

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Сыктывкарский государственный университет имени Питирима Сорокина»
(ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина»)
Институт естественных наук
Студенческое научное объединение



СЫКТЫВКАРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ
имени Питирима Сорокина



СОВРЕМЕННАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА И СОСТОЯНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

**Студенческая научно-практическая конференция
(Сыктывкар, 18 ноября 2022 года)**

Сборник трудов

Сыктывкар
Издательство СГУ им. Питирима Сорокина
2022

УДК 574
ББК 28.025.7
С56

Мероприятие проведено в рамках реализации в форме субсидий из федерального бюджета образовательным организациям высшего образования на реализацию мероприятий, направленных на поддержку студенческих научных сообществ (Соглашение о предоставлении из федерального бюджета грантов в форме субсидий в соответствии с пунктом 4 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации от 1 июня 2022 г. №075-15-2022-1070 - Молодежный проект «Наука молодых – устойчивое развитие Республики Коми»)

Ответственный редактор

Кудрявцев Роман Викторович, обучающийся группы 222-ЭПо
института естественных наук, председатель СНО института естественных наук

Редакционная коллегия

Плюснин Сергей Николаевна, канд. биол. наук, и. о. директора
института естественных наук

С56 Современная экологическая обстановка и состояние биоразнообразия в Республике Коми: Студенческая научно-практическая конференция (Сыктывкар, 18 ноября 2022 года) : сборник трудов / отв. ред. Р. В. Кудрявцева. – Сыктывкар: Изд-во СГУ им. Питирима Сорокина, 2022. – 56 с.

ISBN 978-5-87661-774-3

В сборник вошли материалы студенческой научно-практической конференции «Современная экологическая обстановка и состояние биоразнообразия в Республике Коми». Тематика статей охватывает актуальные вопросы загрязнения окружающей среды, экологии и биоразнообразия в Республике Коми. Целью конференции стал обмен научными знаниями и обсуждение актуальных практических проблем в сфере экологического развития северного региона.

Сборник адресован студентам, аспирантам, преподавателям, а также всем интересующимся вопросами развития студенческой науки.

За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций, а также научные руководители. Мнение редакционной коллегии может не совпадать с мнением авторов.

**УДК 574
ББК 28.025.7**

ISBN 978-5-87661-774-3

© ФГБОУ ВО «СГУ им. Питирима Сорокина»,
2022

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Горбач Н. М., Старцев В. В., Прокушкин А. С., Мазур А. С., Дымов А. А.</i> ВЛИЯНИЕ ПОЖАРОВ НА ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОРГАНОГЕННЫХ ГОРИЗОНТОВ В ЕЛЬНИКЕ ЗЕЛЕНОМОШНОМ И СОСНЯКЕ ЛИШАЙНИКОВОМ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ.....	4
<i>Кудрявцев Р. В., Мыльникова Т. А., Плюснин С. Н.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДЕ СЫКТЫВКАРЕ И НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «КОЙГОРОДСКИЙ» МЕТОДАМИ БИОИНДИКАЦИИ ПО ЛИШАЙНИКАМ.....	8
<i>Протокович З. А., Чупрова Ю. М.</i> СОДЕРЖАНИЕ НИТРИТ-АНИОНОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КОЙГОРОДСКИЙ».....	16
<i>Попов А. Л., Денисенко К. В.</i> СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КОЙГОРОДСКИЙ»	19
<i>Лисицкий С. Д., Вахрушев Л. А.</i> СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ АММОНИЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КОЙГОРОДСКИЙ».....	22
<i>Ануфриев А. О., Чупров П. А.</i> СОДЕРЖАНИЕ ФОСФАТ-ИОНОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КОЙГОРОДСКИЙ».....	25
Бахтина В. Д., Корычева О. И. УРЕАЗНАЯ И КАТАЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КОЙГОРОДСКИЙ»	28
<i>Коряковцева А. А.</i> РЕСУРСНЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА РОЗОВЫЕ (ROSACEAE) В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «КОЙГОРОДСКИЙ»	31
<i>Чупрова Ю. М., Протокович З. А.</i> ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ ПРОСТЫХ ЛИСТЬЕВ БЕРЁЗЫ ПУШИСТОЙ (BETULA PUBESCENS) И БЕРЁЗЫ ПОВИСЛОЙ (BETULA PENDULA).....	34
<i>Ожегов В. А., Плюснин С. Н.</i> ОЦЕНКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КОЙГОРОДСКИЙ» В ВЕРХОВЬЯХ РЕКИ СУРАН.....	39
<i>Иголкин И. С.</i> БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ КОМИ	46
<i>Мансуров В. В.</i> МОНИТОРИНГ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ НА ПРИМЕРЕ КОРТКЕРОССКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КОМИ.....	51

ВЛИЯНИЕ ПОЖАРОВ НА ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ОРГАНОГЕННЫХ ГОРИЗОНТОВ В ЕЛЬНИКЕ ЗЕЛЕНОМОШНОМ И СОСНЯКЕ ЛИШАЙНИКОВОМ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

Н. М. Горбач,

аспирант

СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар

В. В. Старцев,

Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

А. С. Прокушкин,

Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск

А. С. Мазур,

СПбГУ, г. Санкт-Петербург

А. А. Дымов,

Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар

Аннотация. В данном исследовании произведён анализ изменений химических свойств органогенного горизонта (подстилок), которые вызывают низовые пожары. Влияние пожаров изучали с применением эксперимента по сжиганию. Изменения подстилок в результате горения исследовали с применением анализа стабильных изотопов $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ и твердофазной ^{13}C -ЯМР-спектроскопии. Выявлено, что влияние высоких температур приводит к облегчению $\delta^{13}\text{C}$ и утяжелению $\delta^{15}\text{N}$ в органогенных горизонтах. Установлено, что в результате горения происходит увеличение содержания углерода, связанного с ароматическими структурами в органическом веществе подстилок.

Ключевые слова: лесные пожары, бореальные леса, лесная подстилка, твердофазный ^{13}C -ЯМР, стабильные изотопы $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$

Лесные пожары являются одним из важнейших факторов природных циклов, их частота и интенсивность во многом зависит от климатических условий и деятельности человека [12]. Пожары представляют собой глобальное явление, способное дестабилизировать все компоненты биосферы, регулирующее их функционирование и приводящее к формированию новых послепожарных экосистем [1; 2]. Воздействие лесных пожаров на природную среду многогранно и комплексно. Нарушая углеродный, азотный, водный и другие круговороты, лесные пожары часто трансформируют созданный десятилетиями баланс экосистем. Лесные пожары представляют угрозу для многих экосистем, в том числе для бореальных [8]. Учитывая объем углерода, содержащийся в лесных экосистемах, становится особенно актуаль-

ным вопрос о решении проблем, связанных с пожарами. Можно предположить, что глобальное изменение климата приведёт к увеличению частоты и масштабов пожаров в экосистемах высоких широт [5]. Только за последнее десятилетие в Республике Коми выявлено 2963 лесных пожара общей площадью 127,51 тыс. га [3]. Большинство лесных пожаров возникло по вине людей или в результате ударов молнии [3].

Воздействие пожаров на органогенный горизонт (подстилку) почв бореального региона в настоящее время изучено недостаточно. В данном исследовании мы рассматривали изменения свойств органогенных горизонтов, вызванные пожарами, на примере пирогенного эксперимента. Эксперимент заключался в имитации влияния пожаров на органогенные горизонты типичных для бореального региона лесов – сосняка лишайникового (ассоциация *Flavocetrario-Pinetum*) и ельника зеленомошного (ассоциация *Piceetum hylocomiosum*). Для сосняка лишайникового органогенный горизонт был разделён на подгоризонты $O(L)$, представляющие собой свежий опад и лишайники, и $O(F+H)$, формирующиеся из средне и хорошо разложившихся растительных остатков. Из-за сложности, связанной с разделением «ферментированного» $O(F)$ и «гумусированного» $O(H)$ подгоризонтов, в сосняке они были объединены как $O(F+H)$. В подстилках, отобранных в сосняке лишайниковом, были исследованы образцы с разным содержанием лишайника: в первом образце, обозначенном как $O(L)-I$, содержание лишайника составило 22 %, во втором, обозначенном как $O(L)-II$, доля лишайника составила 51%. Для ельника зеленомошного подстилку разделяли на подгоризонты $O(L)$, $O(F)$, и $O(H)$. Образцы подгоризонта $O(L)$ для обоих типов леса были разделены по фракциям (хвоя, листва, ветви, мох и лишайник) для выявления долевого содержания отдельных фракций по массе. Нагрев образцов проводили в лабораторных условиях в течение трёх часов при фиксированных температурах (200, 300 и 500 °C) в печи LV9/11 P330 (Nabertherm, Германия).

Изменения химических свойств подстилок проводили на основе анализа стабильных изотопов $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$ и твердофазной ^{13}C -ЯМР-спектроскопии. Природное содержание стабильных изотопов $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$ широко используется в исследованиях экосистемных процессов [13]. Соотношения стабильных изотопов $^{13}C/^{12}C$ и $^{15}N/^{14}N$ определяли с помощью масс-спектрометра IsoPrime 100 (IsoPrime Corporation, Великобритания) и элементного анализатора vario ISOTOPE (Elementar Analysen systeme GmbH, Германия). Исследование областей химического сдвига с помощью твердофазной ^{13}C -

ЯМР является полезным инструментом для характеристики свойств органического вещества (ОВ), что позволяет проследить изменения в ОВ в результате влияния высоких температур [4; 9; 10]. Твердофазные спектры ^{13}C -ЯМР органогенных горизонтов установили на приборе Bruker Avance III 400WB (100,53 МГц) (Bruker, Германия) с частотой вращения 12,5 кГц, временем контакта 5 мс и задержкой рецикла 2 с в ресурсном центре исследовательского парка «Магнитно-резонансные методы исследований» Санкт-Петербургского государственного университета. Перед анализом ^{13}C -ЯМР образцы обрабатывали 10 %-ным раствором плавиковой кислоты, для удаления парамагнитного железа, которое вызывает помехи в отношении сигнал–шум в спектрах.

Выявлено, что высокие температуры повлияли на все исследуемые параметры. Значения стабильных изотопов $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{15}\text{N}$ варьируют слабо. В исходных образцах органогенных горизонтов сосняка лишайникового значения изотопов $\delta^{13}\text{C}$ составляли $-28,51 \pm 0,02\%$ в $O(L)-I$, $-28,06 \pm 0,01\%$ в $O(L)-II$ и $-28,67 \pm 0,02\%$ в $O(F+H)$. В свою очередь, в исходных образцах ельника зеленомошного значения изотопов $\delta^{13}\text{C}$ были равны $-30,34 \pm 0,03\%$ в $O(L)$, $-29,59 \pm 0,03\%$ в $O(F)$ и $-28,59 \pm 0,04\%$ в $O(H)$. Значения изотопов $\delta^{15}\text{N}$ в исходных образцах сосняка лишайникового составили $-4,07 \pm 0,003\%$, $-4,19 \pm 0,07\%$ и $-0,94 \pm 0,14\%$ в $O(L)-I$, $O(L)-II$ и $O(F+H)$ соответственно. Значения изотопов $\delta^{15}\text{N}$ в исходных образцах ельника зеленомошного были равны $-2,08 \pm 0,08\%$, $-0,96 \pm 0,05\%$ и $1,16 \pm 0,03\%$ в $O(L)$, $O(F)$ и $O(H)$. Выявлено, что с повышением температуры наблюдается незначительное постепенное снижение значений изотопа $\delta^{13}\text{C}$ в среднем на 0,8 ‰ и на 0,4 ‰ в подстилке соснового и елового леса соответственно. Только в подгоризонтах $O(L)$ и $O(H)$ ельника минимальное содержание $\delta^{13}\text{C}$ было при 300 °С. Установлено увеличение значений $\delta^{15}\text{N}$ в пробах лесных подстилок.

В результате эксперимента отчётливо наблюдается незначительное облегчение значений $\delta^{13}\text{C}$ и утяжеление значений $\delta^{15}\text{N}$. Полученные нами результаты не согласуются с более ранними работами, в которых говорится, что содержание стабильного изотопа $\delta^{13}\text{C}$ увеличивается (происходит утяжеление) после пожаров [6; 7]. Вероятно, отличия в фракционном составе органогенных горизонтов и дифференциальная потеря соединений в результате нагревания могут объяснить понижение значений $\delta^{13}\text{C}$. Аналогичные с нашими результаты облегчения $\delta^{13}\text{C}$ и утяжеления $\delta^{15}\text{N}$ в органогенных горизонтах после пожара были получены в работах других исследователей [4; 14]. Выявлены различия между типами органогенных горизонтов лесных почв, которые, вероятно связаны с различиями в фракционном составе.

Необходимы дальнейшие исследования, чтобы определить изменения значений $\delta^{13}C$ и $\delta^{15}N$, которые могут происходить при различных температурах и продолжительности нагрева, которые не изучались в данном исследовании.

В результате анализа ^{13}C -ЯМР выявлено, что образцы исходных органо-генных горизонтов почв характеризуются высокой долей алифатических соединений (до 92,8 %). Результаты эксперимента показали, что воздействие температуры в образцах подстилки сосняка лишайникового и ельника зеленомошного приводило к трансформации органического вещества (ОВ). Несмотря на то что отдельные подгоризонты имеют различный фракционный состав с различной массовой долей отдельных фракций, результаты изменения ОВ сходны. После воздействия высокой температуры наблюдается увеличение доли ароматических фрагментов (в среднем от 17,1 до 74,4 %), которые, согласно литературным данным, являются одними из маркеров пирогенеза [11]. Между повышением температуры горения и увеличением доли степени ароматичности (fa) выявлена достоверная корреляционная связь ($r = 0,9$; $p < 0,05$). Максимальное содержание ароматических соединений обнаружено при температуре 500 °C (90,3 %). Органогенный горизонт, в отличие от минерального горизонта почв, является чувствительным индикатором современных изменений в биосфере. Поэтому изучение влияния пожаров необходимо для понимания процессов, происходящих в почвах.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта РФФИ № 19-29-05111 мк.

1. Горбач Н. М., Кутявин И. Н., Старцев В. В., Дымов А. А. Динамика пожаров на северо-востоке европейской части России в голоцене // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 3. С. 104–110.

2. Дымов А. А. Сукцессии почв в бореальных лесах Республики Коми. М., 2020. 336 с.

3. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Коми. Государственное автономное учреждение Республики Коми «Коми региональный лесопожарный центр». Официальный сайт. URL: <https://geo.rkomi.ru/viewer/fires> (дата обращения: 08.11.2022).

4. Alexis M., Rumpel C., Knicker H. et al. Thermal alteration of organic matter during a shrubland fire: a field study // Organic Geochemistry. 2010. Pp. 690–697.

5. Chen Y., Hu F., Lara M. Divergent shrub-cover responses driven by climate, wild-fire, and permafrost interactions in Arctic tundra ecosystems // Global change biology. 2021. Pp. 652–663.

6. Craig H. The geochemistry of the stable carbon isotopes // Geochimica et cosmochimica acta. 1953. Pp. 53–92.

7. Dymov A. A., Startsev V. V., Gorbach N. M. et al. Comparison of the Methods for Determining Pyrogenically Modified Carbon Compounds // Eurasian Soil Science. 2021. Pp. 1668–1680.
8. Flannigan M. D., Krawchuk M. A., de Groot W. J. et al. Implications of changing climate for global wildland fire // International journal of wildland fire. 2009. Pp. 483–507.
9. Merino A., Chavez-Vergara B., Salgado J. et al. Variability in the composition of charred litter generated by wildfire in different ecosystems // Catena. 2015. Pp. 52–63.
10. Nätke K., Levia D. F., Steffens M., Michalzik B. Solid-state ^{13}C NMR characterization of surface fire effects on the composition of organic matter in both soil and soil solution from a coniferous forest // Geoderma. 2017. Pp. 394–406.
11. Preston C. M., Schmidt M. W. Black (pyrogenic) carbon: a synthesis of current knowledge and uncertainties with special consideration of boreal regions // Biogeosciences. 2006. Pp. 397–420.
12. Rockström J., Steffen W., Noone K. et al. A safe operating space for humanity // Nature. 2009. Pp. 472–475.
13. Stephan K., Kavanagh K. L., Koyama A. Comparing the influence of wildfire and prescribed burns on watershed nitrogen biogeochemistry using ^{15}N natural abundance in terrestrial and aquatic ecosystem components // PLoS One. 2015.
14. Wang G., Li J., Ravi S. et al. Fire changes the spatial pattern and dynamics of soil nitrogen (N) and $\delta^{15}\text{N}$ at a grassland-shrubland ecotone // Journal of Arid Environments. 2021.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ГОРОДЕ СЫКТЫВКАРЕ И НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «КОЙГОРОДСКИЙ» МЕТОДАМИ БИОИНДИКАЦИИ ПО ЛИШАЙНИКАМ

Р. В. Кудрявцев,

обучающийся магистратуры

СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар

Т. А. Мыльникова,

обучающаяся группы 222-ЭПо института естественных наук

СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар

С. Н. Плюснин,

к. б. н., доцент кафедры экологии и геологии,

и. о. директора Института естественных наук

СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар

Аннотация. В работе представлены результаты исследования чистоты воздуха в г. Сыктывкаре и в национальном парке «Койгородский» с применением лишайноиндикации. Установлено, что в окрестностях г. Сыктывкара воздух умеренно за-

грязнён соединениями SO₂ и HF вследствие транспортного потока на автомобильной трассе «Вятка» и функционирования крупных лесопромышленных предприятий. На территории национального парка «Койгородский» относительно чистый воздух, в силу преобладания юго-западных ветров основным объектом загрязнения воздуха здесь также является трасса «Вятка».

Ключевые слова: *лихеноиндикация, качество атмосферного воздуха, видовой состав лишайников, проективное покрытие, источники загрязнения*

Современная глобальная экологическая обстановка [10; 16] заставляет всё более тщательно изучать загрязнение окружающей нас природной среды. Промышленное и сельскохозяйственное производство, использование транспорта приводят к загрязнению почвы, воздуха и воды. Эти загрязнения негативно сказываются на живых организмах, здоровье и жизнедеятельность людей [8]. В первую очередь изменения окружающей среды отражают самые чувствительные живые организмы, которые называют биоиндикаторами. Это, в первую очередь, лишайники, планктон, а также некоторые сосудистые растения, членистоногие и микроорганизмы [12]. В наземных сообществах в качестве биоиндикаторов чаще всего используют лишайники, так как это очень чувствительные сложные симбиотические организмы, способные реагировать даже на незначительные изменения состава атмосферного воздуха [13; 18].

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) обычно считаются эталонными в плане экологической обстановки, так как на них не ведётся хозяйственная деятельность и сильно ограничена антропогенная нагрузка. Что касается состояния воздуха, по данным авторов [5; 7; 14], даже на значительном удалении территорий от промышленных объектов и транспортных магистралей циркуляция атмосферы может обуславливать наличие здесь загрязняющих веществ. Если такое загрязнение присутствует, то лишайники – первые организмы, которые будут о нём сигнализировать.

Актуальность данной работы главным образом заключается в изучении экологической обстановки в национальном парке «Койгородский», который был выделен как ООПТ федерального значения в 2019 г. [11], а также г. Сыктывкара, в котором на 1 января 2022 г. проживает более 258 тыс. человек [15].

Цель исследования – сравнение качества атмосферного воздуха в национальном парке «Койгородский» и г. Сыктывкаре с использованием лишайноиндикации.

Изучение качества атмосферного воздуха производилось с применением методики использования эпифитного лишайникового покрова лесных сообществ для индикации атмосферного загрязнения [2]. Поскольку устойчивость разных видов лишайников к загрязнению воздуха неодинакова, их принято разделять на группы устойчивости [6]. Чаще всего выделяют четыре группы устойчивости – устойчивые (состояние не изменяется под воздействием загрязнителя), умеренно устойчивые (угнетаются на расстоянии 5–8 км от источника загрязнения), малоустойчивые (чувствуют источник загрязнения на расстоянии более 20 км) и неустойчивые (могут встречаться только в фоновых зонах). Группы устойчивости тесно связаны с типом таллома. Наиболее чувствительна к атмосферному загрязнению группа кустистых лишайников, менее чувствительны листоватые, а наиболее устойчивы накипные.

В рамках исследования были заложены две пробные площади 50х50 м. Первая – на северной границе национального парка «Койгородский» рядом с кордоном «Фёдоровка», вторая – в окрестностях г. Сыктывкара, на лыжной базе «Динамо». Лесорастительные условия на обоих исследуемых участках сходные. Это ельники бруснично-зеленомошные с примесью сосны, берёзы и осины. В качестве объектов исследования рассматривались стволы деревьев четырёх пород (ель, сосна, берёза, осина) на высоте 1,3 м. В данной работе фиксировались следующие параметры лихенофлоры:

- 1) общий видовой состав;
- 2) среднее проективное покрытие общее;
- 3) встречаемость деревьев без лишайников;
- 4) встречаемость видов, относящихся к различным типам таллома.

Измерение проективного покрытия осуществлялось палеткой с площадью ячейки 4 см² на поверхностях стволов южной экспозиции. Деревья отбирались таким образом, чтобы отсутствовали явные признаки повреждения болезнями и вредителями. Учитывались только стволы диаметром 30 см и более. Встречаемость видов, относящихся к различным типам таллома, отмечалась в границах палетки, а общий видовой состав – по пробной площади в целом (учитывались только эпифитные виды).

По данным методик оценки качества атмосферного воздуха, с помощью лихеноиндикации [2; 4; 17] была выведена общая 10-балльная шкала оценки по выбранным признакам (табл. 1), где 1–2 балла – очень грязный воздух, 3–4 балла – грязный, 5 баллов – умеренно-загрязнённый, 6–7 баллов – относительно чистый, 8–9 баллов – чистый, 10 баллов – абсолютно чистый.

Таблица 1

Шкала для определения чистоты воздуха. NS - общее число видов лишайников; PC - общее проективное покрытие; TWL - встречаемость деревьев без лишайников; TT - тип таллома (Н - накипной, Л - листоватый, К - кустистый).

Балл	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NS, шт	0–2	2–5	5–10	10–15	15–20	20–25	25–30	30–40	40–50	50+
PC, %	1–3	3–5	5–10	10–15	15–25	25–35	35–45	45–55	55–75	75–100
TWL, %	80–100	60–80	50–60	35–50	25–35	15–25	10–15	5–10	0–5	0
TT	Н	Н	НЛ	НЛ	НЛ	НЛК	НЛК	НЛК	НЛК	НЛК

При проведении исследования на пробной площади в национальном парке «Койгородский» было обнаружено 27 видов лишайников, в окрестностях г. Сыктывкара – 11 видов (табл. 2).

Таблица 2

Результаты исследования лишайнофлоры в национальном парке «Койгородский» и в г. Сыктывкаре по выбранным параметрам

Территория	НП «Койгородский»	г. Сыктывкар
NS, шт	27	11
PC, %	17,85	8,48
TWL, %	7,5	7,5
TT	НЛК	НЛ

Общее проективное покрытие лишайников на пробной площади в национальном парке «Койгородский» составило 17,85 %, что более чем в 2 раза превышает этот показатель в г. Сыктывкаре (8,48 %). Наиболее обильно покрытой лишайниками породой в национальном парке оказалась осина – на отдельных модельных деревьях проективное покрытие составляло более 60 % (табл. 3). Наименьший результат на этой территории показала ель, при среднем проективном покрытии всего 8 % встречались даже абсолютно «чистые» стволы. Что касается окрестностей г. Сыктывкара, то здесь результаты оказались практически противоположными. Среднее проективное покрытие лишайников на осине было наименьшим среди четырёх исследуемых пород. По словам В. В. Горшкова [2], осина имеет субнейтральную реакцию коры, а берёза, сосна и ель – кислую. Данный факт даёт основания полагать, что в Сыктывкаре наблюдается закисление среды, выпадающие в окрестностях города осадки могут иметь слабокислую реакцию, поэтому

лишайники чаще поселяются там, где разница в рН субстрата и окружающей среды наименьшая. Если в качестве главного показателя рассматривать тип таллома, то разница в качестве воздуха также будет очевидна. Из табл. 3 видно, что показатели проективного покрытия как по породам, так и по повторностям в рамках одной породы имеют довольно большую дисперсию. Такой разброс данных может возникать из-за влияния локальных биотических и абиотических факторов (воздействие ветров, прямых солнечных лучей, возраст и жизненное состояние деревьев, поедание животными).

В национальном парке доминирующими являются лишайники рода *Hypogymnia*, довольно часто встречаются *Cetraria*, *Vulpicida*, *Parmeliopsis* – все они относятся к листоватому типу таллома. На стволах деревьев всех пород можно встретить *Usnea lapponica*, виды рода *Cladonia*, которые имеют особо чувствительный, кустистый тип таллома. В Сыктывкаре, в свою очередь, видов с кустистым типом таллома не отмечено вообще. Преобладает вид *Hypogymnia physodes*, присутствуют *Physcia ailpolia*, *Physcia adscendens*, а значительную часть (до 20 %) составляют наиболее устойчивые к атмосферному загрязнению виды – накипные (например, рода *Caloplaca*).

Таблица 3

Данные проективного покрытия лишайников (%) в национальном парке «Койгородский» и в г. Сыктывкаре по древесным породам

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Ср.
НП «Койгородский»											
Берёза	15	14	16	27	23	3	45	34	26	12	21,5
Осина	23	32	9	25	24	67	15	20	25	55	29,5
Сосна	15	14	29	4	5	16	9	13	6	14	12,5
Ель	3	1	0	18	24	0	5	0	11	17	7,9
Общее среднее											17,9
г. Сыктывкар											
Берёза	21	18	3	7	17	24	13	13	10	6	13,2
Осина	6	8	11	3	2	7	0	5	0	2	4,4
Сосна	13	8	21	18	6	11	8	1	10	8	10,4
Ель	6	2	10	0	1	2	16	7	13	2	5,9
Общее среднее											8,5

Согласно табл. 1, по показателю числа видов лишайников (NS) чистота воздуха в национальном парке «Койгородский» – 7 баллов, в г. Сыктывкаре – 4 балла. По проективному покрытию (PC) – 5 и 3 балла соответственно. По встречаемости деревьев без лишайников (TWL) обе территории пока-

зали одинаковый балл – 8. Наличие в описаниях лишайников с определённым типом таллома (ТТ), в свою очередь, указывает на то, что в национальном парке чистота воздуха не ниже 6 баллов, в Сыктывкаре – не ниже 3. По совокупности исследуемых параметров лишенофлоры было установлено, что в национальном парке «Койгородский» воздух относительно чистый (7 баллов), а в окрестностях г. Сыктывкара – умеренно загрязнённый (5 баллов). Не столь значительная разница в чистоте воздуха между ООПТ и городом, на наш взгляд, связана в первую очередь с тем, что Сыктывкар не является крупным промышленным городом, а также с тем, что на территорию национального парка может оказывать непрерывное фоновое воздействие какой-либо загрязнитель.

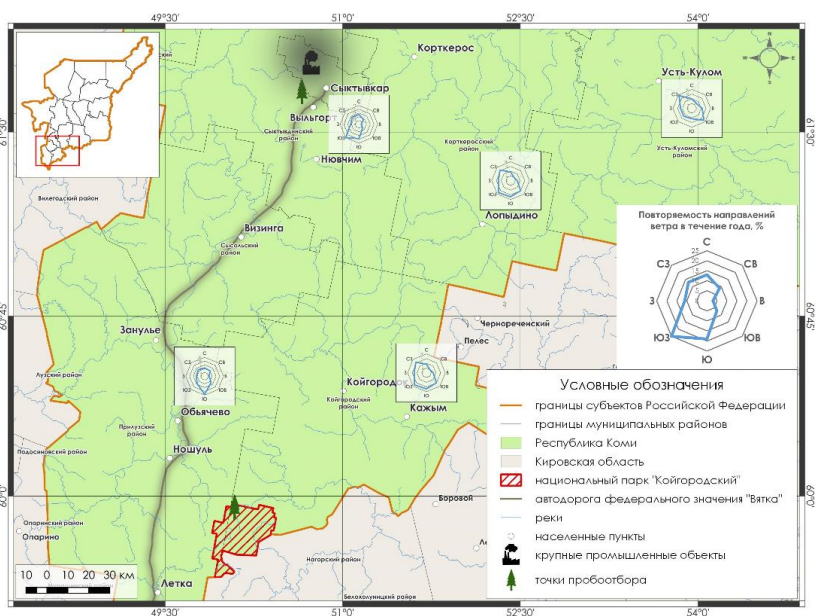


Рис. Карта источников выбросов SO₂ и HF и вероятного перемещения загрязняющих веществ с учётом розы ветров в окрестностях г. Сыктывкара и национального парка «Койгородский»

Известно, что лишайники наиболее чувствительны к концентрации в воздухе соединений SO₂ и HF [12], а высокая концентрация в атмосфере SO₂ является ещё и причиной закисления среды и выпадения кислотных осадков. Основными источниками эмиссии этих химических веществ в атмосферу

являются промышленные предприятия и автомобильный транспорт [1], поскольку образуются они при сжигании ископаемого топлива и химическом производстве. По результатам анализа промышленной и дорожно-транспортной инфраструктуры в окрестностях точек пробоотбора и на территории между ними была составлена карта, на которой указаны объекты, негативно влияющие на качество воздуха (см. рис.).

По данным Государственного доклада «О состоянии окружающей среды в Республике Коми в 2021 году» [9], основными загрязнителями атмосферы на исследуемых территориях являются предприятия лесопромышленного сектора («Монди СЛПК», Сыктывкарский фанерный завод), расположенные к северу от МО ГО «Сыктывкар», а также трасса федерального значения Р-176 «Вятка», которая является основной транспортной артерией республики, важным логистическим объектом и поставщиком диоксида серы на близлежащие территории. В южной части Республики Коми преобладающими направлениями ветров являются южные и юго-западные [3]. Исходя из данного факта видно, что трасса «Вятка» в силу своего расположения оказывает негативное воздействие сразу на обе территории. В г. Сыктывкаре вклад в загрязнение атмосферы вносят также лесоперерабатывающие предприятия, так как, несмотря на их расположение, противоположное преобладающим ветрам, они находятся относительно близко к городу. Поскольку территория национального парка «Койгородский» прилегает к южной границе Республики Коми, а по данным ближайшей метеостанции «Кажым», преобладают там южные и юго-западные ветра, следует учитывать, что фоновый поток загрязняющих веществ может осуществляться с сопредельных регионов – Кировской и Пермской областей.

В результате исследования было изучено качество атмосферного воздуха методами лихеноиндикации в южной части Республики Коми. По полученным данным были сделаны следующие выводы:

- 1) в национальном парке «Койгородский» атмосферный воздух относительно чистый, в 2 раза чище, чем в г. Сыктывкаре;
- 2) в г. Сыктывкаре воздух умеренно загрязнённый;
- 3) на обеих территориях, а в особенности в г. Сыктывкаре, наблюдается загрязнение воздуха диоксидом серы и фтороводородом;
- 4) в г. Сыктывкаре возможно выпадение кислых осадков вследствие содержания в воздухе веществ, имеющих кислую реакцию среды;
- 5) на лишайниковые сообщества помимо качества воздуха оказывают влияние и прочие факторы, не связанные с атмосферным загрязнением;

б) основными загрязнителями атмосферного воздуха на юге Республики Коми являются лесоперерабатывающие предприятия «Монди СЛПК», Сыктывкарский фанерный завод, а также трасса федерального значения Р-176 «Вятка».

Работа выполнена в рамках проекта «Наука молодых – устойчивое развитие Республики Коми» при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

1. Акимов В. С. Диоксид серы и основные источники загрязнения атмосферы диоксидом серы // Научный журнал. 2017. № 6-1 (19). С. 18–20.

2. Андреева Е. Н., Баккал И. Ю. и др. Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2002. 240 с.

3. Атлас по климату и гидрологии Республики Коми. М.: Дрофа; ДиК, 1997. 116 с.

4. Божко А. А. Лихеноиндикация – метод объективного тестирования техногенной нагрузки урбанизированных экосистем // Фундаментальные исследования. 2004. № 3. С. 95–97.

5. Василевич М. И., Василевич Р. С. Влияние атмосферной циркуляции на сезонную динамику химических свойств снежного покрова // Метеорология и гидрология. 2020. № 11. С. 74–83.

6. Горшков В. В. Использование эпифитных лишайников для индикации атмосферного загрязнения : методические рекомендации. Апатиты, 1991. 38 с.

7. Закарин Э. А., Бакланов А. А. и др. Моделирование загрязнения воздушного бассейна Алматы в периоды неблагоприятных метеорологических условий // Метеорология и гидрология. 2021. № 2. С. 88–98.

8. Касиева А. А. Исследование влияния неблагоприятного воздействия загрязнения окружающей среды на состояние здоровья человека // Вестник КемРИПК. 2018. № 3. С. 9–17.

9. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Коми в 2021 году» / Минприроды Республики Коми и др.; под общ. ред. ГБУ РК «ТФИ РК». Сыктывкар: Минприроды Республики Коми, 2022. 167 с. URL: <https://mpr.rkomi.ru/dokumenty/gosudarstvennyy-doklad-o-sostoyanii-okrujayushchey-sredy-respubliki-komi> (дата обращения: 02.11.2022).

10. Моисеенко Т. И., Даувальтер В. А. Экологические проблемы Севера европейской территории России : материалы Всероссийского совещания, Апатиты, 11–15 июня 1996 года. Апатиты: Кольский научный центр РАН, 1996. 179 с.

11. Национальный парк «Койгородский». Официальный сайт. URL: <https://koygorodskiy.ru/> (дата обращения: 22.10.2022).

12. Неверова О. А., Еремеева Н. И. Опыт использования биоиндикаторов в оценке загрязнения окружающей среды // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. 2006. № 80. С. 1–88.

13. Нильсон Э. М., Мартин Л. Н. Эпифитные лишайники в условиях кислого и щелочного загрязнения // Взаимодействие лесных экосистем и атмосферных загрязнителей. Таллин, 1982. Ч. 2. С. 88–100.

14. Перминов В. А., Чалдаева Е. И. Математическое моделирование загрязнения окружающей среды от автотранспорта // Контроль. Диагностика. 2014. № 13. С. 122–125.

15. Федеральная служба государственной статистики (Росстат). Официальный сайт. URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 22.10.2022).

16. Чалая Ю. Б. Изменение климата земли: причины и последствия // Наука через призму времени. 2018. № 7 (16). С. 164–165.

17. Шахринова Н. В., Андреевна Т. Л. Определение качества воздуха в д. Ирсаево Мишкинского района и в г. Бирске Республики Башкортостан по проективному покрытию лишайниками стволов деревьев // Молодой ученый. 2017. № 7 (141). С. 121–125.

18. Barkman J. J. Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes / Asen. 1958. 628 p.

СОДЕРЖАНИЕ НИТРИТ-АНИОНОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КОЙГОРОДСКИЙ»

З. А. Протокович,

*обучающийся группы 231-ЭКо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорочкина, г. Сыктывкар*

Ю. М. Чупрова,

*обучающаяся группы 231-ЭКо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорочкина, г. Сыктывкар*

Аннотация. В статье представлены результаты анализа содержания нитрит-ионов с реактивом Грисса в пробах поверхностных вод из национального парка «Койгородский». Концентрации варьируют от чуть менее 0,001 до 0,129 мг/л (среднее значение около 0,022 мг/л) при наиболее строгом значении предельно допустимой концентрации (для водоёмов рыбохозяйственного назначения) 0,08 мг/л. Его превышают концентрации в двух пробах, и ещё в одной концентрация близка к руближной. В целом, однако, территорию можно считать фоновой.

Ключевые слова: Республика Коми, национальный парк «Койгородский», поверхностные воды, содержание нитрит-иона

Нитриты, входящие в круговорот азота в окружающей среде, являются биогенными элементами и очень важным источником азота для растений и сложных организмов, которые их потребляют. Поскольку нитриты легко окисляются до нитратов, они часто находятся в поверхностных водах.

Образование нитритов в воде происходит из-за множества факторов, которые могут быть взаимосвязаны между собой. Вещества успешно перерабатываются микроорганизмами, но только при умеренной концентрации. В случае роста уровня загрязнения и превышения допустимого количества нитритов бактерии могут не успевать перерабатывать весь объем, в результате чего они продолжают накапливаться в жидкости.

Очень важно следить за уровнем нитрит-ионов в воде для рыбного хозяйства. Эти примеси ослабляют у водных жителей иммунитет и способствуют развитию различных бактериальных инфекций. К тому же в таком растворе из-за реакций с гемоглобином рыба начинает погибать от удушья. Нитриты часто попадают в организм человека вместе с пищей, при этом соли скапливаются не только в растительных продуктах с сельскохозяйственных полей. Их также часто используют в качестве консерванта и для улучшения внешнего вида мясных изделий. Это очень токсичные вещества, способные в больших концентрациях нанести серьёзный вред здоровью, поэтому содержание нитритов в воде строго регламентировано: предельно допустимая концентрация не должна превышать 3,3 мг/л (для водоёмов рыбохозяйственного назначения – 0,08 мг/л).

Целью исследования стало определение содержания нитрит-анионов в поверхностных водах национального парка «Койгородский».

Для выявления нитритов в воде используется несколько методик. В нашем случае, чтобы установить уровень концентрации нитритов, мы использовали классический метод с применением реактива Грисса [1].

Для анализа взяли в пробирку 5 мл исследуемой воды, прилили к ней 1 мл реактива Грисса, перемешали и поставили на водяную баню при температуре 50–60 °С на 10–15 минут. После этого измерили оптическую плотность раствора при длине волны 540 нм в кювете 10 мм. Раствор сравнения – первый раствор из рабочих.

Для приготовления шкалы сделали основной стандартный раствор растворением 0,15 г нитрита натрия в 100 мл дистиллированной воды. Рабочий раствор приготовили в два приёма: сначала 2 мл основного стандартного раствора перенесли в мерную колбу на 100 мл и довели до метки дистиллированной водой, затем из полученного раствора взяли 5 мл в другую мерную колбу на 100 мл и также довели объём до метки дистиллированной водой.

После этого в мерные колбы на 50 мл внесли 0; 0,1; 0,2; 0,5; 1; 2; 5; 10; 15 и 20 мл раствора, что соответствует концентрациям нитрит-иона 0; 0,002;

0,004; 0,01; 0,02; 0,04; 0,1; 0,2; 0,3 и 0,4 мг/л, и довели их до 50 мл дистиллированной водой. Затем отобрали из каждой по 5 мл раствора и провели те же манипуляции, что описаны для рабочей пробы. Результаты представлены в таблице (прочерк означает отсутствие данных по пробе).

Таблица

Концентрация нитрит-ионов в исследованных пробах

<i>Номер пробы</i>	<i>Концентрация нитрит-ионов в пробе, мг/л</i>	<i>Номер пробы</i>	<i>Концентрация нитрит-ионов в пробе, мг/л</i>
C-01	0,026	C-57	-
C-07	0,002	П-1	0,001
C-08	0,006	П-2	0,001
C-09	-	П-3	0,005
C-12	0,076	П-4	0,042
C-14	0,018	П-5	0,005
C-18	0,003	П-6	0,013
C-21	0,028	П-7	0,028
C-22	0,056	П-8	0,068
C-23	0,013	П-9	0,010
C-27	-	П-10	0,019
C-28	-	П-11	0,094
C-33	0,024	П-12	0,025
C-34	0,025	П-13	0,001
C-37	0,017	П-14	0,001
C-38	0,025	П-15	0,021
C-42	0,023	П-16	0,028
C-43	0,006	П-17	0,016
C-44	0,004	П-18	0,129
C-48	0,011	П-19	0,013
C-49	0,006	П-20	0,023
C-50	0,024	П-21	0,000
C-53	0,021	П-22	0,003
C-54	0,006	П-23	0,007
C-55	0,004	П-24	0,019

Минимальная концентрация наблюдается в пробе номер П-1 и равняется 0,001 мг/л, максимальная – в пробе номер П-18 и составляет 0,129 мг/л. Средние значения колеблются в пределах 0,022 мг/л.

В результате анализа поверхностных вод национального парка «Койгородский» концентрации нитрит-ионов не превышают установленной нормы. Следовательно, их можно считать безопасными, кроме двух точек, где требуется дополнительная проверка.

1. ГОСТ 33045–2014. Вода. Методы определения азотсодержащих веществ. М., 2019. 18 с.
2. ПДК. Агентство природоохранных технологий. URL: <https://aprit18.ru/poleznaya-informaciya/pdk.html> (дата обращения: 25.11.2022).

СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КОЙГОРОДСКИЙ»

А. Л. Попов,
обучающийся группы 231-ЭКо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар
К. В. Денисенко,
обучающийся группы 231-ЭКо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар

Аннотация. В работе приведены результаты определения содержания нитрат-ионов сульфаниловым методом в пробах поверхностных вод, собранные в пределах национального парка «Койгородский». Концентрации варьировали от 0,03 до 5,89 мг/л с модальной около 4,8 мг/л при предельно допустимой концентрации 45 мг/л. В результате показано, что ни в одной из проб определённая концентрация не превышала ПДК, что позволяет рассматривать территорию национального парка как фоновую.

Ключевые слова: Республика Коми, национальный парк «Койгородский», поверхностные воды, содержание нитрат-ионов

Республика Коми на сегодняшний день располагает одной из наиболее разветвленных сетей особо охраняемых природных территорий (ООПТ) среди других субъектов Российской Федерации, входящих в состав Северо-Западного федерального округа. В регионе функционируют четыре ООПТ федерального значения – Печоро-Илычский государственный природный заповедник, национальный парк «Югыд ва», национальный парк «Койгородский» и федеральный заказник «Параськины озёра», а также 228 резерватов регионального значения [2]. Национальный парк «Койгородский» расположен на юго-западе Республики Коми в Койгородском и Прилузском

районах. Это один из самых молодых национальных парков заповедной системы России, он был учреждён 7 декабря 2019 г. [2].

Через территорию национального парка «Койгородский» протекают небольшие лесные речки Мытец и Суран. Их длина менее 100 км. Здесь же начинается река Летка, более крупная, длиной 260 км.

Вода – ценнейший природный ресурс. Она играет исключительную роль в процессах обмена веществ, составляющих основу жизни. Нитраты широко распространены в окружающей среде, они обнаруживаются в большинстве пищевых продуктов, в атмосфере и во многих водных источниках. Поступлению этих ионов в воду способствует использование удобрений, разложение растительного и животного материала, бытовые стоки, удаление в почву осадка сточных вод, промышленные сбросы, вымывание из мест захоронения отходов и из атмосферы. В природных чистых водах нитратов, как правило, немного. Однако в грунтовых водах в пределах населённых пунктов, животноводческих ферм и в других местах, где почва длительно и интенсивно загрязняется, содержание нитратов может быть высоким.

Цель работы – определить содержание нитрат-ионов в поверхностных водах национального парка «Койгородский».

Для количественного определения нитратов в воде применяют фотометрические методы, основанные на нитровании или окислении соответствующих органических реагентов с образованием окрашенных соединений. Эти методы отличаются значительной трудоёмкостью, длительностью проведения анализа и недостаточной чувствительностью.

Мы определили содержание нитрат-ионов по сульфаниловому методу. В фарфоровую чашку поместили 10 мл исследуемой воды, прибавили 1 мл 0,5 % раствора салицилата натрия или салициловой кислоты и выпарили досуха на водяной бане. После охлаждения сухой остаток увлажнили 1 мл концентрированной серной кислоты, тщательно растёрли стеклянной палочкой и оставили на 10 минут.

Затем добавили 5–10 мл дистиллированной воды и количественно перенесли в мерную колбу на 50 мл, добавили 7 мл 10М раствора гидроксида натрия, довели объём дистиллированной водой до метки и перемешали. Окрашенное соединение фотометрировали при длине волны 480 нм в кювете 10 мм. Раствор сравнения – первый раствор из рабочих.

Для построения калибровочного графика подготовили стандартный раствор, растворяя дистиллированной водой 0,032 г нитрата калия в мерной колбе на 200 мл и рабочий раствор разведением основного в 10 раз. Затем в фарфоровые чашки внесли 0, 1, 2, 5, 10, 15, 20 и 25 мл рабочего раствора,

что соответствует концентрациям нитрат-иона 0; 0,2; 0,4; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 и 5,0 мг/л, и провели те же манипуляции, что описаны для рабочей пробы.

Результаты исследования нитрат-ионов в поверхностных водах представлены в таблице.

Таблица

Концентрация нитрат-ионов в пробах

<i>№</i>	<i>Проба</i>	<i>Концентрация нитрат-ионов в пробе, мг/л</i>	<i>№</i>	<i>Проба</i>	<i>Концентрация нитрат-ионов в пробе, мг/л</i>
1	П1	0,618182	26	П22	1,345455
2	С44	4,800000	27	С54	1,163636
3	С39	3,709091	28	П23	2,981818
4	С48	1,890909	29	П17	4,800000
5	С53	5,527273	30	С21	4,254545
6	С50	3,163636	31	С42	5,527273
7	С38	0,436364	32	П12	0,052000
8	С37	4,618182	33	П14	1,709091
9	С28	0,062000	34	П19	2,436364
10	П3	4,981818	35	П20	1,709091
11	П16	0,072727	36	П18	4,618182
12	П7	2,436364	37	С7	3,890909
13	П2	3,163636	38	П21	5,345455
14	П9	3,527273	39	С27	2,072727
15	С33	2,981818	40	С34	4,981818
16	С23	2,436364	41	П13	3,527273
17	П5	4,254545	42	С49	5,890909
18	П24	3,527273	43	С43	4,800000
19	П8	0,027000	44	С8	1,345455
20	П4	4,254545	45	С22	4,436364
21	С12	5,709091	46	П11	0,072727
22	С18	5,527273	47	П15	0,032000
23	П13	4,800000	48	П10	1,163636
24	С55	5,709091	49	С14	0,618182
25	П6	2,981818	50	С1	4,254545

В ходе работы проанализировано 50 проб. Наибольшую концентрацию (5,890909091 мг/л) имеет проба С49. Наименьшую концентрацию (0,027 мг/л) имеет проба П8. Основная масса значений приходится на 4,8 мг/л. Предельно допустимая концентрация в воде водоемов установлена в размере 45 мг/л в виде иона NO³⁻.

В результате анализа поверхностных вод национального парка «Койгородский» концентрации нитрат-ионов не превышают установленный ПДК. Таким образом, поверхностные воды заказника можно считать безопасными по содержанию нитрат-ионов.

1. ГОСТ 33045-2014. Вода. Методы определения азотсодержащих веществ. М., 2019. 18 с.

2. Дёгтева С. В., Ермаков А. А. Схема развития и размещения особо охраняемых природных территорий Республики Коми // Известия Коми НЦ УрО РАН. 2021. № 5 (51). С. 5–12.

3. ПДК. Агентство природоохранных технологий. URL: <https://aprit18.ru/poleznaya-informaciya/pdk.html> (дата обращения: 25.11.2022).

СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ АММОНИЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КОЙГОРОДСКИЙ»

С. Д. Лисицкий,

*обучающийся группы 231-ЭКо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар*

Л. А. Вахрушев,

*обучающийся группы 231-ЭКо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар*

***Аннотация.** В статье даны результаты анализа содержания иона аммония в пробах поверхностных вод, собранные в пределах национального парка «Койгородский». Концентрации варьировали от 0,081 до 0,938 мг/л с со средними значениями для речных проб 0,611 мг/л и для заболоченных территорий – 0,562 мг/л. Таким образом, все значения не превышают ПДК для питьевой воды (2,0 мг/л), но почти все выше ПДК для водоёмов рыбохозяйственного назначения (0,5 мг/л). Постулируется, что необходимы дальнейшие исследования по содержанию ионов аммония в пределах территории национального парка и по предположению их источника.*

***Ключевые слова:** Республика Коми, национальный парк «Койгородский», поверхностные воды, содержание иона аммония*

Исследования велись в национальном парке федерального значения «Койгородский», созданном в 07.12.2019. Он располагается на юге Республики Коми, на территориях Койгородского и Прилузского административных районов; его площадь составляет примерно 56 700 га. Эту особо охраняемую территорию создали для решения следующих задач: сохранения природных комплексов, уникальных и эталонных природных участков и

объектов; сохранения историко-культурных объектов; экологического просвещения населения; создания условий для регулируемого туризма и отдыха; осуществления научной (научно-исследовательской) деятельности в области охраны окружающей среды в целях разработки мероприятий по сохранению и развитию природного потенциала и рекреационного потенциала Российской Федерации; осуществления государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды); восстановления нарушенных природных и историко-культурных комплексов и объектов.

Одним из важных показателей, отслеживаемых в ходе экологического мониторинга, является аммоний – соединение атомов азота и водорода. Он образуется в процессе биохимической деградации и аммонификации пептидов, аминокислот, мочевины и других азотсодержащих органических соединений под действием микроорганизмов или отдельных ферментов (разложение мочевины под действием уреазы), а также в процессе анаэробного восстановления нитрит- и нитрат-ионов. Присутствие иона аммония в поверхностных водах говорит нам о наличии в воде органического вещества животного происхождения.

В поверхностных водах, насыщенных кислородом, под действием нитрифицирующих бактерий аммоний быстро окисляется до неустойчивой нитритной, а затем – до устойчивой нитратной формы. Если в водоёме превышено содержание ионов аммония, то это может свидетельствовать о загрязнении воды сточными водами. Опасен аммонийный азот тем, что и его ион, и восстановленная форма (аммиак) способны вступать в реакцию с белками, вызывая их денатурацию.

По нормам СанПиН ПДК в воде аммония составляет 2,0 мг/л. Для водоёмов рыбохозяйственного назначения этот показатель существенно ниже 0,5 мг/л.

Цель работы – определить содержание иона аммония в поверхностных водах национального парка «Койгородский».

На территории парка образцы поверхностных вод были отобраны в реке Суран и в заболоченных лесных массивах для определения в воде содержания иона аммония. Определение вели по стандартной методике [1]. К 5 мл исследуемой воды добавили 0,1 мл раствора виннокислого калия-натрия, перемешали, затем прибавили 0,1 мл реактива Несслера и снова перемешали. Через 10 мин измерили оптическую плотность при длине волны 400–425 нм. Раствор сравнения – первый раствор из рабочих.

Для приготовления шкалы взяли 0,593 г хлорида аммония и растворили в дистиллированной воде в мерной колбе на 1000 мл; затем довели дистиллированной водой до метки. В мерные колбы на 50 мл внести 0; 0,1; 0,5; 1; 1,5; 2 и 3 мл рабочего стандартного раствора и довели каждый до метки дистиллированной водой; концентрации иона аммония в полученных растворах равны соответственно 0; 0,1; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 и 3,0 мг/л. Взяли из каждой по 5 мл раствора и провели те же манипуляции, что описаны для рабочей пробы. Результаты приведены в таблице.

Таблица

Концентрация аммония в р. Суран, мг/л

<i>Номер пробы</i>	<i>Концентрация, мг/л</i>	<i>Номер пробы</i>	<i>Концентрация, мг/л</i>
С-1	0,642857	П-19	0,761905
П-1	0,614286	П-20	0,690476
п-2	0,72381	С-21	0,180952
П-3	0,790476	П-21	0,771429
П-4	0,633333	С-22	0,27619
П-5	0,619048	П-22	0,666667
П-6	0,657143	П-23	0,619048
С-8	0,661905	П-24	0,62381
П-9	0,504762	С-27	0,6
П-10	0,295238	С-28	0,633333
С-12	0,747619	П-32	0,642857
П-12	0,685714	С-33	0,4
П-13	0,82381	С-37	0,752381
С-14	0,704762	С-38	0,742857
П-14	0,657143	С-42	0,62381
П-15	0,080952	С-43	0,585714
П-16	0,595238	С-44	0,557143
П-17	0,528571	С-49	0,604762
С-18	0,628571	С-50	0,666667
П-18	0,385714	С-53	0,719048
С-55	0,604762	С-54	0,938095
Значения для заболоченных участков, мг/л			
С-7	П-7	П-8	П-11
0,652381	0,795238	0,414286	0,32381
С-23	П-48	С-48	
0,447619	0,604762	0,695238	

Как видно из таблицы, самый высокий показатель ионов аммония наблюдается в образце С-54 (0,938 мг/л), самый низкий – в П-15 (0,081 мг/л). Среднее содержание аммония в заболоченной местности 0,562 мг/л, в реке Суран 0,611 мг/л.

Таким образом, содержание аммония в поверхностных водах национального парка «Койгородский» не превышает ПДК для питьевой воды, но превышает таковой для водоёмов рыбохозяйственного назначения. Вероятно, требуются дальнейшие исследования по нахождению источников ионов аммония на территории национального парка.

1. ГОСТ 33045–2014. Вода. Методы определения азотсодержащих веществ. М., 2019. 18 с.

2. ПДК. Агентство природоохранных технологий. URL: <https://aprit18.ru/poleznaya-informaciya/pdk.html> (дата обращения: 25.11.2022).

СОДЕРЖАНИЕ ФОСФАТ-ИОНОВ В ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДАХ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КОЙГОРОДСКИЙ»

А. О. Ануфриев,

*обучающийся группы 231-ЭКо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар*

П. А. Чупров,

*обучающийся группы 231-ЭКо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар*

***Аннотация.** В материалах представлены результаты определения содержания фосфат-ионов в пробах поверхностных вод из национального парка «Койгородский». Концентрации варьируют от 0,01 до 0,52 мг/л (среднее значение 0,11 мг/л, модальное – 0,06 мг/л). Все пробы не показывают превышения ПДК для питьевых вод (3,5 мг/л), однако ряд проб демонстрирует, что значения ПДК для водоёмов рыбохозяйственного значения превышены (0,15 мг/л). В целом, территорию национального парка по данному показателю можно считать условно фоновой.*

***Ключевые слова:** Республика Коми, национальный парк «Койгородский», поверхностные воды, содержание фосфат-иона*

Исследования проводились на территории национального парка «Койгородский», где были отобраны пробы воды для анализа на содержание фосфат-ионов. Миссия российских особо охраняемых природных территорий,

в том числе национальных парков, заключается в сохранении и демонстрации лучших образцов культурного и природного наследия страны настоящим и будущим поколениям людей.

Национальный парк «Койгородский» имеет площадь 56,7 тыс. га. Он был выделен как третья федеральная особо охраняемая природная территория в Республике Коми. До этого такой статус имели только национальный парк «Югыд ва» и Печоро-Илычский заповедник. Национальный парк «Койгородский» расположен на юге Республики Коми, на территориях Койгородского и Прилузского районов, он граничит с Кировским заповедником «Нургуш». Природные лесные зоны, заключённые в национальном парке, являются крупнейшим европейским массивом девственных южнотаёжных лесов, не затронутым антропогенной деятельностью. По мнению специалистов, территория парка обладает ценностью международного уровня.

Цель данной работы – показать содержание фосфат-ионов в поверхностных водах национального парка «Койгородский».

Определение фосфатов в воде вели стандартным методом [1]. Для этого взяли в пробирку 5 мл исследуемой воды, прибавили к ней 0,1 мл кислого раствора молибдата аммония и дали постоять 5 минут. Затем внесли 5 капель хлористого олова и через 10 минут измерили оптическую плотность раствора при длине волны 690 нм в кювете 10 мм. Раствор сравнения – первый раствор из рабочих.

Для приготовления стандартного раствора *A* взяли 0,1433 г однозамещённого фосфорнокислого калия и растворили в дистиллированной воде в мерной колбе на 1000 мл; из этого раствора взяли 1 мл, поместили в мерную колбу на 100 мл и довели до метки дистиллированной водой (раствор *B*). Затем в мерные колбы на 50 мл внесли 0; 0,15; 0,2; 0,25; 0,3; 0,35 мл стандартного раствора *B* и довели каждый до метки дистиллированной водой; концентрации фосфат-иона в полученных растворах равны соответственно 0; 0,03; 0,04; 0,05; 0,06 и 0,07 мг/л. Взяли из каждой по 5 мл раствора и провели те же манипуляции, что описаны для рабочей пробы. Итоги проведённых анализов предоставленных проб отражены в таблице.

Таблица

Концентрация фосфат-ионов в исследованных пробах

<i>№ пробы</i>	<i>Конц., мг/л</i>	<i>№ пробы</i>	<i>Конц., мг/л</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
П-1	0,039247	С-1	0,153811
П-2	0,063067	С-7	0,078947
П-3	0,053993	С-8	0,064201

Окончание табл.

1	2	3	4
П-4	0,060799	С-12	0,460073
П-5	0,083485	С-14	0,038113
П-6	0,094828	С-18	0,101633
П-7	0,183303	С-21	0,331897
П-8	0,169691	С-23	0,168557
П-9	0,060799	С-27	0,16402
П-10	0,05853	С-28	0,336434
П-11	0,071007	С-33	0,072142
П-12	0,047187	С-34	0,084619
П-13	0,016561	С-37	0,26157
П-14	0,134528	С-38	0,16402
П-16	0,07441	С-42	0,046053
П-17	0,522459	С-43	0,029038
П-18	0,041515	С-44	0,182169
П-19	0,041515	С-48	0,024501
П-20	0,112976	С-49	0,048321
П-21	0,067604	С-50	0,160617
П-22	0,024501	С-53	0,05853
П-23	0,010889	С-54	0,038113
П-24	0,013158	С-55	0,101633

Как видно из приведённой таблицы, минимальное значение концентрации фосфат-ионов составляет 0,01 мг/л, а максимальное – 0,52 мг/л при среднем значении порядка 0,11 мг/л и модальном 0,06 мг/л. Учитывая, что предельно допустимая концентрация (ПДК) фосфатов в питьевой воде не более 3,5 мг/л, а в водоёмах рыбохозяйственного назначения 0,05–0,15–0,2 (для олиго-, мезо- и эвтрофных водоёмов соответственно), можно констатировать, что пробы С-50, С-44, С-38, С-37, С-28, С-27, С-23, С-12, П-17, П-8, и П-7 превышают ПДК для мезотрофных водоёмов, откуда и брались образцы. Остальные пробы показывают значения в допустимых пределах, что говорит о низком загрязнении в целом.

Таким образом, результаты анализа проб поверхностных вод из национального парка «Койгородский» показывают, что содержание фосфат-ионов не превышают установленную предельно допустимую концентрацию для питьевых вод, однако некоторые пробы демонстрируют превышение для вод рыбохозяйственных водоёмов.

1. ГОСТ 33045–2014. Вода. Методы определения азотсодержащих веществ. М., 2019. 18 с.

2. ПДК. Агентство природоохранных технологий. URL: <https://aprit18.ru/poleznaya-informaciya/pdk.html> (дата обращения: 25.11.2022).

УРЕАЗНАЯ И КАТАЛАЗНАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КОЙГОРОДСКИЙ»

В. Д. Бахтина,

*обучающаяся группы 231-ЭКо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар*

О. И. Корычева,

*обучающаяся группы 231-ЭКо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар*

***Аннотация.** В статье даны результаты анализа уреазной и каталазной активности почвы, собранной в типичных сообществах национального парка «Койгородский» и местечка Соколовка. Пробоотбор, пробоподготовку и определение биологической активности вели по стандартным методикам, апробированным для почв республики. Показано, что почвы обеих точек отличаются низкими значениями обоих ферментов, причём в почвах территориально более южного национального парка «Койгородский» их меньше, чем в более северной Соколовке. Однако сами показатели вполне соответствуют таковым для таёжных почв и не свидетельствуют об антропогенных нарушениях.*

***Ключевые слова:** Республика Коми, национальный парк «Койгородский», биологическая активность почв, уреазная активность, каталазная активность*

Национальный парк «Койгородский» расположен в юго-западной части Республики Коми (дата основания – 7 декабря 2019 г.), общая площадь резервата составляет 56700,032 га. Эта особо охраняемая природная территория создана для сохранения одного из самых крупных в Европе, сохранившегося к настоящему времени массива не затронутых антропогенным воздействием девственных среднетаёжных лесов, в чём и состоит уникальность и природоохранная ценность парка. При этом растительный покров территории, отводимой под национальный парк «Койгородский», весьма разнообразный: в нём господствуют ельники, березняки и осинники, роль болот и лугов невелика. Койгородский район в целом очень разнообразен в ландшафтном плане: на его территории встречается почти пятьдесят типов

ландшафтов, относящихся к Северным Увалам и Лузско-Вычегодской равнине. Основные формы ледникового рельефа – моренные и водноледниковые равнины. Среди почвообразующих пород наиболее часто встречаются песчаные, супесчаные и суглинистые, подстилаемые моренными суглинками, моренные и пылеватые суглинки, на которых развиты подзолистые и болотно-подзолистые почвы. Уровень видового богатства национального парка достаточно высок. Видовое разнообразие обеспечивается господством спелых и перестойных ельников и смешанных мелколиственно-хвойных лесов, находящихся на разных стадиях возрастной динамики. Среди сосудистых растений немало редких и исчезающих видов, занесенных в Красные книги России и Республики Коми. Яркими представителями являются липа мелколистная, причём не только в подросте, но и в древостое, а также красивые и редкие растения семейства Орхидные – пальчатокоренник Траунштейнера и пальчатокоренник балтийский. Территория парка насчитывает несколько древесных пород (осина, ель, сосна, береза, калина и другие). Наибольшие площади ООПТ заняты старовозрастными осиновыми лесами. Крупные стволы осин являются местообитаниями многих видов лишайников, мхов и грибов, охраняемых как на республиканском, так и на федеральном уровнях. Своеобразие биоты лишайников проявляется в значительном числе специфических, редких и охраняемых видов, таких как лобария лёгочная, мультиклавула слизистая, уснея длиннейшая и другие.

Целью нашего исследования стало определение некоторых показателей биологической активности типичных почв национального парка как фоновой площади последующих анализов почв урбанизированных территорий.

На предварительно обследованных геоботаниками участках национального парка «Койгородский» был проведён пробоотбор по стандартной методике, предусматривающей получение смешанного образца из пяти прикопок с одной точки пробоотбора [1]. Для сравнения в настоящей работе были также обследованы образцы из местечка Соколовка окрестностей Сыктывкара.

Для оценки активности почвенной уреазы использовался метод определения ферментативной активности почв [1]. Наблюдения за изменением уреазной активности производили каждые 20 минут в течение 2 часов. Из отобранного образца методом креста взяли навеску 25–50 г в чашку Петри. К основной навеске прибавили 0,5 г мочевины, растворённой в небольшом количестве воды, образец тщательно перемешали, а затем к нему прилили воду до пастообразного состояния. Пасту равномерно распределили по чашке, а на крышку последней с внутренней стороны прикрепили за края

полоску универсальной индикаторной бумаги так, чтобы она не касалась поверхности подготовленного к анализу образца. Закрытую чашку Петри с образцом поместили в термостат с выставленной температурой +20°C. Первые два часа, каждые 20 минут проводились наблюдения изменения цвета полоски индикаторной бумаги, не открывая крышку чашки; затем наблюдения проходили каждый час.

По полученным результатам мы можем сделать вывод, что в исследуемой почве из национального парка «Койгородский» содержится небольшое количество уреазы, так как время экспозиции превысило 48 часов. Уреаза разлагает мочевины с выделением аммиака, который во влажной воздушной камере создаёт щелочную среду. Смещение реакции в щелочную сторону отражается на индикаторной бумаге изменением её цвета. В пробах из местечка Соколовка также была обнаружена уреазная активность, но реакция здесь прошла за более короткий срок, что свидетельствует о большем количестве уреазы в этой почве.

Определение каталазной активности вели газометрическим методом [1]. Этот метод основан на разложении почвенной каталазой перекиси водорода, вносимой в смесь почвы. Для проведения анализа отбирали 1 г исследуемой почвы, добавляли 0,5 г карбоната кальция; полученную смесь тщательно перемешивали. Собрали газометрический прибор, представляющий собой две бюретки, закреплённые на штативе, соединённые между собой мягкой трубкой и имеющие расширитель для запаса воды. Двухколенный каталазник состоит из раздваивающейся стеклянной трубки, замкнутой на каждом из колен. Он соединяется с основной частью газометрического прибора посредством стеклянной трубки с плотно подходящей к каталазнику пробкой. Все соединения были тщательно изолированы. В одно колено мы поместили почву, смешанную с карбонатом кальция, а в другую по бюретке влили 5 мл перекиси водорода. Затем прикрепили каталазник к прибору, довели до нулевой отсечки и резким, но аккуратным движением смешали содержимое обоих колен и, продолжая периодические перемешивания, наблюдали выделение кислорода, который двигает водную шкалу. Объём выделившегося газа определяли за одну минуту.

По итогам проделанной работы мы можем сделать вывод, что в образце почвы из местечка Соколовка содержится большее количество каталазы (за 1 минуту выделилось в среднем 2,8 мл кислорода), чем в образце почвы из национального парка «Койгородский» (1,4 мл кислорода за тот же период времени).

Результаты проведённого эксперимента позволяют сделать следующие предварительные выводы: обе проанализированные почвы характеризуются низкой ферментативной активностью, варьирующей между очень бедной и средним количеством каталазы, а также низким и очень низким содержанием уреазы. Это в достаточной степени типично для таёжных почв и само по себе не свидетельствует о каких-либо антропогенных нарушениях.

1. Бобров Ю. А., Шабалина Ю. Н., Канева Е. А. Биологический мониторинг почв урбанизированных территорий. Сыктывкар: СГУ им. Питирима Сорокина, 2022. 1 опт. компакт-диск (CD-ROM).

РЕСУРСНЫЕ ВИДЫ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА РОЗОВЫЕ (ROSACEAE) В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «КОЙГОРОДСКИЙ»

*А. А. Коряковцева,
обучающаяся группы 231-ЭКо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар*

***Аннотация.** В работе проведен анализ участия растений семейства Розовые (Rosaceae) в сложении флоры и фитоценозов северной части национального парка «Койгородский». Определены их группы по потенциальному хозяйственному использованию. Оценена роль в формировании растительного покрова лесов и вырубок.*

***Ключевые слова:** растительные ресурсы, Rosaceae, пищевые растения, лекарственные растения*

Общее разнообразие семейства Розовые (*Rosaceae*) в мире включает 105 родов и насчитывает до 4200 видов. Розовые распространены на всех континентах, где могут расти цветковые растения. Основная часть их видового разнообразия сконцентрирована в умеренной и субтропической зонах северного полушария. На территории России растёт 56 родов и около 700 видов растений данного семейства. На Европейском Северо-Востоке России встречается 84 вида, относящихся к 25 родам [1]. Многие виды растений данного семейства обладают ценными ресурсными свойствами, поскольку обладают съедобными плодами либо могут быть использованы как лекарственные или декоративные растения.

Цель данной работы состояла в оценке ресурсного потенциала растений семейства Розовые в северной части национального парка «Койгородский».

В ходе проведённого исследования были сделаны геоботанические описания в северной части национального парка «Койгородский», в бассейне реки Суран, в ходе которых был выявлен видовой состав семейства *Rosaceae* и изучены популяции наиболее значимых в ресурсном отношении видов.

Есть основания полагать, что национальный парк «Койгородский» обладает значительными запасами растительных ресурсов, включая пищевые и лекарственные растения. Однако следует учитывать особенности природопользования в зависимости от функционального назначения земель национального парка. Площадь национального парка составляет 56,7 тыс. га. На территории национального парка выделены четыре зоны: заповедная (7149,4 га), особо охраняемая (7881 га), рекреационная (40281,6 га) и хозяйственного назначения (1388 га). Приоритетными задачами национального парка «Койгородский» выступают: сохранение природных комплексов, восстановление нарушенных природных экосистем, создание условий для регулируемого туризма и отдыха. Ограниченное использование растительных ресурсов возможно только в пределах рекреационной и хозяйственной зон.

Для написания данной работы проведён анализ материалов, собранных на территории национального парка «Койгородский» в ходе экспедиционного выезда в южную часть Республики Коми в период с 27 июня по 1 июля 2022 г. Исследования охватили северную часть национального парка «Койгородский», расположенную в бассейне реки Суран. Для выявления флористического состава растений были выполнены радиальные маршруты от кордона «Фёдоровка» в пяти направлениях. Во время движения по маршруту записывали встречающиеся виды растений. Каждая флористическая находка сопровождалась указанием географических координат мест нахождения растений, зафиксированных с помощью GPS-навигатора Garmin eTrex 20. Также в ходе экспедиции было выполнено 20 геоботанических описаний, представляющих основные типы фитоценозов в северной части национального парка: еловые и мелколиственно-темнохвойные леса, лесные опушки на местах ветровалов, приречья и приречные луга, заболоченные участки. У границ национального парка было выполнено шесть геоботанических описаний на вырубках разного возраста и на различной дистанции относительно края незатронутой хозяйственной деятельностью части леса (табл. 1). Видовое разнообразие растений семейства Розовые составляет 8,8 % от общего числа видов сосудистых растений.

Таблица 1

Встречаемость видов семейства Розовые в различных фитоценозах

	<i>Темнохвойный лес</i>	<i>Ветровал</i>	<i>Семилетняя вырубка</i>	<i>Трехлетняя вырубка</i>
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	+	+	
<i>Prunus padus</i>	+	+	+	
<i>Rosa acicularis</i>	+	+	+	+
<i>Rubus idaeus</i>	+	+	+	+
<i>Rubus saxatilis</i>	+	+	+	
<i>Rubus arcticus</i>	+	+	+	+
<i>Fragaria vesca</i>	+	+		
<i>Filipendula ulmaria</i>	+	+	+	
<i>Geum rivale</i>	+	+	+	
<i>Comarum palustre</i>		+		
<i>Всего видов:</i>	9	10	8	3

Анализ распространения видов Розовые по разным экотопам показал, что на ветрвалах встречаются все 10 видов, затем по представленности видами данного семейства следует темнохвойный лес (9), семилетняя вырубка (8) и трёхлетняя вырубка (3). Таким образом уже через несколько лет на вырубках происходит восстановление ценопопуляций растений семейства Розовые.

Также был проведён анализ хозяйственной значимости видов семейства Розовые, представленных на территории национального парка.

Таблица 2

Хозяйственно-ценные виды семейства *Rosaceae* во флоре национального парка «Койгородский»

<i>Вид</i>	<i>Лек.</i>	<i>Пищ.</i>	<i>Корм.</i>	<i>Дек.</i>	<i>Мед.</i>	<i>Пром.</i>
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	+		+	+	
<i>Prunus padus</i>				+	+	+
<i>Rosa spinosissima</i>		+				
<i>Rubus idaeus</i>	+	+	+		+	+
<i>Rubus saxatilis</i>	+	+	+		+	+
<i>Rubus arcticus</i>		+				
<i>Fragaria vesca</i>	+	+	+		+	
<i>Filipendula ulmaria</i>					+	+
<i>Geum rivale</i>	+					+
<i>Comarum palustre</i>			+		+	+
<i>Всего видов:</i>	5	6	4	2	7	6

Анализ хозяйственного использования видов семейства Розовые показал, что наиболее представлена группа медоносных растений (7 видов), далее по числу видов следуют группы пищевых (6) и промышленных (6), лекарственных (5), кормовых (4) и декоративных (2). Таким образом представленные в северной части национального парка виды растений семейства Розовые следует рассматривать, скорее, как важную часть в трофических сетях экосистем, нежели как источник ресурсов для ведения хозяйственной деятельности. Медоносные растения семейства Розовые выполняют ключевую роль в поддержании популяций насекомых, использующих цветы как источник пищи. А пищевые и кормовые растения являются дополнительным источником пищи для птиц и некоторых видов млекопитающих.

1. Флора северо-востока европейской части СССР. Т. 3. Семейства Nymphaeaceae – Hippuridaceae. Л.: Наука, 1976. 293 с.

ФЛУКТУИРУЮЩАЯ АСИММЕТРИЯ ПРОСТЫХ ЛИСТЬЕВ БЕРЁЗЫ ПУШИСТОЙ (*BETULA PUBESCENS*) И БЕРЁЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA*)

Ю. М. Чупрова,

*обучающаяся группы 231-ЭКо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар*

З. А. Протокович,

*обучающийся группы 231-ЭКо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар*

Аннотация. Данная статья посвящена оценке состояния окружающей среды в г. Сыктывкаре и в Эжвинском районе. За основу взят такой метод биоиндикации, как измерение флуктуирующей асимметрии листовой пластины растения.

Ключевые слова: биоиндикация, окружающая среда, методика, листовая пластина, флуктуирующая асимметрия, загрязнение, качество окружающей среды, *Betula pubescens*, *Betula pendula*

Стремительно возрастающее воздействие человечества на окружающую среду (ОС) подталкивает к изучению этого воздействия многих учёных, студентов и исследователей.

Для оценки антропогенного влияния существует множество способов и методов. Наиболее показательными являются исследования на основе местной флоры, так как именно растения в наибольшей степени подвержены

прямому воздействию одновременно двух сред: почвенной и воздушной. В связи с тем что растения ведут прикрепленный образ жизни, состояние их организма отражает состояние конкретного локального места обитания.

В научной статье И. М. Белянина, Н. Н. Несмеловой журнала «Молодой учёный» говорится о росте масштабов загрязнения ОС и необходимости её мониторинга. В качестве наилучшего и наиболее доступного метода приводится метод биоиндикации с использованием показателей флуктуирующей асимметрии листовой пластины берёзы повислой (*Betula pendula*) [2]. Отмечается, что данный способ может являться «экспресс-тестом» для оценки состояния ОС благодаря простоте сбора, хранению и обработке материала [4; 5].

Обращается внимание, что рассматриваемый метод особенно рекомендуется для оценки степени загрязнённости атмосферного воздуха. Однако влияние загрязнения атмосферного воздуха на показатели флуктуирующей асимметрии листьев берёзы повислой требует дальнейшего изучения. Это обусловлено недостаточным количеством подобных исследований и перспективностью метода ФА как биоиндикационного подхода при оценке качества окружающей среды [1].

ФА представляет собой незначительные ненаправленные различия между правой и левой сторонами и является результатом ошибок в ходе индивидуального развития организма, допускаемых естественным отбором, и отражает стабильность развития организма [7]. ФА носит неспецифический показатель отклонения от нормы. Снижение стабильности развития является индикатором ухудшения состояния организма при стрессирующем воздействии среды на экологической периферии ареала [3].

При оценке качества среды по показателю ФА необходимо учитывать факторы не только антропогенного характера, но и природные (недостаток или избыток влаги, освещённости, минеральных веществ в почве и др.) и возможное их влияние на показатель стабильности развития.

Все биосистемы подвержены опасности воздействия ряда комплексов антропогенных факторов, так как не имеют необходимых адаптаций, чтобы противостоять этим факторам. В докладе Б. А. Ревича «Горячие точки» г. Новочеркасск признан территорией чрезвычайной экологической ситуации, а некоторые другие районы Ростовской области – «территориями с высоким уровнем загрязнения окружающей среды» [6]. Поэтому мониторинг качества среды всех территорий РФ, в т. ч. города Сыктывкара, весьма актуален.

На основании всего вышеизложенного летом 2022 г. нами была проведена исследовательская работа по оценке состояния окружающей среды на основе метода ФА.

Целью исследования являлась непосредственно оценка антропогенной нагрузки на ОС. Также были поставлены задачи: исследование признаков асимметрии листьев берёзы пушистой (*Betula pubescens*) в г. Сыктывкаре и берёзы повислой (*Betula pendula*) в Эжвинском районе; проведение численной оценки асимметрии листовых пластинок изучаемых растений, а на основе этого расчёт показателя ФА; оценка состояния окружающей среды в изучаемых населённых пунктах; и, наконец, проверка «удобства» и достоверности методики, её отработка для дальнейших исследований.

В качестве материала были взяты листья берёзы пушистой (*Betula pubescens*) в г. Сыктывкаре и берёзы повислой (*Betula pendula*) в Эжвинском районе. Метод основан на выявлении нарушений симметрии развития листовых пластинок при действии антропогенных факторов. Отбор материала с древесных растений производится на площадке в 10 м² или на трансекте длиной до 40 м; следует брать не менее 25 листьев оптимально – 100 листьев с 10 растений; у берёзы листья берутся только с укороченных побегов.

Обработка материала включает измерения, показанные на рис. 1. Измеряется полуширина листа в его середине (1), длины второй жилки от основания листа слева и справа (2), расстояние между первой и второй жилками слева и справа (3), расстояние между концами этих жилок слева и справа (4) и угол отхождения второй жилки слева и справа (5).

Для измерений использовались штангенциркуль, транспортир и линейка.

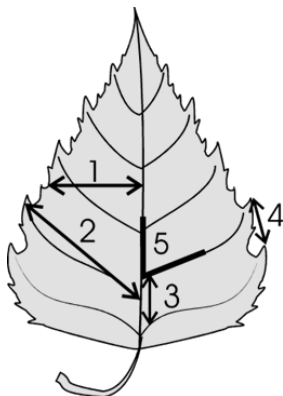


Рис. Измерения флуктуирующей асимметрии листа *Betula pendula*

Помимо этих измерений отдельно оценивается форма верхушки, которая может быть незагнутой (НЗ), загнутой влево (ЗВл) или вправо (ЗВп), а также иметь форму хвоста ласточки (ЛХ).

После все результаты обрабатывались в программах MS Excel и R, где рассчитывались величина флуктуирующей асимметрии между отдельными половинками листьев, средняя итоговая флуктуирующая асимметрия, итоговая величина флуктуирующей асимметрии (ИФА). В свою очередь, полученные значения ИФА (табл. 1, 2) сравнивались с табличными значениями (табл. 3), а на основе этого делался вывод о величине антропогенной нагрузки.

Таблица 1

Итоговая величина флуктуирующей асимметрии *Betula pendula*

ИФА (точка 1)	ИФА (точка 2)	ИФА (точка 3)
0,119	0,150	0,153

Таблица 2

Итоговая величина флуктуирующей асимметрии *Betula pubescens*

ИФА (точка 1)	ИФА (точка 2)	ИФА (точка 3)
0,0138	0,0107	0,0319

Таблица 3

Шкала оценки качества среды по величине флуктуирующей асимметрии листа *Betula pendula* [3]

Балл	Качество среды	ФА
I	Условно нормальное	<0,040
II	Начальные (незначительные) отклонения от нормы	0,040–0,044
III	Средний уровень отклонений от нормы	0,045–0,049
IV	Существенные (значительные) отклонения от нормы	0,050–0,054
V	Критическое состояние	> 0,054

В результате нашего исследования была проведена численная оценка асимметрии листовых пластинок берёзы повислой (*Betula pendula*) из разных популяций г. Сыктывкара, а на основе этого рассчитан показатель ФА для каждой точки:

точка 1 – 0,119;

точка 2 – 0,150;

точка 3 – 0,153.

Все значения соответствуют 5 баллам по шкале В. М. Захарова – состояние среды критическое.

Мы можем сделать предположения, что на значения, отклонённые от нормы, повлияло расположение в городе крупных промышленных комплексов по деревообработке: «Mondi» и Сыктывкарский фанерный завод. Производства способствуют выбросу в атмосферный воздух мелкодисперсных частичек пыли, различных химических соединений, углекислого газа в большом объёме. Произрастание исследуемых деревьев близ автодорог также негативно отразилось на показателе ФА. Отрицательно могло сказаться соседство с жилыми домами людей – в течение суток на растения воздействовало шумовое и световое загрязнение.

Также в результате исследования была проведена численная оценка асимметрии листовых пластинок берёзы пушистой (*Betula pubescens*) из разных популяций г. Сыктывкара, а на основе этого рассчитан показатель ФА для каждой точки: в точке 1 показатель составил 0,0138, в точке 2 он равен 0,0107, в точке 3 – 0,0319. Во всех точках качество окружающей среды соответствует условно нормальному.

Вероятнее всего, такая разница всё-таки наблюдается из-за негативного влияния на растения в Эжвинском районе СЛПК.

Отдельно отметим, что методика ФА действительно оказалась простой в применении. А чтобы проверить достоверность этого метода, мы будем дальше изучать состояние окружающей среды в этих районах, только уже на значениях ФА других растений.

1. Гуртяк А. А., Углев В. В. Оценка состояния среды городской территории с использованием берёзы повислой в качестве биоиндикатора // Известия Томского политехнического университета. 2010. № 1. С. 200–204.

2. Захаров В. М., Кларк Д. М. Биотест. Интегральная оценка здоровья экосистем и редких видов. М.: Биотест, 1993. 68 с.

3. Захаров В. М., Чубинишвили А. Т. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях. М.: Центр экологической политики России, 2001. 78 с.

4. Зорина А. А. Методы статистического анализа флуктуирующей асимметрии // Принципы экологии. 2012. № 3 (3). С. 24–47.

5. Кустовая Л. М. Применение методов флуктуирующей асимметрии листовой пластинки берёзы повислой (*Betula pendula*) для оценки экологического состояния придорожных полос г. Казани. Казань: Казанский федеральный университет, 2013. 108 с.

6. Ревич Б. А. «Горячие точки» химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России. М.: Акрополь, Общественная палата РФ, 2007. 192 с.

7. Семериков Л. Ф., Глотов Н. В. Оценка изоляции в популяциях скального дуба (*Quercus petraea*) // Генетика. 1971. Т. 7. № 2. С. 65–71.

ОЦЕНКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КОЙГОРОДСКИЙ» В ВЕРХОВЬЯХ РЕКИ СУРАН

В. А. Ожегов,

*обучающийся группы 231-ЭКо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар*

С. Н. Плюснин,

*к. б. н., доцент кафедры экологии и геологии,
и. о. директора института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорокина, г. Сыктывкар*

***Аннотация.** В работе представлены результаты исследований биологического разнообразия флоры лесных экосистем северной части национального парка «Койгородский» в верховьях реки Суран. Изучено влияние антропогенного воздействия (рубки лесных насаждений) на биологическое разнообразие. Сбор материалов осуществлялся на северной границе национального парка и вырубках, примыкающих к заповедной территории. В результате изучения объектов и последующего их сравнения установлено, что рассматриваемые участки имеют различие в количестве представленных видов растений, что связано с уничтожением растительности и нарушением почвенного покрова первичных темнохвойных и смешанных лесов.*

***Ключевые слова:** национальный парк «Койгородский», видовое разнообразие, лесные экосистемы, рубки, геоботанические исследования, ветровалы*

Национальный парк «Койгородский» имеет площадь 56,7 тыс. га. [9]. Он стал третьей особо охраняемой природной территорией федерального значения в Республике Коми. Национальный парк расположен на юге республики, на территории муниципальных районов «Койгородский» и «Прилузский». Это последний крупный участок южной тайги, сохранившийся в Республике Коми. Леса здесь не затронуты хозяйственной деятельностью человека и не имеют следов промышленного освоения. Удалённость от ближайших населённых пунктов – 30–40 км. На исследуемом участке национального парка преобладают ель, сосна и пихта, отдельные деревья достигают высоты 28–31 метров. Древостой имеют все признаки перестойных, начинается их естественный распад, после чего преобладать на данных лесных участках вероятнее всего вновь будут хвойные [3]. Национальный парк

«Койгородский» имеет большую научную ценность, так как на его территории имеется возможность исследования не только естественных экосистем, но и участков, затронутых деятельностью человека. По границам национального парка имеются делянки, а на самой территории наблюдаются лишь следы мелких природных пожаров и ветровалов.

Экологические исследования на территории национального парка «Койгородский» имеют особую актуальность. Национальному парку на данный момент всего 3 года, он был выведен в категорию ООПТ федерального значения в 2019 г. Исследователи Института биологии Коми НЦ УрО РАН частично установили видовой состав флоры и фауны для некоторых участков национального парка, но сравнительная оценка биоразнообразия с сопредельными территориями (главным образом, вырубками) ранее не проводилась. В данной работе наибольшее внимание уделяется биоразнообразию на участках вырубок, а также вариабельности живых организмов на участках, которые затронули лишь естественные процессы. Цель исследования – оценить и сравнить видовое разнообразие участков с антропогенным воздействием (вырубки) и экотопов с естественной динамикой (темнохвойный лес, ветровалы).

Материалы для исследования были собраны на границах и непосредственно на территории национального парка. С помощью географических карт и космоснимков района были определены места вырубок и наиболее удобные для изучения участки естественной экосистемы. Проведение исследований опирается на использование начальных данных цифровой карты, а также программного обеспечения геоинформационных систем (ГИС) для совместной обработки разнородных данных. При сравнении космоснимков национального парка и близлежащих территорий 2019 г. с космоснимками 2000 г. очевидно, что только территория ООПТ осталась нетронутой, а все примыкающие к ней участки были вырублены [1].

На полевом этапе было сделано геоботаническое описание [6]. При оценке биоразнообразия растительного покрова необходимо, чтобы исследования охватывали все физиономически отличающиеся варианты сообществ [4]. Типовое геоботаническое описание состоит из двух частей: общего сведения о пробной площади и списка встреченных на площади видов с указанием обилия каждого вида по выбранной шкале в каждом ярусе. Растительное сообщество описывается по условным или реальным ярусам: последовательно и независимо характеризуются древостой (в том числе подрост основных лесообразующих пород), подлесок, травянисто-кустарничковый ярус, мохово-лишайниковый покров и внеярусная растительность. При описании лесных фитоценозов также важно учитывать влияние человека, такая оценка проводится преимущественно по следам антропогенной деятельности, в нашем случае отмечается наличие вырубок.

На следующем этапе исследования данные с каждого участка сопоставлялись с обработанными данными GPS, а точки, в свою очередь, наносились на карту. Помимо поиска и описания интересующих экотопов, производилось сравнение исследуемых участков. После заполнения бланка описания на каждом из участков была составлена общая таблица, которая представляет собой список всех отмеченных видов растений (табл.). Затем производилось сравнение видового разнообразия, были выявлены некоторые закономерности распределения видов.

Таблица

Данные по видовому разнообразию древостоя и подроста исследуемых участков. Приведены баллы жизненности (виталяитета) и фенологические фазы растений (по В. В. Алёхину)

Ярус	Растение	Естественный темнохвойный лес	Участок ветровала	Семилетняя вырубка	Трехлетняя вырубка
Древостой	Ель сибирская (<i>Picea obovata</i>)	пцв, 3а	пцв, 3а		
	Сосна обыкновенная (<i>Pinus sylvestris</i>)	пцв, 3а	пцв, 3а		
	Осина (<i>Populus tremula</i>)	пцв, 3а			
	Берёза пушистая (<i>Betula pubescens</i>)	пцв, 3а			
	Берёза повислая (<i>Betula pendula</i>)	пцв, 3а			
Подрост	Ель сибирская (<i>Picea obovata</i>)	зцв, 3а	зцв, 3а	зцв, 3б	
	Сосна лесная (<i>Pinus sylvestris</i>)	зцв, 3а	зцв, 3а	зцв, 3б	
	Осина (<i>Populus tremula</i>)	зцв, 3а	зцв, 3а	зцв, 3б	зцв, 3б
	Берёза пушистая (<i>Betula pubescens</i>)	зцв, 3а	зцв, 3а	зцв, 3б	зцв, 3б
	Берёза повислая (<i>Betula pendula</i>)	зцв, 3а	зцв, 3а	зцв, 3б	

Обозначения:

зцв – растение находится в стадии зацветания;

пцв – растение находится в полном цвету;

3а – растение проходит весь цикл развития, нормально плодоносит и достигает нормальных размеров;

Зб – растение проходит весь цикл развития, нормально плодоносит, но не достигает нормальных размеров.

Сравнивая видовое разнообразие древостоя на ненарушенной территории с участками, которые затронули сукцессионные процессы, можно выделить ель сибирскую (*Picea obovata*) и сосну обыкновенную (*Pinus sylvestris*) как виды, которые первыми появляются на участках, переживших ветровалы. Сосна – дерево-пионер, быстрорастущая и светолюбивая порода, которая после произошедших изменений первой занимает новую территорию. Сосна является ксерофитом, способна произрастать на бедных и сухих почвах, также она имеет чрезвычайно гибкую корневую систему. Ель, в свою очередь, не является деревом-пионером, но в своих насаждениях в силу большей густоты полога и древостоя, а также медленного изреживания в большей мере, чем сосна, обладает способностью претворять занятую среду; под пологом елового леса меньше освещённость, ниже температура, выше влажность воздуха и слабее ветер. Солнечные лучи не становятся для неё определяющим фактором, темпы роста заметно медленнее, чем у сосны, поэтому ель может долго находиться во втором-третьем ярусе, но через определённое время превзойти в размерах другие деревья и оставить светолюбивые породы без солнечных лучей [4; 8].

Благодаря сходству биологических свойств со свойствами сосны (светолюбивая и нетребовательная к плодородию почвы порода) берёза часто встречается в виде примеси в сосновых древостоях на различных почвах. Можно предположить, что осина (*Populus tremula*), берёза пушистая (*Betula pubescens*) и берёза повислая (*Betula pendula*) впоследствии вытесняются с участков из-за своей недолговечности и требовательности к освещению.

Видовое разнообразие древостоя, очевидно, обедняется в местах проведения вырубок, там были обнаружены лишь единичные деревья, которые остаются при рубках для ускорения лесовозобновления [11].

Если рассматривать видовое разнообразие подроста нетронутого лесного участка и участков с антропогенным воздействием, можно отметить, что в этом ярусе видовой состав значительно богаче. Это объясняется тем, что происходит борьба за территорию между видами, которую в итоге занимают ель сибирская (*Picea obovata*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) и в меньшем количестве осина (*Populus tremula*). На участках вырубок отдельно следует выделить осину. Это быстрорастущая, светолюбивая порода, с очень мелкими семенами, которые могут перемещаться на большие расстояния, и способностью давать корневые отпрыски. Также довольно часто встречаются берёза пушистая

(*Betula pubescens*) и берёза повислая (*Betula pendula*), которые также можно считать деревьями-пионерами. Они являются светолюбивыми растениями с огромной производительностью семян, но в силу недостатка света обычно угнетаются под пологом хвойных пород [4; 8].

Если сравнивать видовое разнообразие подлеска, то можно сказать, что состав видов не сильно отличается в местах ветровалов от нетронутых участков. В этой группе отдельно следует отметить можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*), который практически отсутствует на открытых местах. Данное растение часто страдает от ожогов кроны, потому предпочитает находиться под пологом леса. Малина (*Rubus idaeus*) и шиповник (*Rosa spinosissima*) считаются неприхотливыми к почвенным условиям, они достигают своего максимального развития на увлажнённых и светлых местах, но прекрасно адаптируются к изменению среды. Меньшее видовое разнообразие подлесочных пород имеет вырубка трёхлетней давности.

Кустарничковый ярус также оказался сходным на нетронутых участках и участках ветровала, однако на участках семилетних вырубок дополнительно присутствовала черника (*Vaccinium myrtillus*) и брусника (*Vaccinium vitis-idaea*). Эти растения считаются легко адаптируемыми к условиям среды, единственное, что может ограничивать их рост, – прямые солнечные лучи. Брусника и черника светолюбивы, но произрастают обычно под пологом подлеска. Именно поэтому данные виды не были встречены на местах трёхлетней вырубки.

Травянистый ярус в силу большого видового разнообразия был разделён на группы по отношению к освещённости. Светолюбивые виды (гелиофиты) плохо переносят состояние длительного затенения, такие растения встречались на местах ветровалов и вырубок разного возраста, одним из таких растений является иван-чай узколистный, его можно рассматривать как индикатор вырубков и ветровалов. Также была выделена группа теневыносливых растений (сциогелиофитов), которые могут переносить пониженную освещённость благодаря набору адаптаций (например, более широкие и тонкие листья). Наконец, растения из группы эвритопных видов встречались почти на каждом исследуемом участке – они приспособлены к существованию в разнообразных условиях среды и обладают широким диапазоном экологической выносливости. Состав видов изменялся, достигая своего максимального разнообразия в местах ветровалов и семилетней вырубки. Такое различие обусловлено наличием видов, экология которых подразумевает открытые светлые участки или же требовательность к минеральным веществам почвы [10]. Данные виды можно отметить как виды-индикаторы,

в лесу они обычно вытесняются более непритворными представителями сообществ.

При оценке видового разнообразия споровых растений было обнаружено, что состав видов более разнообразен в нетронutom темнохвойном лесу. Это связано с тенью и влажностью – предпочтительными факторами для споровых растений [5], которые предпочитают расти под пологом древостоя, а их единичное присутствие говорит о том, что такие растения плохо приживаются на открытых участках.

Лучшие условия для роста мхов – это влажные и заболоченные места, а также хвойные леса. Мхи не требовательны к условиям окружающей среды, в неблагоприятные периоды они останавливают свой рост, но не погибают. Однако после нормализации состояния окружающей среды они восстанавливают свой рост и продолжают развитие. Главный фактор, определяющий наличие мхов, – влажность. Наибольшее разнообразие видов мхов встречалось в естественном темнохвойном лесу, в котором сохраняются эти необходимые условия. Более бедным разнообразие видов мхов оказалось на местах антропогенного воздействия, так как после вырубki древостоя существенно уменьшается влажность воздуха, усиливается освещённость, нарушается структура почвенного покрова и, что не менее важно – уменьшается количество пригодного для развития мхов субстрата. В исследуемых сообществах был отмечен политрихум прямой (*Polytrichum juniperinum*), его отличительная особенность – способность одним из первых заселять места вырубok, гари и преимущественно песчаные почвы.

Одними из самых чувствительных организмов в лесных сообществах являются лишайники. Для роста и развития этих организмов, как и для мхов, важны особенности микроклиматических условий, наличие субстрата. Резкая смена растительности и микроклиматических условий после рубки древостоя предполагает соответствующую смену структуры лишайнобиоты. В рассматриваемых условиях обеднённый состав лишайников связан с исчезновением пригодных для роста этих организмов экологических ниш. На более старых вырубках (7 и более лет) увеличение видового богатства лишайников происходит за счёт зарастания появившихся после рубки древостоя субстратов. При этом в процесс заселения субстрата включаются лишайники разных таксономических групп. Лишайниковые сообщества свежих сосновых вырубok представлены в основном эпифитными и эпиксильными видами, которые способны выдерживать резкую смену освещённости и некоторое время сохраняются на оставленных и появившихся в процессе рубки субстратах (семенные деревья, пни, порубочные остатки).

Геоботаническое описание и дальнейшее сравнение видового разнообразия участков, которые были затронуты лишь естественными процессами (ветровалами), и участков, на которых происходило антропогенное воздействие (вырубки), показали, что рассматриваемые территории имеют различия в количестве представленных видов. Наибольшее разнообразие (96 видов) отмечено в естественном темнохвойном лесу, что связано с отсутствием антропогенного воздействия и процессами естественной сукцессии, которая в темнохвойном лесу подразумевает освобождение участков с проникновением света. Меньшее видовое разнообразие зафиксировано на семилетней вырубке (64 вида), а наименьшее – на трёхлетней вырубке (35 видов), что связано не только с уничтожением растительности во время процесса рубки, но и с нарушением почвенного покрова, а также с изменением микроклиматических показателей.

1. Авдеев Ю. М., Хамитова С. М., Пестовский А. С. Обзор применения ГИС в исследовании лесных насаждений // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении, лесном хозяйстве и экологии : доклады VII Всероссийской конференции (с международным участием). М., 2019. С. 108–110.

2. Бобров Ю. А., Плюснин С. Н. Экологический мониторинг на особо охраняемых природных территориях. Сыктывкар: СГУ им. Питирима Сорокина, 2018. 97 с.

3. Козубов Г. М., Таскаев А. И. Леса Республики Коми. М.: Дизайн. Информация. Картография, 1999. 332 с.

4. Лавренко Е. М., Корчагин А. А. Полевая геоботаника. Ч. 1. Основные закономерности растительных сообществ и пути их изучения. Л.: Изд-во АН СССР, 1959. 444 с.

5. Лавренко Е. М., Корчагин А. А. Полевая геоботаника. Ч. 2. Изучение генеративного размножения компонентов растительных сообществ. Л.: Изд-во АН СССР, 1960. 493 с.

6. Лавренко Е. М., Корчагин А. А. Полевая геоботаника. Ч. 3. Заложение экологических профилей и пробных площадей. Л.: Изд-во АН СССР, 1964. 524 с.

7. Лавренко Е. М., Корчагин А. А. Полевая геоботаника. Ч. 4. Сезонная динамика растительного сообщества. Л.: Изд-во АН СССР, 1972. 331 с.

8. Лавренко Е. М., Корчагин А. А. Полевая геоботаника. Ч. 5. Строение растительных сообществ. Л.: Изд-во АН СССР, 1976. 320 с.

9. О создании национального парка «Койгородский» : постановление Правительства Российской Федерации от 07.12.2019 № 1607. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201912110007?rangeSize=50> (дата обращения: 22.07.2022).

10. Смирнова О. В., Шапошников Е. С. Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия. СПб.: РБО, 1999. 549 с.

11. Флинт В. Е., Смирнова О. В., Заугольнова Л. Б. и др. Сохранение и восстановление биоразнообразия. М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002. 286 с.

БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

И. С. Иголкин,

*обучающийся группы 241п-БГо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорочкина, г. Сыктывкар*

***Аннотация.** В данной работе представлено описание биологического разнообразия природных зон Республики Коми, в том числе характеристика горных поясов. Рассмотрено географическое положение природных зон, распределение растительности, а также доминирующие виды растений, которые произрастают в данных поясах. По результатам анализа литературных данных был сделан вывод, что леса Республики Коми, по сравнению с другими регионами Европейского Севера, отличаются повышенным видовым разнообразием.*

***Ключевые слова:** биологическое разнообразие, природные зоны, горные пояса, Республика Коми*

Территория Республики Коми располагается на северо-востоке Восточно-Европейской равнины и западном макросклоне северной части Уральского хребта. Согласно схемам физико-географического районирования, она соответствует следующим ландшафтным провинциям: части Двинско-Мезенской и Северных Увалов, Тиманской, Печорской, Североуральской, Приполярноуральской, Полярноуральской [1; 4; 5; 7].

Крайний северо-восток республики (Воркутинский район) и её север (части Интинского, Усинского, Усть-Цилемского районов) относятся к тундровой зоне с подзонами южных гипоарктических тундр и северной лесотундры. Более 95 % пространства Республики Коми занимает лесная зона с подзонами южной лесотундры, крайней северной, северной, средней и южной тайги [6].

В подзоне южных гипоарктических тундр господствуют ерниковые тундры, расположенные на ровных водораздельных пространствах и пологих склонах, в которых доминирует карликовая берёзка. Ивняковые тундры из ивы лопарской, ивы копьевидной, ивы шерстистой, ивы серо-голубой занимают ложбины стока, окраины болот, берега озёр и ручьёв, но площади

их сравнительно невелики. Травяно-кустарничковый ярус включает багульник, бруснику, чернику, воронику, голубику и другие кустарнички; из трав, роль которых здесь незначительна, чаще встречаются осока арктосибирская и осока шаровидная, морошка, луговик извилистый, вейник лапландский, несколько видов камнеломки и звездчатки, лютика и ожики. Напочвенный покров тундр образован зелёными мхами (гилокомиум блестящий, плеврочиум), сфагновыми мхами (сфагнум болотный и другие) и лишайниками (кладония оленья, кладония звёздчатая и другие). Кустарничковые, моховые и лишайниковые тундры в этой подзоне встречаются небольшими участками на повышенных элементах рельефа и в местах с каменистым субстратом [6].

В подзоне северной лесотундры на водоразделах сохраняется господство ерниковых тундр, занимающих около 75 % её территории. В долинах рек и на дренированных склонах появляются редкостойные елово-берёзовые и берёзовые леса. Лесообразующими породами в них являются ель сибирская, берёза извилистая и берёза пушистая. Кустарничковый ярус из черники, багульника, брусники, вороники, голубики хорошо выражен, напочвенный покров мозаичный из пятен зелёных, сфагновых мхов и лишайников. В понижениях рельефа встречаются крупнобугристые и плоскобугристые болота. Ближе к Уралу появляются участки редкостойных лиственничников. В поймах рек обычны древовидные ивняки и крупнотравные луговины [6].

В подзоне крайней северной тайги на междуречных пространствах преобладают еловые, елово-берёзовые и берёзовые леса. Большая часть лесов заболочена. Высокие оценки обилия в нижних ярусах имеют кустарнички, местами – карликовая берёзка, осока шаровидная. Моховой покров сплошной, в нём преобладают сфагновые мхи, в качестве примеси – кукушкин лен и зеленые мхи. Дренированные участки рельефа заняты ельниками зеленомошными, лишайниково-зеленомошными, в долинах рек – травяными. На борových террасах реки Печоры и её притоках появляются лишайниковые и зеленомошные сосновые боры, которые в депрессиях замещаются сфагновыми сосновыми лесами. Берёзовые леса распространены неравномерно, крупные их массивы располагаются на правом берегу Печоры от устья реки Ижмы до нижнего течения реки Шапкина. Для лесов крайней северной тайги характерно участие в древостоях лиственницы сибирской, которая встречается как примесь в ельниках и сосняках либо образует небольшие участки лиственничников. Лесные массивы чередуются с крупными безлес-

ными верховыми сфагновыми болотами. На севере подзоны распространены крупнобугристые болота. В прирусловых зонах рек заросли кустарниковых и древовидных ив, между которыми располагаются злаковые и разнотравные луга, используемые как сенокосные угодья. В некоторых местах на возвышенностях сохраняются значительные по площади тундроподобные сообщества из можжевельника сибирского, карликовой берёзки, в которых заметную ценогическую роль играют лесные кустарнички и травы [6].

Для подзоны северной тайги характерно полное облесение плакоров. Здесь преобладают елово-берёзовые леса и ельники с естественной примесью сосны и берёзы, кустарничково-долгомошно-зеленомошного и сфагнового типов. Значительные площади лесов подзоны заболочены. Из кустарничков чаще доминирует вороника и голубика, из трав – иногда осока шаровидная. Характер напочвенного покрова обусловлен фактором увлажнения: на сухих местообитаниях доминируют лишайники, на нормально увлажнённых – зелёные мхи, избыточно увлажнённых – кукушкин лён и сфагновые мхи. На дренированных участках речных долин в смешанных лесах и в разреженных древовидных ивняках формируется богатый видами травяной ярус. Значительную роль в северной подзоне тайги играют сосновые леса, которые занимают боровые террасы и флювиогляциальные равнины в бассейнах рек Вашки, Мезени, на Среднем Тимане и в Ижмо-Печорском междуречье. Древостой в них низкорослый и разреженный. Заметное участие в лесах северной тайги принимает лиственница, которая образует елово-лиственничные, а иногда и чисто лиственничные сообщества. По долинным лесам вдоль Печоры далеко на север подзоны заходит пихта сибирская. На гарях и вырубках формируются производные леса из берёзы пушистой. Значительные площади междуречных пространств занимают верховые безлесные болота. Луга распространены только в поймах рек, где они чередуются со смешанными лесами и ивняками. Встречаются древовидные ивняки с редкими группами ив и хорошо развитым злаковым травостоем [6].

Подзона средней тайги занимает более одной трети всей территории Республики Коми. Основные площади этой подзоны покрыты еловыми лесами, наиболее типичными ассоциациями которых являются ельники чернично-зеленомошные; на плоских водораздельных равнинах и в депрессиях встречаются долгомошные и сфагновые ельники. На участках с богатыми почвами и в долинах рек появляется примесь пихты сибирской, иногда она об-

разует пихтовые леса. На Тимане и в Приуралье в качестве примеси или доминирующей породы встречается лиственница сибирская. К подзоне средней тайги относится и большая часть ареала сосны сибирской (кедра сибирского), который принимает участие в формировании еловых и елово-кедровых лесов, особенно в восточной части республики (Приуралье), хотя площади лесов с участием кедра незначительны [6].

Подзона южной тайги занимает южные части Прилузского и Койгородского районов. На междуречных плато господствуют еловые и пихтово-еловые леса зеленомошного типа. Характерной ассоциацией для этой подзоны является ельник кислично-зеленомошный. Иногда наряду с елью сибирской здесь встречается ель европейская и их гибридные формы. В связи с интенсивным хозяйственным освоением на юге республики имеются большие площади смешанных хвойно-мелколиственных и мелколиственных лесов, формирующихся после рубок и пожаров. Сосняков в южной тайге немного, занимают они боровые террасы в верхнем течении реки Сысолы и её притоков. Площади болот незначительны, мелкие низинные болотца располагаются в притеррасных зонах речных пойм. Луговые сообщества в долинах рек чередуются с перелесками, зарослями кустарниковых и древовидных ив; суходольные луга встречаются на междуречных пространствах между лесными массивами. Частота встречаемости липы и её травянистых спутников в пределах южной тайги увеличивается. В смешанных лесах иногда формируется пёстрый по видовому составу кустарниковый ярус из калины, шиповника, жимолости лесной и других растений [6].

На восточной окраине республики Урал вносит определённые нарушения в «нормальную» картину зональности, характерную для Русской равнины. В горах более или менее чётко проявляется вертикальная поясность растительности. Выделяют шесть сменяющих друг друга снизу-вверх поясов, из которых на изучаемой территории выражены горнолесной, подгольцовый, горно-тундровый и пояс холодных гольцовых пустынь [3].

Горнолесной пояс занимает склоны до 67° северной широты и не менее 60–70 % всей площади гор. Положение верхней границы леса в горах Урала варьирует в зависимости от географической широты местности, крутизны и экспозиции склонов, массивности гор и других условий. Распределение растительности в пределах горнолесного пояса неоднородное. Чаще всего на нижних и средних частях склонов преобладают ель сибирская и берёза пушистая, часто образующие смешанные леса. Выше они сменяются подпоясом совместного господства ели, берёзы и пихты сибирской. Постепенно с увеличением высоты участие ели и берёзы в образовании леса уменьшается,

и эти древесные породы начинают встречаться в ничтожно малом количестве, уступая место пихте. Ещё выше к последней примешивается берёза извилистая, и пихтовый лес переходит в пихтово-берёзовый. К северу от 64° северной широты в горных лесах начинает доминировать лиственница сибирская, тогда как пихта исчезает [2].

Подгольцовый пояс, выраженный на склонах многих хребтов Северного и Приполярного Урала, характеризуется низкорослыми редкостойными лесами. Чаще всего они образованы берёзой извилистой с небольшой примесью ели или пихты и обычно в комплексе с мезофильными крупнотравными лугами, которые часто называют субальпийскими. Здесь практически отсутствуют болота. Тундровый элемент растительности в нём в сущности не представлен, поэтому подгольцовый пояс можно рассматривать лишь как отдалённый аналог лесотундры, с которой его сближает редкостойность лесов, низкорослость деревьев и искривлённость их стволов [2].

Горно-тундровый пояс на Полярном Урале и на большей части Приполярного Урала тянется сплошной полосой на высотах от 200–300 до 800 метров. На Северном Урале он распадается на ряд островов, которые связаны с крупными горными вершинами высотой от 700 до 1300 метров. Основу его растительности составляют различные тундровые сообщества. Низковысотными, обычно граничащими с подгольцовыми лесами и лугами, являются кустарниковые тундры. На сухих участках здесь преобладают можжевельниковые сообщества, в условиях нормального увлажнения – заросли берёзы карликовой и ольхи кустарниковой, в сырых местах – ивняки. Выше лежит подпояс мохово-кустарничковых и луговинных тундр. Наконец, самые высокогорные – лишайниковые каменистые тундры [2].

Выше горных тундр простираются поля каменных россыпей и скалистых останцев. Это так называемый пояс холодных гольцовых пустынь, или гольцовый пояс. Он аналогичен зоне арктических пустынь. Климатические условия здесь наиболее суровы, вегетационный период сильно сокращён, режим увлажнения неустойчив, поэтому растительность очень скудная и сильно разреженная, представлена в основном различными лишайниками [2].

Леса Республики Коми, по сравнению с другими регионами Европейского Севера, отличаются повышенным видовым разнообразием. Последнее объясняется расположением территории республики на стыке Восточно-Европейской и Западно-Сибирской ботанических провинций [6].

1. Атлас Коми АССР. М., 1964. 112 с.

2. Атлас по климату и гидрологии Республики Коми. М.: Дрофа; ДиК, 1997. 116 с.
3. Горчаковский П. Л. Растительный мир высокогорного Урала. М.: Наука, 1975. 284 с.
4. Зубов С. М. Физическая география СССР. Региональный обзор. Ч. 1. Физико-географическое районирование СССР. Европейская часть СССР. Кавказ. Минск: Высшая школа, 1965. 364 с.
5. Исаченко А. Г. Физико-географическая характеристика региона // Состояние окружающей среды северо-западного и северного регионов России. СПб.: Наука, 1995. С. 7–30.
6. Таскаев А. И., Козубова Г. М. Леса Республики Коми. М.: Дизайн. Информация. Картография, 1999. 332 с.
7. Чикишев А. Г. Природное районирование // Урал и Приуралье. М.: Наука, 1968. С. 305–349.

МОНИТОРИНГ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ НА ПРИМЕРЕ КОРТКЕРОССКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ КОМИ

В. В. Мансуров,
*обучающийся группы 222-ЭПо института естественных наук
СГУ им. Питирима Сорочкина, г. Сыктывкар*

***Аннотация.** В данной статье рассмотрен один из методов мониторинга природопользования на поверхности Земли. Для проведения исследования были использованы космические снимки со спутника Sentinel-2, на основе которых были построены мультитременные композиты.*

***Ключевые слова:** дистанционное зондирование земли, космическая съёмка, природопользование, дешифрирование, лесная вырубка*

Для целей контроля и учёта природопользования всё чаще в качестве основного средства мониторинга используются средства дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Анализ изображений земной поверхности позволяет выявлять антропогенные и природные объекты и явления, определять их местоположение и характеристики, выявлять закономерности распределения в пространстве и устанавливать временную изменчивость. Преимуществом ДЗЗ по сравнению с другими методами наблюдений является возможность оперативного получения информации о состоянии и хозяйственной деятельности для любых территорий, независимо от их удалённости и размера.

Целью данной работы является отработка таких перспективных для Республики Коми направлений применения ДЗЗ, как контроль состояния лесного фонда, в том числе оценка динамики и состояния вырубок, выявления гарей и ветровалов, контроль выполнения лицензионных соглашений, обнаружение мест несанкционированного размещения твёрдых бытовых отходов, незаконное строительство.

Наибольший интерес для целей мониторинга природопользования представляют данные, получаемые с космических аппаратов Sentinel-2, так как он оснащён сенсором, разрешение которого варьируется от 10 до 60 метров. Были использованы снимки, полученные с данного космического аппарата территории Корткеросского района Республики Коми, за 2019–2020 гг. Одним из важнейших этапов работы является обработка и дешифрирование космических снимков с целью выявления изменений, прошедших на земной поверхности. Под изменениями в данном случае подразумеваются объекты, появляющиеся на местности в результате антропогенных и природных процессов и явлений. В рамках поставленных работ внимание обращалось на такие объекты, как лесные вырубки, карьеры, места складирования коммунальных и бытовых отходов, гари, ветровалы. Наиболее эффективным способом обнаружения изменений является синтезирование разновременных изображений. В программу поканально загружаются два снимка на одну и ту же выбранную территорию за разные годы. Каждый снимок Sentinel-2 имеет 13 спектральных каналов съёмки. Для решения задачи создания мультитременных композитов обычно используют три канала: красный, зелёный, синий; при этом красный канал снимка должен быть более позднего года, а зелёный и синий каналы – более раннего года. При установке данного сочетания каналов программа автоматически отображает на полученном композите в ярко-красных цветах новые объекты (см. рис. 1). На следующем этапе выполняется векторизация растровых каналов.

Далее проводится пространственный анализ территорий и сопоставление полученных данных с данными по лицензионным договорам природопользования, кадастровыми сведениями и другой официальной информацией на цифровой карте. Это позволяет выяснить принадлежность определённого объекта к той или иной производственной сфере, конкретной организации. На данном этапе могут определяться несанкционированные объекты, находящиеся, например, вне границ лицензионных участков, или объекты с нарушениями условий их использования.

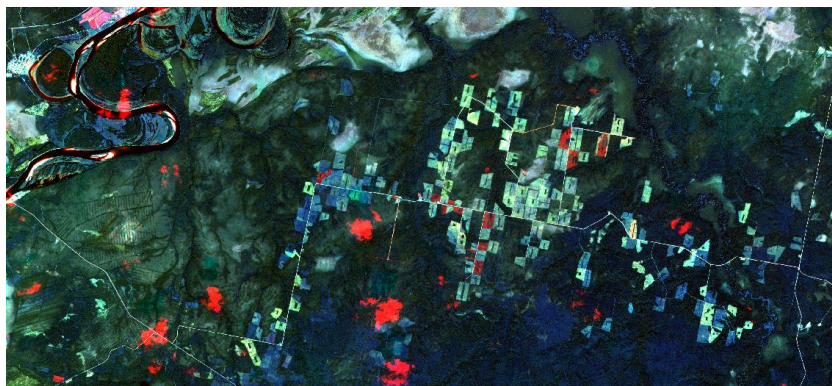


Рис. 1. Пример мультивременного композита на территории Корткеросского района в программе QGIS

По результатам анализа соотношения объектов на карте с пространственными объектами тематических информационных ресурсов АГИКС РК обеспечивается присвоение статуса «санкционированного» или «несанкционированного» объекта, заполнение атрибутивной таблицы векторного слоя изменений.

В результате работы в системе Геопортала РК в разделе «Космическая съёмка» публикуется дежурная карта изменений под названием «Мониторинг природопользования по данным космической съёмки» (см. рис. 2).

Всего по итогам данной работы выявлено 680 объектов, соответствующих изменениям на исследуемой территории. Из них лесные вырубки и лесовозные усы – 676 объектов, дороги – 1 объект, гари – 3 объекта. Из 680 объектов изменений выявлено: 656 санкционированных объектов, 24 объекта в статусе «требует проверки» (из них 3 объекта на Территории ООПТ – болотного заказника «Пезмогское»). Площадь вырубок в пределах ООПТ составила около 10 гектаров.

Площадь территорий, подвергнувшихся изменениям, составляет 6175,019 га – это 0,36 % от общей площади покрытой лесом территории в данном районе. После консультации с сотрудниками института биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН был сделан вывод, что для восстановления делянки при соблюдении технологии вырубки леса понадобится минимум 40 лет.

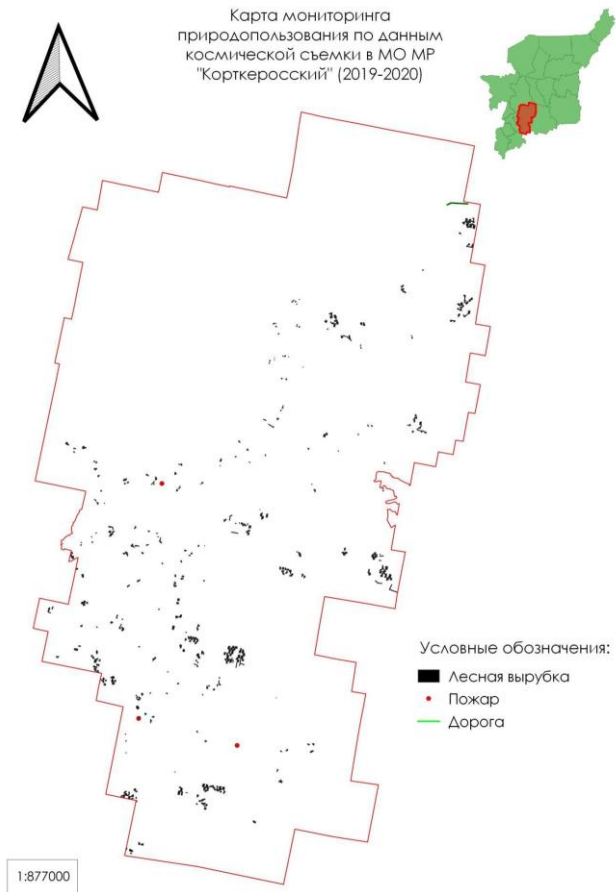


Рис. 2. Картограмма мониторинга природопользования по данным космической съёмки

1. Чандра А. М. Дистанционное зондирование и географические информационные системы : учебное пособие. М.: Техносфера, 2008. 312 с.

Для заметок

Научное издание

**СОВРЕМЕННАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА
И СОСТОЯНИЕ БИОРАЗНООБРАЗИЯ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ**

**Студенческая научно-практическая конференция
(Сыктывкар, 18 ноября 2022 года)**

Сборник трудов

Ответственный редактор Р. В. Кудрявцев

Редактор *Е. М. Насирова*
Верстка и компьютерный макет *А. А. Ергаковой*
Выпускающий редактор *Л. В. Гудырева*

Подписано в печать 12.12.2022. Дата выхода в свет 23.12.2022.

Усл. п. л. 3,2. Заказ № 108.

Тираж 50 экз. (1-й завод 16 экз.)

Издательский центр СГУ им. Питирима Сорокина
167982. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, 23Б
Тел. (8212)390-472, 390-473.

Е-mail: ipo@syktsu.ru

<http://www.syktsu.ru/>

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами
в ООО "Типография "Центральная",
167000, Республика Коми, г. Сыктывкар, ул. Интернациональная, 157