

ossica). Развитие генеративных побегов растений в большей степени лимитировано доступностью почвенных ресурсов и кислотностью почвы, чем вегетативных. Увеличение доступности азота и азота с фосфором в условиях исследуемого сообщества ведет к снижению численности побегов ползучих и розеточных растений, что можно объяснить усилением роли основного доминанта сообщества, *Geranium gymnocaulon*, биомасса которого увеличивалась в ответ на эти воздействия.

Флористическая насыщенность за период наблюдений снизилась при увеличении доступности азота и азота с фосфором, что так же связано с увеличением биомассы *Geranium gymnocaulon*. Можно заключить, что для значительной части видов растений ГКЛ, лимитирующую роль играет не доступность почвенных ресурсов, а конкурентные отношения в сообществе, имеющем сложную структуру.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант 05–04–48578.

ЛИТЕРАТУРА

Онищенко В.Г. Фитомасса альпийских сообществ северо-западного Кавказа // Бюлл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол. 1990. Т. 95. Вып. 6. С. 2–62.

Фомин С.В., Онищенко В.Г., Сеннов А.В. Питание и роющая деятельность кустарниковой полевки (*Pitymys majori* Thos.) в альпийских сообществах северо-западного Кавказа // Бюлл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол. 1989. Т. 94. Вып. 3. С. 6–13.

Чердниченко О.В., Ахметжанова А.А., Онищенко В.Г. Реакция растений альпийского гераниево-копеечникового луга на увеличение доступности почвенных ресурсов: изменение численности побегов и флористической насыщенности // Бюлл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. биол. 2007. Т. 112. Вып. 1. С. 56–64.

Grime J.P. Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties. 2nd Ed. Chichester: John Wiley and Sons, 2001. 417 p.

МОНИТОРИНГ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ, НАХОДЯЩИХСЯ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Черенькова Т. В.

Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, г. Москва, Россия.
chern@cepl.rssi.ru

Определение понятия мониторинга окружающей среды (экологического мониторинга), как «комплексной системы наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окру-

жающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов», отражено в Федеральном законе «Об охране окружающей среды» (от 10.01.2001г. № 7-ФЗ). Этот закон определяет основные положения государственного экологического мониторинга (ст. 63), но не конкретизирует требования к организации систем мониторинга. Востребованность подобного мероприятия непрерывно растет, т.к. оперативный контроль состояния лесов является необходимым условием создания национальной системы мониторинга лесных экосистем. При этом основные принципы и задачи экологического мониторинга лесов, определяющие его технологические средства и необходимую детальность исследования, необходимо решать в рамках научно-методических разработок.

При большом количестве выполненных к настоящему моменту научных исследований по оценке состояния природных экосистем в промышленно освоенных регионах следует признать отсутствие надежных инструментов мониторинга и устойчивого управления лесными экосистемами. Наши исследования направлены на изучение механизмов формирования и поддержания биоразнообразия лесных сообществ в условиях различной антропогенной нагрузки. Полученные знания являются основой для понимания условий и процессов антропогенной трансформации природных систем, их пространственной и временной динамики, а также служат для обоснования индикационно значимых признаков биоразнообразия лесных экосистем.

При мониторинге состояния лесов на локальном и региональном уровнях основными источниками информации являлись данные наземных и дистанционных исследований, а также базовые картографические материалы. Привлечение современных информационных средств получения и обработки данных (ГИС, ДДЗ, картографическое моделирование) представляется обязательным условием разрабатываемой схемы мониторинга состояния лесов. Используемые нами методы биоиндикации и биомониторинга были реализованы для разных уровней организации биосистем: от видового и ценотического уровней до ландшафтного.

Одним из тестовых районов исследования являлась территория в окрестностях металлургического комбината «Североникель» (Мурманская обл.). Специфика территории состоит в высокой динамичности преобразования растительного покрова. Продолжительное действие металлургического производства вызвало глубокие негативные последствия на обширных пространствах, хорошо диагностируемые как наземными, так и дистанционными методами по отражательным спектральным свойствам поверхности. При оценке состояния растительности на пробных площадях было зафиксировано общее сокращение видового состава травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов по градиенту загрязне-

ния. Выпадение видов наземного покрова начинается с более редких, при этом в первую очередь изменяется флористический состав лишено-бриологической группы растений (Черненкова, 2002; Chernenkova, Kuperman, 1999).

Изменение содержания серноокислых соединений и тяжелых металлов в окружающей среде не всегда вызывало последовательное сокращение величины регистрируемых параметров в окрестностях исследуемого источника загрязнения. Зависимость «доза-эффект» редко имела линейный характер, чаще она выражалась зависимостью вида обратной логистической кривой. По отдельным параметрам (радиальный прирост стволов молодых сосен, длина побегов, обилие кустарничковой растительности, плотнoderновинных злаков и печеночных мохообразных, мощность слоя подстилки) кривая оптимума зафиксирована в зоне слабого и среднего уровня загрязнения, когда суммарная доза металлов в почве превосходила контрольную величину в 4–10 раз (Черненкова, 2004). В каждом случае увеличение величины показателя было вызвано различными причинами: стимулированием малыми дозами загрязняющих веществ, перестройкой конкурентных и консортивных взаимоотношений в экосистеме и т.д.

С 90-х годов XX века в силу сокращения производства, а также совершенствования технологий и изменения качества руд, используемых на металлургическом предприятии «Североникель», наблюдалось последовательное снижение объемов выбросов двуокиси серы и твердых частиц (в 5 и 3 раза, соответственно). Следствием этого явилась активизация восстановительных процессов в окрестностях комбината. Полученные результаты дали возможность выявить особенности преобразования структуры и состава лесных экосистем в условиях промышленного загрязнения за 25 летний период наблюдений. Существенным являлось сопоставление данных по результатам исследований разных периодов (1980-е годы прошлого столетия и современные данные), полученных на одних и тех же площадках в соответствии с проведенным ранее зонированием территории. В частности, была отмечена тенденция восстановления наземного растительного покрова. Было зафиксировано увеличение на 30% общего видового богатства растений в зоне максимального и среднего загрязнения, а также изменение эколого-ценотического спектра сосудистых растений (появление значительного числа характерных лесных видов как в импакте, так в более удаленных областях). Другой важной чертой восстановительной динамики биотопов этой территории явилось появление и усиление участия в составе напочвенного яруса представителей мохообразных и лишайников. Характерна смена видового состава среди кустистых форм лишайникового покрова. В древесном ярусе зафиксировано наличие обильной березовой поросли на территории быв-

шей техногенной пустоши, а также улучшение общего состояния древесного яруса в среднем на один балл по шкале жизненности (Алексеев, 1997).

Данные результаты были получены при реализации градиентного подхода по оценке состояния лесных экосистем в наиболее типичных природных комплексах в зонах разной степени аэротехногенного воздействия. Экологический градиент исследовался на ландшафтных профилях, протяженность которых определялась естественным пространственным разнообразием территории и была обусловлена представительством основных типов биотопов в разных элементах рельефа в пределах катен малых и средних речных бассейнов. Смысл использования данного подхода состоит в разработке моделей оценки и прогнозирования влияния основных факторов (природных и антропогенных), определяющих состояние и динамику северотаежных лесных экосистем Кольского Севера. Развитие дистанционных методов исследований и технических средств обработки получаемой информации позволяют исследовать обширные территории и осуществлять мониторинг растительного покрова в местах, недоступных для наземных исследований.

Оценка состояния растительного покрова проводилась на основе космических снимков среднего разрешения Landsat за 4 срока – 1978, 1992, 2000 и 2002 гг. Топографические материалы в виде существующих и обновленных карт, преобразованные в векторные картографические слои разного масштаба, дополнили пространственную базу данных. Основные этапы включали в себя: предварительную обработку изображения, комплекс полевых работ, тематическое дешифрирование с обработкой и анализом данных. При генерализации параметров состояния лесного покрова был использован метод интерполяции результатов наземных исследований на основе количественного анализа ДДЗ и цифровой модели рельефа (ЦМР) территории (Пузаченко и др., 2002).

Таким образом, на видовом и популяционном уровне были исследованы специфические проявления растений на избыточные содержания загрязняющих веществ в окружающей среде, восстановительная динамика популяций индикаторных видов, на уровне сообщества – состояние лесных фитоценозов в целом. Структурные и композиционные показатели при этом являлись важными индикаторами для выявления сукцессионного статуса растительного сообщества и направленности динамических процессов в целом.

Использование ГИС технологий позволило осуществить интеграцию и совместный анализ имеющихся данных различного формата и масштаба, характеризующих растительный покров, что является необходимым условием для ведения мониторинга лесов. На основе разрабатываемых

количественных методов с использованием ДДЗ и ЦМР дана оценка типологического и ландшафтного разнообразия модельной территории, отражающая современное состояние растительного покрова на региональном уровне, а крупномасштабные точечные геоботанические описания дополнили информацией об эколого-ценологическом разнообразии лесных сообществ. Для изучаемой территории был подсчитан ряд индексов, позволяющих визуализировать с использованием ГИС-технологий состояние отдельных параметров биоразнообразия (лесистость, фрагментарность, доля вторичных лесов, жизненное состояние древостоя и др.) и их пространственное распределение в зависимости от природно-антропогенных факторов среды. В этой связи особенности распределения лесных участков разного состава и качества служат индикаторами пространственной структуры ландшафтов на региональном и субрегиональном уровне.

ЛИТЕРАТУРА

Алексеев В.А. Атмосферное загрязнение и оценка состояния деревьев и древостоев // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. Пушкино, 1984. С. 7–8.

Пузаченко Ю.Г., Дьяконов К.Н., Алещенко Г.М. Разнообразие ландшафта и методы его измерения. География и мониторинг биоразнообразия. Серия учебных пособий «Сохранение биоразнообразия». М.: Изд-во НУМЦ, 2002. С. 143–302.

Черненко Т.В. Реакция лесной растительности на промышленное загрязнение. М.: Наука. 2002. 191 с.

Черненко Т.В. Закономерности аккумуляции металлов сосной обыкновенной фоновых и техногенных местообитаний Лесоведение. № 2, 2004. С. 1–11.

Chernenkova T.V., Kuperman R.G. Changes in the spruce forest communities along a heavy metal deposition gradient on Kola peninsula // Water, Air and Soil Pollution. 111. 1999. P. 187–200.

ВКЛАД РАЗЛИЧНЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ В СТРУКТУРУ ЛОКАЛЬНЫХ ФЛОР СЕВЕРНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Чиненко С. В.

Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, г. Санкт-Петербург, Россия.
chinenko@binran.ru, svch@fromru.com

На примере флоры окрестностей пос. Дальние Зеленцы (восточная часть северного побережья Кольского полуострова, 69°07 с. ш., 36°25' в.