактериальных штаммов с липолитической и нефтеокисляющей активностью из донных осадков реки Оби в Западной Сибири // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2022. – Т. 26. – № 5. – С. 449–457. DOI: 10.18699/VJGB-22-552022
3. Gerasimchuk A.L., Ivashenko D.A., Bukhtiyarova P.A., Antsiferov D.V., Frank Y.A. Search for new cultured lipophilic bacteria in industrial fat-containing wastes // *BIO Web of Conferences*. 2020. – V. 23. – P. 02012-1-02012-9.

Научный руководитель – канд. биол. наук А. Л. Герасимчук.

Оценка степени эвтрофирования реки Барсук (бассейн р. Ишим)
Е. Л. Тетерева, Д. А. Перевалова, Ю. О. Белоусова, П. А. Шуплецова

*Тюменский государственный университет
Институт химии*

Высокое содержание биогенных элементов является главной причиной интенсификации процессов эвтрофирования, несущих потенциальную угрозу для флоры и фауны водного объекта, а также для здоровья человека [1, 2, 3].

Целью данного исследования являлась оценка степени эвтрофирования малой реки Барсук и ее притоков – р. Базариха (т. 9) и р. Сартамак (т. 10), являющейся притоком р. Ишим. Для этого было отобрано 10 проб воды и донных отложений в соответствии с нормативными документами [4], в которых было определено содержание биогенных элементов (ионов калия, аммония, нитрат- и фосфат-ионов) в пробах воды и содержание подвижного и общего фосфора в донных отложениях и во взвешенном веществе.

По результатам исследования (рис. 1,а), среднее содержание калия в р. Барсук составило $3,37 \pm 0,68$ мг/л, максимальное ($4,52$ мг/л) наблюдалось в т.1, минимальное - в т. 9 ($1,46$ мг/л). В т. 5 наблюдалось максимальное содержание ионов аммония ($2,62$ мг/л), которое значительно превышает ПДК ($0,5$ мг/л), в остальных точках отбора содержание ионов аммония незначительно. Среднее содержание нитрат-ионов составило $3,01 \pm 0,85$ мг/л. Максимальное значение ($4,99$ мг/л), наблюдалось в т.1, все значения значительно ниже ПДК (40 мг/л).

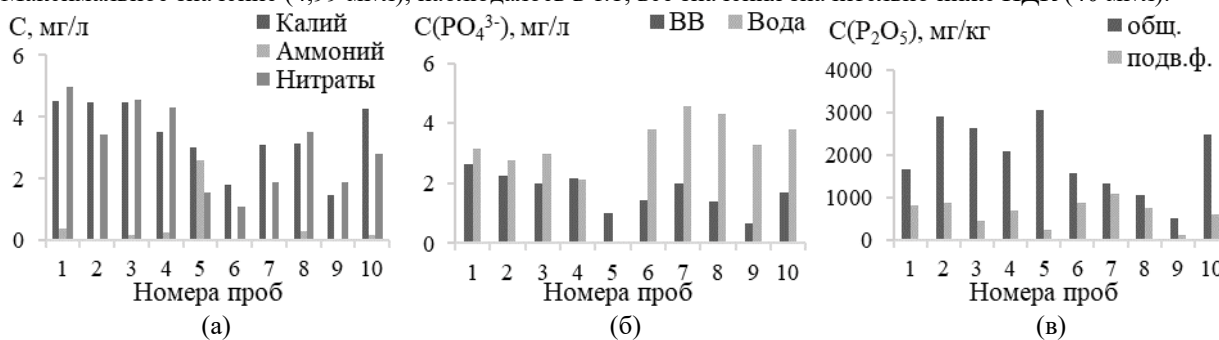


Рис. 1. Распределение содержания калия, нитратов, аммония (а) и фосфора в пробах воды и взвешенного вещества (б), донных отложениях (в)

Среднее содержание фосфат-ионов в пробах воды составило $3,01 \pm 0,81$ мг/л, превышение ПДК_{рх} ($0,6$ мг/л для эвтрофных водоемов), наблюдалось на всей протяженности реки, за исключением т. 5. Максимальное содержание фосфатов наблюдалось у истока реки в т.7 и т.8 и составило $4,55$ и $4,31$ мг/л соответственно. Среднее содержание фосфат-ионов во взвешенном веществе составило $1,73 \pm 0,37$ мг/л, что в 1,5 раза ниже, чем в растворенной форме. В донных отложениях среднее содержание общего фосфора (в пересчете на P_2O_5) составило $0,17 \pm 0,05$ %, максимальное значение было зафиксировано в т. 5 ($0,30$ %), минимальное ($0,05$ %) – в т.9. Среднее содержание подвижной формы фосфора (в пересчете на P_2O_5) составило $0,07 \pm 0,02$ %, и достигало максимального значения в т. 7 ($0,11$ %), минимальное – в т. 5 ($0,03$ %).

Высокое содержание биогенных элементов связано с хроническим загрязнением р. Барсук стоками с сельскохозяйственных угодий, а также с наличием земляных плотин, препятствующих процессам самоочищения. Это свидетельствует о значительном зарастании малой реки, что ограничивает возможность ее использования для хозяйственно-бытовых целей и может представлять опасность для р. Ишим, в которую впадает р. Барсук.

Исследование выполнено на оборудовании ЦКП ТюмГУ (Министерство науки и высшего образования РФ, контракт 05.594.21.0019).

Литература

1. Lu D. et al. Composition and distributions of nitrogen and phosphorus and assessment of eutrophication status in the Maowei Sea // Journal of Ocean University of China. – 2021. – Vol. 20. – 361-371 p.
2. Н. А. Гашкина, Т. И. Моисеенко, Т. А. Кремлева. Особенности распределения биогенных элементов и органического вещества в малых озерах и лимитирование их трофности на европейской территории России и Западной Сибири // Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование. – 2012. – № 12. – стр. 17-25.
3. П. А. Шуплецова, Ю. О. Белоусова, Н. С. Ларина, С. И. Ларин. Оценка степени эвтрофирования малой реки Китерня (бассейн реки Ишим) // Экологические чтения - 2023: Материалы XIV Национальной научно-практической конференции (с международным участием), Омск, 03–05 июня 2023 года. – Омск: Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина, 2023. – стр. 691-696.
4. Н. С. Ларина, В. Г. Катанаева, Н. В. Ларина Практикум по химико-экологическому мониторингу окружающей среды. – Шадринск: Изд-во ОГУП "Шадринский Дом Печати", 2007. – 390с.

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Н. С. Ларина.

Drosophila melanogaster как тест-система для оценки загрязнения воздуха на примере г. Казань

Р. Д. Соколов, В. В. Костенко

*Казанский (Приволжский) Федеральный университет
Институт фундаментальной медицины и биологии*

Дрозофила сегодня используется как тест-система для оценки: 1) токсичности химических соединений в пищевых и лекарственных продуктах; 2) качества воды. Для такого рода исследований используют определение частоты эмбриональной гибели и появление соматических мутаций. В настоящее время отсутствуют дешевые и эффективные биологические тест-системы для оценки загрязнения воздуха и последствия такого загрязнения на организм. Дрозофила как модель токсикологических исследований является простой и эффективной тест-системой благодаря (i) наличию большого арсенала доступных методов, позволяющих комплексно оценить негативное влияние исследуемого фактора на витальные характеристики на всех уровнях жизнедеятельности организма (от молекулярного до популяционного), (ii) возможности получить результаты за сравнительно короткий срок (от 2 суток до 2 недель) по сравнению с тестами на индикаторных растениях (от нескольких недель); (iii) дешевизна методов работы, (iv) отсутствие особых требований к работе с объектом. Поэтому целью работы было оценить по изменению витальных параметров дрозофилы качество воздуха в г. Казань.

В работе была использована лабораторная линия дикого типа Canton-S. Мух на стадии имаго (самок и самцов по 50 особей) помещали в емкости объемом 5 л со стандартной питательной средой и на 48 ч оставляли в городской черте. Нами были выбраны для анализа такие зоны: Приволжский (1), Московский (2), Советский (3). В качестве витальных характеристик были оценены параметры: выживаемость на стадии эмбриогенеза, плодовитость (количество яиц). Анализ в контроле и опытных группах был выполнен в трех повторностях. Мух тестировали в период июня 2023 года.

В результате анализа выявлено, что мухи, находившиеся в течение 48 часов в зонах 1 и 2, испытывали большую токсическую нагрузку на организм, т.к. наблюдалось достоверное снижение количества отложенных яиц и увеличение частоты эмбриональной гибели.

Таким образом, выявленные изменения витальных характеристик дрозофил, находившихся в течение 48 часов под действием атмосферного воздуха в трех зонах г. Казань, имеющих промышленную нагрузку, дает основания для дальнейшей разработки использования этого организма как витальной тест-системы для мониторинга загрязнения воздуха.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент В. В. Костенко.

Воздействие железа и цинка на морфологические параметры крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.), произрастающей в РСО-Алания, в 2022 году

К. А. Пех, Д. С. Дудиева, З. В. Тогоева

Горский государственный аграрный университет

Среди множества видов лекарственного растительного сырья, произрастающего практически повсеместно, крапива двудомная (*Urtica dioica* L.) занимает особое место, как ценный представитель семейства двудольные, с богатым витаминным составом, содержанием флавоноидов, дубильных веществ и другие; применяется в медицине, кормопроизводстве, в качестве биологически активной добавки в пищу [1]. *Urtica* представляет собой индикатор состояния экосистемы, поскольку обладает высокими аккумулятивными свойствами, вбирает из атмосферного воздуха, почвенных ресурсов и воды химические и иные загрязняющие вещества, накапливая их в органах [2]. Вследствие этого возможно проследить, как уровень загрязнения окружающей среды в местах произрастания крапивы, оказывает влияние на рост и развитие растения [3].

Цель данной работы заключается в изучении воздействия железа и цинка на морфологическую структуру крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.), произрастающей в РСО-Алания, в 2022 году. Содержание химических элементов определяли согласно ГОСТ 26880.1-86 атомно-абсорбционным спектрофотометром «Квант-АФА»; морфологические особенности устанавливали с помощью микроскопа фирмы «Левенчук-320» с увеличением 40-1000 крат. Исследование проводили на базе НИИ Агрэкологии ФГБОУ ВО Горский ГАУ. Сбор образцов крапивы осуществляли в июне 2022 года в Ирафском, Пригородном, Моздокском и Алагирском районах РСО-Алания, заготавливались согласно ГОСТ 24027.2-80.

Содержание железа в образцах *urtica* Пригородного района составило 75,71 мг/кг (при ПДК в 10,0 мг/кг), т.е. допустимая концентрация превышена в 7,5 раз; Моздокского района – 73,15 мг/кг (ПДК превышено в 7,3 раза); Алагирского района 29,3 мг/кг (ПДК превышено в 2,9 раз); в Ирафском районе содержание железа находится в пределах нормы; концентрация цинка составляет: 41,4; 39,7; 21,3 и 11,4 мг/кг соответственно. Таким образом сырье, собранное в Ирафском районе, взято в качестве эталонного (таблица).

Морфологические параметры *urtica* в зависимости от района сбора образцов в 2022 году

№	Измеряемый признак	Единица измерения	Место/район сбора образцов <i>urtica</i>			
			Ирафский (эталон)	Пригородный	Моздокский	Алагирский
1	Длина листа	см	7,3±0,6	5,4±0,6	5,7±0,6	6,1±0,6
2	Ширина листа	см	2,7±0,3	1,8±0,3	2,1±0,3	2,4±0,3
3	Количество листьев	шт	41,4±0,3	36,3±0,3	38,6±0,3	40,8±0,3
4	Высота стебля	см	112,6±0,7	71,4±0,7	83,9±0,7	91,5±0,7
5	Число междоузлий	шт	16,3±0,4	11,9±0,4	12,4±0,4	13,1±0,4
6	Длина междоузлия	см	7,2±0,6	5,1±0,6	5,5±0,6	5,3±0,6

Высота стебля загрязненных железом и цинком образцов крапивы Пригородного района на 41,2 см короче, длина и ширина листьев также короче на 1,9 и 0,9 см, количество листьев ниже эталона на 5,1 шт., длина междоузлий меньше на 2,1 см, их число ниже на 4,3 шт.; образцы крапивы Моздокского района показали также значительные отклонения: длина стебля на 28,7 см короче, листа на 2,6 см, междоузлий на 1,7 см, ширина листьев короче на 0,6 см, число междоузлий и количество листьев также ниже на 3,9 и 2,8 шт.; для образцов *urtica* Алагирского района выявлены незначительные отклонения от эталона: стебель короче на 21,1 см, длина листа на 1,2 см, междоузлий на 1,9 см, ширина листьев меньше на 0, см, количество листьев ниже всего на 0,8 шт.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что высокое содержание железа и цинка в органах крапивы приводит к ингибированию процессов вегетации *urtica*, изменяя ее морфологическую структуру.

Литература

1. А. Р. Кувакова. Морфологические особенности крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) в различных фитоценозах Оренбуржья. Новая наука: Стратегии и векторы развития. – 2016. – № 8. – стр. 3-5.
2. И. З. Каманина. Содержание тяжелых металлов в лекарственных растениях // Научное обозрение. Биологические науки. – 2019. – № 1. – стр. 29-34.
3. Р. Б. Темираев. Анализ влияния различных фитоценозов в РСО-Алания на морфологические особенности крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.). Известия Горского государственного аграрного университета. – 2019. – Т. 56. – № 4. – стр. 208-212.

Научный руководитель – ст. преп. А. А. Пех.

ГЕОГРАФИЯ И ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ И РАСТЕНИЙ

Влияние солёности и концентрации компонентов морской искусственной воды на токсическое воздействие бихромата калия на молодь галобрионного рачка *Artemia salina* L.

Н. К. Артына, Ю. С. Григорьев, М. С. Черныйчук, М. В. Карпов

Сибирский федеральный университет
Институт экологии и географии

В отличие от пресноводных систем морские и высокоминерализованные воды значительно различаются по солёности и сложны компонентным составом. Изменение восприимчивости гидробионтов к потенциально опасным загрязнителям может быть обусловлено как взаимодействием этих веществ с компонентами высокоминерализованных вод, так и влиянием солёностью среды.

В связи с этим, было исследовано влияние солёности и концентрации солевых компонентов морской искусственной воды (МИВ) [1] на воздействие бихромата калия на односуточные науплиусы рачка артемии. Солёность среды составляла 10, 20 и 33‰. Концентрацию компонентов изменяли путем разбавления полной по рецептуре МИВ дистиллированной водой до уровня 10, 20 и 33 ‰ с внесением необходимого количества хлорида натрия (NaCl) для поддержания равной солёности 33 ‰. Острое токсическое действие бихромата калия ($K_2Cr_2O_7$) определяли в ряду концентраций 0, 2, 4, 8, 16, 32 мг/дм³. Критерием острой токсичности служила гибель 50% и более тест-организмов при условии, что в контроле смертность не превышала 10%.

Эксперименты длились 72 часа и выполнялись в специальных пробирках объёмом 50 см³, входящих в комплект устройства экспонирования рачков УБ-01. В каждую пробирку с 25 см³ исследуемой пробы помещались по 5 науплиусов в 6 параллелях. УБ-01 устанавливались в климатостат ВЗ, который обеспечивал необходимые температурные условия ($20 \pm 1^\circ C$), фотопериод 12 часов день / 12 часов ночь и освещение 1200 - 1500 люкс. Благодаря умеренному вращению кассеты с пробами (12-14 об/мин) в УБ-01 создавались равные световые и температурные условия для всех вариантов опыта и непрерывный газообмен с окружающей воздушной средой. Все используемые приборы разработаны в Сибирском федеральном университете (производитель ООО «СФУ-Система», г. Красноярск).

Концентрации бихромата калия в исследованных средах, при которых наблюдается 50% гибель молоди *Artemia salina* L. (EC₅₀, в мг/дм³)

№ серии опытов	Условия опытов	Солёность, ‰	Величины EC ₅₀
1	Полная МИВ разной солёности	10 ‰ МИВ	6,1
		20 ‰ МИВ	11,3
		33 ‰ МИВ	19,5
2	Концентрация солевых компонентов МИВ 10 ‰ с дополнительным внесением NaCl для получения необходимой солёности среды	10 ‰ МИВ	10,2
		10 ‰ МИВ + NaCl до 20 ‰	12,5
		10 ‰ МИВ + NaCl до 33 ‰	16
3	Разная концентрация солевых компонентов МИВ с доведением солёности до 33 ‰ внесением NaCl	10 ‰ МИВ + NaCl до 33 ‰	18
		20 ‰ МИВ + NaCl до 33 ‰	22,3
		33 ‰ МИВ	21,4

Результаты первой серии опытов показали, что с повышением солёности чувствительность артемий понижается. Однако не ясно за счёт чего это происходит: в результате снижения концентрации солевых компонентов среды или изменения ее солёности. Из данных опытов второй серии следует, что при неизменной концентрации солевых компонентов (на уровне 10 ‰) чувствительность рачков к бихромату калия также снижается с увеличением солёности среды. И, наоборот, при повышении концентрации солей и сохранение солёности на одном уровне (33 ‰, третья серия экспериментов) чувствительность тест-организма к токсиканту изменяется незначительно.

Таким образом, токсическое воздействие бихромата калия на рачки артемий в морской искусственной воде, прежде всего, определяется ее солёностью и в меньшей степени зависит от концентрации входящих в неё солевых компонентов.

Литература

1. ГОСТ Р 53886-2010. Вода. Методы определения токсичности по выживаемости морских ракообразных. –М.: Стандартформ. – 2012. – 50 с.

Научный руководитель – канд. биол. наук, профессор Ю. С. Григорьев.

Оценка динамики верхней границы хвойной лесной растительности в экотоне лесотундры

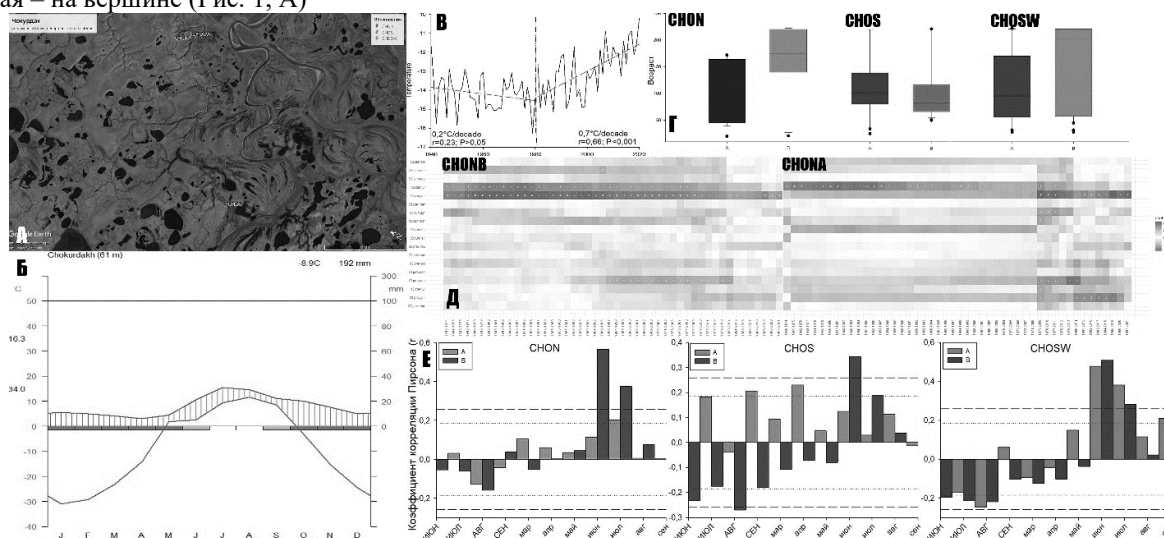
А. С. Котенева

Сибирский федеральный университет

Известно, что потепление климата происходит неравномерно и в высоких широтах северного полушария температура увеличивается более интенсивно, чем в средних широтах и в настоящее время температура растёт быстрее. Чтобы понимать возможные последствия данного явления, необходимо изучать изменения климата в прошлом, создавая информационную базу для моделирования климатических изменений в будущем. Верхние и северные границы древесной растительности являются оптимальным объектом исследования в силу того, что их расположение ограничивается, в основном, температурами воздуха. Ожидается, что верхняя граница древесной растительности сместится вверх в ответ на глобальное потепление.

Цель исследования: оценка влияния климатической динамики на изменение границ древесной растительности и её высотных сдвигов за полярным кругом на территории республики Саха (северо-восточная Сибирь).

Было заложено три трансекты длиной в 50 метров с различной экспозицией склонов (северная, южная и юго-западная), на территории каждой из них было выбрано 2 пробные площади, одна располагалась у подножья холма, другая – на вершине (Рис. 1, А)



Характеристика района исследований и основные результаты работы: А – расположение пробных площадей на территории республики Саха; Б – климатограмма метеостанции «Чокурдах», демонстрирующая годовой ход температур (вертикальной штриховкой обозначен уровень осадков); В – тренд изменения среднегодовых температур, демонстрирующий потепление интенсивностью $0.7^{\circ}\text{C}/\text{декада}$; Г – диаграмма, отображающая возраст деревьев на пробных площадях; Д – динамическая (скользящая) корреляция между индексом ширины годичного кольца (иШГК) и температурой воздуха; Е – коэффициент корреляции Пирсона между иШГК и температурой воздуха, демонстрирующий чувствительность деревьев к климату

Нами было отобрано 15 образцов *Larix Sajanderi* с каждой пробной площадью при помощи возрастного бурава диаметром 5 мм. Керна отбирались на минимальном возможном расстоянии от земной поверхности или на высоте 0.5 и 1.3 м, если это не представлялось возможным. Все образцы были отполированы, склеены и отсканированы. Аналитическая обработка информации была произведена при помощи ПО: керны были датированы в программе CooRecorder version 9.3, точность перекрестного датирования проанализирована при помощи COFESHA, хронологии были детрендированы, стандартизированы и усреднены в ARSTAN.

Результаты работы, представленные на Рисунке 1: деревья, произрастающие у подножий холмов в основном старше, чем на вершинах (Г), что может свидетельствовать о подъёме уровня границы древесной растительности. Также отмечено снижение положительного влияния июльских температур на рост деревьев и увеличение положительного влияния июньских температур на территории всех пробных площадей (Д). Это может быть обусловлено тем, что уже в июне температура воздуха становится благоприятной для деревьев и дальнейшее потепление в июле не оказывает значимого воздействия на их прирост. Деревья, произрастающие на вершинах холмов, менее чувствительны к изменениям температуры воздуха, а образцы, произрастающие на территории юго-западной трансекты, наиболее чувствительны к этим изменениям (Е). Не было выявлено статистически значимого отклика деревьев на уровень влажности, что может быть связано с наличием многолетней мерзлоты, обеспечивающей достаточное количество почвенной влаги.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент А. Альберто.

Анализ корреляционного соответствия специфики сукцессии фитоценозов и изменения санитарно-химических и радиологических показателей состояния почвы на отвалах плотных осадочных пород (На примере Горловского антрацитового месторождения)

А. Е. Скотарева

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет
Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения Российской академии наук

В настоящее время функционирование и регуляция работы многих наземных экосистем претерпевают довольно значительные изменения, связанные с повышением антропогенной нагрузки. Вмешательство человека в ход естественных циклических процессов, энергетических связей, которыми характеризуются все природные экосистемы, часто несет за собой разрушительные последствия: от смены доминирующих сообществ до полного исчезновения естественных экосистем. Смена сукцессионных рядов сопровождается трансформацией почв: их химических, физических и микробиологических свойств [1].

Целью данной работы является изучение специфики сукцессии фитоценозов и сопоставление стадий протекания сукцессии с анализом структуры и состояния почвы самозарастающих отвалов Горловского антрацитового месторождения. В качестве **объекта** исследования был выбран внешний породный отвал Горловского антрацитового месторождения. Статистическую обработку данных проводили с использованием пакетов программ PAST V2.17. Исследования отобранных образцов почв на наличие солей тяжелых металлов проводили с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра (ААС). Радиологические исследования проводились методом гамма бета-спектрометрии, с последующей градуировкой гамма-спектрометров и набором энергетического спектра.

В ходе проведенных исследований была выявлена тенденция развития пионерных растительных группировок на молодых и средневозрастных участках отсыпки плотных осадочных пород, характеризующихся преобладанием инициальных эмбриоземов с сильнокаменистым составом. Отмечено, что на склоновых площадках формируются условия (обновление поверхности под действием фактора экспозиции и угла склона), препятствующие закреплению растений в почве. Специфика формирования простых фитоценозов проявляется в преобладании донника желтого (*Melilotus officinalis* L.) и земляники зеленой (*Fragaria viridis* Duch.) на горизонтальных средневозрастных и старых участки отсыпки плотных пород. Простые древесные фитоценозы формируются на старых участках с бугристым рельефом, а также теневых склонах. Для них характерно преобладание березы повислой (*Betula pendula* Roth). В результате развития простых фитоценозов на поверхности происходит накопление растительных остатков и, как следствие, формирование органо-аккумулятивных эмбриоземов. На старых участках отсыпки плотных пород, а также средневозрастных участках, сложенных рыхлыми породами образуются сложные фитоценозы. Для них характерно частая встречаемость ежи сборной (*Dactylis glomerata* L.), мятлики узколистной (*Poa angustifolia* L.) и костра ржаного (*Bromus secalinus* L.). Высокий процент освоения внутрпочвенного пространства обуславливает формирование вместе со сложными фитоценозами дерновых эмбриоземов.

Химический анализ: Общее содержание кадмия и ртути в почвах находится в рамках допустимого уровня, установленного СанПиН. В инициальных эмбриоземах фиксируется превышение предельно допустимых концентраций (ПДК) подвижных форм свинца (в 15 раз) и подвижного цинка (превышает в 1,4 раза). Почти во всех пробах выявлено значительное превышение валового содержания и подвижной формы мышьяка (в 6,9 раз), что является нормой для почв Новосибирской области. Высокие концентрации металлов 2 класса опасности были зафиксированы при анализе валового содержания и подвижных форм элементов в инициальных почвах. Отмечено, что валовое содержание меди, никеля находится в пределах ориентировочно допустимых концентраций. Подвижные формы данных металлов демонстрируют незначительные превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) от 1,2 до 1,8 раз. **Радиологический анализ** показал: наибольшее количественное содержание изотопа цезия ¹³⁷Cs обнаружено в ТСЛ. Содержание цезия в них составило 17,78+-6,363 Бк/кг, что значительно превышает аналогичный показатель в других пробах (от 0 - до 0,6197 соответственно). Отличительной особенностью эмбриоземов, характерных для породных отвалов и угольных месторождений Горловского антрацитового бассейна является довольно значительный вклад естественных радионуклидов в общее фоновое содержание и удельную эффективную активность.

Литература

1. Курачев В.М., Кандрашин Е.Р., Рагим-заде Ф.К. Сингенетичность растительности и почв техногенных ландшафтов: экологические аспекты, классификация // Сиб. экол. журн. 1994. Т. 1, № 3. С. 205-214.
2. Restoration of the biodiversity of technogenic landscapes of anthracite deposits in Siberia // bio-conferences: сайт. URL: https://www.bio-conferences.org/articles/bioconf/full_html/2021/03/bioconf_pibidr2021_00026/biocnf_pibidr2021_00026.html
3. Курачев В.М., Андроханов В.А. Классификация почв техногенных ландшафтов // Сиб. экол. журн. 2002. Т. 9, № 3. С. 255-261.
4. Androkhonov V.A., Sokolov D.A. Soil evolution and reclamation of technogenic landscapes in Siberia // Advances in raw material industries for sustainable development goals. 2019. P. 268-273.

Научный руководитель – д-р. биол. наук Д. А. Соколов.

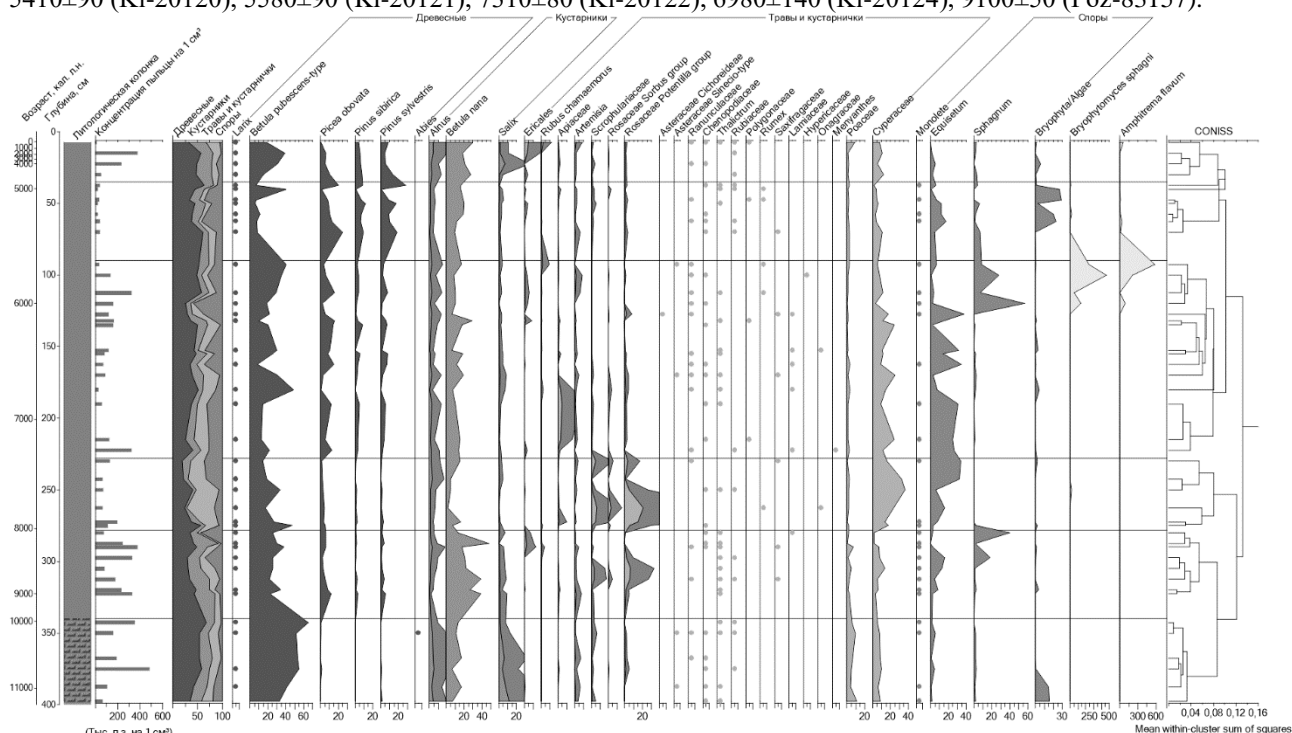
История трансформации растительности субарктической части Пур-Тазовского междуречья в голоцене

Н. В. Шефер

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН

Южная тундра находится в высоких широтах, наиболее уязвимых к современному изменению климата. Оценить климатические изменения в долгосрочной перспективе возможно рассматривая долговременные изменения растительности и связанные с ней климатические изменения, отражённые в пыльцевых спектрах торфяных и озёрных отложений. Цель исследования состояла в реконструкции изменений растительности и основных климатических изменений субарктической части Пур-Тазовского междуречья в голоцене, на основе данных радиоуглеродной геохронологии, спорово-пыльцевого анализа.

Отбор колонки СКТ-15-3D из полигонального болота (67°21'25" с. ш.; 78°42'11" в. д.) проведен в 2015 г. на территории южной тундры, в северо-восточной части Пур-Тазовского междуречья. Полученные образцы нарезались на образцы по 2,5 см. Обработка образцов проведена по методу Эрдтмана. Для определения концентрации пыльцы в образцы добавляли таблетки со споры *Lycopodium*. Палеорекострукция проведена по результатам анализа 46 спорово-пыльцевых спектров колонки и 6 радиоуглеродных дат (4510±50 (Ki-20119), 5410±90 (Ki-20120), 5580±90 (Ki-20121), 7310±80 (Ki-20122), 6980±140 (Ki-20124), 9100±50 (Poz-83157)).



Спорово-пыльцевая диаграмма колонки СКТ-15-3D

11,2 кал. тыс. л. н., растительность региона была представлена редколесьями из березы и лиственницы с зарослями кустарников и лугами. 9,5–8 кал. тыс. л. н., увеличивается участие кустарников, трав и хвощей, уменьшается участие *Betula pubescens* Ehrh., появляются единичные деревья ели. 8–7,4 кал. тыс. л. н., доминируют травы, участие кустарников в растительном покрове минимально. 7,4–6,1 кал. тыс. л. н., увеличивается обилие кустарников и таксономическое разнообразие травяно-кустарничкового яруса. 7,2–4,7 кал. тыс. л. н., наблюдалось наибольшее участие ели в древесном ярусе сообществ. 5,5–4,7 кал. тыс. л. н., в древесном ярусе сообществ зоны резко уменьшается участие березы, увеличивается участие ели и кустарников, главным образом *Betula nana* L., таксономическое разнообразие травяно-кустарничкового яруса уменьшается, формируются сходные с современными тундровые сообщества. 4,7 кал. тыс. л. н. ель в районе исследования уже не произрастала. В период 4,7–1 кал. тыс. л. н. в древесном ярусе единичные березы и лиственницы в окружении крупных кустарников и в поймах, травяно-кустарничковый ярус стал сходен с современными сообществами южной тундры.

Максимумы концентрации пыльцы 8,2, 6 и 4 кал. тыс. л. н. вероятно отражают похолодание, что подтверждается увеличением обилия локальных компонентов спектра, отражающих мерзлотное пучение (*Betula nana*, *Ericales*, *Sphagnum* sp., *Bryophytomyces sphagni*, *Amphitrema flavum*). Но увеличение концентрации пыльцы 10,7, 9 и 7,3 кал. тыс. л. н. является следствием потепления, что подтверждается увеличением в спектре пыльцы ели и отсутствием индикаторов мерзлотного пучения. Минимальная концентрация пыльцы наблюдается 5,7–4,9 кал. тыс. л. н., что свидетельствует о проявлении голоценового оптимума в районе исследования.

Научный руководитель – д-р биол. Наук Т. А. Бляхарчук.

Математическое моделирование и обработка данных наблюдений планктонного сообщества озера Байкал

В. С. Шапаренко

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

Данная работа посвящена исследованию временных рядов многолетних наблюдений за плотностью планктонного сообщества озера Байкал. Целью работы является прогнозирование объема планктонного сообщества в будущем с помощью обработки данных временных рядов на основе экспоненциального сглаживания и модели ARMA (и ее более продвинутой версии, ARIMA и SARIMAX), а также технологий машинного обучения. Выявление взаимосвязи между разными видами планктона и построение пищевых взаимоотношений между разными видами планктонного сообщества оз. Байкал. Кроме того, исследование временных рядов на основе теории хаоса и изучение математической модели пелагического сообщества экосистемы озера Байкал.

В результате проведенного исследования спрогнозирован объем планктонного сообщества на 24 и 53 недели вперед для двух рассматриваемых видов планктона и выявлена модель, дающая минимальную ошибку при прогнозировании для каждого рассматриваемого вида планктона. Были выявлены корреляционные отношения между разными видами планктона и построены пищевые взаимоотношения между разными видами планктонного сообщества оз. Байкала. Проведено исследование временных рядов планктонного сообщества на основе теории хаоса и рассмотрена математическая модель пелагического сообщества экосистемы озера Байкал.

Большая часть полученных результатов вполне укладывается в классические представления об организации экосистемы пелагиали Байкала. Можно считать, что использованный метод исследования вполне работоспособен и может не только подтверждать уже существующие представления, но и выявлять новые, ранее не отмечаемые факты.

Литература

1. Weiss R. F., Carmack E. C. C., Koropalov V. M. «Deep water renewal and biological production in Lake Baikal» // *Nature*. 1991. — Т. 349. — №. 6311. — С. 665-669.
2. Szulejko J.E., Kumar P., et al, «Global warming projections to 2100 using simple CO2 greenhouse gas modeling and comments on CO2 climate sensitivity factor.» // *Atmospheric Pollution Research*, 8(1). 2017. pp.136-140.
3. Sarker S., et al, «Rising temperature and marine plankton community dynamics: Is warming bad?.» // *Ecological Complexity* 43, 100857. 2020.
4. Деревенская О.Ю., Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям: учебно-методическая разработка по курсу «Гидробиология» // Казань. 2015.
5. Беркин Н.С. Алексей Александрович Макаров, Ольга Тимофеевна Рунек. // «Байкаловедение». 2009.
6. Michael T. Rosenstein, James J. Collins and Carlo J. De Luca. «A practical method for calculating largest Lyapunov exponents from small data sets» // *NeuroMuscular Research Center and Department of Biomedical Engineering, Boston University*. 1992. Т.3. С. 129-145.
7. Lutz Becks, Frank M. Hilker, Horst Malchow, Klaus Jürgens Hartmut Arndt. «Experimental demonstration of chaos in a microbial food web» // *Nature*. 2005. pp.1226–1229.
8. Ilkka Hanski, Peter Turchin, Erkki Korhonen, Heikki Henttonen. «Population oscillations of boreal rodents: regulation by mustelid predators leads to chaos» // *Nature*. 1993. pp.232–235.
9. Alan Wolf, Jack Swift, Harry L. Swinney, John Vastano. «Determining Lyapunov exponents from a time series» // *Physica D: Nonlinear Phenomena*. 1985. 16 (3), pp.285–317.
10. Лоскутов Александр Юрьевич, Козлов Александр Александрович, Хаханов Юрий Михайлович. «Энтропия и прогноз временных рядов в теории динамических систем» // *Известия вузов*. 2009. ПНД. №4.
11. Кожанов Роман Вячеславович, Ткаченко Ирина Михайловна, Кожанова Евгения Романовна. «Показатель Хёрста как мера хаотичности временного ряда» // *Вестник СГТУ*. 2020. №2 (85).
12. Hochreiter S., Schmidhuber J. Long short-term memory. // *Neural Computation*. 1997. 9(8):1735–1780. DOI: 10.1162/neco.1997.9.8.1735.
13. Christopher Olah. «Understanding LSTM Networks» // 2015.
14. К.К. Вотинцева, А.И. Мещерякова, Г.И. Поповская. «КРУГОВОРОТ органического вещества в озере Байкал» // *Наука. Сиб. отд-ние*. 1975. 189 с.
15. О.А. Тимошкин, Г.Ф. Мазепова, Н.Г. Мельник и др. «Атлас и определитель пелагиобионтов Байкала (с краткими очерками по их экологии)» // Новосибирск: Наука. 1995. 695 с.
16. Зоркальцев Валерий Иванович, Мокрый Игорь Владимирович, Казаева Анна Васильевна. «Моделирование пелагического сообщества экосистемы озера байкал» // *ЖВТ*. 2011. №1.

Научный руководитель – доктор физ.-мат. наук, профессор РАН М. А. Шишленин.

Болезни растений из рода *Clarkia* Pursh. в условиях юга Западной Сибири

В. А. Липатова, А. А. Зибина, Е. В. Королева

Новосибирский государственный аграрный университет

Растения рода *Clarkia* Pursh. – это однолетние декоративно-цветущие растения. На данный момент известно около 35 видов. Растения обладают высокими декоративными качествами куста и цветков, способны выдерживать пониженные температуры и заморозки, поэтому их можно выращивать в цветниках без рассады – посевом семян в грунт. Кларкия не просто невероятно красивое и яркое растение, но она также обладает многофункциональностью: может использоваться как для озеленения, так и для контейнерного цветоводства и срезки, поэтому хорошо подходит под современные запросы [1, 2].

Виды кларкии: *C. purpurea* (Curtis) A. Nelson & J.F. Macbr., *C. unguiculata* Lindl., *C. amoena* (Lehm.) A. Nelson & J.F. Macbr. и подвид *C. amoena* subsp. *Lindleyi* (Douglas) H.F.Lewis & M.R.Lewis – отличаются ярким и продолжительным цветением и многофункциональностью: могут использоваться как для создания цветников непрерывного цветения, так и для контейнерного цветоводства и срезки. С 2011 г. в Новосибирском ГАУ ведется селекционная работа с данными видами и созданы два новых сорта: Малиновая чаша, Лиловая фея и 3 включены в реестр государственного сортоиспытания: Фарфоровая чаша, Персиковая чаша и Коралловые рифы.

Болезни кларкии в условиях России и, в частности, на юге Западной Сибири изучены недостаточно. В связи с этим **цель исследования** заключалась в изучении таксономического состава возбудителей болезней представителей рода *Clarkia* в условиях г. Новосибирска.

Условия, материалы и методы исследования. Визуальный осмотр пораженных растений проводили в 2023 году в УПХ «Сад Мичуринцев» (г. Новосибирск, 55.0312880° с.ш., 82.9903190° в.д), где была высеяна коллекция сортов кларкии. Учитывали 7 видов и сортов: кларкия пурпурная (*C. purpurea*) сорт Лиловая фея; кларкия прелестная (*C. amoena*) сорт Малиновая чаша; кларкия Линдли (*C. amoena* subsp. *Lindleyi*) сорта: Персиковая чаша, Фарфоровая чаша; кларкия ноготковая (*C. unguiculata*) сорта: Коралловые рифы, Сакура, отбор Белый. Лабораторные исследования проводили в лаборатории фитосанитарной диагностики и прогноза Новосибирского ГАУ. Методы исследований: метод маршрутного обследования, прямого микроскопирования пораженных участков растений, метод микологического анализа на универсальной питательной среде Чапека. Определение таксономического состава выявленных микромицетов проводили при помощи [3].

Результаты исследования. В результате комплексного обследования были выявлены следующие инфекции на кларкии: ржавчина (возб. *Puccinia* spp.), фузариоз (возб. *Fusarium* spp.), альтернариоз (возб. *Alternaria* spp.), пенициллез (возб. *Penicillium* spp.), аспергиллез (возб. *Aspergillus* spp.), серая гниль (возб. *Botrytis cinerea*), бактериоз. Симптомы ржавчины начали появляться после 20 августа при теплой влажной погоде. При визуальной оценке растений в условиях 2023г. самым поражаемым ржавчиной видом была Кларкия прелестная сорт Персиковая чаша, развитие болезни на листьях составило от 20,0 до 65,0 %. Симптомы ржавчины на этом сорте зафиксированы на листьях с верхней и нижней стороны, коробочках, бутонах. Поражение стеблей кларкии ржавчиной обнаружено не было. Меньше всего возбудителем ржавчины была поражена кларкия Линдли сорт Фарфоровая чаша, развитие болезни составило от 0 до 5,0 %. У этого сорта единичные симптомы замечены на листьях только на нижнем ярусе, поражение стеблей, бутонов и коробочек отсутствовало. Результаты микологического анализа органов кларкии (семена, коробочки, бутоны, стебли, корни) позволил определить состав фитопатогенов-некротрофов. На всех исследуемых органах были обнаружены: *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Penicillium* spp. *Aspergillus* spp. На основании растений был выявлен грибок *Botrytis cinerea* (в тех местах, где стебель кларкии соприкасался с почвой). На семенах кларкии доминировала фузариозная и альтернариозная инфекции. Все выявленные фитопатогены относятся по эпифитотологической классификации к группам листостеблевые и почвенные. Основными факторами передачи инфекции из года в год следует считать инфицированные растительные остатки, почву и семена.

Таким образом, в патогенный комплекс растений из рода *Clarkia* Pursh. входили: возбудители ржавчины (возб. *Puccinia* spp.), фузариоза (возб. *Fusarium* spp.), альтернариоза (возб. *Alternaria* spp.), пенициллеза (возб. *Penicillium* spp.), аспергиллеза (возб. *Aspergillus* spp.), серой гнили (возб. *Botrytis cinerea*), бактериоза. Наиболее поражаемым сортом в условиях вегетационного периода 2023г. был Кларкия прелестная сорт Персиковая чаша, наименее поражаемым – кларкия Линдли сорт Фарфоровая чаша.

Литература

1. Королева, Е. В. Изучение декоративного потенциала популяций *Clarkia* Pursh. в условиях лесостепи Западной Сибири / Е. В. Королева // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2022. – Т. 59-4. – С. 173-183.
2. Королева, Е. В. Разнокачественность семян нового сорта *Clarkia amoena* Малиновая чаша на юге Западной Сибири / Е. В. Королева // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2023. – № 2(67). – С. 60-74.
3. Пидопличко Н. М. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель Том 2. Грибы несовершенные К.: «Наукова думка» – 1977. – 300 с.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент О. А. Казакова.

Оценка устойчивости бобовых и злаковых растений к нефтяному загрязнению почв

В. Э. Ким

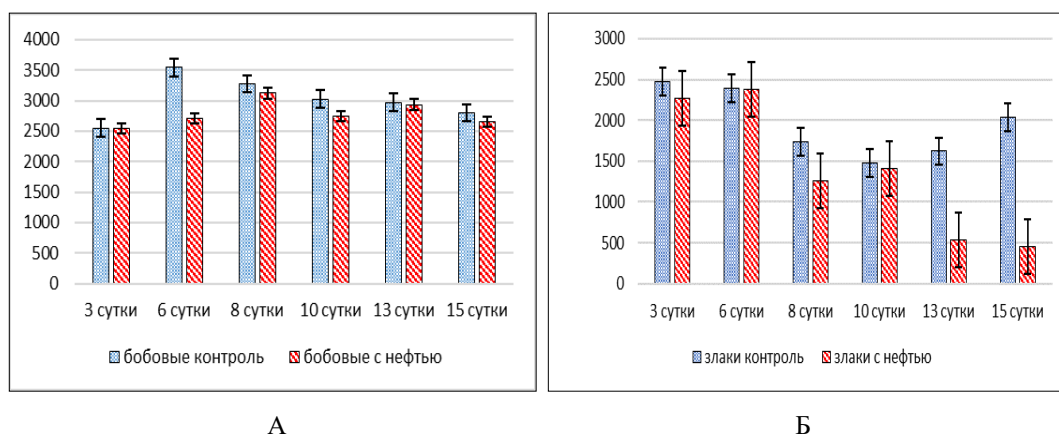
Сибирский федеральный университет

Почва, загрязненная нефтью и нефтепродуктами, является серьезной проблемой для окружающей среды и здоровья людей. Загрязнение почвы нефтью и нефтепродуктами может привести к уменьшению плодородия почвы, изменению ее структуры, снижению урожайности сельскохозяйственных культур и повышению риска заболеваний у людей и животных.

Очистка почвы от нефти и нефтепродуктов является дорогостоящей и сложной процедурой, которая может занять много времени. В нашем случае, мы акцентируем внимание на биологические методы очистки почвы. Биоремедиация – один из наиболее эффективных и экологически безопасных методов очистки почвы от нефти и нефтепродуктов. Она основана на использовании микроорганизмов, которые разлагают нефть и нефтепродукты на более простые вещества. Ее главным преимуществом является то, что она не создает дополнительного загрязнения окружающей среды, как это может быть при использовании других методов очистки. Кроме того, биоремедиация может быть более экономичной и быстрой.

Из литературных источников известно, что бобовые и злаковые сформировывают в ризосфере комплекс микроорганизмов, которые способны разлагать сложные соединения нефти и нефтепродуктов. Для того, чтобы из множества видов растений выбрать подходящие для биоремедиации, необходимо оценить их устойчивость к загрязнению почвы.

Под воздействием различных концентраций нефти у растений замедляется рост, нарушаются функции фотосинтеза и дыхания, модифицируется структура хлоропластов, в значительной мере страдают корневая система, листья, стебли, репродуктивные органы. Для определения степени повреждения растений мы используем метод, основанный на регистрации параметров замедленной флуоресценции хлорофилла (ОПЗФ). Ниже представлены результаты исследований, связанные с определением устойчивости растительных организмов к почве, загрязненной нефтью и нефтепродуктами. Приведены сведения о фотосинтетической активности растений семейства бобовых (*Fabaceae*) и семейства злаковых (*Poaceae*): душистый горошек (*Lathyrus odoratus* L.), пшеница обыкновенная (*Triticum aestivum* L.).



Относительный показатель замедленной флуоресценции хлорофилла листьев растений, произрастающих на загрязненной почве, и контрольных растений (А – бобовые, Б – злаки).

Наблюдая за показателями ОПЗФ, мы видим, что бобовые лучше чувствуют себя в загрязненной почве, по сравнению с представителями злаковых, и отметить, что злаки более чувствительны к загрязнению почвы. За все время проведения исследования, визуальное оценивая состояния растений, было отмечено пожелтение листьев и стеблей у злаков, что свидетельствует о снижении содержания хлорофилла и нарушении процесса фотосинтеза.

Литература

1. Хабибуллин Р.А., Коваленко М.В. Состояние исследований по оценке и ликвидации последствий загрязнения почвы нефтью по фитотоксичности // Рекультивация земель в СССР: Тез. докл. всес. конф. М.: 1982. Т. 2. С. 149–152.
2. Пахарькова Н.В., Бондарева Л.Г., Калякина О.П. Флуоресцентная диагностика состояния растений при разливах нефти и нефтепродуктов // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2014. № 10. С. 11–16.
3. Григорьев Ю.С., Фуряев Е.А., Андреев А.А. Способ определения содержания фитотоксических веществ. Патент № 2069851. Бюлл. изобр. № 33 от 27.11.96.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Н. В. Пахарькова.

Зараженность метацеркариями описторхид рыб семейства Cyprinidae в реке Омь Новосибирской области

Б. А. Самохин, Т. С. Вельбой

Институт систематики и экологии животных СО РАН

Описторхоз – паразитарное заболевание, вызываемое гельминтами семейства Opisthorchidae (Lass, 1899) Braun, 1901. Заражение происходит при употреблении в пищу зараженной рыбы, не прошедшей достаточной термической обработки.

Жизненный цикл *Opisthorchis felinus* - возбудителя описторхоза сложный, и включает трех хозяев – двух промежуточных и одного окончательного. Первым промежуточным хозяином являются моллюски семейства Vuthyniidae, которые заражаются при заглатывании яиц, в которых находится личинка - мирацидий. В моллюсках личинка проходит 4 стадии: мирацидия, спороциста, редия, церкария. Сформированные церкарии выходят из моллюска в воду и внедряются в мышцы или подкожную клетчатку рыбы – второго промежуточного хозяина. В рыбе церкарии инцистируются и превращаются в следующую стадию развития – метацеркарию. При поедании зараженной рыбы происходит инфицирование окончательного хозяина. В его теле паразит проникает в печень, где брюшной присоской прикрепляется к стенке желчного протока и питается циркулирующей там кровью. Через 20-25 дней описторх достигает половозрелой формы (мариты) и начинает откладывать множество яиц, некоторые из которых попадут в воду и будут проглочены моллюсками. Таким образом, цикл замыкается.

Крупнейшим очагом описторхоза в Палеарктике является Обь-Иртышский бассейн [1]. Он занимает почти всю Западно-Сибирскую низменность, части территорий Казахстана и Китая. На территории Новосибирской области в структуре заболеваемости биогельминтозов – удельный вес описторхоза составляет – 98,8% [2].

Целью настоящей работы было изучение зараженности карповых рыб, выловленных в пойме реки Омь на территории Новосибирской области. Вылов осуществлялся в июне 2023 года. Исследовано 89 рыб трех видов: плотва (*Rutilus rutilus*) – 29, уклейка (*Alburnus alburnus*) – 30, елец (*Leuciscus leuciscus*) – 30. Исследование проводилось общепринятым компрессионным методом, заключающимся в просмотре на просвет сдавленных между двух стекол кусочков мышечной ткани. У рыб массой менее 30 г исследовались все мышцы путем соскабливания их с кожи. У рыб массой более 30 г исследовались только участки наиболее вероятной локализации паразитов, а именно верхний слой мышечной ткани и подкожная жировая клетчатка в области спины, головы, хвоста и груди. Для характеристики зараженности были рассчитаны экстенсивность инвазии, интенсивность инвазии и индекс обилия (Таблица). Экстенсивность инвазии – относительное число особей хозяина, зараженных паразитом, по отношению к общему числу изученных особей, выраженное в процентах. Интенсивность инвазии - среднее число гельминтов, приходящееся на одну зараженную особь хозяина. Индекс обилия – число гельминтов, приходящееся на одну исследованную особь хозяина. Для уточнения видовой принадлежности проводится молекулярно-генетическое исследование обнаруженных метацеркарий.

Зараженность рыб семейства Cyprinidae метацеркариями описторхид в реке Омь, 2023

Вид	Исследовано, экз.	ЭИ, %	ИИ, экз.	ИО, экз.
Плотва	29	17,24	1	0,16
Уклейка	30	13,33	3,37	0,5
Елец	30	10	8	0,8

Проанализировав результаты, пришли к следующим выводам. У плотвы самая большая экстенсивность инвазии при наименьшей интенсивности. Наоборот, самая небольшая экстенсивность инвазии обнаружена у ельца при наибольшей интенсивности заражения.

Литература

1. Беэр С.А. Биология возбудителя описторхоза. – М Товарищество научных изданий КМК, 2005. – 336с.
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Новосибирской области в 2022 году» // М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. — 2023.—146 с.
https://54.rosпотребнадзор.ru/sites/default/files/gosudarstvennyy_doklad_o_seb_v_novosibirskoy_oblasti_za_2022_god.pdf

Научный руководитель – канд. биол. наук Н. И. Юрлова.

Анализ экологического состояния вод малых рек степной части Южного Урала по организмам зообентоса (на примере реки Берсувань)

М. В. Бардуков

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

Цель - анализ характера трансформации доминирующих сообществ зообентоса, как индикаторных показателей состояния водоема, на основе влияния антропогенных факторов на воды малых рек степной части Южного Урала (на примере реки Берсувань).

Задачи: 1) изучить видовой состав, структуру и провести оценку численности зообентоса реки Берсувань, 2) выявить изменения структуры бентических сообществ под влиянием смены абиотических параметров водотока и уровня антропогенной нагрузки, 3) выявить индикаторные группы зообентоса, что впоследствии позволит провести оценку степени и характера антропогенной нагрузки на реку Берсувань.

Отбор групп зообентоса осуществлялся в соответствии с выбранными характеристиками станции (тип грунта, глубины и скорости течения, наличие макрофитов). Кроме того, учитывались доминирующие в структуре сообщества группы беспозвоночных. Были выделены 3 точки сбора проб (табл. 1): точка №1 расположена выше всех по течению, тип грунта - каменистый, быстрое течение, на берегу присутствовали макрофиты. Точка №2 расположена ниже по течению относительно первой, тип грунта – песчано-глинистый, скорость течения минимальна, большое количество макрофитов. Точка №3 расположена в приустьевой зоне, тип грунта - глинистый, скорость течения минимальна, большое количество макрофитов. На состояние участка также оказывал влияние антропогенная нагрузка от автострады. Таким образом точка №3 подвергается максимальному уровню антропогенной нагрузки. Отбор проб проводили стандартными методами с помощью штангового дночерпателя. Для определения загрязнения воды были рассчитаны биотический индекс Вудивисса, индекс сапробности Пантле-Букка.

В результате анализа гидробиологических проб выявлено, что состав зообентоса реки Берсувань представлен следующими живыми организмами – всего было найдено 60 видов беспозвоночных, в том числе пиявок – 3, брюхоногих моллюсков - 5, двусторчатых моллюсков – 8, ракообразных – 2, паукообразных – 1, насекомых – 41 вид. Бентофауна р. Берсувань представляет сочетание рео- и лимнофильных видов, с преобладанием последних, что характерно для приустьевой части равнинных рек.

На каменистом и песчано-глинистом грунтах реки формируются донные сообщества с доминированием двусторчатых моллюсков и личинок насекомых, характерные для приустьевых участков равнинных рек, испытывающих умеренную антропогенную нагрузку. На глинистом грунте, расположенном на участке реки, подверженном значительному антропогенному воздействию, сформировалось сообщество зообентоса с доминированием пиявок и моллюсков, характерное для антропогенно нарушенных участков равнинных рек. Расчёт коэффициента видового сходства по Серенсену показал, что фауна исследованных грунтов имеет небольшое сходство. Это объясняется разницей в гранулометрическом составе грунта, который во многом обуславливает видовое разнообразие донных беспозвоночных.

Состояние водных объектов можно оценивать по организмам – индикаторам сапробности. Анализ индикаторных видов выявил, что в биотопах 1 и 2 наибольшее количество видов относится к обитателям слабозагрязненных вод (β -мезосапробам), а в биотопе 3 преобладают обитатели грязных вод (α -мезосапробное). Следовательно, по индексу сапробности Пантле-Букка исследованную реку можно охарактеризовать как умеренно-загрязнённую (β -мезосапробную), за исключением участка, расположенного около автомобильного моста; этот участок характеризуется высокой степенью загрязнённости и характеризуется как α -мезосапробный. Данные, полученные при использовании индексов Пантле-Букк и Вудивисса хорошо согласуются. Следовательно, состояние реки Берсувань в настоящее время оценивается как «умеренно-загрязненное» на протяжении всего исследованного участка, за исключением приустьевой зоны, которая характеризуется как «грязная».

Биотопы	I	II	III
Индекс			
Пантле-Букка	2,2 β -мезосапробная	2,5 β -мезосапробная	3,4 α -мезосапробная
Вудивисса	Умеренно-загрязненная	Умеренно-загрязненная	Грязная

Типы грунта: I – каменистый; II – песчано-илистый; III – глинистый (биотопы 1,2 - см. расшифровку таблицы 1). Станции №1-3 – три места отбора проб, различающихся по эколого-географическим показателям.

Научный руководитель - канд. биол. наук Н. С. Соколова.

Сравнительная характеристика фотосинтетической активности хвои сосны сибирской кедровой и пихты сибирской на территории природного парка «Ергаки»

Е. Е. Позднякова

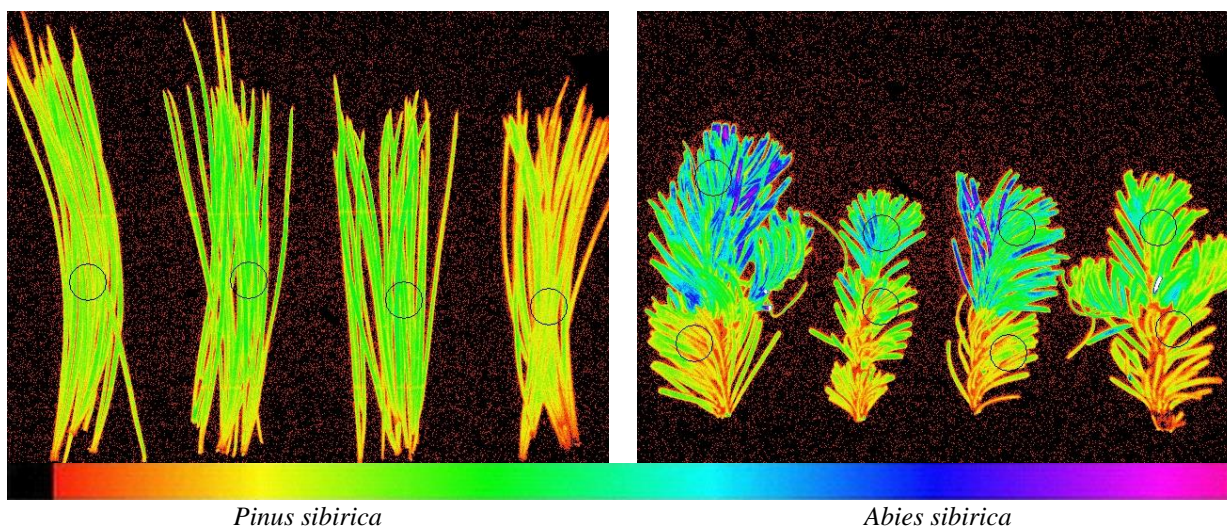
Сибирский федеральный университет
Институт экологии и географии

Известно, что важной частью в жизни растений являются переходы от одной фенофазы к другой, ведь от перехода зависит будущая жизнеспособность древесного растения. Чтобы подробнее узнать состояние древесных растений, применяются методы по определению быстрой флуоресценции и другие методы, которые помогают спрогнозировать возможное изменение состава фитоценоза, а именно кедрово-пихтового сообщества в окрестностях озера Ойского хребта Ергаки Западного Саяна.

Растительность хребта Ергаки относится к поясу горно-таежных лесов [1]. Это сложные по строению ландшафты с абсолютными высотами до 2500 м. Климат резко континентальный, с продолжительной и холодной зимой, коротким и прохладным (в горах) летом. Средняя температура июля 10-12 °С, на южных склонах, находящихся в «дождевой тени» и в межгорных котловинах, количество осадков составляет 400–500 мм и 300–350 мм соответственно.

На южном макросклоне хребта Ергаки Западного Саяна были отобраны 240 побегов с 80 деревьев сосны сибирской (*Pinus sibirica* Du Tour) и 120 побега с 40 деревьев пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb) [2]. Данные древесные породы образуют пихтово-кедровое сообщество.

В лабораторных условиях с помощью флуориметров JUNIOR-PAM и IMAGING-PAM MAXI были получены данные флуоресцентных параметров хвои исследуемых деревьев. Флуоресценция хлорофилла является хорошим инструментом для оценки состояния растений [3].



Pinus sibirica

Abies sibirica

Интенсивность флуоресценции хвои сосны сибирской и пихты сибирской

По шкале интенсивности флуоресценции (от минимальной к максимальной слева направо) на фотографиях, полученных на флуориметре IMAGING-PAM, видно, что хвоя на побегах пихты сибирской проявляется в сине-фиолетовых оттенках, а у сосны сибирской кедровой в зелено-желтых оттенках, что говорит о более интенсивной флуоресценции пихты сибирской, чем у сосны сибирской. Другие флуоресцентные параметры согласуются с полученными данными для нижней части склонов.

Литература

1 Климатически обусловленная динамика радиального прироста кедра и пихты в горно-таежном поясе природного парка "Ергаки" / О.В. Герасимова, З.Ю. Жарников, А.А. Кнорре, В.С. Мыглан // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: биология. - 2010. - Т. 3. - № 1. - С. 18-29.

2. Timberline and treeline dynamics: *Pinus sibirica* trees move / Nina Pakharkova, Irina Gette, Irina Masentsova, Elizaveta Pozdnyakova and Anastasiia Kalabina // II International Conference on Agriculture, Earth Remote Sensing and Environment (RSE-II-2023) - 2023. - Т. 392.

3. Использование замедленной флуоресценции хлорофилла водорослей для биотестирования загрязнений / Д.Н. Маторин, О.В. Яковлева, Д.А. Тодоренко, С.Н. Горячев, А.А. Алексеев // Актуальные вопросы биологической физики и химии. - 2022. - Т. 7. - № 2. - С. 339-342.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Н. В. Пахарькова.

Мониторинг сообществ гидробионтов в летний период в дневное и ночное время у восточного берега южной котловины оз. Байкал

А. В. Лавникова, С. А. Бирицкая, Л. Б. Бухаева, Д. И. Голубец, Я. К. Ермолаева, Н. А. Кульбачная, М. А. Масленникова, И. В. Миловидова, О. А. Садыкова, Д. Ю. Карнаухов

Иркутский государственный университет

Суточные вертикальные миграции (СВМ) – периодические миграции донных и пелагических организмов к верхним слоям воды в ночное время. СВМ являются одним из важнейших процессов, который обеспечивает обмен вещества и энергии между бенталью и пелагиалью водоема, однако в настоящее время данный процесс не до конца изучен. Для Байкала, как и для других водоемов, характерны СВМ. Различные группы гидробионтов формируют в прибрежно-пелагической зоне озера мигрирующий комплекс (МК), который (в основном) состоит из истинных облигатных пелагиобиев, не только поднимающихся вверх, но и приближающихся к берегу: *Epischura baikalensis* (Sars, 1900), *Macrohectopus branickii* (Dybowsky, 1874), представители группы Cladocera, а также, из донных организмов, временно присутствующих в водной толще: бентосных амфипод, Copepoda и Ostracoda. Было отмечено, что таксономический состав, соотношение видов и общая численность на разных участках и даже на одном и том же участке в разный период отличаются. Это обуславливается различными факторами как абиотическими (тип грунта, близость приустьевых участков рек, лунный свет), так и биотическими (присутствие хищников, наличие макрофитов), также на сегодняшний день известно влияние на МК и антропогенных факторов (световое загрязнение). Из выше сказанного можно сделать вывод, что изучение СВМ на Байкале необходимо для более глубокого понимания взаимосвязей в экосистеме озера.

Целью данной работы было изучить количественный и качественный составы участников СВМ в прибрежной зоне у пос. Танхой и с. Посольское в период 2021-2022 гг.

Пробы зоопланктона (с мигрирующими представителями зообентоса) отбирались нейстонной сетью в начале сентября 2021 и 2022 гг. в пос. Танхой и с. Посольское, расположенных на восточном берегу оз. Байкал. Было выбрано несколько участков, отдаленных друг от друга на расстояние 3 м. Материал собирали над глубиной 0,5 м при дневном освещении с 12:00 до 14:00 и в ночное время с 22:00 до 01:00, каждый раз отбиралось по три пробы. Всего было отобрано 24 пробы. После отбора пробы фиксировались 4% р-ом формалина. В лабораторных условиях пробы обрабатывались по общепринятой гидробиологической методике.

Было обнаружено 7 групп гидробионтов, отдельно учитывались науплии копепод. Видовая принадлежность определялась для амфипод и группы Calanoida, которая в Байкале в основном представлена видом *E. baikalensis*. Отловленные в дневное и ночное время амфиподы относились к видам: *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899), *Micruronus wohlii wohlii* (Dybowsky, 1874), *Echiuronus macronychus* Sowinsky, 1915.

По результатам 2021 года, в п. Танхой в дневное время планктон был представлен видом *E. baikalensis* ($5814 \pm 1117,8$ экз./м³), при полном отсутствии представителей амфипод. В ночной период преобладающей группой гидробионтов также остались представители Calanoida ($67037 \pm 37007,7$), при этом увеличилось количество особей таких групп гидробионтов, как Cyclopoidea ($713 \pm 361,3$) и Harpacticoida ($725 \pm 261,8$), амфиподы отсутствовали и в ночной период. При этом в Посольском соре доминирующей группой гидробионтов в дневной период была группа Cyclopoidea (298 ± 65), амфиподы полностью отсутствовали. Однако, в ночной период численность амфипод резко возросла ($1453 \pm 480,2$). По данным 2022 года в пос. Танхой мы наблюдали резкое снижение численности всех групп гидробионтов (например, для эпишуры оно подтверждается статистически ($p=0,02$)). При этом в Посольском – резкое увеличение численности некоторых групп таких, как Cyclopoidea (также подтверждается статистически ($p=0,009$)), Harpacticoida, Cladocera, науплии в несколько раз. Возможно, это связано с изменением уровня воды в Байкале. Во время отбора проб в 2022 г. уровень воды упал на 33 см по сравнению с 2021 годом. Вследствие чего мы наблюдали изменение типа грунта и смещение биотопа над глубиной отбора проб (которая составляла 0,5 м), что возможно и вызвало такие колебания в численности гидробионтов.

За период 2021-2022 гг. качественный состав регистрируемых групп, участвующих в СВМ, не изменился. Однако, количественный состав претерпел значительные изменения, что в некоторых случаях подтверждается статистически. Причиной подобных изменений по нашему мнению может быть перепад уровня воды в озере, который способен быстро менять некоторые условия на отдельных участках, например тип грунта, который в свою очередь является одним из определяющих факторов, влияющих на МК (т.к. в основе МК имеется значительное количество представителей бентоса). Однако, нельзя исключать и естественных флуктуаций численности отдельных групп, что требует дальнейших исследований.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ.

Научный руководитель – д-р. биол. наук, проф. Е. А. Зилов.

Изучение аккумулирующих способностей мохообразных на Большом болоте Калининградской области

Р. А. Баймуратов

Балтийский федеральный университет им. И. Канта

Мохообразные являются природными биологическими аккумуляторами, которые способны концентрировать микроэлементы [1]. Важным местом распространения мхов являются верховые болота и торфяники, на территориях которых *сфагновые* мхи являются средообразующими видами. Роль данных видов в аккумулировании атмосферных выпадений в Калининградской области изучена недостаточно.

Целями исследования являются изучение аккумулирующих способностей мхов Большого (Гремячьего) болота (Славский район, Калининградская область), сравнение данных способностей относительно эталонных видов *Pleurozium schreberi* и *Hylocomium splendens*.

Пробы мхов отобраны во второй половине октября 2022 г. на 9 площадках верхового болота и представлены 12 видами: *Aulacomnium palustre*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum strictum*, *Sphagnum angustifolium*, *S. centrale*, *S. cuspidatum*, *S. fimbriatum*, *S. fuscum*, *S. magellanicum*, *S. rubbelum*, *S. squarrosum*.

В образцах мохообразных с помощью метода рентгено-флуоресцентной спектроскопии определено 8 элементов: *Mn*, *Zn*, *Fe*, *Ca*, *Ni*, *Br*, *Sr* и *Rb*.

Средний уровень накопления элементов мхами на Большом (Гремячем) болоте

Виды мохообразных	<i>Mn</i>	<i>Zn</i>	<i>Fe</i>	<i>Ni</i>	<i>Br</i>	<i>Sr</i>	<i>Rb</i>	<i>Ca</i>
	мкг/г							%
<i>Aulacomnium palustre</i>	505	29	224	1	9	5	3	0.3
<i>Hylocomium splendens</i>	321	56	366	2	29	5	7	0.5
<i>Pleurozium schreberi</i>	226	71	584	18	14	6	5	0.4
<i>Polytrichum strictum</i>	43	26	123	1	14	1	3	0.1
<i>Sphagnum angustifolium</i>	253	36	230	1	11	3	5	0.3
<i>Sphagnum centrale</i>	237	47	361	2	30	4	6	0.4
<i>Sphagnum cuspidatum</i>	86	35	324	2	6	4	5.5	0.1
<i>Sphagnum fimbriatum</i>	49	37	787	11	3	5	2	0.5
<i>Sphagnum fuscum</i>	348	20	179	2	15	3	5	0.3
<i>Sphagnum magellanicum</i>	172	30	352	2	15	2	3	0.2
<i>Sphagnum rubbelum</i>	61	25	235	0.5	7	3	4	0.1
<i>Sphagnum squarrosum</i>	60	34	1697	9	5	6	5	0.6
Средняя концентрация	188	39	402	5	13	4	4	0.3

Основным критерием состояния мхов выбран индекс, представляющий отношение содержания *i-go* элемента в различных видах мохообразных к концентрации этого элемента в *P. schreberi* и *H. splendens*. Накопительная способность видов близка к эталонной в случае, если значение индекса было близко к единице. Таким образом, можно сделать вывод о том, что в отсутствии эталонных видов на территориях исследований, в мониторинге экосистем методом биоиндикации, могут быть использованы виды *Sphagnum angustifolium*, *S. centrale*, *S. cuspidatum*, *S. magellanicum* и *S. fuscum*.

Литература

1. Королева Ю.В. Биоиндикация атмосферных выпадений тяжелых металлов на территории Калининградской области / Ю.В. Королева // Вестник РГУ им. И.Канта: Вып. 7: Сер. Естественные науки - Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта. – 2010. – С. 39–44.

Научные руководители – канд. биол. наук, доцент М. Г. Напреенко, канд. геогр. наук, доцент Ю. В. Королева.

ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ ДИНАМИКИ ЭКОСИСТЕМ. СНИЖЕНИЕ ЭМИССИИ УГЛЕРОДА

Исследование влияния температурного воздействия на прочностные характеристики и окислительную устойчивость карбидокремниевое волокна

Д. В. Валяев^{1,2}, М. А. Голосов²

¹Новосибирский государственный университет

²Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН

Композиты с керамической матрицей (главным образом, SiC/SiC композиты) являются перспективными материалами для высокотемпературных применений. Они рассматриваются в качестве основных кандидатов для замены традиционных металлических сплавов в авиационных двигателях нового поколения. Благодаря высокой прочности, окислительной и термической устойчивости, а также низкой плотности, SiC/SiC композиты позволяют значительно снизить вес двигателя, а также увеличить его рабочую температуру, что приведёт к увеличению эффективности работы двигателя и снижению вредных выбросов CO/CO₂ в атмосферу [1,2].

Для получения SiC/SiC композиционных материалов в качестве армирующего наполнителя используют карбидокремниевые волокна различных марок Nicalon, Tuganno, Sylramic и др. Известно, что при длительном окислительном или термическом воздействии их прочность уменьшается, что негативно сказывается на механических свойствах композиционных материалов в целом [3]. В настоящее время компанией АО «Композит» разработан прототип отечественного SiC волокна первого поколения. Для сравнения его с зарубежными аналогами и дальнейшего улучшения свойств необходимо исследовать его прочностные характеристики и их изменение в условиях, приближенных к эксплуатационным.

Таким образом, целью работы является исследование зависимости прочности отечественного SiC волокна (АО "Композит", г. Королев) от температурного воздействия на воздухе и в вакууме. Предварительно, волокна деаппретировали путём выдерживания их в CCl₄ в течение суток, высушивали и помещали в кварцевые лодочки для термообработки в кварцевом трубчатом реакторе при температуре 900 °C и 1000 °C на воздухе и в вакууме в течение 2 – 28 ч. Для характеристики волокон были применены методы инфракрасной спектроскопии (ИК) и спектроскопии комбинационного рассеяния (КР), проведён рентгенофазовый анализ (РФА) и исследована морфология с использованием сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) ТМ-1000 (Hitachi, Япония). Согласно данным РФА, в составе исходного волокна помимо SiC присутствует фаза графита. Наличие углерода также подтверждается КР спектроскопией, что типично для SiC волокон нестехиометрического состава. По данным производителя, в элементном составе исходного волокна также присутствует кислород. Действительно, наличие кислородсодержащих Si-O-C и Si-O-Si связей подтверждается методом ИК спектроскопии. В ходе окисления содержание углерода ожидаемо уменьшается, тогда как содержание кислорода увеличивается. Диаметры исходных и прогретых волокон в количестве 120 филаментов каждого типа (120 исходных филаментов, 480 окисленных и 480 термообработанных в вакууме филаментов) были измерены методом лазерной интерферометрии, после чего измерялась их прочность на испытательном комплексе Instron 5944 (США). Полученные результаты были математически обработаны с использованием статистического распределения Вейбулла, были построены графики зависимости прочности волокон от времени выдержки при 1000 °C на воздухе и в вакууме. Определены среднестатистическая прочность волокон на растяжение и модуль Вейбулла для различных типов волокон. Установлено, что термическая обработка волокон в вакууме и на воздухе снижает прочностные характеристики. Были оценены кинетические параметры окисления исследуемого SiC-волокна при 900 °C и 1000 °C на воздухе, определены параболические константы скорости окисления. Энергия активации, по приблизительной оценке, составила ~73 кДж/моль.

Таким образом, на основании полученных результатов можно сделать вывод, что (i) отечественные волокна 1-го поколения являются конкурентоспособными по сравнению с мировыми коммерческими аналогами с точки зрения скорости деградации прочностных характеристик в условиях, приближенных к эксплуатационным; (ii) скорость окисления отечественного SiC волокна сравнима с зарубежными аналогами.

Работа поддержана грантом РФФ №23-19-00212.

Литература

1. Li L., Jian K., Wang Y. Oxidation Behavior of Continues SiC Fibers in Static Air // Proceedings of the 2015 4th International Conference on Sensors, Measurement and Intelligent Materials. Atlantis Press. С. 526–530.
2. Naslain R. SiC-Matrix Composite Materials for Advanced Jet Engines // MRS Bull. 2003. Т. 28. С. 654–658.
3. Cao S., Wang J., Wang H. Effect of heat treatment on the microstructure and tensile strength of KD-II SiC fibers // Mater. Sci. Eng. A. 2016. Т. 673. С. 55–62.

Научный руководитель – канд. хим. наук В. В. Лозанов.

Оценка уровня развития низкоуглеродной экономики в ХМАО-Югре и практические рекомендации к его повышению

А. А. Антипина, А. А. Фильчак, А. В. Коробкин

Сургутский государственный университет

Актуальность исследования вопросов климатической повестки закреплена действующим нормативным актом от 29 октября 2021 года: "Стратегия социально-экономического развития России с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050" [1]. ХМАО-Югра является основным регионом присутствия нефтегазодобывающей промышленности, так на его долю в 2022 году по данным Научно-аналитического центра рационального недропользования им. В.И. Шпильмана пришлось 42% от общероссийской добычи нефти, что обуславливает выбор данного региона для исследования. Цель нашего исследования - оценить уровень развития низкоуглеродной экономики ХМАО-Югры и разработать практические рекомендации, направленные на его повышение.

Для достижения цели исследования нами была разработана методика, которая позволяет оценить уровень развития низкоуглеродной экономики в ХМАО-Югре. Данный показатель характеризуется сводным индексом, который формируется из частных индикаторов: "Рациональное использование энергетических ресурсов", "Выброс парниковых газов", "Индекс человеческого развития" и "Экологическая среда". Все индикаторы разработаны с учетом региональных особенностей.

Исследование показало, в ХМАО-Югре за период 2013-2022 гг. развитие низкоуглеродной экономики демонстрирует незначительный рост (см. рисунок), что обусловлено спецификацией региона, а именно высокой долей экспорта углеводородов.



Динамика развития уровня низкоуглеродной экономики в ХМАО-Югре в 2013-2022 гг.

Негативное влияние на исследуемый показатель оказывают следующие факторы: высокая доля выбросов диоксида углерода при сжигании топлива, значительный объем выброса загрязняющих веществ при добыче нефти и газа, а также высокая доля потребления нефти и газа в качестве энергетических ресурсов.

Для изменения текущей ситуации в лучшую сторону, на наш взгляд необходимо выполнение следующих мероприятий: разработка новых фильтровальных систем для автотранспорта, обновление парка общественного транспорта (большинство работающих в регионе автобусов старых моделей, которые выделяют большое количество выхлопных газов), внедрение новых экологичных и более эффективных разработок в области нефтедобычи и нефтехимии (например, метод увеличения нефтедобычи huff-n-puff), переработка неразлагаемых остатков нефти [2] с их последующим применением в различных областях, повышение экологической сознательности граждан и развитие разумного использования альтернативной энергетики с учётом специфики региона.

Дальнейшее исследование мы видим в более детальном изучении перспектив развития низкоуглеродной экономики Российской Федерации и апробировании разработанной методики на примере субъектов Уральского федерального округа.

Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2021 N 3052-р «Об утверждении стратегии социально - экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 года» // Справочно-правовая система «Консультант Плюс»: [Электронный ресурс] / СПС «Консультант Плюс».
2. Аркаченкова, В. В. Получение углеродных материалов методом плазменной обработки асфальтенов, выделенных из Кармальского битума и Сургутской нефти / В. В. Аркаченкова, П. В. Поваляев, Д. О. Зеленцов ; науч. рук. Ю. Ю. Петрова // Химия и химическая технология в XXI веке : материалы XXIV Международной научно-практической конференции студентов и молодых ученых имени выдающихся химиков Л. П. Кулёва и Н. М. Кижнера, посвященной 85-летию со дня рождения профессора А. В. Кравцова, Томск, 15-19 мая 2023 г. : в 2 т. — Томск : Изд-во ТПУ, 2023. — Т. 2. — [С. 34-35].

Научный руководитель — д-р экон. наук, доцент Н. Ю. Ямпольская.

Усовершенствование методики мониторинга зеленых насаждений общего пользования Санкт-Петербурга с применением данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий

М. Е. Скачкова, Е. А. Сердюкова

Санкт-Петербургский горный университет

«Зеленый» фонд города создает особую экосистему, обеспечивая комфортные условия существования человека. Значительную роль в рамках растущей урбанизации играют зеленые насаждения общего пользования (ЗНОП): парки, сады, бульвары, скверы, которые служат функциональными, санитарно-гигиеническими и эстетическими факторами гармонизации городской среды [3]. Однако из-за высокой антропогенной нагрузки создается ряд проблем, связанных с нормальным функционированием зеленых насаждений в городе. К таким проблемам можно отнести: неблагоприятный химико-механический состав почв, высокую степень загрязненности атмосферного воздуха, сокращение площадей озелененных территорий и др. [2]

В целях обеспечения сохранения устойчивого развития зеленой инфраструктуры города на основании Методики, установленной Распоряжением Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга, осуществляется мониторинг состояния ЗНОП [1]. Результатом мониторинга ЗНОП Санкт-Петербурга является оценка состояния древостоя на основании анализа постоянных пробных площадей полевыми и камеральными методами, а также проведение маршрутных рекогносцировочных обследований. Однако, применение данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и геоинформационных систем (ГИС-систем) в Методике не предусматривается, что значительно увеличивает трудоемкость работ.

Целью работы является усовершенствование технологии мониторинга зеленых насаждений общего пользования посредством применения методов ДЗЗ и ГИС-систем.

В результате исследования разработана авторская концептуальная модель информационно-аналитической системы мониторинга ЗНОП. Реализация данной модели проведена в открытой геоинформационной системе «QGIS» на примере Василеостровского района Санкт-Петербурга за период с 2018 по 2023 год. Модель основана на использовании векторного слоя, содержащего 141 объект ЗНОП, и растровых слоев – космических снимков спутника «Sentinel-2». Параметром для оценки выбран нормализованный вегетационный индекс NDVI, на основании которого составлена классификация ЗНОП.

Таким образом, для каждого объекта рассчитано среднее значение вегетационного индекса, в зависимости от которого объект отнесен к одному из трех классов состояния: «Нездоровая растительность», «Удовлетворительное состояние растительности» и «Здоровая растительность» (таблица).

Количество объектов ЗНОП в зависимости от категории состояния объекта за период 2018-2022 г.г.

Состояние объекта ЗНОП/Год	2018	2019	2020	2021	2022
Нездоровая растительность	41	38	24	24	43
Удовлетворительное состояние растительности	76	78	74	79	78
Здоровая растительность	26	27	45	40	22

Анализ данных позволяет определить ЗНОП, для которых необходимо провести полевое обследование для определения причин ухудшения их состояния (выявить механические повреждения, поражения вредителями, болезнями и т.д.), в целях разработки и проведения ряда мероприятий по уходу и восстановлению зеленых насаждений. Также на основании анализа данных можно оценить динамику изменения состояния объектов ЗНОП в муниципальном округе для установления общих причин улучшения или ухудшения качества зеленых насаждений. Кроме того, статистика по годам позволяет определить период с наилучшими показателями для оценки ситуации на этот год.

На основании проведенного исследования установлено, что результаты мониторинга ЗНОП Санкт-Петербурга с помощью инструментов геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли имеют значимое преимущество в сравнении с существующей Методикой, которое выражается в удобстве их анализа и возможности графического представления в виде карт.

Литература

1. Об утверждении Методики мониторинга состояния зеленых насаждений общего пользования на территории Санкт-Петербурга: Распоряжение Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга от 22 июня 2010 года N 99-р.
2. А. А. Авраамченко, А. Д. Железникова Подходы к оценке экологической устойчивости городов // Евразийский союз ученых. – 2018. – № 5–3(50). – стр. 36–40.
3. М. Е. Скачкова, О. С. Гурьева. Мониторинг состояния зеленых насаждений Санкт-Петербурга по материалам дистанционного зондирования // Экология и промышленность России. – 2023. – 27(5). – стр. 51.

Научный руководитель – канд. тех. наук, доцент М. Е. Скачкова.

Количественная оценка интенсивности пожаров и пожарного воздействия на растительность

А. Н. Забродин

СФУ, Институт инженерной физики и радиоэлектроники

Пожары растительности – это наиболее значимый фактор нарушенности лесов Сибири [1,2]. С возможностью дистанционного мониторинга энергетических характеристик пожаров открывается перспектива количественной оценки степени пожарного воздействия на растительность, что являлось основной целью работы.

В работе использовались спутниковые снимки Landsat-8/OLI/TIRS (Operational Land Imager / Thermal Infrared Sensor), полученные из открытых каталогов (<https://earthexplorer.usgs.gov>). Обработано 72 снимка для 7 типов растительности Сибири (36 пожаров, общей площадью 19 тыс. км²).

На основе пороговых диапазонов значений dNBR (Normalized Burn Ratio) [3] выделяли 4 категории пожарного воздействия на растительность: без признаков воздействия пожара (dNBR <0,099); низкий уровень пожарного воздействия (0,101–0,439); средний уровень (0,440–0,659); высокий уровень (>0,660). Сопряженно со степенью нарушенности рассматривали вариацию параметра радиационной мощности теплоизлучения пожаров (Fire Radiative Power, FRP), исходя из предположения, что интенсивность горения пропорциональна [4] количеству сгорающей биомассы, т.е. степени нарушенности. Использовалась стандартная ГИС-процедура пространственного пересечения векторных слоев. Для каждой выборки подсчитывали интегральное значение FRP, как сумму для значений всех пикселей, соответствующих заданным диапазонам dNBR с шагом 0,1. Далее оценивали связь между вариацией NBR/dNBR и интегральными значениями FRP для разных вариантов древостоев с оценкой коэффициента детерминации (R²).

Установлено, что соотношение классов нарушенности в светлохвойных насаждениях составляет 10%, 34%, 29% и 27% для негоревшей растительности, низкого, среднего и высокого уровня пожарного воздействия, соответственно. На послепожарных участках в темнохвойных лесах – 28%, 35%, 14% и 23%, а в случае тундровой растительности – 15%, 44%, 26% и 15%, соответственно. Для светлохвойных насаждений характерно преобладание классов среднего и высокого уровня пожарного воздействия (~56% от общей площади). Для послепожарных участков в темнохвойных древостоях до ~63 % от общей площади составляют классы негоревшей/незначительных повреждений и низкого уровня пожарного воздействия. Для растительности с преобладанием тундры и кедрового стланика выявлено доминирование низкого и среднего уровня (~70 % от общей площади).

Для рассмотренной выборки пожаров интегральные значения FRP варьировали на уровне 3000–732000 МВт в светлохвойных насаждениях, 12000–217000 МВт в зоне редколесий и тундры и до 900–79000 МВт в зоне темнохвойных. Здесь наиболее показательны верхние пределы FRP, которые достигаются в условиях высокоинтенсивного горения. Инструментально подтверждено, что пожары высокой интенсивности (интегральные значения FRP в границах одного пожара – 20000–100000 МВт) преимущественно фиксируются при пожарах в светлохвойных насаждениях, где выделяемые категории средней и высокой степени пожарного воздействия суммарно достигали 56% общей площади повреждения.

Проведенный анализ позволил выявить закономерности соотношения классов нарушенности для разных древостоев в терминах диапазонов dNBR. Соответствующие интегральные значения теплоизлучения от пожаров (FRP) в светлохвойных древостоях также имели значительные экстремумы до 730000 МВт, существенно превышающие данную характеристику для пожаров в темнохвойных лесах (до 79000 МВт) или в зоне тундры (> 200000 МВт). Между параметром dNBR и интегральной радиационной мощностью (FRP) выявлена значимая прямая корреляция (R²=0,77–0,94, p<0,05), что позволяет рассматривать эти индексы как взаимодополняющие при решении задачи оценки количества сгорающей биомассы с возможностью оперативного мониторинга пожарного воздействия на древостой в режиме, приближенному к реальному времени.

Литература

1. Барталев С. А., Стыценко Ф. В. Спутниковая оценка гибели древостоев от пожаров по данным о сезонном распределении пройденной огнем площади // Лесоведение. – 2021. – № 2. – стр. 115–122. DOI: 10.31857/S0024114821020029.
2. Kharuk V.I., Ponomarev E.I., Ivanova G.A., Dvinskaya M.L., Coogan S.C.P., Flannigan M.D. Wildfires in the Siberian taiga // *Ambio*. – 2021. – Issue 11. – V. 50. – P. 1953–1974. DOI: 10.1007/s13280-020-01490-x.
3. dos Santos S.M.B., Bento-Gonçalves A., Franca-Rocha W., Baptista G. Assessment of Burned Forest Area Severity and Postfire Regrowth in Chapada Diamantina National Park (Bahia, Brazil) Using dNBR and RdNBR Spectral Indices // *Geosciences*. – 2020. – V. 10. – № 106. DOI: 10.3390/geosciences10030106.
4. Kumar S.S., Roy D.P., Boschetti L., Kremens R. Exploiting the power law distribution properties of satellite fire radiative power retrievals: A method to estimate fire radiative energy and biomass burned from sparse satellite observations // *J. Geophys. Res.* – 2011. – V. 116. P.1–18. DOI: 10.1029/2011JD015676.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Е. И. Пономарев.

Состояние техногенно-трансформированного участка в криолитозоне по долговременным рядам спутниковых данных

Н. Д. Якимов

СФУ, Институт экологии и географии
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН

Значительные площади Сибири ежегодно подвергаются деструктивным факторам, что влечет повреждения растительного и почвенного покрова [1]. Такие факторы можно разделить на естественные (природные пожары) и антропогенные (промышленный/добывающий комплекс). Для первой группы характерна большая площадь нарушений и естественный процесс восстановления, а для второй группы свойственна низкая скорость восстановительных процессов растительного покрова или в отдельных случаях полная трансформация экосистем [2, 3]. Сукцессии нарушенных территорий в целом и на отдаленных участках Сибири можно оценивать при помощи спутниковых данных с использованием спектральных характеристик [3] и с применением вегетационных индексов. Информативность вегетационных характеристик в условиях успешного восстановления может быть ограничена временным интервалом до 5–7 лет [3], в то время как тепловые характеристики подстилающей поверхности способны сохранять признаки трансформации территорий более длительные сроки [2, 3].

Цель работы – выполнить геопространственный анализ долговременного состояния техногенно-трансформированного участка в условиях криолитозоны Сибири на примере рудника «Кайерканский».

Мы использовали спутниковые снимки среднего пространственного разрешения Landsat-8 OLI/TIRS (Operational Land Imager / Thermal Infrared Sensor) для вычисления радиояркостной температуры поверхности за период 2013–2022 гг. Landsat-7 ETM (Enhanced Thematic Mapper), Landsat-5 TM (Thematic Mapper) и Landsat-2 MSS (Multispectral Scanner System) для определения состояния разрастания карьера. Все использованные данные открыты и находятся в свободном доступе (USGS, <https://earthexplorer.usgs.gov/>). В работе были отобраны хроноряды спутниковых данных 1979–2000 гг. для выделения зон, находящихся на разных стадиях пост-техногенных сукцессий. Спектральные характеристики в ИК диапазоне были восстановлены за период 2013–2022 гг. для всех выделенных зон. Дополнительно рассматривали данные реанализа о средней температуре приземного слоя воздуха поверхности суши (GHCN_CAMS Gridded 2m Temperature (Land), <https://psl.noaa.gov/>). Температура была усреднена ежемесячно за летний сезон.

На основе спутниковых данных за 2013–2022 гг. мы оценили динамику аномалий теплового поля ($\Delta T/T_{\text{фон}}$, %) на техногенно-трансформированном участке рудника «Кайерканский». На рассмотренном временном интервале были выделены 3 этапа формирования карьера: I – 1957–1970 гг., II – 1979–1985 гг., III – 1985–2000 гг. Определение таких участков ограничивалось наличием информативных снимков Landsat до 2000 г. Было обработано 30 снимков Landsat-8 для расчета тепловых характеристик и 3 снимка Landsat-2/5/7 для разделения территории карьера на участки по этапам формирования.

Выявлено, что за период 2013–2022 гг. качественных изменений теплового режима поверхности и вегетационного индекса NDVI на участке рудника «Кайерканский» не зафиксировано. Наибольшая $\Delta T/T_{\text{фон}}$ в среднем за весь период исследования наблюдалась на I этапе ($\Delta T/T_{\text{фон}}$, % ~ 16,9%), а наименьшая на самом позднем, III этапе ($\Delta T/T_{\text{фон}}$, % ~ 10,9%). Максимальная $\Delta T/T_{\text{фон}}$ = 46,4% для I этапа зафиксирована в июне 2014 г. В то же время на нарушенном участке NDVI в среднем составляло <5% от значений для фоновой растительности. Исходя из средней температуры в зоне исследования, минимальные и максимальные значения (экстремумы) чередуются практически ежегодно. Для сезонов с повышением температуры воздуха на техногенно-трансформированной территории фиксируется повышение вегетационной активности растительного покрова (NDVI), а $\Delta T/T_{\text{фон}}$ снижается. Для сезонов с понижением средней температуры наблюдается обратная тенденция, NDVI снижается, $\Delta T/T_{\text{фон}}$ повышается. Тожество «прирост растительности = снижение тепловой аномалии» сохраняется для каждого рассмотренного этапа формирования техногенной территории. Таким образом от I к III этапу наблюдается закономерный рост NDVI и снижение аномалий теплового поля ($\Delta T/T_{\text{фон}}$, %).

Исследования выполнены за счет средств гранта Российского научного фонда № 23-14-20007, <https://rscf.ru/project/23-14-20007/>, Красноярского краевого фонда науки

Литература

1. A. Kirdyanov, M. Saurer, R. Siegwolf, A. Knorre, A.S. Prokushkin, O. Churakova, M.V. Fonti, U. Büntgen. Long-term ecological consequences of forest fires in the continuous permafrost zone of Siberia // *Env. Res. Let.* – 2020. – 15:034061.
2. T.V. Ponomareva, K.Y. Litvintsev, K.A. Finnikov, N.D. Yakimov, A.V. Sentyabov, E.I. Ponomarev. Soil Temperature in Disturbed Ecosystems of Central Siberia: Remote Sensing Data and Numerical Simulation // *Forests.* – 2021. – 12(8). P. 994.
3. E.I. Ponomarev, O.V. Masyagina, K.Y. Litvintsev, T.V. Ponomareva, E.G. Shvetsov, K.A. Finnikov. The effect of post-fire disturbances on a seasonally thawed layer in the permafrost larch forests of Central Siberia // *Forests.* – 2020. – 11. P. 790.

Научный руководитель – д-р биол. наук, проф. И. Н. Безкорвайная, канд. техн. наук, доцент Е. И. Пономарев.

Исследование «острова тепла» г. Магнитогорска

В. Д. Никишова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского

Остров тепла — это явление, при котором определенная территория или область становится значительно теплее, чем окружающие ее районы. В настоящее время идет увеличение урбанизированных территорий, что может повлиять на температурное поле.

Города оказывают тепловое загрязнение, так как в нем располагаются источники тепла, — это промышленные предприятия, транспорт и объекты, связанные с жилищно-коммунальным хозяйством [1], также в городе наблюдаются небольшие площади растительного покрова. Тепловое загрязнение может вызывать различные проблемы, такие как: высыхание почвы, ухудшение качества воздуха, потеря биоразнообразия и др. В данной работе исследуется температурное поле в г. Магнитогорск.

Цель исследования: выявить «остров тепла» города Магнитогорск и оценить его температурный режим по данным спутникового мониторинга на отобранных территориях для исследования.

Метод работы выполнялся в несколько этапов. Первым этапом, были проанализированы среднемесячные значения температуры по метеорологической станции г. Магнитогорск за 2020 год (дневные и ночные часы).

Вторым этапом, из интернет - ресурса [2] оценивалась среднемесячная температура с помощью спектрорадиометра Aqua Moderate Resolution Imaging (MODIS). Для начала брался участок, совпадающий с местоположением метеостанции и затем высчитывалась температура по данному участку. Затем данные по наземному и спутниковому мониторингу сопоставлялись. Корреляционных коэффициент связи для дневных температур составил 0,94, для ночных 0,96.

Третий этап — это деление города на сектора и анализ температур с каждого участка, и в результате составление карты-схемы температурного поля города. Результат работы представлен на рисунке.



Карта-схема среднегодовых значений температуры подстилающей поверхности за день, полученных с помощью спектрорадиометра MODIS

Для данного города «остров тепла» располагается на левом берегу реки Урал, где находится промышленный сектор города.

Литература

1. Балдина Е.А, Константинов П.И., Грищенко М.Ю. Исследование городских островов тепла с помощью данных дистанционного зондирования в инфракрасном диапазоне / Е.А. Балдина, П.И. Константинов, М.Ю. Грищенко, М.И. Варенцов // Земля из Космоса. – 2015. – Спецвыпуск.– С. 38–42.
2. EARTHDATA/ AppEEARS/ [Электронный ресурс]. URL: <https://appears.earthdatacloud.nasa.gov/> (дата обращения: 05.11.2022)

Научный руководитель – канд. геогр. наук, доцент Н.В. Короткова.

Система измерения уровня воды в водоемах для мониторинга паводковых ситуаций

Т. А. Катанов², В. Г. Гоголев¹, Я. М. Кардашевский¹, В. М. Ефимов¹

¹Северо-восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова

²Северо-восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова

Одним из основных экологических проблем в России являются паводки. В наше время влияние антропогенных факторов на водоемы оцениваются крайне высоко, в следствии этого участились резкие повышения уровни воды до критических значений, что приводит к сильным паводкам, которые отрицательно влияют на экосистему. Целью данной работы является разработка системы измерения уровня воды в водоемах для мониторинга паводковых ситуаций.

Принцип работы проекта: в данной работе в качестве решения проблемы, связанной с паводками, была разработана система измерения уровня воды в водоемах для мониторинга паводковых ситуаций. Предлагаемый проект состоит из 5 основных частей: Измерителя уровня воды, модуля приема и передачи данных, приемника на основе аппаратно-программного комплекса для работы с облачной базой данных и скрипта для обработки полученных данных об уровне воды, также сайта (веб-страницы) для вывода мониторинговых данных.

Автономные измерители будут располагаться на различных водоемах и выполнять замеры несколько раз в сутки. Измеренные данные отправляются посредством модуля приемо-передачи на базе LoRa-модуля к приемнику. Базовая станция в качестве приемника обрабатывает полученные данные, перенаправляет их к Wi-Fi модулю, а тот уже выводит данные на облачный базу данных. Информация об уровне воды в облачном сервисе обрабатывается скриптом, где происходят все необходимые расчёты. Все обработанные данные выводятся на сайт с учетом местоположений измерителей на карте и через приложение на Android.

Литература

1. В Якутии сообщили об угрозе наводнений на малых реках из-за больших объемов снега и льда // tass URL: <https://tass.ru/obschestvo/10654065> (дата обращения: 14.12.2021).
2. Наводнения в России и ущерб от них // tass URL: <https://tass.ru/proisshestiya/662522> (дата обращения: 14.09.2023).
3. Водочет на реках // База знаний URL: <http://www.cawater-info.net/bk/4-2-1-8-2-4.htm> (дата обращения: 25.10.2021).
4. Народный Мониторинг // Narodmon URL: <https://narodmon.ru/> (дата обращения: 05.12.2022).

Валидация доступных данных о температуре почв криолитозоны по материалам наземного эксперимента

М. Ю. Сыроежко

*Сибирский федеральный университет
Институт экологии и географии*

Освоение Арктики и антропогенное воздействие на экосистемы приводят к необходимости системного мониторинга происходящих изменений как наземными средствами, так и средствами дистанционного зондирования [1]. В криолитозоне Сибири на почвы и, в частности, на мерзлотный слой оказывает воздействие комплекс природных и техногенных факторов. Экспериментальные данные реанализа могут потребоваться для калибровки данных дистанционного зондирования, а также для дополнения результатов немногочисленных натуральных экспериментов. В работе рассмотрена возможность использования доступных альтернативных источников информации для долговременного мониторинга температурного режима почв криолитозоны Сибири. В этих целях, в частности, применимы экстраполяции данных реанализа измерений, выполняемых на стационарных метеостанциях. Территория исследования расположена в пределах Путоранской горной провинции северотаежных редкостойных лесов и горных тундр, на месте исследования почвы представлены торфяно-криоземами [2]. Схожие исследования с применением реанализа, но для территории Западной Сибири были описаны в работе С. Ю. Золотова в 2011 году [3].

Целью исследования была проверка применимости и валидация данных реанализа для долговременного контроля теплового режима почвы на основе материалов, полученных по итогу серии полевых исследований в Таймырском Долгано-Ненецком районе в летний период 2023 года. В рамках работы выполнен корреляционный анализ температурных характеристик почв на основе данных реанализа в сравнении с данными полевых исследований.

Исходные данные получены из открытых источников и полевых исследований в долине реки Болгохтох. Данные о температуре воздуха с метеостанции аэропорта Норильска им. Н. Н. Урванцева (METAR=UOOO), расположенной в 15 км от участка исследования, были получены из базы данных сайта ООО «Расписание Погоды» (www.rp5.ru, дата обращения 17.08.23), материалы реанализа температур почв (0–10 см) из открытого каталога Национального управления океанических и атмосферных исследований США (www.noaa.gov, дата обращения 19.08.23). Материалы наземных дискретных измерений температуры в почвенном профиле были получены при помощи логгера EClerk-M. (<https://relsib.com/katalog>).

Полученные данные реанализа были обработаны в программе с открытым кодом Quantum GIS (qgis.org) с дальнейшим анализом методом временных рядов температур почвы. Для данных реанализа температуры почв (0–10 см) и полевых измерений (для $h=5$ см), относительное отклонение составило ~11–30%.

Данные реанализа (0–10 см) по температурам почв коррелируют с измерениями метеостанции по температуре воздуха на уровне 2-х метров ($R^2 = 0,85$) и температуре почв (5 см) ($R^2 = 0,87$).

Основные результаты:

1. Количественно оценено относительное отклонение между измерениями температуры почвы по данным полевых исследований на глубине 5 см и данными реанализа на глубине 0–10 см. Относительное отклонение температуры почвы составило ~11–30% по отношению к температуре атмосферного воздуха и почвы: реанализ – 25%, полевые испытания – 27%.

2. Коэффициент достоверности аппроксимации для данных реанализа температуры почв и температуре атмосферного воздуха с метеостанции ($R^2 = 0,85$), а для почвенных данных реанализа и полевых исследований ($R^2 = 0,87$). Таким образом, материал реанализа позволяют дополнить недостающие данные о состоянии почв на глубину 5 см с требуемым уровнем достоверности.

Используя метод временных рядов и данные реанализа (NCEP/NCAR), можно выполнить пространственно-временную интерполяции приземных температур почвы, сравнимую с полевыми исследованиями для тундровых ландшафтов в условиях вечной мерзлоты.

Исследования выполнены за счет средств гранта Российского научного фонда № 23-14-20007, <https://rscf.ru/project/23-14-20007/>, Красноярского краевого фонда науки.

Литература

1. Т. В. Пономарёва, Е. И. Пономарёв, К. Ю. Литвинцев, К. А. Финников, Н. Д. Якимов. Тепловое состояние нарушенных почв в криолитозоне Сибири на основе дистанционных данных и численного моделирования // Вычислительные технологии. – 2022. – Т 27. – №3. – стр. 16-35.
2. Т. В. Пономарёва, О. В. Трефилова, А. В. Богородская, О. А. Шапченкова. Эколого-функциональная оценка состояния почв в зоне аэротехногенного воздействия Норильского промышленного комплекса // Сибирский экологический журнал. – 2014. – №6. – стр. 987-996.
3. С. Ю. Золотов, И. И. Ипполитов, С. В. Логинов, И. О. Лучицкая, Н. И. Белая. Сравнение данных реанализа NCEP/NCAR профилей температуры почвы с данными измерений сети станций на территории Западной Сибири // Криосфера Земли. – 2011. – XV. – № 2. – стр. 14-20.

Научный руководитель – канд. тех. наук, доцент Е. И. Пономарёв.

Реконструкция пожарного режима голоцена Канской лесостепи (на примере болота «Тертежское»)

З.В. Чентаева

Сибирский федеральный университет
Институт экологии и географии

Глобальное изменение климата, его влияние на частоту и характер пожаров – сегодня актуальная тема. Частота и характер лесных пожаров являются следствиями природных явлений, климата, ландшафтными условиями, структурами фитоценозов, деятельностью человека [1].

Цель исследования – реконструировать историю пожаров для территории Канской лесостепи за последние 3200 лет на примере болота «Тертежское».

Болото «Тертежское» располагается на приустьевом участке р. Тертеж (правый приток р. Енисей второго порядка) на левом берегу. Разрез мощностью 0,97 м, торфяная залежь топяного типа, подстилается гумусированными старичными суглинками.

Основным методом исследования явился макроугольковый анализ, выполненный по стандартной методике «Charcoal» [2]. Результаты подсчета макроугольков и данные о возрасте отложений в виде исходных данных переносились в программу *CharAnalysis* [3] для статистической обработки и построения графиков.

По результатам радиуглеродного датирования установлено, что начало болотообразования приходится на 3200 календарных лет назад (далее кал.л.н.). По периодизации голоцена Северной Евразии Хотинского [4] формирование болота приходится на вторую половину суббореального периода и (2500-3400 кал.л.н.) и весь субатлантический период (2500-0 кал.л.н.). Согласно полученным данным программы *CharAnalysis*, достоверные пики притока древесного угля приходятся на следующие даты: 3100, 2200, 1500 и 200 кал. л.н., так же выявлен один пожарный эпизод, не достигший пороговых значений, приходящейся на 800 кал.л.н.

Частота пожаров достигала максимальных значений в периодах 3200 – 2600 кал.л.н., 2100 – 1700 кал.л.н., 300 – 0 кал.л.н. Низкие значения частоты пожаров колебались в диапазонах 2500 – 2200 кал.л.н., 1600 – 1100 кал.л.н. Минимальное значение частоты пожаров для даты 800 кал.л.н.

Пик 3100 кал.л.н. приходится на период ксеротермического суббореального максимума (3700 – 3000) [5], выделяемого ранее для северной части Красноярского края. На этом этапе в составе растительного сообщества преобладает *Betula* и *Equisetum*, степень светопропускания (фотометрическое определение степени разложения) [6] достигает средних значений (70%), что свидетельствует о том, что территория не была переувлажнена, температура была относительно высокой для данного периода.

Достоверный пик 2200 кал.л.н. (68 – 70 см) совпадает с древесно-осоковым видом торфа в разрезе с повышенной степенью разложения, что в совокупности может указывать на накопление большого количества горючего материала и возникновению пожаров. Пожарный пик 1500 кал.л.н. совпадает с Малым климатический оптимумом, знаменующимся ростом температуры. Но также этот период характеризовался достаточным увлажнением, распространением темнохвойных пород и, вероятно, накоплению лесных горючих материалов.

Временной интервал 800 – 200 кал.л.н. характеризуется 2-мя пожарными эпизодами: недостоверным пожарным эпизодом 800 кал.л.н. и достоверным 200 кал.л.н. Последний объясняется интенсивным освоением территории [7], поступление макроугля усиливалось с поверхностным стоком.

Литература

1. Д.А. Куприянов, Е.Ю. Новенко. Реконструкция истории лесных пожаров в южной части Мордовского заповедника в голоцене по данным анализа макроскопических частиц угля в торфе // Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2021 Вып.26
2. Clarke C. Chemical preparation of macroscopic charcoal samples // Magadan, 2018. P. 1-4.
3. Higuera P. 2009. CharAnalysis 0.9: Diagnostic and analytical tools for sediment-charcoal analysis. Montana State University: Bozeman, MT. P. 27.
4. Хотинский, Н.Л. Голоценовые хроносрезы: дискуссионные проблемы палеогеографии голоцена // Развитие природы территории СССР в позднем плейстоцене и голоцене. - М., 1982. - С. 142–147.
5. Кошкарлов А. Д., Кошкарлова В. Л. Развитие природной среды бассейна р. Кас в послеледниковый период // Палеогеография Средней Сибири. Краснояр. гос. ун-т. Красноярск, 2003. Вып. 3. С. 38–43.
6. Chambers F., Beilman D. Methods for determining peat humification and for quantifying peat bulk density, organic matter and carbon content for palaeostudies of climate and peatland carbon dynamics // Mires and Peat, 2010. P. 1-10.
7. Красноярье: пять веков истории: учебное пособие по краеведению. Ч. 3. Города и районы Красноярского края. — Красноярск: Платина, 2008. — 448 с.: ил.

Научный руководитель – ст. преп. А. Б. Михайлова.

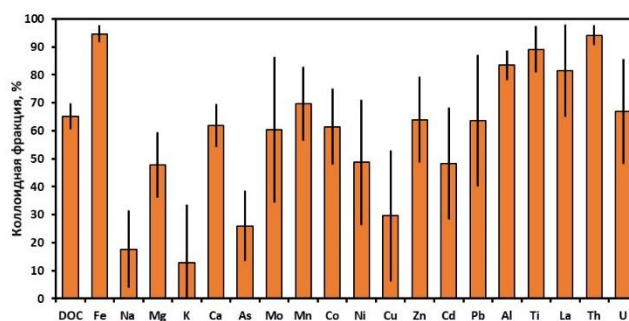
Содержание коллоидных форм органического углерода и микроэлементов в термокарстовых озерах Западной Сибири

Д. Г. Курашев, Р. М. Манасыпов

Томский государственный университет

Термокарстовые озера Западной Сибири являются одним из основных факторов, контролирующих накопление органического углерода во внутренних водах и выбросы парниковых газов в атмосферу. Из-за высокой концентрации аллохтонного (наземного) растворенного органического вещества (РОВ), большинство растворенных веществ присутствует в так называемых коллоидных формах (<0,45 мкм). В настоящее время состав низкомолекулярной истинно-растворенной формы (<1 кДа или 2–3 нм) органического углерода и микроэлементов в водах озер Западной Сибири изучен недостаточно, особенно в пределах градиента вечной мерзлоты.

Целью нашей работы было количественное определение взаимосвязи между коллоидным содержанием элементов и площадью поверхности озер в различных зонах многолетней мерзлоты. Площадь водного зеркала является одной из ключевых характеристик термокарстовых озер и, как известно, влияет на состав воды, содержание РОВ и физико-химические параметры [1, 2, 3], тем самым контролируя коллоидный статус основных химических элементов. Для выявления связи процента коллоидной фракции химических элементов с площадью озер нами был проведен корреляционный анализ с использованием коэффициента ранговой корреляции Спирмена ($p < 0,05$).



Содержание коллоидной фракции химических элементов в воде термокарстовых озер Западной Сибири (среднее \pm стандартное отклонение)

Установлена положительная корреляция между площадью озера и содержанием коллоидных фракций РОУ, Ni, редкоземельных элементов (РЗЭ) и Hf, что может быть связано с усиленной мобилизацией органического углерода (ОУ), микроэлементов и литогенных элементов из минерального горизонта (силикаты). Во всех зонах вечной мерзлоты коллоидные фракции щелочных и щелочноземельных элементов уменьшались с увеличением размеров озера, вероятно, за счет уменьшения концентрации РОУ в крупных озерах. От южной, свободной от вечной мерзлоты зоны, к северной, мерзлотной зоне, наблюдалось увеличение коллоидных фракций ОУ, Fe, Al, трех- и четырехвалентных катионов, Mn, Co, Ni, As, V, U. Это наблюдение можно объяснить усиленным питанием термокарстовых озер надмерзлотным стоком и таянием мерзлых торфяников в северных районах.

Потепление климата и деградация мерзлоты в Западной Сибири, предполагаемо, сместят границу вечной мерзлоты к северу, так что на севере сплошная зона многолетней мерзлоты станет прерывистой, а южная часть криолитозоны станет свободной от мерзлоты. Показатель кислотности воды озер, степень связи с подземными водами и активность автохтонной биологических процессов могут стать основными факторами, контролирующими изменение содержания низкомолекулярного, биодоступного углерода, микроэлементов и элементов-токсикантов в водах термокарстовых озер Западной Сибири.

Литература

1. Pokrovsky, O.S.; Shirokova, L.S.; Kirpotin, S.N.; Audry, S.; Viers, J.; Dupré, B. Effect of permafrost thawing on organic carbon and trace element colloidal speciation in the thermokarst lakes of western Siberia. *Biogeosciences* 2011, 8, 565–583c
2. Manasyпов, R.M.; Vorobyev, S.N.; Loiko, S.V.; Kritzkov, I.V.; Shirokova, L.S.; Shevchenko, V.P.; Kirpotin, S.N.; Kulizhsky, S.P.; Kolesnichenko, L.G.; Zemtsov, V.A.; et al. Seasonal dynamics of organic carbon and metals in thermokarst lakes from the discontinuous permafrost zone of western Siberia. *Biogeosciences* 2015, 12, 3009–3028.
3. Shirokova, L.S.; Pokrovsky, O.S.; Kirpotin, S.N.; Desmukh, C.; Pokrovsky, B.G.; Audry, S.; Viers, J. Biogeochemistry of organic carbon, CO₂, CH₄, and trace elements in thermokarst water bodies in discontinuous permafrost zones of Western Siberia. *Biogeochemistry* 2013, 113, 573–593.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Р. М. Манасыпов.

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОАНАЛИТИКА И ХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЭКОСИСТЕМ

Использование угольного сорбента на стадии биологической очистки (А. П. Баум, Н. В. Гусева).....	3
Содержание железа и марганца в системе донные отложения-взвешенное вещество-вода в р. Барсук (Ю. О. Белоусова, П. А. Шуплецова).....	4
Физико-химические и химические свойства снежного покрова на территории кампуса Сибирского федерального университета (Е. И. Жудров, А. М. Замаратский).....	5
Исследование суммарных извлечений, полученных из корневищ имбиря лекарственного (Е. Д. Олешко).....	6
Оценка влияния автодорог на экологическое состояние черноземов методом фитотестирования (А. Е. Храмов, Л. В. Галактионова)	6
Экологическое состояние и радиальная морфологическая структура почв территории кампуса СФУ (А. М. Замаратский, Е. И. Жудров).....	8
Проблемы нормирования хозяйственно-бытовых сбросов загрязняющих веществ от сельских населенных пунктов (В. А. Гаврилова)	9
Количественное содержание меди в поверхностных водах реки Миасс на территории г. Челябинска (В. В. Бусыгина).....	10
Влияние складирования снежных масс на загрязнение почвенного покрова на примере снегоотвала, расположенного в Советском районе г. Новосибирск (К. Н. Майбах).....	11
Прямое определение химических форм ртути в твердых образцах методом термического испарения в сочетании с ЭТА-ААС-детектированием (И. А. Бекеша).....	12
Оценка органического загрязнения рек Юго-Восточной части Калининградской области по трем гидрологическим сезонам (Т. А. Булочникова, В. С. Таран, В. Аникьева).....	13
Оценка воздействия предприятий микроэлектроники на компоненты природной среды (М. А. Чудакова)	14
Оценка экологического состояния окружающей среды после воздействия противообледенительных жидкостей (на примере Московской области) (Н. О. Коршунова).....	15
Контроль содержания приоритетных загрязняющих веществ в Уводском водохранилище (Р. Д. Ситанов, Ю. А. Константинова, Т. В. Извекова, А. А. Гуцин).....	16
Мониторинг водоемов города Новосибирска (озеро «Верховое, карьеры «Радиостанция», «Ласточкин») (В. А. Поцелуева).....	17
Содержание полиароматических углеводородов в уличной пыли г. Междуреченска (Южный Кузбасс) (С. С. Чурина)	19
Изучение уровня загрязнения крапивы двудомной (<i>Urtica dioica</i> L.), произрастающей в экологически неблагоприятных районах РСО-Алания, мышьяком, кадмием и свинцом в 2021-2023 гг. (К. А. Пех, А. А. Бесолова, М. Ф. Джаджиева)	20
Диэфиры о-фталевой кислоты в поверхностных водах с фоновым уровнем загрязнения (Т. А. Григорьева)	21
Оценка уровня содержания химических элементов в бассейне реки Гизельдон РСО-Алания в 2022-2023 гг. (А. А. Бесолова, Л. В. Туаева, А. Т. Рамонова).....	22
Влияние мазутного загрязнения на численность бактерий в бурых лесных почвах (А. А. Кузина, В. Г. Гайворонский, С. И. Колесников).....	23

ГЕОЭКОЛОГИЯ

Городской остров тепла Екатеринбурга (Н. Р. Факаева)	24
Почвенно-геохимическая структура Чарской котловины (Забайкальский край, Каларский район) (С. В. Незнаева)	25
Фотосинтетическая активность хвои <i>Pinus sibirica</i> произрастающей на разной высоте над уровнем моря на территории природного парка «Ергаки» (А. А. Калабина)	26
Исследование зависимости валового содержания тяжелых металлов в снежном покрове и в поверхностных водах (на примере г. Новосибирска) (Е. Ю. Гречаная, Д. С. Непропекина)	27
Изменение теплового режим подстилающей при техногенном воздействии по спутниковым измерениям в ИК диапазоне на примере участка нефтегазразработки в арктической зоне Сибири (А. А. Карсаков)	28
Вариация теплового потока и уровень сезонного протаивания в почвах криолитозоны (Г. Е. Пономарёв)	29
Современные тренды метеорологических показателей, как факторы динамики горимости в Сибири (А. В. Мальканова)	30
Особенность «Арктической стратегии Японии» в XXI веке (Х. Кон)	31
Применение данных ДЗЗ для контроля опасных геологических процессов вдоль магистральных трубопроводов (на примере Макаровского района Сахалинской области) (А. С. Харыбина, А. К. Юмашева, М. А. Миронова)	32
Геохимические особенности поступления Hg в годовые кольца сосны обыкновенной (<i>Pinus sylvestris</i> L.) (М. Г. Крачнакова, Т. Х. Ш. Ле)	33
Влияние метеорологических характеристик на дендрогеохимию ртути территории Томского района (Т. Х. Ш. Ле, М. Г. Крачнакова)	34
Уровень пылевой нагрузки и вещественный состав твердого осадка снега в районе расположения глиноземного производства (Е. О. Тармёнок)	35
Анализ гранулометрического состава нерастворимого осадка снегового покрова в зоне воздействия теплоэлектростанции (на примере города Томск) (Р. Ю. Санарова)	36
Экспериментальное определение класса опасности хвостов флотационного обогащения сульфидных медно-никелевых руд (С. И. Старостина)	37
Элементный состав уличной пыли как индикатор геоэкологического состояния промышленно-урбанизированной территории (на примере г. Томска) (А. И. Беспалова)	38
Данные для картирования гидрохимических параметров реки Улу-Юл и ее притоков (А. В. Максимова)	39
Создание биогеохимических барьеров для иммобилизации радионуклидов на участке шламоотстойников предприятия ядерно-топливного цикла (С. М. Софронова)	40
Улучшение программы производственного экологического мониторинга АО «Кучуксульфат» (А. О. Спирин)	41
Распределение урана и тяжелых металлов на территории Приаргунского производственного горно-химического объединения (ППГХО) в зоне воздействия хвостохранилища (В. П. Подзорова)	42
Тренды температурного режима почв криолитозоны в Красноярском крае (П. Д. Третьяков)	43
Морфологические особенности <i>Pinus sibirica</i> на верхней границе леса хребта Борус Западного Саяна (К. М. Максимова, И. И. Кушпер, П. И. Печерин)	44
Анализ эрозионных процессов на малых реках г. Новосибирска (Л. С. Бледнова, Е. А. Непомнящих, А. А. Непомнящих, А. Д. Бурак)	45
Анализ загрязнения окружающей среды урбанизированных территорий на примере города Бузулук по комплексу признаков у хвойных пород (П. Д. Сорокина, А. Д. Юрченко)	46

АДСОРБЦИОННО-КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

- Получение термостабильных полимеров путем можификации лигнина (Ю. И. Назарова; М. Д. Юрьева) 47
- Углеродная эрозия сплавов на основе кобальта как способ создания катализаторов для пиролиза углеводородов с получением углеродных наноматериалов (Д. А. Гилин) 48
- Окислительная каталитическая переработка лигноцеллюлозной возобновляемой биомассы в муравьиную кислоту с применением OxFA процесса (И. А. Черенков, Т. Б. Медведева, И. А. Лукоянов, В. Н. Панченко, М. Н. Тимофеева, Н. В. Громов) 49
- Превращение целлюлозы, выделенной из Мискантуса Сорановского, в 5-гидроксиметилфурфурол в присутствии серосодержащих циркониевых катализаторов (К. С. Черепанова, Т. Б. Медведева, А. В. Жужгов, Н. В. Громов) 50
- Синтез никельсодержащих катализаторов метанирования CO₂ методом твердофазного горения энергоемких комплексов никеля (К. А. Дмитрук, О. И. Мазина)..... 51
- Исследование углеродных материалов, полученных из рисовой шелухи, в процессе емкостной деионизации (М. Д. Приданников) 52
- Разработка низкотемпературных композитных сорбентов CO₂ на основе ионных жидкостей (А. Ж. Шешковас) 53
- Исследование структуры и транспортных свойств композиционных материалов на основе LSCF-SDC (О. В. Черендина, Е. В. Шубникова, О. А. Брагина, М. О. Хохлова, А. П. Немудрый)..... 54
- Исследование процесса жидкофазного пероксидного окисления фенола в присутствии твердых железосодержащих оксидных катализаторов различной структуры (А. К. Петренко, Т.Б. Медведева, П. В. Землянский, М. Н. Тимофеева, Н. В. Громов)..... 55
- Исследование кислородной проницаемости микротрубчатых мембран на основе SrFe_{1-x}W_xO_{3-δ}, применяемых в каталитических мембранных реакторах окислительного дегидрирования этана (А. Д. Новиков)..... 56
- Характеризация нового композитного сорбента LiCl/высокопористый силикагель для адсорбционного преобразования теплоты (А. В. Черпакова) 57
- Разработка упрочненного материала кипящего слоя на основе коммерчески доступного γ-Al₂O₃ (А. П. Люлюкин)..... 58
- Паровая конверсия метанола в водородсодержащий газ для питания топливных элементов (А. Д. Кузнецова)..... 59
- Исследование процесса глубокого каталитического пероксидного окисления фенола в водной среде в присутствии композитов твердых оксидов замещения на основе MeFe₂O₄ (Me – Cu, Mn, Mg, Co, Zn) и целлюлозы (А. А. Перебейнос, В. В. Гуровский, Д. А. Яценко, Т. И. Мищенко, Н. В. Громов) 60
- Сорбция Cr (VI) с использованием наночастиц магнетита Fe₃O₄: Изотермы адсорбции, кинетические и термодинамические исследования (С. Э. Ага-Тагиева, А. С. Омелянчик, К. Э. Магомедов, Е. В. Левада, В. В. Родионова) 61
- NiCu- и CoCu-содержащие катализаторы различного состава для процесса гидроконверсии фурфурола (А. А. Сумина, С. А. Селищева) 62
- Оценка возможности применения синтетического цеолита NaY для сорбционной очистки жидких сред от Cs, Sr, Co, Pb, La и последующей иммобилизации металлов в керамических матрицах (Я. Г. Зернов, Н. П. Иванов, П. А. Мармаза, С. М. Писарев, В. Л. Расторгуев)..... 63
- Оптимизация состава кобальтового катализатора в процессе получения пропилпропионата из этилена и этиленсодержащих газов (В. В. Норин, Е. А. Сидельникова, М. Т. Кузнецов, Т. А. Гиль)..... 64
- ## ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
- Механохимический синтез бикомпонентных Ni_xSn_{1-x} катализаторов для получения углеродных нановолокон (Д. М. Шивцов) 65
- Применения новых сорбентов для улучшения экологического состояния водных ресурсов (Ю. И. Назарова) 66

Особенности выделения редкоземельных элементов из механохимически модифицированных бурых углей (Л. И. Юдина).....	67
Изучение новой системы аэрации для биологической очистки бытовых сточных вод (Е. А. Урбоков, Р. А. Князев).....	68
Исследование процесса сорбции ионов кремния из раствора на оксигидроксиде алюминия, модифицированном ионами марганца и меди (Ю. Ю. Фаллер).....	69
Исследование реологических свойств суспензий на основе порошков ZrV_2/HfV_2 и фенолформальдегидной смолы (Я. М. Шершов, Д. А. Банных).....	70
Исследование влияния различных сред на биоразлагаемый пластик (И. А. Перминова).....	71
Исследование сорбционной эффективности отечественных минеральных сорбентов для очистки водопроводной воды (А. В. Кольцова).....	72
Очистные сооружения канализации г. Улан-Батор (Монголия) (К. И. Уколова, П. В. Окишева, Г. Т. Амбросова).....	73
Исследование процесса рекристаллизации целлюлозы, крахмала и хитина в нативном и в индивидуальном виде (Т. Е. Кусков, В. А. Бухтояров).....	74
Применение вторичного сырья огнеупорных материалов для создания теплоизоляционных композитов (А. В. Самусова, Ф. К. Горбунов).....	75
Доочистка хозяйственно-бытовых сточных вод с применением новых сорбционных фильтрующих материалов (Н. В. Гусева, А. П. Баум).....	76
Определение механизма фотодеградации антибиотика хлорамфеникола в водных растворах для разработки фотохимических методов очистки от фармацевтических препаратов (Ю. А. Беликов).....	77
Магнитные наночастицы модифицированных октацеллдиамином для очистки воды от органических красителей (Т. Х. Лян, С. Э. Ага-Тагиева, А. С. Омельяничик, К. Э. Магомедов, С. З. Чжан, В. В. Родионова).....	78
Мусороперерабатывающий завод. Переработка органики. (П. А. Винокурцева).....	79
Сохранение экологических и культурных ландшафтов в контексте проектирования мест отдыха. Анализ мирового опыта. (А. Ф. Воликова, А. Д. Захарова).....	80
Исследования процессов осаждения ионов кобальта и никеля в разряде постоянного тока (Е. С. Шмелева, А. Н. Торговкина).....	81
Получение фукоидана из <i>Fucus vesiculosus</i> L. Белого моря и изучение его состава (Е. А. Дерябина).....	82
Соединения фенильной группы в составе термочувствительной бумаги (М. С. Алексеев, А. Е. Рахманин, В. Ф. Торосян).....	83
Окислительный фотолиз фенола эксилампами KrCl и XeBr (А. А. Федорова).....	84
Сравнительный анализ эффективности использования солей алюминия при проведении коагуляционной очистки вод, загрязненных гуматом (Е. С. Булинг).....	85
Искровое плазменное спекание керамических матриц, получаемых путем гидротермальной конверсии отходов производства борной кислоты, для иммобилизации радионуклидов кобальта (В. Л. Расторгуев, П. А. Мармаза., С. М. Писарев, Н. П. Иванов, С. Б. Ярусова).....	86
Оценка возможности использования водорослей Балтийского моря для производства органических удобрений (А. К. Шевелева).....	87
Сравнительный анализ различных методов деструкции отходов пенькопроизводства с результатами полевой апробации (И. Д. Рыбкин).....	88

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Исследование тест-реакций культурных растений при биотестировании природных вод (Н. С. Соколов, А. А. Неверова, Т. О. Ерченко)	89
Факторы риска развития рака желудка (А. А. Есаков)	90
Содержание некоторых металлов в волосах детского населения горнопромышленных районов юго-восточной части Забайкальского края (А. А. Казакова, Е. М. Вершкова)	91
Влияние соединений тяжелых металлов на роголистник погруженный (<i>Ceratophyllum demersum</i>) (К. И. Корнякова).....	92
Биологическая защита семян пшеницы в сухой год как фактор влияния на микрофлору почвы (Е. А. Шарко, А. А. Побеленская)	93
Воздействие ионов никеля на роголистник погруженный (<i>Ceratophyllum demersum</i> L.) (В. В. Бочка)	94
Биомониторинг водных и наземных экосистем (Т. С. Берлі).....	95
Характеристика распределения тяжелых металлов в органах млекопитающих Приморского края (Д. А. Иванова)	96
Биологически активные соединения и эфирное масло лавра благородного (М. Ш. Назарова)	97
Влияние биоугля из скорлупы кедровых орехов на концентрацию токсичных элементов в типичных для выращивания микрорзелени субстратах (А. А. Дрягина).....	98
Усовершенствование вирусных биоинсектицидов на основе представителя Суровirus (А. О. Субботина, В.В. Мартмянов, И.А. Белоусова)	99
Воздействие хлора на здоровье человека и окружающую среду (А. Г. Гмыря).....	100
Микробиологическое разложение отходов ДСП (М. Д. Юрьева).....	101
Скрининг промышленно-значимых штаммов бактерий на способность к утилизации пальмового масла с целью разработки эффективного биопрепарата для деструкции отходов производства пальмового масла (А. Н. Сысоева, Ю. С. Топилина)	102
Оценка степени эвтрофирования реки Барсук (бассейн р. Ишим) (Е. Л. Тетерева, Д. А. Перевалова, Ю. О. Белоусова, П. А. Шуплецова)	103
<i>Drosophila melanogaster</i> как тест-система для оценки загрязнения воздуха на примере г. Казань (Р. Д. Соколов, В. В. Костенко)	104
Воздействие железа и цинка на морфологические параметры крапивы двудомной (<i>Urtica dioica</i> L.), произрастающей в РСО-Алания, в 2022 году (К. А. Пех, Д. С. Дудиева, З. В. Тогоева).....	105

ГЕОГРАФИЯ И ПОПУЛЯЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ И РАСТЕНИЙ

Влияние солёности и концентрации компонентов морской искусственной воды на токсическое воздействие бихромата калия на молодь галобионтного рачка <i>Artemia salina</i> L. (Н. К. Артына, Ю. С. Григорьев, М. С. Чернийчук, М. В. Карпов)	106
Оценка динамики верхней границы хвойной лесной растительности в экотоне лесотундры (А. С. Котенева)	107
Анализ корреляционного соответствия специфики сукцессии фитоценозов и изменения санитарно-химических и радиологических показателей состояния почвы на отвалах плотных осадочных пород (На примере Горловского антрацитового месторождения) (А. Е. Скотарева).....	108
История трансформации растительности субарктической части Пур-Тазовского междуречья в голоцене (Н. В. Шефер).....	109
Математическое моделирование и обработка данных наблюдений планктонного сообщества озера Байкал (В. С. Шапаренко)	110

Болезни растений из рода <i>Clarkia</i> Pursh. в условиях юга Западной Сибири (В. А. Липатова, А. А. Зибина, Е. В. Королева)	111
Оценка устойчивости бобовых и злаковых растений к нефтяному загрязнению почв (В. Э. Ким)	112
Зараженность метацеркариями описторхид рыб семейства <i>Cyprinidae</i> в реке Омь Новосибирской области (Б. А. Самохин, Т. С. Вельбой).....	113
Анализ экологического состояния вод малых рек степной части Южного Урала по организмам зообентоса (на примере реки Берсувань) (М. В. Бардуков)	114
Сравнительная характеристика фотосинтетической активности хвои сосны сибирской кедровой и пихты сибирской на территории природного парка «Ергаки» (Е. Е. Позднякова).....	115
Мониторинг сообществ гидробионтов в летний период в дневное и ночное время у восточного берега южной котловины оз. Байкал (А. В. Лавникова, С. А. Бирицкая, Л. Б. Бухаева, Д. И. Голубец, Я. К. Ермолаева, Н. А. Кульбачная, М. А. Масленникова, И. В. Миловидова, О. А. Садыкова, Д. Ю. Карнаухов).....	116
Изучение аккумулирующих способностей мохообразных на Большом болоте Калининградской области (Р. А. Баймуратов)	117
ТЕХНОЛОГИИ МОНИТОРИНГА И КОНТОРЛЯ ДИНАМИКИ ЭКОСИСТЕМ. СНИЖЕНИЕ ЭМИССИИ УГЛЕРОДА	
Исследование влияния температурного воздействия на прочностные характеристики и окислительную устойчивость карбидокремниевое волокна (Д. В. Валяев, М. А. Голосов).....	118
Оценка уровня развития низкоуглеродной экономики в ХМАО-Югре и практические рекомендации к его повышению (А. А. Антипина, А. А. Фильчак, А. В. Коробкин)	119
Усовершенствование методики мониторинга зеленых насаждений общего пользования Санкт-Петербурга с применением данных дистанционного зондирования Земли и геоинформационных технологий (М. Е. Скачкова, Е. А. Сердюкова)	120
Количественная оценка интенсивности пожаров и пожарного воздействия на растительность (А. Н. Забродин)	121
Состояние техногенно-трансформированного участка в криолитозоне по долговременным рядам спутниковых данных (Н. Д. Якимов).....	122
Исследование «острова тепла» г. Магнитогорска (В. Д. Никишова)	123
Система измерения уровня воды в водоемах для мониторинга паводковых ситуаций (Т. А. Катанов, В. Г. Гоголев, Я. М. Кардашевский, В. М. Ефимов).....	124
Валидация доступных данных о температуре почв криолитозоны по материалам наземного эксперимента (М. Ю. Сыроежко).....	125
Реконструкция пожарного режима голоцена Канской лесостепи (на примере болота «Тертежское») (З. В. Чентаева)	126
Содержание коллоидных форм органического углерода и микроэлементов в термокарстовых озерах Западной Сибири (Д. Г. Курашев, Р. М. Манасыпов).....	127

Научное издание

ЭКОЛОГИЯ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Материалы XXVI Международной экологической студенческой конференции

Тезисы издаются в авторской редакции

Подготовка к печати С. В. Исаковой

Оригинал-макет Т. Е. Романовой

Обложка Е. В. Неклюдовой

Подписано в печать 25.10.2023 г.

Формат 60×84 1/8. Уч.-изд. л. 10. Усл. печ. л. 9,3.

Тираж 21 экз. Заказ № 261

Издательско-полиграфический центр НГУ.
630090, Новосибирск-90, ул. Пирогова, 2.