

е. варьирование рекреационной привлекательности на 77% определяется варьированием рекреационной оценки.

Таким образом, проведение рекреационной оценки, которая может быть оперативно осуществлена при полевом обследовании родников, дает достаточно достоверную информацию о рекреационной привлекательности родника.

Список литературы

1. Гришуткин О. Г., Щуряков Д. С. Методика оценки туристско-рекреационного потенциала родников региона // Географический вестник. 2023. № 2(65). С. 136–153.
2. Кочуров Б. И., Бучацкая Н. В. Оценка эстетического потенциала ландшафтов // Юг России: экология, развитие. 2007. № 4. С. 25–34.
3. Новых Л. Л., Гайденок Е. М., Орехова Г. А. Рекреационный потенциал родников Красненского района Белгородской области // Успехи современного естествознания. 2023. № 11. С. 95–99.
4. Рекреационная оценка родников / Л. Л. Новых, Е. М. Гайденок, И. Е. Новых [и др.] // Геология, география и глобальная энергия. 2023. № 3(90). С. 95–101.

УДК 504.06, 574.4

Роль экологических исследований на ООПТ в обеспечении устойчивого развития Костомукшского региона (Республика Карелия)

М. Г. Опекунова, А. Р. Никулина, С. В. Тархов

Аннотация. В статье представлен опыт реализации Программы по мониторингу и сохранению биоразнообразия в регионе присутствия АО «Карельский окатыш». Показана необходимость долгосрочных экологических исследований для выявления оптимальных направлений развития хозяйственной деятельности. Изложена концепция проведения производственных практик студентов-геоэкологов, основанная на привлечении учащихся к практико-ориентированной научно-исследовательской деятельности на ООПТ.

Ключевые слова: экологический мониторинг, устойчивое развитие, особо охраняемые природные территории, Костомукшский заповедник.

The importance environmental research in protected areas in ensuring sustainable development of the Kostomuksha region (Republic of Karelia)

M. G. Opekunova, A. R. Nikulina, S. V. Tarkhov

Abstract. The article presents the experience of implementing the program on monitoring and conservation of biodiversity in the region of presence of JSC "Karelian Okatysh". The necessity of long-term environmental studies to identify optimal

directions for the development of economic activity is shown. The concept of conducting practices of students-geoecologists, based on the involvement of students in practice-oriented research activities, is presented.

Keywords: *environmental monitoring; sustainable development; specially protected natural areas; Kostomuksha Nature Reserve.*

Особо охраняемые природные территории играют важную роль в обеспечении устойчивого развития территорий. Примером гармонизации природоохранной и хозяйственной деятельности является сотрудничество АО «Карельский окатыш», Костомукшского государственного природного заповедника и кафедры геоэкологии Санкт-Петербургского университета.

Костомукшский горно-обогатительный комбинат (ныне – АО «Карельский окатыш») функционирует с 1982 г. Предприятие является одним из ведущих в России по добыче и переработке железной руды. В настоящее время АО «Карельский окатыш» относится к объектам 1-й категории негативного воздействия на окружающую среду. В составе комбината функционируют карьеры (центральный, южный, северный), отвалы, дробильный цех, горно-обогатительная фабрика, хвостохранилище и система водоотводных каналов, железнодорожная станция, склад забалансовых руд и др. На протяжении всего технологического цикла в воздух выбрасываются пыль неорганическая, сажа, HF, пары керосина, эмульсол, бенз(а)пирен, различные соединения S, N, C, Fe, Al, Mn, Cr, Si и другие вещества, общая масса которых достигла, например, в 2022 г. 85,2 тыс. т [1]. Основные виды воздействия на атмосферный воздух в регионе присутствия АО «Карельский окатыш» включают пыление (пыль хвостов); поступление загрязняющих веществ при работе автотранспорта и дорожной техники (продукты сгорания топлива); сварочные работы (сварочный аэрозоль, продукты сгорания топлива при работе сварочного агрегата); земляные работы (пыль грунтов при погрузке материала в автосамосвалы; продукты сгорания топлива; пыль при транспортировке материала автосамосвалами, а также при отсыпке дамбы обвалования).

Район исследований характеризуется наличием высокой пылевой нагрузки, химический состав аэрозолей в снежном покрове носит моноэлементный характер (содержание Fe до 19%), в меньших количествах поступают Ni и Mn. Нагрузки от перечисленных элементов снижаются по мере удаления от комбината. В пределах заповедника возрастает вклад Zn, Mn, Cu, Ni, появляется микропластик, прежде всего, за счет западного переноса воздушных масс с территорий европейских, главным образом скандинавских, стран [2].

В 10 км к юго-западу от комбината расположен г. Костомукша, численность населения на конец 2021 г. составляет 26 тыс. чел. Основным источником загрязнения в городе является автомобильный транспорт. В городе нет поста постоянных наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха [3], в связи с чем особенно возрастает роль геоэкологических исследований с применением методов биоиндикации – для оценки состояния окружающей среды и обнаружения малозаметных изменений.

Костомукшский заповедник находится на расстоянии 16 км к юго-западу от границ комбината. Заповедник был основан в 1983 г. для поддержания экологического баланса и сохранения эталонных участков северотаежных природно-территориальных комплексов Карелии в регионе присутствия Костомукшского комбината. Научные исследования проводятся различными коллективами (институты РАН, Санкт-Петербургский горный университет, СПбГУ) практически с начала активной деятельности комбината, при этом заповедные территории являются фоновыми, поскольку выбросы от производства распространяются в противоположном от ООПТ направлении [4].

Сотрудничество кафедры геоэкологии СПбГУ и Костомукшского заповедника длится более 25 лет: проводятся специальные учебные практики студентов-геоэкологов в заповеднике и исследования сотрудников кафедры в зоне воздействия комбината. Сочетание научно-исследовательского и образовательного подходов в проведении геоэкологического мониторинга позволяет повысить эффективность проводимых исследований и дать возможность студентам получить опыт практической деятельности.

В полевых, лабораторных и камеральных исследованиях принимают участие студенты и аспиранты кафедры геоэкологии СПбГУ. Под руководством преподавателей обучающиеся собирают материалы для дальнейшей обработки в рамках выполнения курсовых и выпускных квалификационных работ. Район исследований представляется оптимальным для проведения практик – на сравнительно небольшой территории имеется возможность комплексного геоэкологического изучения ненарушенных и слабонарушенных природно-территориальных комплексов в Костомукшском заповеднике; городских кварталов в г. Костомукша; антропогенно преобразованных территорий вокруг источника загрязнения – АО «Карельский окатыш».

С 2021 г. реализуется совместная Программа АО «Карельский окатыш» и Костомукшского заповедника при участии кафедры геоэкологии СПбГУ по мониторингу и сохранению биоразнообразия в регионе присутствия комбината. Цель Программы – планирование и реализация мер, направленных на предотвращение и сокращение негативного воздействия на состояние биоразнообразия. Программа направлена на изучение воздействия объектов горнорудного производства на природные комплексы и их компоненты, а также планирование и реализацию компенсационных мероприятий, направленных на возмещение вреда, причиненного компонентам природной среды. Наряду с этим большое внимание уделяется созданию эффективной системы управления вопросами сохранения, устойчивого использования и восстановления биоразнообразия, включая систему мер, направленных на сохранение редких и находящихся под угрозой исчезновения объектов животного и растительного мира и мест их обитания, при осуществлении хозяйственной деятельности на основе анализа экологических рисков и мониторинга состояния биоразнообразия (адаптивной системы управления) в регионе присутствия АО «Карельский окатыш». В Программу включены мероприятия по содействию формированию экологической культуры в обществе, развитию экологического образования,

воспитанию бережного отношения к природе, рациональному использованию природных ресурсов посредством формирования экологически ответственного мировоззрения у работников Костомукшского горно-обогатительного комбината. В связи с этим предусмотрено распространение сведений экологической и ресурсосберегающей направленности, развитие системы подготовки и повышения квалификации в области сохранения биологического разнообразия руководителей коммерческой организации и специалистов, ответственных за принятие решений при осуществлении хозяйственной деятельности, которая может оказать негативное воздействие на биологическое разнообразие. В рамках осуществления работ по Программе предусмотрено экологическое просвещение не только работников предприятия, но и населения, проживающего в регионе присутствия АО «Карельский окатыш». Большая роль в этом отношении отводится деятельности визит-центра Костомукшского государственного заповедника.

В 2021–2023 гг. реализованы три этапа работы. Заложена сеть станций мониторинга (СМ), состоящая из 63 площадок, в том числе 16 пикетов на 10 профилях. На территории Костомукшского заповедника (фоновые площадки) расположены 10 СМ, в г. Костомукша – 4, на территории АО «Карельский окатыш» – 31, вокруг комбината на разном удалении и по разным сторонам света – 18 СМ. Станции мониторинга для оценки видового разнообразия располагаются в основных типах экосистем от подчиненных к автономным фациям элементарных геохимических ландшафтов.

Изучены химический состав почв (величина рН, валовое содержание Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mn, Ni, Pb, Sc, Ti, V, Zn, Sr и концентрация их подвижных форм в поверхностных и иллювиальных горизонтах и опорных почвенных разрезах) и растений (корка *Pinussylvestris* L., листья *Betula pubescens* Ehrh.), морфологические отклонения у растений (хлороз, некроз, возраст хвои сосны, наличие суховершинности, сухостоя, фаута; количество устьиц, флуктуирующая асимметрия листьев берёзы пушистой), изменение видового состава, вертикальной и горизонтальной структуры фитоценозов (смена растительных сообществ, появление рудеральных видов). Проанализировано изменение радиального прироста сосны обыкновенной *Pinussylvestris* и его реакция на воздействие природных и антропогенных факторов, в том числе глобальное изменение климата. Для анализа токсичности почв проведено биотестирование на тест-объектах *Daphnia magna* Straus. и *Chlorella vulgaris* Beijer. Получены актуальные данные о химическом составе компонентов окружающей среды в районе воздействия АО «Карельский окатыш», основных источниках, загрязняющих веществах и состоянии биоразнообразия в регионе.

Результаты биоиндикационных исследований свидетельствуют о наличии ряда анатомических и морфологических отклонений у растений по мере приближения от Костомукшского заповедника к г. Костомукша и АО «Карельский окатыш». 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 рубки. В почвах и растениях вблизи комбината увеличиваются концентрации Fe, V, Ti, Sc и Ni относительно фоновых значений.

По результатам проекта представлены рекомендации для сохранения биоразнообразия в зоне присутствия АО «Карельский окатыш» для обеспечения устойчивого функционирования естественных экологических систем, сохранения природных ландшафтов, особо охраняемых природных территорий, недопущения негативных изменений природной среды:

1. Организована сеть станций мониторинга для контроля состояния биоразнообразия на территории, прилегающей к промзоне горнорудного предприятия, строящихся объектов и вновь осваиваемых земель. При вводе в эксплуатацию новых производственных мощностей и объектов необходимо расширение сети СМ путём организации новых пробных площадей. Эталонами сравнения должны служить природные комплексы на территории ООПТ.

2. С целью сохранения биоразнообразия растительности на территории промзоны АО «Карельский окатыш» сократить площади присутствия рудеральных видов растений. Проводить комплексную рекультивацию земель с применением только аборигенных видов растений, типичных для фоновых местообитаний. Исключить возможность биологического загрязнения территории при использовании для рекультивации нарушенных земель видов растений, не встречающихся в районе Костомукши. Это позволит инициировать процесс самовосстановления нарушенных земель с образованием таежных фитоценозов, близких по видовому составу и биологическому разнообразию к естественным экосистемам. Приоритетными древесными породами для восстановления лесных массивов на отвалах являются сосна обыкновенная *Pinussylvestris* и берёза пушистая *Betulapubescens*. В состав травосмесей, используемых для газонов по обочинам дорог и вблизи цехов предприятия, должны входить только местные луговые виды, такие как мятлики *Poa pratensis* L., *P. annua* L., овсяницы *Festuca ovina* L., *F. rubra* L., полевица *Agrostis tenuis* Sibth., клевер луговой *Trifolium pratense* L., клевер ползучий *T. repens* L. и др. Сочетание в пространстве сохранившихся фрагментов еловых лесов, а также формирование сосновых, берёзовых и луговых сообществ на рекультивированных нарушенных участках позволит максимально сохранить и поддержать естественное биоразнообразие на территории предприятия и санитарно-защитной зоны (СЗЗ).

3. Особое внимание необходимо уделить состоянию водных объектов, включая болота и прибрежно-водные территории. Это связано с тем, что большая часть редких видов сосудистых растений сосредоточена на увлажненных участках (болота, берега рек и озер, приручейные участки) и на лугах. Почти все редкие и исчезающие виды согласно Красной книге Карелии (2020 г.) – водные растения.

4. Для оценки рисков изменения биоразнообразия в регионе присутствия АО «Карельский окатыш» в рамках производственного экологического мониторинга и контроля состояния компонентов окружающей среды и

нарушенности ПТК на территории с учетом развивающейся инфраструктуры необходима организация экологического мониторинга по созданной сети станций мониторинга не реже одного раза в год.

5. При отсутствии ввода новых производственных объектов достаточно проводить экологический мониторинг биоразнообразия один раз в два года (в период наивысшей биологической активности). Программа исследований должна включать учет видового состава фитоценозов, проективного покрытия (%) травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов, обилия по Друде и жизненности растений травяно-кустарничкового яруса; состояния подроста (наличие, степень угнетения, видовой состав). Анализ биоиндикационных показателей сосны *Pinussylvestris* (сомкнутость, высота, диаметр, возраст, возраст и состояние хвои, проективное покрытие эпифитных лишайников), выявление присутствия рудеральных и апохорных видов растений; учет соотношения аборигенных и синантропных видов. Оценка степени деградации почвенного и растительного покровов: наличие дорожно-тропиночной сети, нарушений растительного покрова. Сравнительной базой для оценки негативного воздействия на компоненты окружающей среды в регионе присутствия АО «Карельский окатыш» должны служить соответствующие характеристики, полученные при изучении объектов на территории ООПТ.

6. Для минимизации негативного воздействия на окружающую среду необходимо сохранение буферных фитоценозов по периметру СЗЗ комбината, в том числе лесовосстановление на местах вырубок и пожаров. На территории промзоны комбината необходимо продолжить распространённую практику сохранения зелёных зон и участков лесных массивов.

Таким образом, внедрение намеченных мероприятий позволит снизить риск загрязнения и нарушения природной среды и создаст необходимые экологически обоснованные условия для реализации программы устойчивого развития региона.

Список литературы

1. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2022 году. Государственный доклад. М. : Минприроды России : МГУ им. М. В. Ломоносова, 2023. 686 с.

2. Опекунов А. Ю., Опекунова М. Г., Кукушкин С. Ю., Янсон С. Ю., Арестова И. Ю., Шейнерман Н. А., Спасский В. В., Папян Э. Э., Елсукова Е. Ю. Минералого-геохимическая характеристика снежного покрова в районах горнорудного производства // Геохимия. 2021. Т. 66, № 7. С. 659–672.

3. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2021 г. / Министерство природных ресурсов и экологии Республики Карелия ; ред. кол.: А. Н. Громцев, В. В. Карпинова-Губинова, О. Л. Кузнецов, Е. Г. Полина. Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2023. 265 с.

4. Арестова И. Ю., Опекунова М. Г., Елсукова Е. Ю., Кукушкин С. Ю. Изменения содержания тяжелых металлов в почвах Костомукшского региона

под влиянием техногенеза // Международный научно-исследовательский журнал. 2020. № 1-1(91). С. 48–52.

УДК 502.4

Использование ГИС-технологий для инвентаризации ООПТ Воронежской области

М. С. Поневажев, О. В. Крутова

***Аннотация.** В статье представлен результат использования ГИС для сбора, обработки и хранения распределенных данных об особо охраняемых природных территориях (ООПТ) Воронежской области. Созданная цифровая карта является информационной основой для проектирования и развития системы мониторинга ООПТ Воронежской области.*

***Ключевые слова:** цифровая карта, ООПТ, ГИС, QGIS.*

Use of GIS technologies for inventory of protected areas of Voronezh region

M. S. Ponevazhev, O. V. Krutova

***Abstract.** The article presents the result of using GIS for collecting, processing and storing distributed data on specially protected natural areas (SPNA) in the Voronezh region. The created digital map is an informational basis for the design and development of the monitoring system for the SPNA in Voronezh region.*

***Keywords:** digital map, protected area, GIS, QGIS.*

Создание особо охраняемых природных территорий (ООПТ) по праву считается одним из главных мероприятий при решении многих экологических проблем современности. При создании, оценке функционирования и для управления ООПТ необходимо учитывать множество физико-географических, экономических и экологических факторов, для решения этой задачи целесообразно использовать ГИС-технологии. Целью создания цифровой карты ООПТ Воронежской области являлось определение территориального распределения и пространственного положения границ ООПТ Воронежской области. Для выполнения работ была выбрана QGIS – бесплатная ГИС для создания, редактирования, визуализации, анализа и распространения геопространственной информации.

Для начала были собраны актуальные данные о границах всех ООПТ федерального и регионального уровня Воронежской области. Информация о них размещена в постановлениях правительства Воронежской области и представляет собой список координат поворотных точек границы каждой ООПТ.

Далее последовало редактирование данных координат с целью перевода из системы «градусы, минуты, секунды» в десятичную систему. Так как файлы постановлений с таблицами координат границ представлены в формате pdf, их необходимо было конвертировать в формат Excel.