



МАТЕРИАЛЫ
IV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО–ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

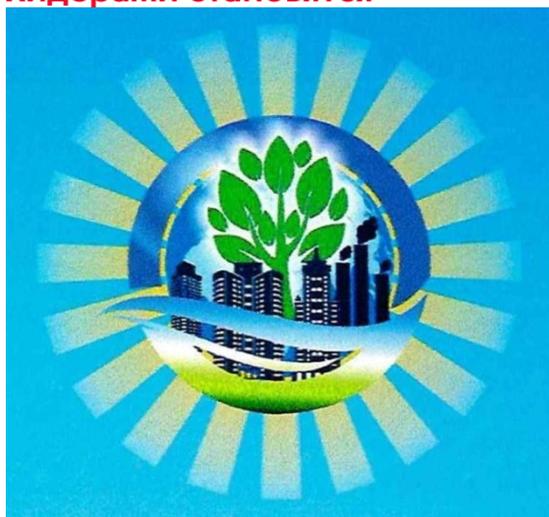
приоритет 2030⁺
лидерами становятся

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

СИБАЙ, 2023

приоритет2030[^]

лидерами становятся



**СИБАЙСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
УФИМСКОГО УНИВЕРСИТЕТА НАУКИ
И ТЕХНОЛОГИЙ, (г. СИБАЙ)**

**МОНГОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
(г. УЛАН-БАТОР, МОНГОЛИЯ)**

**КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ
(г. АЛМАТЫ, РЕСПУБЛИКА
КАЗАХСТАН)**

**ЛАБОРАТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ
СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО И
ИНФОРМАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ
ТЕРРИТОРИЙ ИСЭПН ФНИСЦ РАН
(г. МОСКВА)**

**ИНСТИТУТ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ –
ОБОСОБЛЕННОЕ СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ УФИМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ЦЕНТРА РАН (г. УФА)**

**ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ «УФИМСКАЯ»
УФИМСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА РАН (г. УФА)
КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.И. ВЕРНАДСКОГО
(г. СИМФЕРОПОЛЬ, КРЫМ)**

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Материалы
IV Международной научно-практической конференции
(19-20 апреля 2023 года)
г. Сибай

приоритет2030[^]
лидерами становятся

УДК 332.1 (045)
ББК 65.050.2. Я43

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Я.Т. Суяндук – академик Академии наук Республики Башкортостан, д.б.н., проф., заслуженный деятель науки Республики Башкортостан, старший научный сотрудник лаборатории «Центр системных исследований устойчивого развития территорий и качества жизни населения» Сибайского института (филиала) Уфимского университета науки и технологий;

Г.М. Насыров – к.э.н., заместитель директора по научной работе Сибайского института (филиала) Уфимского университета науки и технологий;

А.А. Барлыбаев – д.э.н., проф., заслуженный деятель науки Республики Башкортостан, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией «Центр системных исследований устойчивого развития территорий и качества жизни населения» Сибайского института (филиала) Уфимского университета науки и технологий;

Р.Ф. Хасанова – д.б.н., доцент, заведующий лабораторией селекции зерновых и зернобобовых культур, и.о. главного научного сотрудника Уфимского федерального исследовательского центра РАН;

И.М. Рахматуллин – к.э.н., доцент, декан факультета экономики и права Сибайского института (филиала) Уфимского университета науки и технологий (УУНиТ).

Устойчивое развитие территорий: теория и практика: материалы IV Международной научно-практической конференции (19-20 апреля 2023 г., г. Сибай). – Сибай: Сибайский институт (филиал) УУНиТ, 2023. – 429 с.

ISBN 978-5-6048609-4-6

В сборнике представлены научные доклады IV Международной научно-практической конференции «Устойчивое развитие территорий: теория и практика». Авторы опубликованных статей несут ответственность за патентную чистоту, достоверность и точность фактов, цитат, экономико-статистических данных, собственных имен, географических названий и прочих сведений, а также за разглашенных данных, не подлежащих открытой публикации.

УДК 332.1 (045)
ББК 65.050.2. Я43

ISBN 978-5-6048609-4-6



9 785604 860946

© Коллектив авторов, 2023
© Сибайский институт (филиал) УУНиТ, 2023

Опекунова М.Г.¹, Гайдыш И.С.², Никулина А.Р.¹
Opekunova M.G.¹, Gaidysh I.S.², Nikulina A.R.¹

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
« Saint-Petersburg State University », Saint-Petersburg, Russia

² Федеральное государственное бюджетное учреждение «Объединенная дирекция государственного заповедника «Костомукшский» и национального парка «Калевальский»

² Federal State Budgetary Institution "Joint Directorate of the State Nature Reserve "Kostomukshsky" and the National Park "Kalevalsky"

**РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ МОНИТОРИНГА И СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ С
ЦЕЛЬЮ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КОСТОМУКШСКОГО РЕГИОНА
IMPLEMENTATION OF THE PROGRAM OF MONITORING AND CONSERVATION OF
BIODIVERSITY TO THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE KOSTOMUKSHA
REGIONE**

Аннотация. На территории государственного заповедника «Костомукшский», г. Костомукша, в санитарно-защитной и промышленной зонах АО «Карельский Окамыш» изучено изменение видового состава растительности, определено содержание химических элементов (Fe, Sc, K, Ca, Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Co, Cr, Sr, V и Mn) в почвах, лишайниках и коре сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. Установлены морфологические отклонения развития пыльцы *Pinus sylvestris* и эпифитных лишайников *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. С помощью метода биотестирования по реакциям *Daphnia magna* Straus. и *Chlorella vulgaris* Beijer дана оценка токсичности почв.

Summary. The change in the biodiversity of vegetation was studied on the territory of the nature reserve "Kostomukshsky", the city of Kostomuksha, in the sanitary protection and industrial zones of JSC "Karelsky Okatysh". The content of chemical elements (Fe, Sc, K, Ca, Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Co, Cr, Sr, V and Mn) in soils, lichens and bark of Scotch pine *Pinus sylvestris* L. was determined. The morphological forms in the structure of pollen and epiphytic lichens *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. on pine bark *Pinus sylvestris* were studied. The soil toxicity using the reactions of *Daphnia magna* Straus. and *Chlorella vulgaris* Beijer was found.

Ключевые слова: окружающая среда, загрязнение, биоразнообразие, тяжелые металлы, биоиндикаторы

Keywords: environment, pollution, biodiversity, heavy metals, bioindicators

Устойчивое развитие регионов размещения предприятий горнорудного производства невозможно без всестороннего контроля и оценки состояния окружающей среды. Обеспечение стабильного функционирования естественных экологических систем, сохранения природных ландшафтов, особо охраняемых природных территорий, недопущение негативных изменений природной среды, сохранение водного режима предполагает создание эффективной системы управления вопросами сохранения, устойчивого использования и восстановления биоразнообразия. Исследования, связанные с воздействием выбросов Костомукшского горно-обогатительного комбината (КГОКа) на различные компоненты окружающей среды, ведутся практически с начала его активной деятельности [1]. С 2021 года на базе государственного заповедника «Костомукшский» при поддержке АО «Карельский окамыш» (до 1993 г. – КГОК) и активном участии сотрудников кафедры геоэкологии СПбГУ реализуется программа мониторинга и сохранения биоразнообразия в регионе. В число основных задач мониторинга входит оценка изменения видового состава растений, контроль распределения и содержания загрязняющих веществ в почвах и индикаторных видах растений на территории Костомукшского государственного заповедника, города Костомукша, в санитарно-защитной зоне (СЗЗ) и вблизи промышленных объектов АО «Карельский окамыш».

Для оценки экологического состояния окружающей среды в регионе проведены комплексные геоэкологические исследования на 39 станциях мониторинга (СМ), расположенных на различном расстоянии от промышленной зоны предприятия, в городе и на территории заповедника. Дана детальная геоэкологическая характеристика источников антропогенного воздействия, физико-географическое описание природно-территориальных комплексов (ПТК), оценка видового состава, вертикальный и горизонтальный структуры, состояния растительных сообществ и сосудистых растений, видов-индикаторов антропогенной нагрузки. Проведены биоиндикационные исследования, включающие отбор проб почв, корки и пыльцы сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. Проведен анализ состояния талломов эпифитных лишайников *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. на стволах сосен и

морфологических параметров пыльцы *Pinus sylvestris*. Видовое разнообразие, химический состав почв и растений, а также биоиндикационные характеристики индикаторных видов растений на территории Костомукшского заповедника приняты за фоновые. Для оценки токсичности исследуемых образцов почвы осуществлено биотестирование с помощью тест-объектов *Daphnia magna* Straus. и *Chlorella vulgaris* Beijer [2, 3].

Анализ содержания металлов (Fe, Sc, K, Ca, Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Co, Cr, Sr, V и Mn) в почвах проведен методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС) на приборе «ELAN-6100 DRC» с полным кислотным разложением проб в Центральной лаборатории ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского. Химический состав почв и лишайников на территории заповедника отличается низким уровнем содержания металлов. При антропогенном загрязнении отмечается увеличение концентрации в почвах всех изученных химических элементов, при этом валовое содержание Ni, Zn и Cd на нескольких СМ вблизи производственных объектов комбината превосходит ОДК. Концентрация Pb, Cr, Cu, Ba в 1,5-2 раза, Mn и Ni до 5 раз, Fe – в 3–14 раз выше фона. Содержание Fe, Cr, Ni и V в лишайниках *Cladonia rangiferina* (L.) F. H. Wigg. и *C. stellaris* (Opiz) Pouzar et Vezda вблизи ГОКа возрастают на порядок по сравнению с фоном. Содержание Sc, Co, Sr и Ba увеличиваются в 5-10 раз, Cu и Pb – в 2-3 раза, а Zn и Cd – незначительно. Элементами-индикаторами эмиссии со стороны техногенных объектов горнорудного производства являются Fe, Cr, Ni и V, урбанизации и автотранспорта – Zn, Pb, Cu, Ni, Cd, Fe. При аэротехногенном загрязнении на всех СМ зольность корки сосны превышает фоновые значения в 1,5-3,5 раза. Наибольшие ее значения наблюдаются возле дорог, на границе СЗЗ комбината, а также в г. Костомукша. Элементами индикаторами загрязнения в районе КГОКа в корке сосны являются Fe и V, содержание которых в 3-10 раз и в 4-14 раз соответственно превышает фон.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что ПТК в регионе присутствия АО «Карельский окатыш» характеризуются высокой степенью нарушенности, обусловленной сплошными рубками разной давности. В растительном покрове доминируют разновозрастные стадии восстановительных сукцессий с преобладанием сосны *P. sylvestris*. Широко представлены древостои 25-30 и 50-60-летнего возраста. Вместе с тем, в СЗЗ комбината изучены сообщества, в составе которых преобладают деревья 250-300 летнего возраста. Коренные еловые фитоценозы из *Picea fennica* (Regel) Kom. представлены фрагментарно; однако даже на станциях мониторинга вблизи промзоны вследствие старовозрастности и высокой сомкнутости биологическое разнообразие в незначительной степени подвержено трансформации.

Изменение видового состава сосудистых растений относительно фоновых площадок наиболее явно проявляется в зеленых массивах на территории г. Костомукша, в северной части Обводного канала, на рекультивированных участках отвалов и в зеленой зоне вблизи смотровой площадки Центрального карьера. Виды, занесенные в Красные книги Республики Карелии и России, в пределах фоновых и контрольных СМ не обнаружены. На нарушенных участках отмечено увеличение видового разнообразия сосудистых растений за счет внедрения в состав фитоценозов рудеральных и синантропных видов. На пожарищах различного возраста произрастают *Calluna vulgaris* L., *Avenella flexuosa* (L.) Drejer и *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth; на пожарищах, вырубках, нарушенных местообитаниях – *Chamaenerion angustifolium* (L.) Scop., *Rubus idaeus* L., *Solidago virgaurea* L.; на антропогенно преобразованных местообитаниях – *Viola tricolor* L., *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Vicia cracca* L., *Vicia sepium* L. В условиях загрязнения атмосферного воздуха наблюдается деградация лесных ценозов, появление разреженных группировок *Calamagrostis arundinaceae* (L.) Roth. На участках с ландшафтно-деструктивными нарушениями (вырубки различного возраста, автодороги, отвалы) в структуру сообществ встраиваются *Tussilago farfara* L. и *Urtica dioica* L. [4]. Обнаружено присутствие инвазивного вида борщевика Сосновского *Heracleum sosnowskyi* Manden., что требует особого внимания со стороны муниципальных органов. На территории рекультивированных отвалов отмечается инвазия видов растений нехарактерных для лесных сообществ северной тайги – *Ribes nigrum* L., *Frangula alnus* Mill., *Melandrium dubium* Hampe ex Garcke и др.

Проективное покрытие эпифитных лишайников на стволах сосен варьирует от <1 до 95%. Вблизи КГОКа оно сокращается в 3 раза по сравнению с фоном (23% против 72%). Наибольшее количество поврежденных талломов эпифитных лишайников *Hypogymnia physodes* (29-34%) наблюдается вблизи Центрального карьера и железной дороги в промзоне комбината. На расстоянии 7–10 км от источников загрязнения процент талломов с некрозами снижается и не превышает 26,8%. После 11 км количество некротических талломов уменьшается до 20,5%, а на фоновой территории в заповеднике – до 10,1%.

Практически все исследованные площадки по состоянию пыльцы относятся к загрязненным территориям. Всего выделено 11 типов нарушений: пыльцевые зёрна с редуцированными пыльцевыми мешками, с включениями, одномешковые, двухразномешковые пыльцевые зёрна, трёх- и четырёхмешковые, со сросшимися пыльцевыми мешками, пыльцевые зёрна без содержимого, с нарушениями экзины, гигантские и с редуцированным телом. Процент содержания тератоморфных пыльцевых зёрен на четырёх СМ соответствуют критическому уровню загрязнения. Остальные территории относятся к зоне сильного загрязнения. Наибольшее влияние аэротехногенных выбросов на тератогенез проявляется на расстоянии 3-7 км от комбината.

Согласно результатам биотестирования, почвы заповедника нетоксичны, на территории г. Костомукши характеризуются низкой токсичностью. На всех станциях контрольного мониторинга на территории промышленной зоны предприятия достоверно (по двум тест-объектам) установлена токсичность почв, которая закономерно уменьшается при продвижении от поверхностного горизонта вниз по почвенному профилю. Ведущими факторами увеличения токсичности проб служат выбросы от объектов горнорудного производства, в меньшей степени – автотранспорта. Результаты биотестирования с использованием двух тест-объектов сопоставимы между собой: на большинстве площадок отклонения от нормы для одного организма подтверждаются аналогичными реакциями другого тест-объекта. Коэффициент парной корреляции Пирсона для результатов между 24 и 48-часовой экспозицией дафний составляет 0,88. В радиальном отношении вытяжки из органогенных горизонтов более токсичны по сравнению с иллювиальными горизонтами, что свидетельствует об аэротехногенном пути поступления поллютантов.

Таким образом, изменение видового разнообразия сосудистых растений связано, прежде всего, с вырубками различной давности. Вторичные сукцессии сопровождаются инвазией рудеральных и апохорных видов, широко представленных по обочинам грунтовых дорог и распространяющихся на территорию сплошной вырубки. Наличие ряда анатомических и морфологических отклонений у растений указывает на ингибирование роста и развития растений по мере приближения от заповедника к г. Костомукша и АО «Карельский окатыш».

Библиографический список

1. Виноградова А.А. Антропогенная нагрузка на экосистемы Костомукшского природного заповедника: Атмосферный канал. / Виноградова А.А., Иванова Ю.А. // М., Изд-во Физматлит, 2013. – 84 с.
2. Токсикологические методы контроля. Методика измерений количества *Daphnia magna* Straus для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления методом прямого счета. – Москва, 2014. – 39 с.
3. Токсикологические методы контроля. Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления. – Москва, 2014. – 38 с.
4. Опекунова М.Г. Диагностика техногенной трансформации ландшафтов на основе биоиндикации / диссертация доктора географических наук: 25.00.23 / Санкт-Петербургский государственный университет. – Санкт-Петербург, 2013. – 402 с.

Сведения об авторах

1. Опекунова Марина Германовна, д-р геогр. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Санкт-петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, ВО 10 Линия, 33/35, e-mail: m.opekunova@spbu.ru.
2. Гайдыш Ирина Сергеевна, канд. биол. наук, зам. директора по научно-исследовательской, эколого-просветительской деятельности и экологическому мониторингу, ФГБУ «Объединенная дирекция государственного заповедника «Костомукшский» и национального парка «Калевальский», Республика Карелия, г. Костомукша, ул. Приозёрная, д. 2, e-mail: kost.zap.nauka@mail.ru
3. Никулина Анна Романовна, студентка 4 курса бакалавриата, ФГБОУ ВО «Санкт-петербургский государственный университет», г. Санкт-Петербург, ВО 10 Линия, 33/35, e-mail: anna.2001-nik@mail.ru

Authors' personal details

1. Opekunova Marina Germanovna, Doctor of Geography, Professor, St. Petersburg State University, St. Petersburg, VO 10 Line, 33/35, e-mail: m.opekunova@spbu.ru
2. Gaidysh Irina Sergeevna, Candidate of Biological Sciences, Deputy Director for Research, Environmental Education and Environmental Monitoring, Federal State Budgetary Institution "Joint Directorate of the Kostomukshsky State Reserve and the Kalevalsky National Park", Republic of Karelia, Kostomuksha, st. Priezernaya, 2, e-mail: kost.zap.nauka@mail.ru
3. Nikulina Anna Romanovna, 4th year undergraduate student, St. Petersburg State University, St. Petersburg, VO 10 Line, 33/35, anna.2001-nik@mail.ru

© Опекунова М.Г., Гайдыш И.С., Никулина А.Р., 2023

*В соответствии с Федеральным законом
от 29 декабря 2010 г. № 436-ФЗ 16+*

Научное издание

***УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ТЕРРИТОРИЙ:
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА***

**Материалы
IV Международной научно-практической конференции
(19-20 апреля 2023 г.)**

Сборник подготовлен по материалам, предоставленным
в электронном варианте, и печатается в авторской редакции

*Редактор Г.М. Насыров
Технический редактор Н.Б. Нурдавлетова*

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР № 021319 от 05.01.99 г.

Формат 60x84/16
Усл. п.л. 50,71. Уч.-изд. л. 29,63.

*Редакционно-издательский центр
Сибайского института (филиала) УУНиТ
453830, РБ, г. Сибай, пр. Горняков, 10. Тел. 5-15-37.*