

*Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
Отделение биологических наук РАН
Научный совет РАН по лесу
Общество почвоведов им. В.В. Докучаева
Институт космических исследований РАН
Российский фонд фундаментальных исследований*

**«НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ
ЛЕСАМИ»**

**Материалы
III Всероссийской научной конференции
(с международным участием)**

**Москва
30 октября – 1 ноября 2018**

УДК 630 (082)
ISBN 978-5-9905012-5-6

Научные основы устойчивого управления лесами: Материалы Всероссийской научной конференции. – М.: ЦЭПЛ РАН, 2018. 230 с.

В сборнике представлено более 120 тезисов докладов, касающихся проблемы устойчивого управления лесами по следующим направлениям: экологические и экономические аспекты устойчивого управления лесами; современное состояние и динамика лесного покрова; методология и методы оценки состояния лесов и лесных ресурсов; теория и практика управления балансом углерода лесов; экологические функции лесных почв.

Для работников лесного хозяйства, экологов, биологов, почвоведов, специалистов по ГИС, преподавателей, студентов высших учебных заведений и всех, кого интересует устойчивое управление лесами.

Редакционная коллегия: к.б.н. Алейников А.А., к.б.н. Гераськина А.П., к.б.н. Горнов А.В., член-корр. Лукина Н.В., к.б.н. Князева С.В., Кузнецова А.И., к.б.н. Тебенькова Д.Н., к.б.н. Н.Е. Шевченко, к.б.н. Эйдлина С.П.

Конференция проведена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-04-20095).



Памяти академика

АЛЕКСАНДРА СЕРГЕЕВИЧА ИСАЕВА (1931-2018)

«Я стал понимать лес не только разумом, но и душой именно потому, что любил ходить по нему. В лесу я видел все! Моя наука и начиналась с наблюдений, с понимания того, что процесс рождения, развития и гибели леса – един, закономерен и состоит из ряда этапов, которые всегда можно проследить...»

Лес – это сложившаяся система, и поэтому мы должны четко представлять, как она функционирует, прежде чем вмешиваться в нее. Какой лес желателен, и для чего он нам нужен? Это главные вопросы, на которые нужно иметь четкие ответы, прежде чем вооружаться пилой и отправляться к лесу...». А.С. Исаев

ПРЕДИСЛОВИЕ

Леса – самые распространенные наземные экосистемы нашей планеты, обеспечивающие местообитаниями более половины известных видов растений и животных. Особая роль в сохранении мирового биоразнообразия лесов и выполнении ими экосистемных функций принадлежит России, на долю которой приходится 22% всех мировых лесных ресурсов. Анализ материалов спутникового мониторинга и результатов стационарных наблюдений демонстрирует, что с начала текущего века наблюдается заметное сокращение покрытой лесом площади России, обусловленное комбинированным влиянием природных и антропогенных факторов, к которым относятся изменения климата, пожары, промышленное загрязнение, массовые вспышки численности вредителей, грибные и бактериальные болезни, истощительное использование лесов, нерациональное ведение лесного хозяйства, связанное с недостатком современных знаний и низким уровнем внедрения научных достижений. Идентификация основных факторов, вызывающих изменения в лесах на различных пространственных и временных уровнях, и понимание связей между комбинированным действием этих факторов, биоразнообразием, экосистемными функциями/услугами и благосостоянием людей необходимы для устойчивого управления лесами и развития лесной биоэкономики.

III Всероссийская научная конференция (с международным участием) «Научные основы устойчивого управления лесами» посвящена обсуждению этих актуальных проблем. На пленарной сессии представлено 10 докладов, посвященных приоритетным направлениям развития лесной науки, методологии и методам мониторинга лесов и лесных ресурсов, исследованиям динамики лесного покрова, оценке экосистемных функций и услуг.

На секционных заседаниях обсуждается 78 устных докладов. На заседании секции «Оценка экосистемных функций и состояния лесной биоты и почв» представлено 43 доклада, на заседании секции «Теория и практика управления балансом углерода лесов» – 23 доклада, на заседании секции «Внедрение устойчивого управления лесами в практику: международный и российский опыт» – 12.

В рамках конференции запланировано проведение научных дебатов «5 лет Российской Лесной политике: итоги, проблемы, перспективы» и двух мастер-классов (Биоморфология растений, Молекулярно-генетические методы в биологии. Генетический баркодинг растений и животных).

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

РАЗВИТИЕ ЛЕСНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА НА ПОСТСОВЕТСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ

А.И. БОНДАРЕВ¹

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск

В работе рассматривается трансформация некоторых определений и правовых норм в лесном законодательстве 11 стран на территории бывшего Советского Союза: Азербайджана, Армении, Беларуси, Грузии, Казахстана, Киргизии, Латвии, Российской Федерации, Таджикистана, Узбекистана и Украины. В 9 странах из перечисленных основным нормативным актом в области лесного хозяйства является «Лесной кодекс», в то время как в Латвии и Узбекистане принят «Закон о лесе».

В большинстве стран лесное законодательство достаточно консервативно. В Азербайджане, Грузии, Киргизии, Узбекистане и Украине основной законодательный акт был принят в период до 2000 г., в Армении, Беларуси, Казахстане и Латвии – в период с 2000 по 2005 гг., в Российской Федерации и Таджикистане – в период с 2007 по 2011 гг. При этом изменения вносятся нечасто, как правило, не более 4-5 раз за время существования нормативного акта и лишь в Лесной кодекс Российской Федерации за 11 лет его существования изменения вносились 39 раз различными федеральными законами.

Отличительной чертой российского Лесного кодекса является отсутствие основных определений и понятий, которые используются в нем, в то время как в законодательных актах всех остальных стран они приведены с различной степенью детализации. Понятие «лес» отсутствует лишь в Лесном кодексе Казахстана, в большинстве других странах приводится «биогеоэкологическое» определение этого термина, под которым в различных вариациях понимается природный комплекс (экосистема), в котором соединены древесная, кустарниковая и травянистая растительность, почвы, животный мир, микроорганизмы и другие природные компоненты, взаимосвязанные в своем развитии и влияющие друг на друга и на окружающую природную среду. В ряде стран (Армения, Латвия, Таджикистан) дополнительно вводятся количественные критерии, включающие минимальную площадь, минимальную сомкнутость крон и/или минимальную высоту деревьев на лесном участке. В лесном кодексе Российской Федерации «лес» определяется как экологическая система или природный ресурс.

В большинстве стран, за исключением Латвии, сохранилось понятие «лесной фонд» под которым понимаются покрытые и непокрытые лесом земли, а также нелесные участки в границах лесохозяйственных образований.

В Советском союзе существовала исключительно государственная собственность на леса, которая сохранилась в неизменном виде в Азербайджане, Армении, Беларуси, России, Узбекистане и Украине, в то время как в Казахстане и Киргизии допускается частная собственность на искусственные леса, возникшие на частных землях. Разновидностью этой формы собственности является общественная собственность на леса, возникшие на землях дехканских (крестьянских) хозяйств в Таджикистане. Подлинная частная собственность на леса, наряду с государственной, присутствует в Латвии, где значительная часть лесов была разгосударствлена после обретения страной независимости. Лесной кодекс Грузии также декларирует принцип разгосударствления части лесов. Наряду с этим в стране присутствует церковная собственность на леса, принадлежащие Патриархату Грузии.

Традиционные группы лесов, существовавшие в Советском Союзе, сохранились только в Беларуси, где присутствует первая группа лесов (защитные) и вторая (эксплуатационные). Во всех остальных странах леса отнесены либо к защитным (страны Центральной Азии и Закавказья) с различным количеством категорий, либо к защитным и эксплуатационным (используемым). Кроме того, в Российской Федерации дополнительно выделены резервные леса.

В большинстве стран сохранилось определение лесоустройства как системы мероприятий, направленных на обеспечение эффективной организации и научно обоснованного ведения лесного хозяйства, охраны, защиты, рационального использования, повышения экологического и ресурсного потенциала лесов, получение достоверной информации о лесном фонде. В Лесном кодексе Российской Федерации и «Законе о лесе» Латвии это понятие не определено. Государственная монополия на проведение лесоустройства, существовавшая в Советском Союзе, сохранилась в Беларуси, Казахстане, Киргизии, Таджикистане и Украине. В остальных странах лесное законодательство допускает проведение лесоустроительных работ как государственными, так и частными компаниями, причем зачастую эта деятельность не лицензируется (Армения, Грузия, Россия).

Таким образом, развитие лесного законодательства на постсоветском пространстве отличается высокой преемственностью и во многом следует традициям, сложившимся в период существования Советского Союза, причем эта особенность, в первую очередь, характерна для стран СНГ. Даже название «лесхоз», как основной хозяйственной структуры, осуществляющей ведение лесного хозяйства, сохранилось в большинстве стран, за исключением России, где аналогом в настоящее время является «лесничество».

Из современных законодательных новаций следует отметить постепенное разгосударствление собственности на леса, сокращение категорий защитности лесов, утрату государственной монополии на проведение лесоустройства, введение количественных определений для понятия «лес», учитывающих международный опыт, в частности рекомендации Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО).

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ И АНАЛИЗ СТРУКТУРНОЙ СЛОЖНОСТИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ: РОЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ В ПОДДЕРЖАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

**П.Я. ГРАБАРНИК¹, В.Н. ШАНИН^{1,2}, П.В. ФРОЛОВ¹, И.В. ПРИПУТИНА¹, С.С. БЫХОВЕЦ¹,
Е.В. ЗУБКОВА¹, М.П. ШАШКОВ¹, Н.В. ИВАНОВА^{3,1}, Г.Г. ФРОЛОВА¹, М.Н. СТАМЕНОВ¹, О.Г. ЧЕРТОВ⁴**

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пущино

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

³ Институт математических проблем биологии Российской академии наук - филиал Федерального государственного учреждения "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук", г. Пущино

⁴ Технологический университет Бингена, Германия, г. Бинген

Взаимодействие между компонентами растительности и их взаимосвязи с почвенными процессами определяют пространственную неоднородность лесных экосистем. Во многих исследованиях показано, что структурная и пространственная гетерогенность позволяет системе лучше адаптироваться к нехватке ресурсов, противостоять неблагоприятным факторам окружающей среды и внешних воздействий, поддерживая устойчивое функционирование. В последние годы, с появлением новых технических возможностей началось активное изучение на новом количественном уровне процессов формирования пространственной структуры сложных многовидовых и разновозрастных растительных сообществ. Количественное описание структурной сложности лесных экосистем (которое могло бы объяснить механизмы поддержания устойчивости и продуктивности сложных растительных сообществ) требует разработки и апробации новых подходов, основанных на анализе пространственных данных с помощью математических методов и компьютерных имитационных моделей. Развиваемые лабораторией моделирования экосистем ИФХиБПП РАН методы имитационного моделирования экологических систем с иерархической структурой позволяют учитывать связи пространственной структуры биологических объектов с основными экологическими процессами. Количественное описание процессов динамики лесных экосистем основано на всестороннем анализе и обработке данных полевых и мониторинговых исследований, накопленных в

отечественном лесоведении, лесной экологии и лесном почвоведении. Разработанные нами модели отражают основные процессы и пространственно-компонентную структуру лесных экосистем: EFIMOD (Komarov et al., 2003) – рост и формирование продукции биомассы на уровне отдельного дерева и древостоя в целом; ROMUL (Chertov et al., 2001) – динамику органического вещества и азота в лесной подстилке и минеральных горизонтах лесных почв; SCLISS (Быховец и Комаров, 2002) – динамику климатических параметров, определяющих гидротермические условия деструкции растительных остатков и трансформации органического вещества в лесных почвах; CAMPUS (Фролов и др., 2015) – пространственную динамику живого напочвенного покрова с учетом стадий онтогенеза травянистых и кустарничковых растений.

Принципиальная сложность многопараметрических моделей и дефицит экспериментальных данных ставят задачу уменьшения неопределенности в оценках параметров моделей при их калибровке. Для идентификации параметров, калибровки и сравнения моделей используется байесовский подход, привлекательная сторона которого состоит в том, что он дает общий методологический подход, в рамках которого наиболее естественно решается проблема анализа неопределенности, связанной с неполнотой данных, сложностью модели и неустранимой вариабельностью параметров. В наших работах (Безрукова и др., 2009) был накоплен опыт применения байесовских методов для оценивания параметров почвенной модели ROMUL по экспериментальным кривым разложения органических параметров. Этот же подход может быть использован для калибровки моделей динамики лесной экосистемы.

В задачах моделирования иерархических пространственных структур могут быть применены методы случайных маркированных точечных полей (Grabarnik and Särkkä, 2009; Грабарник, 2010; Genet et al., 2014), стохастической геометрии, и методы анализа пространственных данных с помощью обобщенной линейной модели со случайными эффектами (Bell and Grunwald, 2004), которые используются в случае необходимости объединения данных различных экспериментальных площадок в рамках одной модели.

Исследования выполняются в рамках проекта РНФ №18-14-00362 и темы гос. задания ИФХиБПП РАН № АААА-А18-118013190176-2.

ЛИТЕРАТУРА

Безрукова М.Г., Быховец С.С., Грабарник П.Я., Ларионова А.А., Надпорожская М.А. Анализ неопределенности параметров модели разложения органического вещества: байесовский подход // Известия Самарского научного центра РАН. 2009. Т. 11. № 1(7). С. 1424-1429.

Быховец С.С., Комаров А.С. Простой статистический имитатор климата почвы с месячным шагом // Почвоведение. 2002. № 4. С. 443-452.

Грабарник П.Я. Анализ горизонтальной структуры древостоя: модельный подход // Лесоведение, 2010, № 2, С. 77–85.

Фролов П.В., Зубкова Е.В., Комаров А.С. Клеточно-автоматная модель сообщества двух видов растений разных жизненных форм // Известия РАН, сер. биологическая. 2015. № 4. С. 341-349.

Bell M. L., Grunwald G. K. Mixed models for the analysis of replicated spatial point patterns // Biostatistics, 2004, №. 4. С. 633-648.

Chertov O.G. Komarov A.S., Nadporozhskaya M.A., Bykhovets S.S., Zudin S.L. ROMUL – a model of forest soil

organic matter dynamics as a substantial tool for forest ecosystem modelling // *Ecological Modelling*. 2001. V. 138. P. 289-308.

Genet A., Grabarnik P., Sekretenko O., Pothier D. Incorporating the mechanisms underlying inter-tree competition into a random point process model to improve spatial tree pattern analysis in forestry // *Ecological Modelling*. 2014. V. 288. P. 143-154.

Grabarnik P., Särkkä A. Modelling the spatial structure of forest stands by multivariate point processes with hierarchical interactions // *Ecological Modelling*. 2009. V. 220. P. 1232-1240.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ СТИМУЛЫ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ: ОЖИДАНИЯ И РЕАЛЬНОСТЬ

Д.Г. ЗАМОЛОДЧИКОВ¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

Принятие в 1992 г. Рамочной конвенции ООН об изменении климата, отмечающей роль лесов в поглощении и хранении углерода, привело к интенсивной проработке подходов, стимулирующих управление лесами в целях усиления поглощения углерода. Самым очевидным стал подход «леса в обмен на квоты». Он состоял в том, что деятельность по посадке лесных насаждений или предотвращению эмиссий в существующих лесах проводится при финансировании со стороны инвестора, который затем получает квоты на выбросы. По такому типу проведен первый на территории России международный проект RUSAFOR-SAP, реализованный в 1993-1994 гг. в Лысогорском и Дергачевском р-нах Саратовской обл. Проект был одобрен Правительством Российской Федерации, Агентством охраны окружающей среды США и включен в инициативу США по совместному осуществлению в международных рамках. В 1993-1994 гг. были созданы лесные насаждения. На начало 2000-х гг. среднее депонирование диоксида углерода этими насаждениями составляло примерно $6.0 \text{ т CO}_2 \text{ га}^{-1} \text{ год}^{-1}$ (Кравцов и др., 2002).

Согласование в 1997 г. Киотского протокола и формирование его финансовых механизмов, в частности, торговли квотами и совместного осуществления, породили новую волну интереса и многообещающих надежд. Появились оценки, что освоение земель, доступных в России для лесовосстановления и защитного лесоразведения, при возможности свободной торговли квотами на углерод может принести сотни миллионов долларов (Замолотчиков и др., 2005). Возможности проведения лесных проектов совместного осуществления оценивали в различных регионах России (Кирюшин и Стеценко, 2009; Луговая, 2008 и др.). Однако действительность оказалась намного скромнее. В виду отказа от приема обязательств по второму периоду действия Киотского протокола Россия не выручила никаких средств от продажи квот, в том числе и лесных. Из многочисленных планов по проведению лесных проектов совместного осуществления был осуществлен только один: «Долгосрочное предотвращение лесозаготовок в лесах Бикина, Приморье, Россия». Суть проекта заключалась в получении арендных прав на леса бассейна р. Бикин с

отказом от обширных рубок и активизацией традиционного пользования природными ресурсами. Проект был осуществлен на площади 461 тыс. га и за 4 года привел к сокращению выбросов на 156 тыс. т CO₂. К сожалению, этим исчерпались стимулы Киотского протокола для лесного хозяйства России.

Парижское соглашение, заключенное в 2015 г., активизировало национальную дискуссию о роли лесов в выполнении обязательств по сокращению выбросов. Однако вместо обсуждения, как улучшить управление лесами в целях усиления стока углерода, в фокусе внимания оказались методические вопросы учета стоков с необоснованными обвинениями в недооценке лесных стоков углерода официальными документами. Конец дискуссии был положен утверждением «Методических указаний по количественному определению объема поглощения парниковых газов» (2017), содержащих и методики учета поглощения при проектной деятельности в лесах. Однако механизмы финансирования или администрирования таких проектов по-прежнему остаются неясными. Надеяться на крупномасштабное использование зарубежных углеродных рынков вряд ли имеет смысл, как уже показал опыт Киотского протокола. Значит, стоит задуматься о внутренних механизмах, обеспечивающих переток средств от индустриальных секторов экономики (эммитеров парниковых газов) в лесное хозяйство (потенциальный поглотитель этих газов).

Интересная теоретическая проработка, предлагающая подобный механизм, представлена системой «корпоративных лесов» (Гаврильева и др., 2017), действующей в условиях введения углеродного налога. Лесные насаждения вокруг промышленных предприятий и поселений могут быть включены в зону корпоративной ответственности, а их поглощение учтено в целях сокращения углеродного налога. К сожалению, предложенная схема игнорирует необходимость применения базовой линии к учету результатов проекта. Очевидно, что выработка национальных механизмов стимулирования лесоуглеродных проектов остается одной из актуальных задач лесной науки и практики.

Работа поддержана проектом РНФ 16–17–00123 “Научные основы учета и прогноза бюджета углерода лесов России в системе международных обязательств по охране атмосферы и климата”.

ЛИТЕРАТУРА

- Замолодчиков Д.Г., Коровин Г.Н., Уткин А.И., Честных О.В., Сонген Б.* Углерод в лесном фонде и сельскохозяйственных угодьях России. М.: КМК, 2005. 200 с.
- Гаврильева Т.Н., Максимов Т.Х., Ноговицын А.В.* Корпоративные леса и модель углеродного регулирования в России // ЭКО. 2017. № 12 (522). С. 113-126.
- Кирюшин П.А., Стеценко А.В.* Оценка эколого-экономической эффективности инвестиционных проектов создания “киотских” лесов // Экономика природопользования. 2009. № 6. С. 95-100.
- Кравцов С.З., Мелочников А.С., Доронин К.М.* Десять лет международному российско-американскому проекту RUSAFOR-SAP по созданию новых углеродоемких лесов в Саратовской области. Саратов: СГТУ, 2002. 42 с.
- Луговая Д.* Пилотные проекты совместного осуществления в лесном хозяйстве России // Устойчивое лесопользование. 2008. № 3 (19). С. 32-38.
- Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов. Утверждены распоряжением Минприроды России от 30.06.2017 N 20-р.
- Bikin Tiger Carbon Project - Permanent protection of otherwise logged Bikin Forest, in Primorye Russia. Joint

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЗАЩИТНЫХ ЛЕСАХ

Н.П. САВИНЫХ¹, О.Н. ПЕРЕСТОРОНИНА¹, А.Г. ГАЛЬВАС²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет», г. Киров

²Общество с ограниченной ответственностью «Нолинская лесопромышленная компания», Кировская обл., г. Нолинск

В современных условиях сокращения древесных ресурсов все более осознается необходимость поиска их дополнительных источников. В качестве таковых могут быть использованы защитные леса, в том числе – региональные особо охраняемые природные территории (ООПТ). Нами были проанализированы лесные сообщества ООПТ «Медведский бор» для изучения их трансформаций и поиска возможностей сохранения биоразнообразия. Медведский бор исходно был сформирован сосняками на месте перигляциальных степей. В начале прошлого века здесь встречались степные (более 30 видов) и неморальные элементы. Некоторые из них и сегодня присутствуют в составе растительных сообществ.

В настоящее время леса этого бора представлены в основном хвойными (4828,7 из 6821,05 га) породами. Преобладает на 4708,6 га *Pinus sylvestris* L., ельников 120,17 га. Сосновые насаждения средневозрастные (1810 га), спелые и перестойные (1516 га), относятся преимущественно ко 2 классу бонитета. Состав древостоя – 9С1Б+Е+Ос. Запас древесины 222-234 м³/га. Средний возраст густо стоящих деревьев 86,4-97,9 лет; деревья в большинстве своем со средней и слабой жизненностью; многие повреждены раком серяжкой, суховершинные и с округлой кроной. Еловые леса в основном спелые. Состав насаждений – 5Е2Б2С+Ос+Лп+Л+П+Олс+Олч. Ельники 3 класса бонитета со средним возрастом 103,6 лет, ель активно возобновляется в лесу; отмечен хороший подрост разного возраста в сосняках. После рубок ухода и осветления большая часть особей отмирает при изъятии сосны с последующим уменьшением влажности почвы и осветлением, особенно вдоль волоков, по краям эстакад и в пасеках. Песчаные почвы бора также не способствуют формированию растений с высокой жизненностью.

Мягколиственные породы занимают 1013,2 га. Среди них преобладают березовые сообщества из *Betula alba* L. (490,4 га); второе место у осинников из *Populus tremula* L. (357,7 га); липняки (*Tilia cordata* Mill.) занимают 85,9 га; ольшаники из *Alnus incana* (L.) Moench. и *A. glutinosa* (L.) Gaertn. занимают 7,3 и 71,9 га соответственно. Состав березовых насаждений 7Б1С1Олч1Ос1Е+3Лп+Олс., они имеют 2 класс бонитета. Средний возраст березы 59 лет. Осинники 1 класса бонитета вегетативного происхождения со средним возрастом 69 лет. Состав насаждений – 7Ос2Б1С1Лп+Е. Отмечена кустовая поросль осины и отдельно стоящие деревья.

Все зрелые растения повреждены трутовыми грибами. Средний возраст деревьев липы 49 лет. Липняки 3 класса бонитета; состав насаждений 6Лп2Б1Ос1Е+С+П+Ивд. Липа встречается в виде отдельных торчков и деревьев с тонкими стволами, она присутствует даже в сосняках; вдоль волока и эстакады растут отдельные генеративные растения. Существует опасность расселения липы по волокам.

Анализ состояния лесов после проводимых мероприятий показал недостаточное изъятие древесины – сообщество в пасаках остается прежним. Процент выборки не обеспечивает достаточного для восстановления сосны освещения, и трансформация сосняков в зональные типы растительности продолжается, особенно в зоне особой охраны. За период наблюдений с 2001 по 2018 гг. площадь сосняков постепенно снижалась. Кроме того, с приданием территории охранного статуса, необходимые мероприятия по уходу за лесом, особенно в молодняках, не проводились.

Предлагаем пересмотреть механизм определения объема изъятия древесины при рубках ухода в сосняках по нескольким показателям: 1) возможный предоставленный объем по основной породе (сосна); 2) предоставленный объем нецелевых пород в стадии дерева и подроста (ель, береза); 3) объем, изъятый при прокладке волоков. Целевым показателем лесоводственного мероприятия должно быть состояние сообщества, которое должно формироваться после его проведения: без больных, подсоченных, старых деревьев, взрослых генеративных особей нецелевых пород. Результат лесоводственных мероприятий имеет смысл оценивать через 3-5 лет после их проведения – по составу подроста и состоянию ценопопуляций редких видов; общему облику сообщества. Развитие лесных экосистем в местах реализованной лесохозяйственной деятельности убеждает в том, что она 1) позволяет рационально использовать биологические ресурсы без ущерба экосистеме; 2) повышает скорость оборота вещества в экосистеме; 3) омолаживает сообщество, поддерживая его условный возраст по возрасту вида-эдификатора на максимально продуктивном уровне. Это обеспечивает интенсивное использование биологического ресурса: сохранение необходимой части его в экосистеме в виде живой биомассы, использование излишков в хозяйственной деятельности человека, возвращение лесопорубочных остатков и быстрее включение их в круговорот. Такой подход обеспечивает сохранение исходных сообществ в течение длительного времени в неизменном (принятом к охране) состоянии, предотвращает болезни и появление вредителей, и кроме того – обеспечивает экономически целесообразную непрерывную деятельность лесопользователя и сохранение биоразнообразия экосистемы в целом.

СЕКЦИЯ 1.
ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМНЫХ ФУНКЦИЙ И СОСТОЯНИЯ
ЛЕСНОЙ БИОТЫ И ПОЧВ

ХАРАКТЕРИСТИКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФЛОРЫ ЛЕСНЫХ
ЭКОСИСТЕМ СЕМИПАЛАТИНСКОГО РЕГИОНА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЛЕСНЫХ
РЕСУРСОВ

Г.С. АЙДАРХАНОВА¹

¹Казахский Агротехнический университет им. С. Сейфуллина, г. Астана

В республике Казахстан испытания ядерного оружия в воздухе, на земле и под землей способствовали загрязнению всех компонентов окружающей среды радиоактивными веществами, нарушению природного равновесия растительного и животного мира (Михайлов, 1997; Stegnar, 1993). На «следе» радиоактивных выпадений оказались лесные территории и их состояние экологической безопасности не теряет своей актуальности (Molchanova et al., 2014). В Казахстане общая площадь государственного лесного фонда на 01.01.2015 г. 10,8% территории республики (29301,9 тыс. га) (www.minagri.gov.kz). Радиационному воздействию были подвергнуты локальные участки лесной территории Казахстана вдоль правобережья р. Иртыш, которые требуют организации экологического мониторинга для хозяйственного лесопользования. Цель исследований – оценка современного радиоэкологического состояния лесных почв и характера формирования растительности. Материалом для исследования служили пробы почв и растений, отобранные в ходе экспедиционно-полевых работ летом 2015-2017 гг. на территории Государственного лесного природного резервата (ГЛПР) «Семей орманы» (лесхоз «Долонский»). Все лабораторно-полевые работы проведены в соответствии с общепринятыми методами радиоэкологического мониторинга (Быков, 1978; Воробьева, 1998; Марадудин и др., 1995; Орлов и др., 2002).

В настоящее время, средние значения радиационного гамма-фона приземного слоя атмосферы находились в пределах 0,09-0,23мкЗв/ч и не превышали НРБ (0.30 мкЗв/ч).

Вовлекаясь в биологический круговорот веществ, радионуклиды поступают из почвы в лесную растительность и прочно удерживаются лесными экосистемами (Тихомиров, 1976; Фирсакова и др., 1998). При этом важную роль играют особенности типов почв (Ryabtsev et al., 1997). В песчаной и супесчанной почвах, какими являются почвы изучаемых лесных территорий Семипалатинского Прииртышья, вертикальная миграция нуклидов проходит более интенсивно и поэтому, их радиоактивная загрязненность незначительна. Диапазон установленных концентраций загрязненности ¹³⁷Cs лесных почв варьирует в пределах 19,1-190,5 Бк/кг для почв у кромки леса, 4,8-32,0 Бк/кг для почв естественно-возобновимых участков леса, 2,0-9,0 Бк/кг для почв

лесных питомников, 6,4-75,0 Бк/кг для лесной подстилки. Все установленные величины радионуклидной загрязненности лесных почв ^{137}Cs не превысили нормативы ПДК, установленные в Казахстане (370 Бк/кг). Длительное удерживание радионуклидов в почвах, по-видимому, может быть связано с ее органическими компонентами, максимальное содержание которых составляет гумус. Содержание гумуса в составе лесной подстилки отмечено в пределах от 0,96 % до 3,74 %, что характеризует низкую степень гумусированности лесных почв и способствует быстрой миграции нуклидов в нижние слои почв. Предположительно, давность сроков проведения ядерных испытаний, природные особенности почвенного покрова привели к интенсивному перемещению нуклидов по вертикальному профилю почвы, низкому уровню радионуклидной загрязненности почв ^{137}Cs .

Приведенные оценочные данные лесной флоры свидетельствуют о том, что общее число видов (28), родов (27) и семейств (13) лесной растительности Семипалатинского Прииртышья на момент обследования незначительные. Возможно, не встретились многие виды эфемеров и эфемероидов, часть коллекции требует дальнейшего определения (примерно 30%). По степени убывания семейства можно расположить в следующем порядке: «астровые – розоцветные – бобовые – подорожниковые – злаковые – яснотковые», где количество видов колеблется от 6 до 2, остальные встречаются по одному виду. Общее состояние лесной растительности характеризуется как удовлетворительное.

В целом, радионуклидное загрязнение территории полигона носит мозаичный характер, зависит от множества факторов (мощности ядерного взрыва, метеоусловий, географического положения местности, типа почвы, характера растительности и др.). Выявленные особенности лесных растений по материалам исследований могут быть основой для рационального использования земель полигона в хозяйственном обороте.

Исследования проведены при грантовой поддержке Министерства образования и науки Республики Казахстан при реализации проекта AP05136154 (2018-2020).

ЛИТЕРАТУРА

- Быков Б.А. Полевая геоботаника. Алма-Ата, 1978. Т. 1-7.
Воробьева Л.А. Химический анализ почв. М.: МГУ, 1998. 272 с.
Марадудин И.И., Панфилов А.В., Русина Т.В. и др. Руководство по радиационному обследованию лесного фонда (на период 1996-2000 гг.). М.: Рослесхоз, 1995. 34 с.
Материалы Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан www.minagri.gov.kz.
Михайлов В.Н. Ядерные испытания СССР. Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 1997. Т. 1. 286 с.
Орлов А.А., Краснов В.П. Радиационный мониторинг лесных экосистем // Вестник НЯЦ РК. 2002. № 3. С. 45-55.
Тихомиров Ф.А. Вопросы радиоэкологии леса. Вопросы радиоэкологии и биологического действия малых доз ионизирующей радиации. Сыктывкар, 1976. 70-85.
Фирсакова С.К., Жученко Ю.М. Проблемы радиационной реабилитации загрязненных территорий. Чернобыль: экология и здоровье. Т. 1 (5), Гомель, 1998. С. 43-48.
Molchanova I., Mikhailovskaya L., Antonov K. et al., Current assessment of integrated content of long-lived nuclides in soils of the head part of the East Ural Radioactive Trace // J. Environ. Radioact. 2014. № 138. P. 238-248
Ryabtsev I., Imanaka T. Legislation and Research Activity in Russia about the Radiological Consequences of the

Chernobyl Accident // J. of Health Physics. 1997. V. 32 (2). С. 211-225.

Stegnar P. Radiological monitoring and assessment of Environmental Contamination in Kazakhstan IAEA. Viena, 1993. 117 p.

ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ЯКШИНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО ЗАПОВЕДНИКА В 1936-2018 ГОДЫ

А.А. АЛЕЙНИКОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

Современных леса – наследие прошлых взаимоотношений между лесом, людьми и климатом. Одним из самых мощных факторов формирования бореальных лесов на протяжении тысячелетий оставались лесные пожары. Для понимания пожарных режимов и сукцессионных процессов в лесах важно знать частоту, площади, интенсивность пожаров и причины их возникновения. В современных эксплуатационных лесах длительные ряды наблюдений за пожарами невозможны из-за рубок и изменяющейся транспортной доступности, информация бывает доступна только за последние 20-30 лет. Сведения о более ранних пожарах могут быть получены в результате целенаправленных поисков.

Печоро-Илычский заповедник, расположенный на юго-востоке республики Коми, в среднеатаежной и северотаежной подзонах, был образован в 1930 году. С 1959 года заповедник состоит из двух обособленных участков: предгорного с преобладанием темнохвойных лесов и борového со светлохвойными. Ранее была реконструирована история пожаров на предгорном участке и показана связь выявленных гарей с рельефом и доступностью территории (Алейников и др., 2015; Алейников и др., 2017). Цель работы – проанализировать частоту, распространение и причины пожаров на борovém участке заповедника (Якшинское лесничество). Сосновые леса в окрестностях Якшинского лесничества уже становились предметом детальных дендрохронологических исследований, в результате которых реконструированы пожары за 600 лет (Drobyshev et al., 2004), история пожаров на самом заповедном участке остается малоизученной. В нашей работе собраны и проанализированы документальные сведения о пожарах в Якшинском лесничестве за период существования заповедника. Основная сложность при обобщении архивных данных – пространственная привязка, поскольку нумерацию и размер кварталов в междуречье рр. Печоры и Илыча за 88 лет меняли 4 раза.

Сосновые леса Якшинского лесничества периодически горят на протяжении уже длительного времени. Косвенно об этом свидетельствуют локальные гидронимы территории, образованных от слов “гореть”, “жечь”, “палить” (рр. Большая и Малая Гаревка, Пожег, Пал – притоки р. Печоры). Наиболее ранние архивные сведения о пожарах относятся к концу XIX века: в 1900-е

годы вологодская экспедиция недалеко от пос. Якши, на левом берегу обнаружила старую гарь площадью более 7 тыс. дес., заросшую 10-30-летним сосновым молодняком. После образования заповедника в 1930 году пожары продолжились. В отчетах упоминаются пожары 1932 года вокруг пос. Якши и д. Мамыли, однако конкретные сведения пока не обнаружены. В заповеднике пожары стали фиксироваться только с 1936 года. С 1936 по 1951 годы на современной территории Якшинского лесничества отмечено 6 пожаров на площади 328 га. Однако по результатам инвентаризации лесов, к 1951 году площадь гарей на этой же территории составила 965 га и была отмечена *“исключительная редкость участков, которые не носили следов пожара той или иной степени давности”*. В период между 1951 и 1959 гг. не зафиксировано ни одного пожара, возможно это связано с реорганизацией заповедника. С 1959 по 2018 год, несмотря на заповедный режим, отмечен 41 пожар общей площадью более 450 га. Для абсолютного большинства пожаров в качестве причины указаны грозы, в одном случае - неосторожное обращение с огнем и еще у одного пожара причина неизвестна.

Вероятно, современные широко распространенные одновозрастные лишайниковые и лишайниково-зеленомошные сосняки с большим запасом горючих материалов были сформированы пожарами в период активного освоения этой территории и деятельности Якшинской пристани (XVIII-XIX вв.). К моменту образования заповедника, леса Якшинского лесничества, представляли собой мозаику гарей разного возраста. В настоящее время такие сообщества воспламеняются даже от небольших, природных возгораний, поэтому сложившийся пожарный режим борového участка, несмотря на абсолютное заповедание в течение 88 лет, не следует рассматривать как естественный.

ЛИТЕРАТУРА

Алейников А. А., Лисицына О. В., Владимирова Н. А., Крылов А. М., Симакин Л. В. Влияние доступности территории и характеристик рельефа на расположение и размер гарей в темнохвойных лесах Печоро-Илычского заповедника // Лесотехнический журнал. 2017. № 3. С. 49-58.

Алейников А. А., Тюрин А. В., Симакин Л. В., Ефименко А. С., Лазников А. А. История пожаров в темнохвойных лесах Печоро-Илычского заповедника со второй половины XIX века по настоящее время // Сибирский лесной журнал. 2015. № 6. С. 31-42.

Drobyshev I., Niklasson M., Angelstam P., Majewski P. Testing for anthropogenic influence on fire regime for a 600-year period in the Jaksha area, Komi Republic, East European Russia // Can. J. For. Res. 2004. Vol. 34. N 10. С. 2027-2036.

ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ПЫЛЬЦЫ ЕЛИ СИБИРСКОЙ (*PICEA OBOVATA* LEDEB.) В СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Е.В. БАЖИНА¹, М.И. СЕДАЕВА¹, А.П. ПАХОМОВА¹

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск

Ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) в Сибири, занимает обширный ареал от границы лесотундры на севере до степной зоны на юге (Бобров, 1978), что свидетельствует о ее хорошей адаптивной способности. Однако, в пределах ареала еловые леса распределены крайне неравномерно – часто приурочены к влажным северным и горным экотопам (Поликарпов, 1970). Приспособленность вида к воздействиям факторов внешней среды, в значительной степени определяет эффективность размножения вида (Грант, 1991). Одним из составных элементов репродуктивной системы, оказывающих непосредственное влияние на эффективность семенного размножения, являются мужские гаметы (пыльцевые зерна) (Singh, 1978). Пыльца растений оказалась особенно чувствительной ко всякого рода внешним воздействиям. Прорастание пыльцевых зерен и рост пыльцевых трубок различных видов хвойных значительно снижаются при воздействии неблагоприятных погодных условий и других факторов среды, а также промышленного загрязнения (Козубов, 1974; Яковлев, 1978; Prasad et al., 2011; Третьякова, Бажина, 1999).

Цель настоящих исследований заключалась в изучении жизнеспособности пыльцы ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.) в естественных популяциях юга Средней Сибири, растущих в различных биоценологических и экологических условиях.

Сбор пыльцы проводился с деревьев ели сибирской, растущих в долине р. Еловка и окрестностях п. Сухая (юго-восточная окраина Западно-Сибирской равнины, 56°08' с.ш. и 92°32' в.д.), а также в низкогорье хр. Восточный Саян (территория заповедника «Столбы», 55°49' с.ш. и 92°51' в.д.). Погодно-климатические условия в период исследований оказались благоприятными для развития пыльцы и пыления (положительные среднесуточные температуры воздуха). У свежесобранной пыльцы определялись размеры пыльцевых зерен (длина и высота тела пыльцевого зерна, длина и высота воздушных мешков), частота встречаемости и спектр аномалий, а также жизнеспособность, для чего пыльцу проращивали *in vitro* на 10%-ном растворе сахарозы при температуре 26°C в течение 5 суток.

Пыление ели наблюдается в третьей декаде мая – первой декаде июня, при сумме эффективных температур 151.0 град-дней, что составляет 9.3% от суммы эффективных температур за год. Размеры пыльцевых зерен у ели сибирской характеризуются достаточно низким уровнем

изменчивости. Различия по морфометрическим показателям пыльцы на разных пробных площадях не превышали 4.4%. Количество аномальных пыльцевых зерен у отдельных деревьев варьировало от 0 до 31.6%. Наиболее часто встречающаяся аномалия – мелкие пыльцевые зерна, которые формируются вследствие нарушений мейоза, когда часть генетического материала утрачивается (Singhal et al., 2011; Rana et al., 2013). Встречались также аномалии по числу воздушных мешков – с 1 воротничковым, или с 3-4 воздушными мешками.

Исследования показали, что жизнеспособность пыльцы ели сибирской (как потенциальная, определенная по гистохимическим реакциям), так и реализованная (прорастание пыльцы) достаточно высокая. Гистохимический анализ пыльцевых зерен, показал, что положительную реакцию на основное питательное вещество – крахмал дают 85.7-99.7% пыльцевых зерен. При проращивании на искусственной среде, несмотря на значительную вариабельность показателей прорастания (15.2-89.3%) и длины пыльцевых трубок (15.88-524.3 мкм) практически все деревья продуцировали жизнеспособную пыльцу. При проращивании на искусственных средах пыльца считается жизнеспособной, если длина пыльцевых трубок превышает размеры пыльцевого зерна (Hak, Russel, 2004). Вариации жизнеспособности пыльцы обусловлены, очевидно, состоянием и генетическими особенностями отдельных деревьев, определяющими их способность к адаптации, а также локальными различиями в условиях произрастания. Функциональные свойства пыльцы, как правило, тесно коррелируют с ее составом (содержание крахмала в пыльцевых зернах). Однако, регрессионный анализ показал, что связи не всегда функциональны.

ЛИТЕРАТУРА

- Бобров Е.Г. Лесобразующие хвойные СССР. М.: Наука, 1978. 188 с.
- Грант В. Эволюционный процесс: Критический обзор эволюционной теории. М., 1991. 488 с.
- Козубов Г.М. Биология плодоношения хвойных на Севере. Л: Наука, Ленингр. отд., 1974. 136 с.
- Поликарпов Н.П. Комплексные исследования в горных лесах Западного Саяна // Вопросы лесоведения. Красноярск, 1970. С 26-79.
- Третьякова И.Н., Бажина Е.В. Качество пыльцы пихты сибирской в нарушенных лесных экосистемах озера Байкал // Лесоведение. 1999. № 4. С. 30-38.
- Яковлев А.В. О влиянии низких температур на микроспорогенез сосны обыкновенной // Лесоведение. 1978. № 6. С. 51-55.
- Hak O., Russell J.H. Environmental effects on Yellow-cedar pollen quality. Forest Genetic Council. Extension note. 05. Forest Renewal BC, 2004. P. 1-9.
- Prasad P.V.V., Boote K.J., Allen L.J. Longevity and temperature response of pollen as affected by elevated growth temperature and carbon dioxide in peanut and grain sorghum // Environ Exp. Bot. 2011. V.1. P. 51-57.
- Singhal V.K., Rana P.K., Kumar P., Kaur D. Persistent occurrence of meiotic abnormalities in a new hexaploid cytotype of *Thalictrum foetidum* from Indian cold deserts // Biologia. Section Bot. 2011. V. 66. № 3. P. 458-464.
- Singh H. Embryology of gymnosperms. Berlin; Stuttgart, 1978. 302 s.
- Rana P.K., Kumar P., Singhal V.K. Spindle irregularities, chromatin transfer, and chromatin stickiness during male meiosis in *Anemone tetrasepala* (Ranunculaceae). // Turkish J. Bot. 2013. № 37. P. 167-176.

«ДОМАШНИЕ ЭКЗОТЫ» ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ ЛЕСНОГО КАРАНТИНА В РОССИИ

Ю.Н. БАРАНЧИКОВ¹, А.А. ЕФРЕМЕНКО¹, А.А. ПЕРЦОВАЯ¹

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск

Обширная территория Российской Федерации включает регионы с резко различной, порой уникальной флорой и фауной, которые связаны, тем не менее, активными коммуникационными коридорами наземных, воздушных и водных сообщений. Попадание фитотрофных насекомых и микроорганизмов, скажем, из Приморья и Хабаровского края в другие регионы страны несут с собой риски адаптации пришельцев к новому растению хозяину, не имеющему ко-эволюционно выработанных механизмов устойчивости. Проблема внутреннего лесного карантина неоднократно поднималась ранее (Ижевский, 2013). Недавние примеры уничтожения ясеней на западе России златкой *Agilus planipennis* и пихты сибирской короедом *Polygraphus proximus* в Южной Сибири (Уссурийский, 2015; Musolin et al., 2017) наконец сдвинули ситуацию с мертвой точки: эти два дальневосточных вредителя в 2016 году были внесены в Перечень карантинных объектов Евразийского экономического союза как ограниченно распространенные на его территории (Список 2). Почти десятилетнее промедление с этим актом тем более удивительно, что в этом же списке с самого начала существуют широко распространенные по всей бореальной зоне хвойные усачи *Monochamus sutor*, *M. galloprovincialis*, *M. urussovi* и др., а также сибирский и непарный шелкопряды и короед *Dendroctonus micans*. В своей критической статье С.С. Ижевский (2008) пытался найти приемлемые «особые» соображения, лежащие в основе включения самых обычных лесных вредителей в карантинные списки, но не преуспел в этом. Между тем анализ отчетов Россельхознадзора за 2011-2017 гг., на наш взгляд, убедительно свидетельствует о том, что ведомство просто использует банальные виды для улучшения показателей своей активности. К примеру, только в 2017 году усачи рода *Monochamus* составили 99, 98, 78, 59 и 55% от ВСЕХ случаев обнаружения карантинных вредных организмов в территориальных управлениях Россельхознадзора, соответственно, Кировской, Томской, Иркутской областей, Красноярского и Хабаровского краев (Сведения..., 2018).

Интересна также ситуация с «азиатской расой» непарного шелкопряда. Ее «определяют» по генетическим маркерам, согласно которым эта раса не встречается западнее Иркутской области (Камаев, 2017). Между тем уже давно показано, что (1) трофическая агрессивность и повышенный полиморфизм гусениц «азиатских» популяций непарника связан с преадаптацией к непредсказуемости условий обитания из-за присущего им активного полета самок (Баранчиков,

1987; Pogue, Schaefer, 2007), и (2) способность к полету самок никак не соотносится с анализируемыми в настоящее время генетическими признаками (Keena et al., 2008). Таким образом, на юге Приенисейкой Сибири и на Алтае обитают популяции шелкопряда с суперполитрофными гусеницами, крупными и активно летающими самками – грозой для лесов и садов Европы, которые «официально» выведены из-под внимания карантинных служб.

Практически все насекомые-ксилофаги ассоциированы с рядом порой специфических грибов, многие из которых фитопатогенны. Так уссурийский полиграф *P. proximus* привнес в Сибирь фитопатогена *Grosmannia aoshimae*, который «помогает» короеду ослаблять атакуемое дерево. Эти два инвайдера всегда атакуют пихты совместно. Их тесная ассоциация делает необходимым в дальнейшем совместный анализ фитосанитарного риска участников этого инвазийного тандема (Баранчиков, Пашенова, 2017). По этому пути уже пошла Европейская и Средиземноморская организация по защите растений. Между тем *G. aoshimae* в Списке 2 отсутствует, а более серьезный дальневосточный патоген *Hymenoscyphus fraxineus* (*Chalara fraxinea*), поразивший ясень в 25 странах Европы, вообще указан как отсутствующий на территории России. Увы – он известен здесь с 2011 года, а его вторичный ареал занимает огромную территорию от западной границы России до Волги (Zviagintsev et al., 2017).

Работа поддержана РФФИ (гранты 17-04-01765а и 17-04-01486а).

ЛИТЕРАТУРА

- Баранчиков Ю.Н. Трофическая специализация чешуекрылых. Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1987. 170 с.
- Баранчиков Ю.Н., Пашенова Н.В. Ходим парой: о необходимости совместной оценки фитосанитарного риска инвазийной энтомо-микологической ассоциации // XV Съезд Русского Энтомологического общества. Материалы съезда. Новосибирск: Изд-во Гарамонд, 2017. С.41-42.
- Камаев И.О. Популяционно-генетическое исследование структуры вида непарного шелкопряда (*Lymantria dispar*) // Проблемы популяционной биологии. Труды Всероссийского популяционного семинара «Проблемы популяционной биологии» памяти Николая Васильевича Глотова. Йошкар - Ола, 2017. С. 121-122.
- Ижевский С.С. Лесной карантин: мифы и реальность // Лесной Вестник. 2008. Вып. 1. С. 48-53.
- Ижевский С.С. Инвазия азиатских насекомых-фитофагов в европейскую часть России // Карантин и защита растений, 2013. Вып. 9. С. 35-39.
- Сведения о выявленных КВО в 2017 г. Экспертизы и обнаружение КВО в продукции. ВНИИКР / Электронный ресурс / <https://vniikr.ru/reports/diagn>. Последнее посещение 9.09.2018.
- Уссурийский полиграф в лесах Сибири. Распространение, биология, экология, выявление и обследование поврежденных насаждений. Методическое пособие / под ред. С.А.Кривец и Ю.Н.Баранчикова. Томск-Красноярск: Изд-во «УМИУМ», 2015. 48 с.
- Keena M.A., Côté M.J., Grinberg P.S., Wallner W.E. World distribution of female flight and genetic variation in *Lymantria dispar* (Lepidoptera: Lymantriidae). Environmental Entomology, 2008. V. 37. P. 636-649.
- Musolin D.L., Selikhovkin A.V. Shabunin D.A., Zviagintsev V.B., Baranchikov Y.N. Between ash dieback and emerald ash borer: two Asian invaders in Russia and future of ashes in Europe // Baltic Forestry, 2017. V. 23(1). P. 316-333.
- Pogue M.G., Schaefer P.W. A review of selected species of *Lymantria* Hübner [1819] (Lepidoptera: Noctuidae: Lymantriinae) from subtropical and temperate regions of Asia including the description of three new species, some potentially invasive to North America. Forest Health Technology Enterprise Team, Fort Collins, CO. 2007. 213 p.
- Zviagintsev V., Seraya L., Panteleev S., Yaruk A., Baranchikov Y. *Hymenoscyphus fraxineus* at eastern border of its secondary range in Europe. IUFRO17-1987. IUFRO 125th Anniversary Congress 2017. Interconnecting forests, science and people. Abstract book. Baden-Württemberg: FVA, 2017. P. 334. <https://www.iufro.org/events/anniversary-congress/#c24907> ISBN 978-3-902762-88-7

ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА ДЛЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УГЛЕРОДНОГО БЮДЖЕТА ЛЕСОВ РОССИИ

С.А. БАРТАЛЕВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук, г. Москва

Леса России, занимая более 20% площади лесов мира, играют ключевую роль в углеродном балансе Планеты. При этом имеющиеся в настоящее время количественные оценки углеродного бюджета лесов страны варьируют в широких пределах, отличаясь большой неопределенностью (Замолотчиков и др., 2011; Швиденко и Щепаченко, 2014). Основной причиной этой неопределенности является отсутствие надежных источников достоверной и регулярно обновляемой в масштабах страны информации о лесах, необходимой для количественной оценки запасов и потоков углерода. Имеющаяся официальная информация о лесах России в значительной степени устарела, а существующая система мониторинга не способна обеспечить регулярное обновление данных об их динамике (Лукина и др., 2015). С принятием в 2015 году Парижского соглашения, направленного на практическое осуществление положений Рамочной конвенции ООН по изменению климата, проблема повышения объективности, полноты и точности оценки углеродного бюджета лесов приобретает важнейшее значение (Филипчук и др., 2017).

К числу необходимых для оценки углеродного бюджета данных относится распределение земельного покрова по категориям покрытых и непокрытых лесом и другой древесно-кустарниковой растительностью земель, в том числе, гарей и погибших насаждений, вырубок, естественных редин, заболоченных земель, а также информация о породно-возрастной структуре и бонитете лесных насаждений (Исаев и др., 1995). Одновременно необходима информация о масштабах природных (пожары, болезни и вредители, ветровалы, засухи и др.) и антропогенных (рубка, техногенные загрязнения и др.) деструктивных факторов, вызывающих повреждение и гибель лесов, а также ходе процессов их последующего восстановления.

Современные возможности и потенциал развития методов дистанционного зондирования лесов из космоса способны в значительной степени восполнить имеющиеся пробелы в информации о лесах, необходимой для оценки углеродного бюджета в масштабах страны. При этом, наиболее целесообразным представляется использование методических подходов, предполагающих тесную интеграцию методов дистанционного зондирования лесов, наземных измерений их качественных и количественных характеристик, а также математических моделей динамики лесных экосистем.

Разработанные к настоящему времени методы спутникового картографирования

растительного покрова позволяют регулярно получать информацию о распределении земельного покрова по категориям покрытых и непокрытых лесом земель, породной структуре и запахах лесов (Барталев и др., 2016). При этом наличие многолетних (с начала 21-го века) временных рядов такого рода данных открывает возможности моделирования динамики лесов для оценки их возрастной структуры и качества условий произрастания. Собираемая в настоящее время на основе методов дистанционного зондирования информация о воздействии пожаров на леса включает в себя данные о пройденной огнем площади в различных категориях покрытых и непокрытых лесом земель (Лупян и др., 2017), а также о степени пирогенного повреждения и масштабах гибели лесов (Барталев и др., 2015), позволяющие определять прямые и постпожарные эмиссии углерода в атмосферу.

Получаемые на основе методов дистанционного зондирования данные о лесах России дают фактически безальтернативные возможности получения оценки бюджета углерода на принципиально новом уровне объективности, точности и полноты.

ЛИТЕРАТУРА

- Барталев С.А., Егоров В.А., Жарко В.О., Лупян Е.А., Плотников Д.Е., Хвостиков С.А., Шабанов Н.В.* Спутниковое картографирование растительного покрова России. М.: ИКИ РАН, 2016. 208с.
- Исаев А.С., Коровин Г.Н., Сухих В.И., Титов С.П., Уткин А.И., Голуб А.А., Замолодчиков Д.Г., Пряжников А.А.* Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России. М.: Центр экологической политики, 1995. 156с.
- Барталев С.А., Стыценко Ф.В., Егоров В.А., Лупян Е.А.* Спутниковая оценка гибели лесов России от пожаров // Лесоведение. 2015. № 2. С. 83-94.
- Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Краев Г.Н.* Динамика бюджета углерода лесов России за два последних десятилетия // Лесоведение. 2011. №6. С. 1-16.
- Лукина Н.В., Исаев А.С., Крышень А.М., Онуцин А.А., Сирин А.А., Гагарин Ю.Н., Барталев С.А.* Приоритетные направления развития лесной науки как основы устойчивого управления лесами // Лесоведение. 2015. №4. С. 243-254.
- Лупян Е.А., Барталев С.А., Балашов И.В., Егоров В.А., Ершов Д.В., Кобец Д.А., Сенько К.С., Стыценко Ф.В., Сычугов И.Г.* Спутниковый мониторинг лесных пожаров в 21 веке на территории Российской Федерации (цифры и факты по данным детектирования активного горения) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 6. С. 158-175. DOI: 10.21046/2070-7401-2017-14-6-158-175.
- Филипчук А.Н., Моисеев Б.Н., Малышева Н.В.* Новые аспекты оценки поглощения парниковых газов лесами России в контексте Парижского соглашения об изменении климата // Лесохозяйственная информация. 2017. №1. С. 88-98.
- Швиденко А.З., Щепаченко Д.Г.* Углеродный бюджет лесов России // Сибирский лесной журнал. 2014. №1. С. 69-92.

СИСТЕМА СООБЩЕСТВ КОЛЛЕМБОЛ В ЛЕСО-ЛУГОВОМ ЛАНДШАФТЕ

А.И. БОКОВА¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский педагогический государственный университет», г. Москва

Система сообществ (метасообщество) определяется как совокупность локальных группировок потенциально взаимодействующих видов (Gilpin, Hanski, 1991; Liebold et al., 2004). Теория метасообществ позволяет находить пути к пониманию процессов, формирующих биоценозы.

Таким образом, мы рассмотрели возможность существования видов в расчлененном ландшафте со значительной пространственной неоднородностью эколого-ценотических условий.

Ногохвостки (*Collembola*) – мелкие почвенные животные с низкими расселительными возможностями. Однако данные показывают, что степень обособленности локальных популяций коллембол в сильно отличающихся фитоценозах не велика. Как правило, полного вымирания особей в не свойственном виду биотопе не происходит (Кузнецова, 2007).

Базируясь на методологии метасообществ, мы исследовали локальные группировки ногохвосток в лесо-луговом ландшафте Московской области, представленном лесными фитоценозами и суходольным разнотравно-злаковым лугом. Среди лесов были мезофитные (старый ельник-кисличник и молодой мертвопокровный ельник) и гигрофитные (таволговый и мертвопокровный черноольшаники). Все эти растительные сообщества контактировали друг с другом. Материал собран в ходе ежегодных десятилетних учетов (2000-2009 гг.). Было извлечено более 9000 экземпляров коллембол, относящихся к 76 видам.

Плотность и видовое богатство локальных группировок коллембол в разных фитоценозах была различной. Так, в зрелом ельнике-кисличнике средняя плотность коллембол составляла около 40 тыс. экз. на м²; почти вдвое меньше - на лугу и в черноольшанике (25 и 24 тыс. экз. на м² соответственно). Среднее видовое богатство также было максимальным в старом ельнике (21 вид), минимальным – на лугу (11 видов).

Анализ межгодовой динамики численности коллембол в этих местообитаниях показал, что в разные годы их плотность достигала максимального значения в разных фитоценозах. Так, пик численности коллембол в 2001 году был отмечен в ельнике-кисличнике, а в 2005 – на лугу. В отличие от плотности, максимальное число видов было зарегистрировано в лесных биотопах (старом ельнике-кисличнике и черноольшанике).

Многолетняя динамика населения коллембол в неоднородном ландшафте показала, что на локальные группировки ногохвосток наибольшее влияние оказывают условия, выходящие из зоны толерантности: прежде всего, влажность и температура. Так, за годы учета наиболее засушливым и жарким был 2002 год, и максимальные подъемы численности коллембол были в гигрофитном черноольшанике. В 2005 году, умеренно теплом и влажном, пик численности ногохвосток приходился на луг. В годы с избыточным количеством осадков (2004) коллемболы выживают в мезофитных лесах.

Видовая структура метасообщества коллембол зависела не только от погодных факторов, но и от биотопической приуроченности видов. Динамика численности основных доминантов показывает, что виды с четкими биотопическими предпочтениями локализуются в определенных фитоценозах (Кузнецова, 2002). Например, *Isotomiella minor* как

лесной вид почти всегда многочисленен именно в ельниках, у лугового вида *Protaphorura armata* пики численности отмечены в основном на лугу и лишь в отдельные, особо засушливые годы, - в черноольшанике. В противоположность им эвритошные виды и виды с не четко выраженным биотопическим предпочтением: *Parisotoma notabilis*, *Folsomia quadrioculata* и *Lepidocyrtus lignorum* не имеют четкого соотношения с конкретными фитоценозами и в большей степени зависят от микроусловий локальных местообитаний.

Мозаичная картина динамики численности видов обусловлена неодинаковыми темпами роста и смертности популяций в разных сообществах. Разнообразие открытых и закрытых, сухих и влажных местообитаний, а также фитоценозы на разных стадиях сукцессии способствуют выживанию населения коллембол в условиях гетерогенного лесо-лугового ландшафта.

Работа поддержана грантом РФФИ № 16-04-01228.

ЛИТЕРАТУРА

- Кузнецова Н.А. Биотопические группы коллембол (Collembola) в подзоне широколиственно-хвойных лесов Восточной Европы // Зоологический журнал 2002. Т. 81. № 3. С. 306-315.
- Кузнецова Н.А. Многолетняя динамика популяций коллембол в лесной и производной экосистемах // Зоологический журнал. 2007. Т. 86. № 1. С. 30-43.
- Gilpin M., Hanski I. Metapopulation Dynamics: Brief History and Conceptual Domain // Biological Journal of the Linnean Society. 1991. № 42. P. 3-16.
- Leibold M.A. et. al. The metacommunity concept: a framework for multi scale community ecology // Ecology Letters. 2004. №7. P. 601-613.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИИ МЕСТООБИТАНИЙ EUNIS В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»

Т.Ю. БРАСЛАВСКАЯ¹, Е.В. ТИХОНОВА¹, Е.А. ГАВРИЛЮК¹, И.М. БАВШИН², Д.В. ЕРШОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

²Национальный парк «Смоленское Поозерье», пос. Пржевальское

Классификация местообитаний EUNIS (<http://eunis.eea.europa.eu/habitats-code-browser.jsp>) разработана в Европейском Союзе как инструмент для решения задач охраны биоразнообразия, в том числе экологического зонирования территорий и проектирования экологических сетей на региональном, национальном и общеевропейском уровнях. В РФ необходимость применять эту классификацию возникает, прежде всего, у биологов и экологов, участвующих в международных проектах по разработке трансграничных способов охраны редких и уязвимых видов, биоразнообразия в целом (Крышень и др., 2009; Географические..., 2016). Классификация EUNIS имеет иерархическую структуру: в разных ее разделах число выделяемых уровней составляет 5-8. На высших (обобщающих) уровнях выделение категорий проводится по ландшафтным, экологическим, антропогенным и ботаническим критериям, а на низшем (базовом) уровне – чаще всего на основе географического (регионального) подхода или же по критериям важной роли местообитаний в жизнедеятельности одного или нескольких редких и

уязвимых видов (обычно – животных).

Совместный проект РФФИ – БРФИ 18-54-00029 направлен на совершенствование методов выявления ключевых для биоразнообразия местообитаний (лесных и других наземных) в средней полосе Европейской России и в Беларуси. В рамках выполнения этого проекта составляется перечень базовых категорий (называемых типами – см. Крышень и др., 2009) местообитаний в национальном парке «Смоленское Поозерье» на основе сопоставления содержащихся в классификации EUNIS характеристик типов с собственными и опубликованными (Растительность..., 2003) данными геоботанических исследований, а также с лесостроительными материалами. Предварительный перечень для национального парка (146 тыс. га) в настоящее время включает 19 типов лесных местообитаний, 2 типа кустарниковых зарослей и 10 типов мезофитных травяных местообитаний; продолжается анализ представленности других местообитаний на территории.

Опыт этой работы показал, что географические, ландшафтные и ботанические предпосылки дифференциации местообитаний отражены в классификации EUNIS в приблизительном соответствии с отечественными представлениями (например: Растительность..., 1980). Благодаря этому, удается достаточно уверенно, в целом, соотносить базовые единицы отечественных геоботанических и лесоводственных классификаций с характеристиками базовых категорий EUNIS, несмотря на неоднозначность соответствий в ряде случаев. Эта неоднозначность обусловлена существенно разным экологическим содержанием (соответственно – и объемом) некоторых базовых единиц отечественных классификаций и EUNIS, что уже отмечали отечественные специалисты (Крышень и др., 2009; Географические..., 2016). Антропогенные причины дифференциации местообитаний отражены во многих разделах EUNIS более подробно, чем в отечественных классификациях, что обусловлено гораздо большей, чем в европейской части России, интенсивностью природопользования и фрагментацией биогеоценологического покрова в зарубежной Европе. Критерий роли местообитания в жизнедеятельности отдельно взятого вида влияет на структуру нижних уровней классификации EUNIS только в тех ее разделах, которые касаются местообитаний с экстремальным режимом, где обитают стенотопные виды. Таким образом, на основе классификации EUNIS действительно можно проектировать для территорий европейской части России частичное территориальное ограничение природопользования для целей сохранения биоразнообразия. Но в комплексном территориальном планировании необходимо сочетать применение классификации EUNIS с отечественными классификациями, которые больше ориентированы на решение хозяйственных задач, поскольку учитывают различия местообитаний по продуктивности.

ЛИТЕРАТУРА

Географические основы формирования экологических сетей в Северной Евразии. Том 6. Мат-лы 6-й междунар. науч. конф. (Тверь, 8-10 ноября 2016 г). М.: Институт географии РАН, 2016. 107 с.

Крышень А.М., Полевой А.В., Гнатюк Е.П., Кравченко А.В., Кузнецов О.Л. База данных местообитаний (биотопов) Карелии // Труды Карельского научного центра РАН. Петрозаводск, 2009. № 4. С. 3–10.

Растительность европейской части СССР. Л.: Наука, 1980. 429 с.

Растительность и почвы национального парка «Смоленское Поозерье». М.: НИИ-Природа, 2003. 307 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА И УГЛЕРОДА В ЛЕСНОЙ ПОСТИЛКЕ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ И НАЗЕМНЫХ ДАННЫХ

Е.А. ГАВРИЛЮК¹, А.И. КУЗНЕЦОВА¹, А.В. ГОРНОВ¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

В работе представлены первые результаты исследований по оценке возможностей пространственного регрессионного моделирования значений процентного содержания и запасов азота и углерода в лесной подстилке на основе разносезонных мультиспектральных спутниковых изображений Landsat и материалов наземных обследований. Лесная подстилка, являясь продуктом функционирования лесных биогеоценозов, регулирует широкий спектр экосистемных процессов. Содержание углерода и азота, а также их соотношение (C:N), характеризуют качество опада, от которого зависит скорость биологического круговорота и, в конечном счете, продуктивность лесонасаждений. Помимо этого, величины запасов углерода характеризуют способность лесных экосистем к его депонированию, в частности в пулах подстилки, что приобретает особую актуальность в связи с современными глобальными изменениями климата.

Исследование проводилось на территории Государственного природного биосферного заповедника «Брянский лес», расположенного в юго-восточной части Брянской области. В 2017 году здесь было заложено 24 наземных пробных площади, на каждой из которых в трехкратной повторности производился отбор лесной подстилки с использованием рамки размером 25x25 см. В лабораторных условиях отобранные образцы высушивали до абсолютно-сухого состояния, взвешивали и оценивали содержание углерода и азота на элементном анализаторе EA 1110 (CHNS-O). Оценки проводились отдельно по двум подгоризонтам подстилки – L (свежий или слаборазложившийся опад) и FH (слой ферментации и разложение растительных остатков). При расчете запасов углерода пользовались методическими указаниями по количественному определению объема поглощения парниковых газов (Распоряжение..., 2017).

Исходный набор спутниковых данных состоял из шести разносезонных (конец января, снежный апрель, начало и конец мая, август, сентябрь) безоблачных сцен Landsat-OLI из открытого архива Геологической службы США (USGS) за период с 2014 по 2018 годы и рассчитанных на их основе вегетационных индексов NDVI, SWVI (также известен как NDWI) и EVI. При планировании расположения пробных площадей мы использовали результаты тематической классификации этих изображений по доминантам древесного полога совместно с материалами

лесоустройства заповедника 2006 года, исходя из предположения, что уровень содержания азота и углерода в подстилке варьирует в зависимости от породного состава лесов.

Мы рассматривали два альтернативных метода регрессионного анализа – генерализованные линейные модели (McCullagh, Nelder, 1989) и случайные леса (Breiman, 2001). Измерения с пробных площадей сопоставлялись со значениями пикселей спутникового изображения в радиусе 30 метров от точки заложения. Формальные характеристики точности полученных моделей продемонстрировали сходные результаты для обоих методов с небольшим преимуществом в пользу случайных лесов.

По результатам регрессионного анализа нами были получены ряд моделей для оценки значений процентного содержания азота и углерода, отношения C:N, а также их запасов в подгоризонтах L и FH лесной подстилки. Наилучшие (по формальным критериям) модели были получены для отношения C:N – коэффициент детерминации $R^2=0,78$ при среднеквадратической ошибке RMSE=1,6 для подгоризонта L, и $R^2=0,87$ при RMSE=1,5 для подгоризонта FH. Для остальных показателей коэффициент детерминации варьирует от 0,46 до 0,79.

С использованием полученных регрессионных моделей нами были построены соответствующие спутниковые тематические карты на территорию заповедника «Брянский лес» и его окрестностей с пространственным разрешением 30 метров. Однако для оценки точности результатов и перспектив применения подобного моделирования требуется проведение дополнительных полевых обследований с целью формирования достаточно представительной контрольной выборки.

Работа выполнена в рамках проекта РФФИ № 15-29-02697 «Выявление роли экосистемных инженеров и биоразнообразия в функционировании лесов на основе синтеза наземных и спутниковых данных» (тематическая обработка данных) и ГЗ ЦЭПЛ РАН №0110-2018-0001 «Концепция спутникового мониторинга состояния и динамики лесных экосистем» (подготовка исходных данных).

ЛИТЕРАТУРА

Распоряжение Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 30 июня 2017 г. N 20-р «О методических указаниях по количественному определению объема поглощения парниковых газов» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71612096/> (дата обращения 01.07.2018).

Breiman L. Random forests // *Machine Learning*. 2001. Vol. 45. № 1. P. 5-32.

McCullagh P., Nelder J.A. Generalized Linear Models (2nd ed.). London: Chapman and Hall, 1989. 511 p.

USGS Landsat Global Archive | Landsat Missions [Электронный ресурс]. URL: <https://landsat.usgs.gov/usgs-landsat-global-archive> (дата обращения 27.09.2018).

ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В ХОДЕ СУКЦЕССИЙ В ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

А.П. ГЕРАСЬКИНА¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

Проведены исследования населения дождевых червей на трех стадиях послерубочной сукцессии лесов на территории Северо-Западного Кавказа (верховья р. Пшехи и верховья р. Белой). Выделены три стадии сукцессии: ранняя – осиново-грабово-жимолостные мелкотравные леса, промежуточная – пихтово-грабовые мелкотравные леса, поздняя – буково-пихтовые мертвопокрывные леса. Типы почв бурые лесные. Для каждой стадии подобраны по три пробные площади 50 х 50 м, где выполнены геоботанические, почвенные описания и проведены учеты дождевых червей (Шевченко и др., 2019).

В трех типах леса выявлено 8 видов дождевых червей, 4-х морфо-экологических групп. Подстилочные виды: *Dendrobaena octaedra* (Savigny, 1826), *D. attemsi* (Michaelsen, 1902), *Dendrodrilus rubidus tenuis* (Eisen, 1874), почвенно-подстилочный – *Eisenia fetida* (Savigny, 1826), собственно-почвенные – *D. schmidti schmidti* (Michaelsen, 1907), *D. tellermanica* (Perel, 1966), *Aporrectodea jassyensis* (Michaelsen, 1891) и норный *D. mariupolensis* (Wyssozky, 1898). Найденные виды принадлежат к 4 типам ареалов: крымско-кавказские эндемики – *D. schmidti schmidti* и *D. mariupolensis*; средиземноморские виды – *D. attemsi* и *A. jassyensis*; восточно-азиатский вид – *D. tellermanica*; космополиты – *D. octaedra*, *D.r. tenuis*, *E. fetida*. В предгорных и горных лесах Северо-Западного Кавказа встречается 10–15 видов люмбрицид (Рапопорт, 2014; Рапопорт, Цепкова 2015; Гераськина, 2016 и др.).

В исследованных лесах преобладают виды с кавказским типом ареала (*D. schmidti schmidti*, *D. mariupolensis*). На трех стадиях сукцессии обитают представители всех морфо-экологических групп, что свидетельствует о стабильности почвенных условий в течение длительного времени. Демографическая структура комплекса дождевых червей устойчивая, представлена разными онтогенетическими состояниями с значительным преобладанием ювенильных червей – 65–78%.

Численность и биомасса подстилочных видов не велика на всех стадиях сукцессии, а на третьей стадии подстилочные черви обитают главным образом в валеже. От ранней к поздней стадии увеличивается численность и биомасса норного и собственно почвенных видов. Общая численность люмбрицид на трех стадиях сукцессии значимо не различается (36–41 экз./м²), в отличие от показателя биомассы (8–18 г/м²), который в 2–3 раза выше на третьей стадии по сравнению с первой и второй. Значимый рост биомассы люмбрицид связан в первую очередь с увеличением числа особей крупного норного вида *D. mariupolensis*, а также с увеличением

биомассы собственно почвенных видов и уменьшением доли мелких ювенильных червей на третьей стадии сукцессии.

Таким образом, на трех стадиях послерубочной сукцессии присутствует полночленный комплекс дождевых червей. В ходе сукцессии от молодых сообществ к более старым существенно возрастает роль в группировке норных червей, что свидетельствует о благоприятных почвенных условиях и отсутствии длительных нарушений в буково-пихтовых мертвопокровных лесах поздней стадии сукцессии, несмотря на то, что в основной трофический ресурс в этих сообществах – трудно разлагаемый опад пихты и бука. Свойства опада древесных растений и напочвенного покрова наиболее благоприятны для дождевых червей на ранней и промежуточной стадиях сукцессии, где легко разлагаемый опад лиственных деревьев и кустарников обеспечивает дождевых червей необходимым питанием, в то же время трудно разлагаемый опад осины (на ранней стадии) и пихты и бука (на промежуточной стадии) создают благоприятные местообитания видам, связанным с подстилкой.

Исследование выполнено в рамках темы государственного задания ЦЭПЛ РАН № 0110-2018-0007, материал определен за счет средств гранта Российского научного фонда (16-17-10284), обработан за счет средств гранта РФФИ: проект № 16-04-00395 А.

ЛИТЕРАТУРА

Гераськина А.П. Дождевые черви (Oligochaeta, Lumbricidae) окрестностей пос. Домбай Тебердинского заповедника (Северо-Западный Кавказ, Карачаево-Черкессия) // Труды зоологического института РАН. 2016. № 4. С. 450-466.

Рапопорт И.Б. Биотопическое распределение дождевых червей (Oligochaeta, Lumbricidae) в Тебердинской заповедной территории с наиболее высокой степенью охраны (Архызский участок, Северо-Западный Кавказ) // Современные проблемы ООПТ и пути их решения: матер. межрег. науч.-практ. конф. Воронеж: изд-во Воронежского гос. университета, 2014. – С. 214-218.

Рапопорт И.Б., Цепкова Н.Л. Структура населения и топические преферендумы дождевых червей (Oligochaeta, Lumbricidae) в почвах эталонных лесных формаций бассейнов рек Теберда и Большой Зеленчук (Тебердинский заповедник, Северо-Западный Кавказ) // Изв. Самарского научного центра РАН. 2015. Т. 17. № 6. С. 33-39.

Шевченко Н.Е., Кузнецова А.И., Тебенькова Д.Н., Смирнов В.Э., Гераськина А.П., Горнов А.В., Тихонова Е.В., Лукина Н.В. Сукцессионная динамика растительности и запасы почвенного углерода в хвойно-широколиственных лесах северо-западного Кавказа // Лесоведение. 2019. № 1. С. 28-46.

ОЦЕНКА СУКЦЕССИОННОГО СТАТУСА ЛЕСОВ НА ОСНОВЕ ПОПУЛЯЦИОННОГО ПОДХОДА (НА ПРИМЕРЕ БРЯНСКОГО ПОЛЕСЬЯ)

А.В. ГОРНОВ¹, М.В. ГОРНОВА¹, Е.В. РУЧИНСКАЯ¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

Леса Брянского полесья с давних времен подвергались хозяйственной деятельности. В результате этого современный лесной покров территории представлен вторичными сообществами, находящимися на различных стадиях восстановительных сукцессий (Евстигнеев, 2009). Для изучения механизмов поддержания биологического разнообразия лесов и оценки их экосистемных

функций необходимо установить сукцессионный статус сообществ. Российскими популяционными биологами предложено оценивать сукцессионный статус лесов на основе демографических индикаторов состояния популяций деревьев.

Цель работы – оценить сукцессионный статус хвойно-широколиственных лесов Брянского полесья на основе популяционного подхода. Помимо оценки состояния популяций древесных видов в соответствии с рекомендациями (Смирнова, 2004) учитывались особенности видового и структурного разнообразия сообществ.

Исследования проводили в юго-восточной части Брянского полесья в пределах заповедника «Брянский лес». В работе применены демографические и геоботанические методы. Использована периодизация онтогенеза, предложенная Т.А. Работновым (1950), дополненная А.А. Урановым (1975) и его учениками. В онтогенезе деревьев выделяют следующие состояния: ювенильное (*j*), имматурное (*im*), виргинильное (*v*), молодое (*g₁*), средневозрастное (*g₂*) и старое (*g₃*) генеративное, сенильное (*s*). Онтогенетические состояния деревьев определяли на основе публикаций (Заугольнова, 1968; Чистякова, 1979; Евстигнеев, 2014 и др.). На каждом сукцессионном этапе устанавливали онтогенетический состав ценопопуляций деревьев. Учет проводили на площадках разных размеров. Полученные данные пересчитывали на 1 га. Тип онтогенетического спектра устанавливали по классификации, предложенной О.В. Смирновой (2004). При описании сообществ заложены квадратные площадки по 400 кв. м. На каждой стадии сукцессии сделано по 11 описаний. На всех площадках составлен полный флористический список с учетом ярусной структуры леса.

Выбран сукцессионный ряд формирования полидоминантных широколиственных лесов с елью на вершинах грив зандровых местностей (Евстигнеев, Korotkov, 2016; Горнов и др., 2018). На начальной стадии восстановления доминируют раннесукцессионные светолюбивые деревья (*Pinus sylvestris* L. и *Betula pubescens* Ehrh.), ценопопуляции которых обладают неполночленными онтогенетическими спектрами. Под их полог первыми внедряются виды с наибольшим радиусом разноса семян – *Quercus robur* L., *Sorbus aucuparia* L. и *Picea abies* (L.) H. Karst. К моменту исследования, за 60 лет, они сумели сформировать инвазионный онтогенетический спектр с относительно высокой численностью особей. На промежуточной стадии, к 120 годам, в сообществах появились деревья с меньшим радиусом разноса семян: *Acer platanoides* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* Mill. и *Ulmus glabra* Huds. Одна часть (клен и липа) сформировала многочисленные ценопопуляции с левосторонним онтогенетическим спектром, другая часть (ясень и ильм) – только инвазионные ценопопуляции. У клена и липы в окружающем растительном покрове сохранилось достаточное число генеративных особей, которые могут поставлять диаспоры, для быстрого восстановления ценопопуляций, а у ясеня и ильма плодоносящих деревьев

мало. На продвинутой стадии сукцессии (свыше 120 лет) в ценопопуляциях наиболее теневыносливых видов (*Acer platanoides*, *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*, *Ulmus glabra*) формируется устойчивый оборот поколений, а у слабо теневыносливого *Quercus robur* – нет. В результате изученные сообщества со временем образуют полидоминантные субклимаксные ценозы, в которых будут отсутствовать сосна обыкновенная и дуб черешчатый.

Исследование выполнено в рамках темы № 0110-2018-0004 «Сохранение и восстановление экологических функций лесных почв» ГЗ ЦЭПЛ РАН и при финансовой поддержке Российского научного фонда (16-17-10284).

ЛИТЕРАТУРА

Горнов А.В., Горнова М.В., Тихонова Е.В., Шевченко Н.Е., Кузнецова А.И., Ручинская Е.В., Тебенькова Д.Н. Оценка сукцессионного статуса хвойно-широколиственных лесов европейской части России на основе популяционного подхода // Лесоведение. 2018. № 4. С. 1-15.

Евстигнеев О.И. Неруссо-Деснянское Полесье: история природопользования. Брянск, 2009. 139 с.

Евстигнеев О.И. Поливариантность сосны обыкновенной в Брянском полесье // Лесоведение. 2014. № 2. С. 69-77.

Заугольнова Л.Б. Возрастные этапы в онтогенезе ясеня обыкновенного (*Fraxinus excelsior* L.) // Вопросы морфогенеза цветковых растений и строения их популяций. М.: Наука, 1968. С. 81-102.

Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер 3. Геоботаника. 1950. № 6. С. 7-204.

Смирнова О.В. Методологические подходы и методы оценки климаксового и сукцессионного состояния лесных экосистем (на примере Восточноевропейских лесов) // Лесоведение. 2004. № 3. С. 15-27.

Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических волновых процессов // Биологические науки. 1975. № 2. С. 7-34.

Чистякова А.А. Большой жизненный цикл *Tilia cordata* Mill. // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1979. Т. 84. № 1. С. 85-98.

Евстигнеев О.И., Korotkov V.N. Pine Forest Succession on Sandy Ridges within Outwash Plain (Sandur) in Nerussa-Desna Polesie // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2016. V. 1 (3). P. 1-18.

СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *CYPRIPEDIUM CALCEOLUS* (ORCHIDACEAE) В ЕЛЬНИКЕ ВЫСОКОТРАВНОМ НА НИЗИННОМ БОЛОТЕ (БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

М.В. ГОРНОВА¹, А.В. ГОРНОВ¹, Е.В. РУЧИНСКАЯ¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

Cypripedium calceolus L. (башмачок настоящий) включен в Красную книгу РФ и охраняется на территории большей части субъектов, где он произрастает (Красная..., 2008). В Брянской области сохранились уникальные малонарушенные высокотравные ельники, где отмечен башмачок (Красная..., 2016). В связи с этим в работе поставлена цель – по совокупности популяционных признаков оценить состояние ценопопуляций *C. calceolus* в малонарушенных высокотравных ельниках.

Материал собран в Неруссо-Деснянском полесье в пределах памятника природы «Болото Рыжуха» (юго-восток Брянской области). В работе применяли популяционно-онтогенетические и геоботанические методы. Применена периодизация онтогенеза, предложенная Т.А. Работновым (1950), учтены дополнения, разработанные другими авторами. Онтогенетические состояния *C. calceolus* определяли по работам И.В. Блиновой (2003) и Е.Л. Железной (2008). В онтогенезе

башмачка выделены следующие состояния: *j* – ювенильное, *im* – имматурное, *v* – виргинильное, *g* – генеративное и *s* – сенильное. Популяционный учет проводили в период цветения *C. calceolus* (конец мая – начало июня). При изучении ценопопуляций закладывались площадки размером 1 кв. м. Всего заложено 150 площадок. На площадках выявлялось число особей (парциальных побегов) в каждом онтогенетическом состоянии. На основе популяционных учетов определяли численность, экологическую плотность особей, тип онтогенетического (возрастного) спектра ценопопуляции, тип характерного онтогенетического спектра ценопопуляции, размеры элементарной демографической единицы.

Ценопопуляция *C. calceolus* произрастает в высокотравном ельнике на низинном болоте. Ценоз характеризуется высоким флористическим разнообразием и слабой нарушенностью. По возрастной и пространственной структуре древостоя, флористическому составу и внутриценоотической мозаичности он близок к климаксовому состоянию (Евстигнеев, Горнова, 2017). Поэтому здесь можно определить характерный онтогенетический спектр *C. calceolus*. Высокотравный ельник обладает выраженной горизонтальной структурой и состоит из чередующихся темных и светлых парцелл. Темные парцеллы представляют собой сомкнутые группировки деревьев, а светлые – окна в пологе древостоя. Башмачок встречается в темных парцеллах и в небольших окнах размером до 50 кв. м. В крупных окнах он вытесняется разрастающимся конкурентным высокотравьем: *Angelica sylvestris* L., *Cirsium oleraceum* (L.) Scop., *Eupatorium cannabinum* L., *Filipendula ulmaria* (L.) Maxim., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Urtica dioica* L. и др. Под пологом сомкнутых деревьев освещенность на уровне трав составляет около 5% от полной, а в небольших окнах – около 50%.

Ценопопуляция *Cypripedium calceolus* занимает площадь около 30 га и насчитывает более 400 особей. Экологическая плотность – 5 парциальных побегов на 1 кв. м. Ценопопуляция состоит из локусов, которые встречаются в светлых и темных парцеллах высокотравного ельника. В светлых парцеллах (небольших окнах) экологическая плотность относительно высокая – 9 особей на 1 кв. м. Онтогенетический спектр – полночленный одновершинный с максимумом на *g* растениях. Высокая плотность ценопопуляции и полночленный онтогенетический спектр в небольших окнах определяются достаточным световым довольствием этих местообитаний (около 50%). Такой освещенности достаточно для формирования взрослыми особями генеративных органов, а также для семенного и вегетативного размножения. Под пологом сомкнутых деревьев (темные парцеллы) экологическая плотность – всего 3 особи на 1 кв. м. Здесь популяционные локусы еще обладают полночленным одновершинным онтогенетическим спектром, однако максимум приходится на *v* растения. Это указывает на недостаточное световое довольствие местообитаний.

В высокотравных ельниках, состоящих из светлых и темных парцелл, создаются оптимальные условия для развития ценопопуляции башмачка. Здесь онтогенетический спектр всей ценопопуляции – полночленный одновершинный с максимумом на v и g особях. Поскольку ценопопуляция обладает относительно высокой численностью особей и полночленным составом, то ее возрастная структура близка к характерному онтогенетическому спектру. Это позволяет выявить размеры элементарной демографической единицы (ЭДЕ) башмачка, при которых может осуществляться непрерывный (устойчивый) оборот поколений. Методом увеличивающихся площадок определены размеры ЭДЕ *C. calceolus*: минимальная площадь – 3.5 кв. м, минимальная численность – 24 особи. На площади этого размера и при такой численности может сформироваться полночленный онтогенетический спектр с максимумом на v и g особях и с относительно высоким участием j и im растений.

Таким образом, в слабонарушенных высокотравных ельниках ценопопуляции *C. calceolus* находятся в нормальном состоянии. Характерный онтогенетический спектр полночленный с максимумом на v и g особях. При этом высока доля j и im растений. В небольших окнах устойчивый оборот поколений *C. calceolus* осуществляется за счет семенного и вегетативного размножения, в темных парцеллах происходит в основном вегетативное размножение с неглубоким омоложением.

Исследование выполнено в рамках темы № 0110-2018-0004 «Сохранение и восстановление экологических функций лесных почв» ГЗ ЦЭПЛ РАН и при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект No 18-34-00911 мол_а).

ЛИТЕРАТУРА

- Блинова И.В. Онтогенетическая структура и динамика популяций *Cypripedium calceolus* (*Orchidaceae*) в разных частях ареала вида // Бот. журн. 2003. Т. 88. № 6. С. 36-47.
- Евстигнеев О.И., Горнова М.В. Ельники высокотравные – климаксные сообщества на низинных болотах Брянского полесья // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2017. Vol. 2 (3). P. 1-23.
- Железная Е.Л. Особенности популяционной биологии некоторых видов орхидных в разных типах фитоценозов (на примере Московской и Брянской областей): дис. ... канд. биол. наук М., 2008. 367 с.
- Красная книга Брянской области / Ред. А.Д. Булохов, Н.Н. Панасенко, Ю.А. Семенищенков, Е.Ф. Ситникова. 2-е издание. Брянск: РИО БГУ, 2016. 432 с.
- Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. 855 с.
- Работнов Т.А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. Сер 3. Геоботаника. 1950. № 6. С. 7-204.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЕЛИ В ЗЕЛЕНОМОШНЫХ ТИПАХ ЛЕСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЧВЕННЫХ ФАКТОРОВ

Д.А. ДАНИЛОВ^{1,2}, Н.В. БЕЛЯЕВА²

¹Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Ленинградский научно-исследовательский институт сельского хозяйства «Белогорка», Ленинградская область, д. Белогорка

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург

Возобновительные процессы в хвойных древостоях обусловлены многочисленными биогенными факторами и условиями внешней среды (Карпачевский и др., 1984). На разных возрастных этапах сила влияния этих факторов различна на генерацию елового подроста. Проведенное исследование возобновительных процессов в смешанных древостоях сосны и ели в зеленомошной группе типов в Ленинградской области леса показало неоднозначность количественной представленности подроста ели европейской в зависимости от состава и сомкнутости полога материнского древостоя. Под пологом материнских высокополнотных древостоев (90-110 лет) не затронутый хозяйственным воздействием при сходных составах насаждения, формируется разное количество подроста ели. Проведенный дисперсионный анализ, распределение подроста ели в зависимости от состава полога материнского древостоя, показал значимое влияние этого фактора для переходных и поздних форм елового подроста по группам высот. Для ранних форм статистически значимой зависимости на данных опытных объектах не выявлено. В одних и тех же типах леса, различные почвенные условия произрастания являются одним из определяющих факторов, который оказывает влияние в течение всего роста и развития елового возобновления от ювенильных всходов до стадии спелого насаждения. На основании проведённых учётов подроста на постоянных опытных объектах была предпринята попытка построения модели показывающей взаимосвязь количества жизнеспособного елового подроста и почвенных условий произрастания. Был использован модификационный опадочно-подстилочный коэффициент: отношение мощности A_1 к мощности A_0 – далее опадочно-подстилочный коэффициент, который является признаком эффективного плодородия лесных почв (Чертов, 1981). Для проверки зависимости количества возобновившегося подроста ели от опадочно-подстилочного коэффициента была проверена нулевая гипотеза с вычислением статистики χ^2 . Полученные значения хи-квадрат: χ^2 набл.= 21.71, а χ^2 крит.=16.98 показали, что имеется наличие зависимости между этими показателями. Связь количества возобновившегося елового подроста с этим показателем имеет линейный характер и описывается уравнением $y = 426.30x$ при коэффициенте аппроксимации $R^2 = -0,78$, и хорошо коррелируется имея обратную зависимость. Корреляционное отношение $\eta = 0.88$ показывает высокую взаимосвязь между количеством возобновившегося подроста ели и опадочно-подстилочным коэффициентом, как комплексным показателем плодородия почвы. При изменении гранулометрического состава по ряду супесчано-суглинистых –

суглинистые – глинистых–железисто-иллювиальные–тяжелосуглинистые–элювиально-глинистые почвы отмечена тенденция к уменьшению числа подроста ели под пологом материнских смешанных древостоев с разной долей участия ели и сосны. Полученная взаимосвязь аппроксимируется линейным уравнением $y = 429.17x$ при $R^2 = -0.60$. Связь количества елового подроста с гранулометрическим составом прямолинейная обратная с высоким показателем корреляции $\eta = 0.77$. Однако, проведённый анализ связи гранулометрического состава почв с количественной представленностью различных фенологических форм подроста ели показал нелинейное выражение этой зависимости. Эта взаимосвязь уже лучше описывается полиномом 3 порядка с высоким коэффициентом аппроксимации. У фенологических форм подроста ели выявилась различная требовательность к гранулометрическому составу почв и режиму увлажнения. При изменении гранулометрического состава почв от супесчано-суглинистых до глинистых отмечается тенденция к увеличению доли переходной формы подроста ели и уменьшению доли поздней формы. Ранняя форма имеет тенденцию увеличиваться при изменении состава почв от супесчано-суглинистых до суглинистых, а при изменении состава почв от суглинистых до глинистых ее доля уменьшается. По-видимому, это связано с различной требовательностью фенологических форм подроста ели к гранулометрическому составу почв и режиму увлажнения. Корневая система подроста, в основном, находится в лесной подстилке и гумусовом горизонте (почвенные горизонты A_0 и A_1), соответственно, эти горизонты оказывают большее влияние на подрост ели различных фенологических форм. Для равноценного сравнения влияния модификационного опадочно-подстилочного коэффициента на соотношение долей фенологических форм также применяли полиномиальные взаимосвязи. При увеличении этого показателя выявлена тенденция увеличения долей ранней и переходной форм и уменьшения поздней формы. С повышением увлажнения местообитаний, связанным с типами леса, прослеживается тенденция увеличения доли поздно-распускающейся формы подроста ели европейской и уменьшения доли ранораспускающейся формы ели.

ЛИТЕРАТУРА

- Карпачевский Л.О., Воронин Е.А., Дмитриев А.Д. и др.* Почвенно-биогеоценологические исследования в лесных биогеоценозах. Москва: Издательство Московского университета, 1984. 160 с.
Чертов О.Г. Экология лесных земель. Ленинград: Наука, 1981. 190 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И СТРУКТУРА МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА В РИЗОСФЕРНОЙ И НЕРИЗОСФЕРНОЙ ПОЧВАХ ПОД БОРЕАЛЬНЫМ ЛЕСОМ

И.В. ЕВДОКИМОВ¹, М.В. СЕМЁНОВ², Т.А. СОКОЛОВА³, И.И. ТОЛПЕШТА³

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пушкино

² Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Почвенный Институт им. В.В. Докучаева, отдел биологии и биохимии почв, г. Москва

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, г. Москва

Глобальное потепление оказывает стимулирующее воздействие на оборачиваемость органического углерода в лесных экосистемах, приводя к ускоренному рециклированию углерода. Усиление разложения органического вещества в лесных почвах приводит к увеличению эмиссии CO₂ с почвенной поверхности, способствуя, таким образом, усилению потепления по механизму прямой обратной связи. Скорость разложения органических веществ, помимо температуры окружающей среды, зависит и от количества корневых выделений (ризодепозитов), характеризующих размеры и активность прикорневой зоны (ризосферы) в почве. Если для верхнего (гумусового горизонта) ризосферный эффект изучен достаточно хорошо, то активность «горячих точек» (“hot spots”), частным случаем которых является ризосфера, в глубинных почвенных горизонтах все еще остается малоизученной. Целью исследования было изучить взаимосвязь между ризосферным эффектом и структурой микробного сообщества ризосферы и неризосферной почвы. Были сделаны предположения, что: 1) увеличенная активность микробного сообщества в ризосфере по сравнению с неризосферной почвой связана не только с повышенным количеством доступных органических веществ, но и с большим разнообразием бактериального сообщества в ризосфере; 2) учитывая общее количество поступающих органических веществ, ризосферный эффект в гумусовом горизонте должен быть ярче выражен, чем в глубинных корнеобитаемых горизонтах.

Объектом исследования стало микробное сообщество подзолистых почв (Albeluvisol) под ельником (*Picea abies* (L.)), отобранных на экспериментальных площадках Центрального лесного государственного заповедника (Тверская область, Россия). Кроме собственно структуры микробного сообщества и величин пулов микробной биомассы, мы определяли в почвенных образцах широкий ряд индексов биологической активности, концентрации биофильных элементов, ростовые характеристики микробного сообщества. Ризосферный эффект оценивали по величине ризосферного фактора R_f , который рассчитывается как соотношение между почвенными характеристиками в ризосфере и таковыми в неризосферной почве. Ризосферный фактор определяли в гумусовом горизонте AEL (3 – 15 см) и в глубинном горизонте EL (15 – 46 см).

Наиболее выраженный ризосферный эффект ($R_f > 1.5$) был выявлен для углерода микробной биомассы, дыхания почвенных микроорганизмов и скорости оборачиваемости почвенного органического вещества (ПОВ). Соотношение C:N в микробной биомассе в ризосфере было выше, чем в неризосферной почве, а соотношение C:P показало противоположную тенденцию. Величина R_f для скорости оборачиваемости ПОВ в гумусовом горизонте AEL оказалась примерно равной 1.5, в то время как в горизонте EL она достигала 6. Определение разнообразия бактериального сообщества методом профилей 16S rРНК выявило значительные различия в структуре сообществ для ризосферной и неризосферной почв.

Ризосфера показала значительно более высокое разнообразие, с высоким вкладом как грамположительных, так и грамотрицательных бактерий, включая представителей *Acidobacteria*, *Alphaproteobacteria*, *Betaproteobacteria*, *Gammaproteobacteria*, *Solibacteres* и *Spartobacteria*. В неризосферной почве было выявлено доминирование грамположительных бактериальных порядков *Bacillales* и *Clostridiales* с общим вкладом более чем 80% и 50% для горизонтов AEL и EL, соответственно.

Таким образом, первая рабочая гипотеза о более высоком биоразнообразии сообщества ризосферы по сравнению с таковым в неризосферной почве оказалась верной. Вторая рабочая гипотеза была опровергнута экспериментальными данными: максимальные величины R_f в глубинном горизонте EL оказались до 4 раз выше, чем те, которые были выявлены для почвенных характеристик гумусового горизонта AEL. Иначе говоря, ризосфера нижних горизонтов является более ярко выраженной «горячей точкой» биологической активности, чем ризосфера верхних горизонтов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект №17-04-01933).

ОЦЕНКА 25-ЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ЛЕСНОГО ПОКРОВА НА ЗАБРОШЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЛЯХ ПРИГРАНИЧНЫХ РАЙОНОВ РОССИИ И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

**Д.В. ЕРШОВ¹, Е.В. ТИХОНОВА¹, Т.Ю. БРАСЛАВСКАЯ¹, Е.А. ГАВРИЛЮК¹, Н.В. КОРОЛЕВА¹,
Г.Н. ТИХОНОВ¹, Е.И. БЕЛОВА¹**

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

Распад СССР сказался на экономике двух стран. Однако внутренние политические, социально-экономические и институциональные различия создали разные переходные пути в изменении ведения сельского хозяйства (Люри и др., 2010; Prishchepov et al., 2012). Доклад посвящен исследованию масштабов и стадий трансформации растительности заброшенных с/х земель двух

приграничных районов России и Республики Беларусь за 25 последних лет. В качестве модельных территорий для выполнения научных задач, в том числе проведения наземных работ, выбраны следующие территории двух государств: Национальный парк «Смоленское Поозерье» (Смоленская область, Российская Федерация) и Березинский биосферный заповедник (Витебская область, Республика Беларусь). Для отработки дистанционных методов и анализа долгосрочных изменений также были выбраны приграничные административные районы, а именно – Руднянский район в Смоленской области (Российская Федерация) и Лиозненский район в Витебской области (Республика Беларусь). По литературным материалам проведен анализ возможных причин забрасывания земель. По результатам наземных обследований заброшенных полей Национального парка «Смоленское Поозерье» предложены возможные варианты постаграрных восстановительных сукцессий.

Оценка масштабов зарастания выполнялась по временным сериям спутниковых изображений программы LANDSAT (1985-2015). Созданные пятилетние безоблачные летние композиты (Белова, Ершов, 2012) классифицировались алгоритмом Random Forests (Breiman, 2001) на четыре стадии: с/х культуры или пашня, травяно-кустарниковая растительность, лиственный лес и хвойных лес. Для определения границ с/х земель использовались исторические топографические материалы и космические снимки 1970 и 1980-х гг. XX века. Результаты показывают, что площадь возделываемых земель Руднянского района (Россия) сократилась с 73,6 до 46,1%, а Лиозненского района (Беларусь) – с 70,4 до 66,5%. Основной вклад в зарастание обоих районов вносят травяно-кустарниковая растительность и лиственные породы. Доля хвойных пород – незначительная (менее 2%).

Основные причины забрасывания земель в России: сокращение населения в после Великой Отечественной войны, отток сельского населения в города, отсутствие государственной поддержки, разрыв хозяйственных связей и цивилизованного рынка сбыта продукции, гиперинфляция, приток импортного продовольствия, диспропорция между ценами на аграрную продукцию и ГСМ в 1990-е годы. Низкое забрасывание земель в Республике Беларусь определялось отношением государства к вопросу сельского хозяйства в стране. Правительство Беларуси отменило приватизацию с/х земель и основных фондов совхозов и колхозов в 1994 году и продолжило субсидировать сельское хозяйство. Это гарантировало совхозам и колхозам производить продукцию на выгодных и постоянных ценах.

Наземное обследование полей НП «Смоленское Поозерье» показало, что постаграрные сукцессии определяются условиями местопрорастания (рельеф местности, влажность и плодородие почвы, распашка, удаленность от леса), в зависимости от которых на начальном этапе формируются молодняки с доминированием сосны, березы и ольхи серой. На стадии

молодняков, при условии доступности семян, в сообщества могут вселяться поздне-сукцессионные виды деревьев (ель), а также широколиственные деревья (дуб, липа). Показано, что в ходе сукцессии происходит постепенное восстановление структурных и флористических характеристик постагрогенных лесов и их сближение с субклимаксовыми лесами.

Работа выполнена в рамках проекта Российского фонда фундаментальных исследований «Трансформация растительного покрова сопредельных регионов Российской Федерации и Республики Беларусь в связи с современными изменениями землепользования» (грант №16-54-00142).

ЛИТЕРАТУРА

Белова Е.И., Ершов Д.В. Предварительная обработка временных серий изображений Landsat-TM/ETM+ при создании безоблачных изображений местности // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Т.8, №1, 2011, С. 73-82.

Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 416 с.

Breiman L. Random forests // Machine Learning. 2001. V.45. N1. P. 5-32.

Prishchepov A.V., Radeloff V.C., Baumann M., Kuemmerle T., Muller D. Effects of institutional changes on land use: agricultural land abandonment during the transition from state-command to market-driven economies in post-Soviet Eastern Europe // Environ. Res. Lett. 2012. 7(2) 024021 (13pp).

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ КАК ОБЪЕКТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ И БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РОССИИ

Т.Е. ГАЛДИНА¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова», г. Воронеж

Исследования за последние десятилетия биологического разнообразия, продуктивности и устойчивости лесного фонда позволили установить, что главным фактором сокращения биоразнообразия лесов является разрушение природно-обусловленной разномасштабной мозаики лесного фонда. Деграция лесных экосистем связаны с быстрым обезлесиванием, а также фрагментацией при проведении работ по их воспроизводству.

Одним из методов решения данной проблемы является увеличение внимания к изучению лесосеменного районирования для разработки стратегии воспроизводства биоресурсов на базе генетического разнообразия. Одним из методов изучения лесосеменного районирования являются так называемые географические культуры.

В Воронежской области заложена целая серия географических культур: сосны обыкновенной (проф. Вересин М. М.), лиственниц (проф. Дерюжкин Р. И.), берез (проф. Попов В. К.). Основные цели, ставившиеся при закладке и изучении этих культур: эволюционные процессы и их взаимосвязь с условиями внешней среды; генотипическая и фенотипическая изменчивость различных признаков и показателей; отбор лучших типов для селекции и лесовосстановления; сохранение генофонда видов; внутривидовая гибридизация; разработка и уточнение

вопросов лесосеменного районирования, семеноводства и внутривидовой систематики.

Из результатов многолетних наблюдений за географическими культурами, созданных как у нас в стране, так и за рубежом следует, что происхождение семян оказывает значительное влияние на рост и продуктивность, и это влияние прослеживается в культурах начиная с момента посадки и до 1/2 возраста рубки (Галдина и др., 2017).

Такое взаимодействия как генотип-среда нужно строго учитывать при проведении лесокультурных работ в том или ином регионе, чтобы избежать отрицательных последствий при воспроизводстве лесных ресурсов, а именно гибель лесных культур, снижение продуктивности, устойчивости лесных биоценозов, и как следствие, снижение их экологического потенциала.

С 1987 года по настоящее время в Воронежской области систематически исследовали географические культуры сосны обыкновенной. Объектом нашего изучения явились геокультуры, заложенные в 1959 году под руководством проф. М.М. Вересина на территории Рамонского лесничества Воронежского лесхоза (всего 245 образцов из 228 лесхозов, от Калининграда до Амура и от Карелии до Армении).

При изучении в геокультурах такого гетерогенного вида, как *Pinus sylvestris* L., возникла проблема выбора признаков, которые бы отображали генетические процессы, протекающие в популяциях и предопределяющие взаимодействие генотип-среда. Именно изучение пространственной генетической гетерогенности вида в геокультурах позволит установить четкую закономерности влияния наследственности на устойчивость, продуктивность и ряда других показателей.

Данные кластерного анализа изученных нами признаков и показателей в геокультурах сосны обыкновенной позволили установить, что наиболее информативным признаком из всей совокупности является ширина хвои, а также объем одного ствола (расстояние относительных единиц составляет 0,6-0,8 соответственно). На базе обработанного материала было выявлено, что размеры зрелых шишек (длина и ширина), являющиеся важным признаком при изучении систематики и внутривидовой изменчивости вида, очень изменчивы ($C_v = 12-36\%$). Причем факторами их изменчивости являются не только генетические особенности отдельных деревьев и популяций, но и экологические условия произрастания. Установлено, что среди морфометрических показателей наиболее константным признаком является количество смоляных ходов ($C = 0,2-4,3\%$), как находящийся под генетическим контролем.

Таким образом, опираясь на результаты исследования в географических культурах Центральной лесостепи, следует отметить, что выделение и сохранение генетических резерватов для разработки научных основ лесного семеноводства, лесосеменного районирования предопределяют изучение пространственной генетической гетерогенности вида, границ генотипической

структуры на базе географических культур. В программу исследований географических культур следует шире включать изучение физиолого-биохимические процессы, лежащих в основе роста и развития популяции. Полученные результаты изучения геокультур позволят избегать отрицательных результатов при воспроизводстве лесных ресурсов, повысить продуктивность, устойчивость лесных насаждений, а также увеличить биоразнообразие лесного фонда.

ЛИТЕРАТУРА

Галдина Т.Е., Романова М.М. Исследование особенности роста географических культур сосны обыкновенной в условиях Центральной лесостепи / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017. № 127 (03). [Электронный ресурс]: URL: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/60.pdf>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД

А.В. ЕГОРОВА¹, Н.П. ЧЕРНОБРОВКИНА¹, Е.В. РОБОНЕН¹, М.И. ЗАЙЦЕВА²

¹ Институт леса Карельского научного центра Российской академии наук Федеральный исследовательский центр "Карельский научный центр Российской академии наук", г. Петрозаводск

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск

Для получения высококачественного посадочного материала хвойных пород широко внедряются на всех этапах роста и развития сеянцев современные, экологически безопасные регуляторы роста, такие как циркон, крезацин, эпин-экстра, фумар, СИЛК, агат-25К, альбит, амбиол, гумат, эпин, в малых дозах оказывающие стимулирующее рост и защитное действие (Пентелькина, 2003; Пентелькина, 2010; Устинова, 2014).

В последнее время активно изучается возможность использования древесной зелени для получения природных регуляторов роста. Положительный эффект на рост сеянцев сосны обыкновенной отмечался при внесении в торфяной субстрат переработанной древесной зелени быстрорастущих видов (Зайцева и др., 2010; Чернобровкина и др., 2016). Было выявлено наличие суммарного положительного влияния группы биологически активных водорастворимых веществ, экстрагируемых из хвои сосны обыкновенной, на накопление сухой массы 15-дневных проростков сосны (Егорова, 2014). Водный экстракт из хвои можжевельника способствовал повышению всхожести семян сосны (Панюшкина и др., 2015). Разработаны теоретические основы ресурсосберегающей комплексной переработки древесной зелени и коры пихты сибирской, позволяющей в едином технологическом процессе получать продукты, обладающие биологической активностью (Ушанова, 2012). Выявлены оптимальные активизирующие рост концентрации терпеноидов ели, березы и пихты (Широких, 2007). В последнее время большое внимание уделяется препаратам на основе тритерпеновых кислот пихты сибирской: СИЛК (Новосил), Вэрва, Биосил,

положительно влияющих на стимуляцию роста и защиту растений от инфекции (Кирсанова и др., 2008). Большой интерес представляет использование экстрактов из древесной зелени хвойных и лиственных древесных пород для выращивания посадочного материала в лесных питомниках.

Нами было проведено испытание хвойного препарата производства Тихвинского химзавода, а также водных экстрактов из листьев ивы козьей (*Salix caprea* L.), заготовленных с учетом временной составляющей, в качестве корневых подкормок при выращивании сеянцев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Подкормку двухлетних сеянцев с открытой корневой системой хвойным препаратом в различных дозах проводили однократно в июне в сухую погоду. Обработку сеянцев сосны с закрытой корневой системой водными экстрактами из листьев ивы, отобранными в различное время суток, проводили дважды после появления всходов с интервалом в 3 недели с использованием 5 л экстракта различной концентрации по вариантам эксперимента на 1 м². В конце вегетационного сезона определяли абсолютно сухую массу и биометрические показатели сеянцев.

Выявлено положительное влияние экстрактов из древесной зелени на рост сеянцев сосны обыкновенной. Использование хвойного препарата при внесении его в дозе 166,7 л*га⁻¹ оказывало наибольший стимулирующий эффект на рост двухлетних сеянцев сосны с открытой корневой системой, при этом сухая масса сеянца увеличивалась на 89%, высота – на 16%, диаметр корневой шейки – на 56 %. Максимальный положительный эффект на рост сеянцев сосны с закрытой корневой системой наблюдался при внесении 100%-ного водного экстракта из листьев ивы козьей, заготовленных в 20 часов в условиях Карелии. Использование данного экстракта способствовало увеличению сухой массы растений в 1,5-2 раза, диаметра корневой шейки – на 31%. Результаты испытаний экстрактов из древесной зелени позволяют рекомендовать их в качестве стимуляторов роста при выращивании посадочного материала хвойных пород, в частности сеянцев сосны обыкновенной, в лесных питомниках.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (0220-2017-0003).

ЛИТЕРАТУРА

- Егорова А.В. Влияние хвойного экстракта на проращивание семян сосны обыкновенной // Ресурсосберегающие технологии, материалы и конструкции. Петрозаводск, 2014. С. 38-43.
- Зайцева М.И., Робонен Е.В., Чернобровкина Н.П. Использование порубочных остатков для приготовления торфяных субстратов при выращивании сеянцев сосны обыкновенной с закрытой корневой системой // Вестник Московского гос. ун-та леса – Лесной вестник. 2010. № 1. С. 4-8.
- Кирсанова Е.В., Цуканова З.Р., Мусалатова Н.Н. О перспективах предпосевной обработки регуляторами роста семян яровой пшеницы в Орловской области // Вестник ОрелГАУ. 2008. № 3. С. 21-23.
- Пентелькина Н.В. Применение регулятора роста Циркон при выращивании посадочного материала ценных древесных пород // Циркон – природный регулятор роста. Применение в сельском хозяйстве. М., 2010. С. 330-340.
- Пентелькина Ю.С. Влияние стимуляторов на всхожесть семян и рост сеянцев хвойных видов: Автореф. дис. с.-х. наук: 06.03.01. М.: Московский гос. ун-т леса, 2003, 140 с.
- Панюшкина Н.В., Карасев В.Н., Карасева М.А., Бродников С.Н. Способ стимуляции скорости прорастания

семян сосны обыкновенной (Патент РФ №2569017) // Бюлл. Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. 2015. № 32. 5 с.

Устинова Т.С. Изучение влияния биопрепаратов на рост сеянцев хвойных пород // Актуальные проблемы лесного комплекса. 2014. № 39. С. 92-95.

Ушанова В.М. Комплексная переработка древесной зелени и коры пихты сибирской с получением продуктов, обладающих биологической активностью: Автореф. дис....докт. биол. наук: 05.21.03. Красноярск: Сиб. гос. технол. ун-т, 2012. 34 с.

Чернобровкина Н.П., Чернышенко О.В., Егорова А.В., Зайцева М.И., Робонен Е.В. Современные технологии выращивания посадочного материала хвойных пород и пути их совершенствования // Вестник Московского гос. ун-та леса – Лесной вестник. 2016. № 6. С. 6-14.

Широких И.Г. Влияние терпеновых соединений на ростовые и физиолого-биохимические показатели проростков пшеницы // Материалы III Всероссийской конференции «Новые достижения в химии и химической технологии растительного сырья». Барнаул, 2007. С. 240-245.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (LUMBRICIDAE) ЛЕСОСТЕПНОГО ПРИОБЬЯ

С.А. ЕРМОЛОВ¹

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, г. Новосибирск

До середины прошлого столетия дождевые черви рассматривались как экологически однородная группа почвенных животных, различающихся лишь по положению в почвенных горизонтах. Позже исследования морфологии и физиологии червей позволили выявить существенные различия даже в пределах одного рода, особенно по характеру питания, строению мускулатуры и размерам. Именно эти данные были положены в основу классификация жизненных форм семейства Lumbricidae, в которой его представители отнесены к морфо-экологическим типам и группам (Перель, 1975, 1979).

Исследования, посвященные жизненным формам дождевых червей, актуальны и в настоящее время. Сведения о жизненных формах используются в биологической диагностике почв и в сельском хозяйстве, так как полноценный комплекс жизненных форм, т.е. присутствие всех возможных форм в одном биотопе, является своеобразным конвейером по переработке детрита, обеспечивает равномерное распределение почвенного перегноя, а отсутствие определённой формы может указывать на нарушение структуры почвенного покрова или его загрязнение (Гераськина, 2016).

В лесостепном Приобье исследования дождевых червей ведутся уже несколько десятилетий, однако они ориентированы в основном на выявление видового богатства и оценку филогеографического и генетического разнообразия. До сих пор почти полностью отсутствуют данные о пространственном распределении видов и жизненных форм дождевых червей. Цель данной работы – выявление закономерностей и особенностей распределения жизненных форм дождевых червей в лесостепном Приобье Новосибирской области.

В 2015–2018 гг. обследованы долины малых лесных и лесостепных рек, так как они представляют собой короткие цепочки азональных (интразональных) местообитаний, закономерно чередующихся внутри одного биотопа (Исаченко, 1991). Долины рассмотренных рек расположены в районах с различными типами почв: Иня, Крутиха, Ноздриха, Зырянка (серые лесные почвы), Барышиха, 2-я Ельцовка, Большой Барлак (дерново-подзолистые почвы), Тула, Чик (луговые почвы и чернозёмы). На профиле каждой долины учёты (в четырёх повторностях) проводились в трёх фациях: в верхней пойме, на склоне с лесной или лугово-степной растительностью и на нижней террасе, покрытой лесом (Ермолов, 2018). Основным методом учета – послойная раскопка и разбор почвенных проб по методике М. С. Гилярова (Методы..., 1975), дополненная выгонкой слабым раствором формальдегида (Raw, 1959). В качестве эксперимента помимо речных долин были проведены сборы червей в лесном валежнике по методу, предложенному А.П. Гераськиной (Гераськина, 2016), и в компостных кучах на антропогенной территории с целью поиска других видов и жизненных форм.

В целом на территории лесостепного Приобья были обнаружены представители родов *Aporrectodea*, *Dendrobaena*, *Dendrodrilus*, *Eisenia*, *Lumbricus*, *Octolasion*, среди которых отмечены все известные жизненные формы. Наиболее распространенные жизненные формы на данной территории – собственно-почвенные верхнеярусные и почвенно-подстилочные черви; редко встречаются норные формы. Выявлены закономерности изменений в соотношениях жизненных форм дождевых червей, как в пределах профиля отдельных речных долин, так и в направлении от северо-востока к юго-западу лесостепного Приобья, обусловленные различными экологическими факторами (Ермолов, 2018). В южном направлении при переходе лесостепных ландшафтов в степные наблюдается сокращение видового состава дождевых червей и преобладание собственно-почвенных форм, что отличается от результатов исследований, проведенных в других регионах. Например, в таёжной зоне видовое разнообразие сокращается в северном направлении, а преобладающими являются почвенно-подстилочные формы (Крылова и др., 2011). Также в работе приведены сведения о распределении возрастных групп в почве у различных жизненных форм и о заселении червями валежника в зависимости от его местонахождения и степени разложения.

ЛИТЕРАТУРА

- Гераськина А.П. Проблемы количественной оценки и учета фаунистического разнообразия дождевых червей в лесных сообществах // Russian journal of ecosystem ecology. 2016. V.1 (2). P. 1-9.
- Гераськина А.П. Экологическая оценка динамики комплекса дождевых червей (Lumbricidae) в ходе восстановительных сукцессий. Смоленск: Изд. СГМУ, 2016. 149 с.
- Ермолов С.А. Фаунистическое разнообразие и экология дождевых червей в биотопах речных долин лесостепного Приобья // Тезисы докладов 56-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2018. Новосибирск, 2018. С. 155.
- Исаченко А. Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. М.: Высшая школа, 1991. 366 с.
- Крылова Л.П., Акулова Л.И., Долгин М.М. Дождевые черви (Oligochaeta, Lumbricidae) Таежной зоны

республики Коми. Сыктывкар, 2011. 104 с.

Методы почвенно-зоологических исследований / под ред. М. С. Гилярова. М.: Наука, 1975. 281 с.

Перель Т.С. Жизненные формы дождевых червей (Lumbricidae) // Журнал общей биологии. 1975. Т. 36. № 2. С. 189-202.

Перель Т.С. Распространение и закономерности распределения дождевых червей фауны СССР. М., Наука, 1979. 272 с.

Raw F. Estimating earthworms population using formalin // Nature. 1959. V.184. P. 1661-1662.

РОЛЬ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РЕГУЛИРОВАНИИ МАССОПОТОКОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ (НА ПРИМЕРЕ МЕЩЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ)

О.С. ЖЕЛЕЗНОВА^{1,2}, С.А. ТОБРАТОВ¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», г. Рязань

² Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Российский университет дружбы народов», г. Москва

Анализу влияния антропогенного загрязнения на состояние растительности лесов посвящено много работ (Рассеянные элементы..., 2004; Österås, 2004; Мартынюк, 2009; Сибиркина, 2014; и др.), однако роль самой растительности в регулировании потоков загрязняющих веществ в лесных экосистемах изучена в существенно меньшей степени. Согласно методологии критических нагрузок, древесная растительность является важнейшим источником естественной буферности экосистем к потенциальному загрязнению, обеспечивая долговременное изъятие поллютантов из миграции за счет их иммобилизации в тканях ствола и вероятное последующее их отчуждение при рубках (Manual on methodologies and criteria ..., 2004). Целью проведенного исследования являлся анализ факторов, определяющих регулируемую роль растительности лесных экосистем по отношению к потокам тяжелых металлов (ТМ) (на примере Cu, Zn, Cd).

Территория исследования расположена на юго-западе Мещерской низины в центре Восточно-Европейской равнины, в зоне хвойно-широколиственных лесов. Результаты работы основываются на материалах почвенного и биогеохимического опробования 2013-2014 гг., таксационных данных, балансовых исследованиях.

Согласно полученным результатам, к факторам, влияющим на иммобилизацию ТМ в приросте тканей ствола, относятся: закономерности транслокации и аккумуляции элементов в растительных органах; видовой состав растительности и геохимическая специализация видов; уровень биологической продуктивности древостоя; структура земель лесного фонда, в том числе доля антропогенно нарушенных земель.

Показано, что накопление Cd в стволовой древесине (36,6% от общего количества его запасов в растительности экосистем) может быть связано с его транспортом в ксилемном соке преимущественно в свободной ионной форме Cd²⁺ (Conn, Gilliam, 2010; Hazama et al., 2015),

вследствие чего данный ТМ притягивается отрицательными зарядами полигалактуроновых кислот клеточных стенок ксилемы. Накопление в древесине Cu (39,7% от общего количества ее запасов в растительности экосистем) обусловлено акцепторной ролью древесины, лигнификация клеток которой невозможна без ряда Cu-содержащих ферментов (Marschner, 2012).

Установлено, что пространственные закономерности аккумуляции ТМ в фитомассе лесных экосистем существенно зависят от породного состава древостоя. Максимумы накопления Cu приурочены к участкам с преобладанием ариданитных видов – сосны (*Pinus sylvestris*) и дуба (*Quercus robur*), а Zn и Cd – к участкам с преобладанием гумидокатных пород – березы (*Betula pendula*) и осины (*Populus tremula*). Еще один фактор – уровень биопродуктивности древостоев – положительно коррелирует с иммобилизацией ТМ. Пространственные неоднородности продуктивности древостоев определяются особенностями ландшафтной структуры территории – спецификой погребенных морфоструктур и рельефа дневной поверхности (Железнова, Тобратов, 2017).

В структуре земель лесного фонда особое значение с точки зрения биогеохимической устойчивости экосистем имеют территории, не покрытые лесом, где долговременная иммобилизация ТМ в приросте отсутствует. Свыше 82% площадей безлесных территорий района исследований обусловлено антропогенным фактором. В целом заболачивание и сведение лесов способствуют снижению иммобилизационного потенциала лесных экосистем на 19,0% от теоретически возможного максимума.

Результаты балансовых исследований свидетельствуют, что в фитомассе подтаежных экосистем может быть иммобилизовано 39-46% атмосферных выпадений биофильных элементов – Cu и Zn – и менее 10% атмосферной поставки токсичного Cd. При этом Zn в Южной Мещере является слабodefицитным элементом (преимущественно за счет активного водного выноса), а Cu и особенно Cd – избыточными.

ЛИТЕРАТУРА

- Железнова О.С., Тобратов С.А. Опыт ландшафтного анализа пространственных закономерностей продуктивности зональных экосистем Южной Мещеры // Известия РАН. Серия Географическая. 2017. № 6. С. 47-62.
- Мартынюк А.А. Сосновые экосистемы в условиях аэротехногенного загрязнения, их сохранение и реабилитация: Дисс. ... докт. с.-х. наук (спец. 06.03.03). М.: ВНИИЛМ, 2009. 380 с.
- Рассеянные элементы в бореальных лесах / В.В. Никонов, Н.В. Лукина, В.С. Безель и др. М.: Наука, 2004. 616 с.
- Сибиркина А.Р. Биогеохимическая оценка содержания тяжелых металлов в сосновых борах Семипалатинского Прииртышья: Дисс. ... докт. биол. наук (спец. 03.02.08). Омск: Челябинский государственный университет, 2014. 496 с.
- Conn S., Gilliam M. Comparative physiology of elemental distributions in plants // Annals of Botany. 2010. V. 105. No. 7. P. 1081-1102.
- Hazama K., Nagata S., Fujimori T., Yanagisawa S., Yooneyama T. Concentrations of metals and potential metal-binding compounds and speciation of Cd, Zn and Cu in phloem and xylem saps from castor bean plants (*Ricinus communis*) treated with four levels of cadmium // Physiologia Plantarum. 2015. V. 154. No. 2. P. 243-255.
- Manual on methodologies and criteria for modeling and mapping critical loads & levels and air pollution effects, risks and trends [Электронный ресурс] / UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. 2004. – URL:

<http://www.icpmapping.org/> (Дата обращения 25.09.2015).

Marschner P., editor. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd ed. Adelaide: School of Agriculture, Food and Wine, the University of Adelaide Australia, 2012. 672 p.

Österås A.H. Interactions between calcium and heavy metals in Norway spruce. Accumulation and binding of metals in wood and bark: dissertation. Stockholm: Department of Botany, Stockholm University, 2004. 52 p.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

И.С. ЖУРКОВА¹, Б.Л. ЩЕРБОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск

Первые 15 лет XXI века ознаменовались резким ростом количества катастрофических лесных пожаров в России. Ежегодно на территории Сибири происходит до 30 тысяч пожаров, за пожарный период сгорает около 20 млн. тонн биомассы вследствие чего в атмосферу выносятся 2 млн. тонн продуктов горения. При сгорании одной тонны растительности в атмосферу выделяется 125 кг окиси углерода, 12 кг углеводов, 2 кг оксида азота и 22 кг угольной пыли (Кондратьева, 2005). Кроме того, вместе с дымовыми шлейфами мигрируют тяжелые металлы, искусственные и естественные радионуклиды (Щербов и др., 2015). Эти данные относятся не только к Сибири, но подтверждены и исследованиями в Чернобыльской зоне, где показано, что лесные пожары служат источниками вторичного загрязнения новых территорий и увеличения дозовых нагрузок на население искусственными радионуклидами (¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, Pu и др.) (Азаров, 1996). Отмечены частые случаи ухудшения состояния здоровья и даже гибели людей попавших под влияние пожаров. Проведенные нами исследования основаны на сравнении содержания тяжелых металлов и радионуклидов в почвенно-растительном покрове фоновых и постпирогенных площадей. В результате выделено две группы элементов: мигрирующих в составе дымового шлейфа, в частности Hg, Pb, Cd, относящиеся к супертоксикантам, и пассивно накапливающихся на выгоревшей площади (Cr, Ni, Co, V и др.).

Роль лесов как “легких планеты” трудно переоценить, однако им становится все труднее справляться с этим предназначением. Виной тому неконтролируемые вырубki, вовлечение лесных площадей в другие сферы хозяйствования и лесные пожары, основной причиной возникновения которых служит человек. В планетарном масштабе лес, как самостоятельный объект ландшафта, оказывает огромное влияние на миграцию различных веществ, включая токсичные химические элементы, искусственно созданные органические соединения и радионуклиды – вещества, ранее неизвестные природе. В результате пожаров сам лес все чаще и масштабнее становится источником поступления в атмосферу загрязняющих веществ.

Многие компоненты лесного биогеоценоза являются аккумуляторами выпадающих из атмосферы веществ, препятствуя их распространению по земной поверхности и играя роль

биогеохимических барьеров. В сухие периоды эти вещества частично поглощаются хвоей, листовой или корой деревьев, распределяясь по различным ярусам леса и осаждаясь на лесную подстилку. В период дождей этот процесс идет почти без задержки в кроне деревьев. Во всех случаях лесные подстилки служат самым масштабным депонентом веществ, выпадающих из атмосферы или поступающих из почвообразующих пород. При пожарах любого типа именно этот компонент лесного биогеоценоза является основным поставщиком химических элементов, мигрирующих в составе дымовых шлейфов (Щербов, 2012). Подстилки развиты практически повсеместно и легкодоступны для количественного определения их запасов в любом месте, что невозможно в отношении хвои, лишайников, мхов и других лесных горючих материалов (ЛГМ).

Исследования проводились в различных регионах Сибири и восточных районах Республики Казахстан, наиболее близко расположенных к Семипалатинскому ядерному полигону. Предметом изучения служило поведение тяжелых металлов, естественных и искусственных радионуклидов при лесных пожарах в 26 лесных пирологических объектах, включающих в себя пожарища, фоновые (с наветренной стороны) и попавшие под дымовой шлейф (подветренные) площади, а также обойденные огнем участки внутри пожарища. Опробование почвенно-растительного покрова проведено стандартным кольцевым пробоотборником ($d=8$ см, $H=5$ см), обычно применяемым при экогеохимических исследованиях. На фоновых площадях кольцо заполнялось напочвенными ЛГМ (травы, опад, подстилки, мхи, лишайники, мелкие ветки) и верхним слоем почв, на выгоревших – материал их сгорания (зола, мелкие угли, верхний слой сожженной почвы). Сравнение средних содержаний элементов на этих участках позволило количественно и качественно оценить поведение элементов при лесном пожаре и выделить две основные их группы: мигрирующих в составе дымового шлейфа (Cd, Hg, Pb, Se, As, Sb, Zn, Mn, ^{90}Sr , ^{137}Cs ,) и пассивно накапливающихся на выгоревшей площади (Cr, Ni, Co, V, Mg, Fe, Th, Ca, K, Na, Al и др.). В зависимости от типа пожара и некоторых других факторов эмиссия элементов может достигать 15-20 и даже 50-60 % исходного их количества в наземных ЛГМ.

Дымы и аэрозоли лесных пожаров несут в себе токсиканты особой степени опасности. Их комплексное воздействие на человеческий организм не может не оказывать негативного влияния. Эти токсиканты в лесах Сибири сосредоточены главным образом в лесных подстилках, которые горят при всех типах пожаров.

ЛИТЕРАТУРА

- Азаров С.И. Загрязнение атмосферы ^{137}Cs при лесных пожарах в Чернобыльской зоне // Радиационная биология. Радиоэкология. 1996. № 4. С. 506–515.
- Кондратьева Л.М. Экологический риск загрязнения водных систем. Владивосток: Дальнаука, 2005. 299 с.
- Щербов Б.Л., Лазарева Е.В., Журкова И.С. Лесные пожары и их последствия. 2015.
- Щербов Б.Л. Роль лесной подстилки в миграции химических элементов и искусственных радионуклидов при лесных пожарах в Сибири // Сиб.экол.журн. 2012. № 2. С.253–265.

ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛОК РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОН

Ф.И. ЗЕМСКОВ¹, Л.Г. БОГАТЫРЕВ¹, А.Н. ВАРТАНОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, г. Москва

Лесная подстилка считается одним из важнейших компонентов биогеоценоза, во многом определяющим химизм лесных почв (Морозов, 1912), активно участвующим в круговороте углерода. Подстилка зачастую является наиболее густонаселённым по численности компонентом лесного сообщества, поддерживающим активный пул микроорганизмов и мелких животных, от беспозвоночных до млекопитающих. Являясь весьма активным, а в некоторых случаях и самым активным компонентом биогеоценоза, подстилка в наибольшей степени отражает современные процессы почвообразования, и её изучение, проводимое в комплексе с изучением почвы и растительности, может дать представление о наличии и направленности современных трендов в процессе эволюции данной почвы. Так, например, на болотно-подзолистых почвах, относимых к полугидроморфному ряду и содержащих соответствующие признаки оглеения, зачастую развиваются деструктивные подстилки, что свидетельствует об интенсивном круговороте в настоящее время, явно не соответствующем морфологическому строению почвы.

Лесная подстилка в настоящее время удостоивается внимания многих исследователей. В исследованиях, связанных с лесными подстилками, существует множество различных направлений: фундаментальные вопросы их классификации и места в системе исследования родственных природных тел (Богатырёв и др., 1993), различные аспекты формирования и накопления, преобразования и деструкции органического вещества, структурно-функциональная организация подстилок и их пространственное распределение в различных масштабах. Таким образом, комплексное исследование лесной подстилки может включать в себя целый набор различных наблюдений: исследование процессов поступления опада (Земсков и др., 2017), необходимое, в числе прочего, для оценки скорости круговорота; исследование структурного и вещественного состава опада и подстилок и оценка их запасов; различные опыты по разложению стандартизированных образцов (Berg et al., 1993); исследования почвенного профиля в целом и верхних горизонтов, взаимодействующих с подстилкой, в частности. Этим вопросам и посвящены исследования, проводимые авторами представляемой работы.

Каждая из этих задач содержит в себе определённые методологические вызовы, которые сводятся к тому, что часто оказывается весьма затруднительным построить исследование так, чтобы однотипные процедуры исследования оказывались преемственными для различных подстилок в различных лесах различных природных зон, при этом давая сопоставимые данные. Так,

при проведении опытов по разложению стандартизированных образцов зачастую остаётся неясным, соответствует ли скорость их разложения в разных лесах скорости разложения местного детрита, или же наблюдаемые различия обусловлены особенностями специализации местной биоты или другими факторами. Кроме того, можно предположить, что различные структурные компоненты детрита (ветки, листья и проч.) могут разлагаться с *непропорционально* различной скоростью в различных фитоценозах и различных гидротермических условиях.

Существует проблема отделения минерального материала и мелких почвенных агрегатов из образцов подстилок, а также из стандартизированных образцов, используемых в исследовании скоростей разложения. Эта проблема достаточно тривиальна, но, тем не менее, не всегда имеет приемлемое решение, особенно, если требуется решить её для большого числа образцов, или для образцов, небольших по объёму, которые нельзя полностью истратить на анализ содержания мелкозёма. Смежной является проблема проведения нижней границы развитых подстилок при их отборе. В зависимости от применяемого подхода, эта проблема либо трансформируется в проблему мелкозёма в образцах, либо приводит к недоотбору органического материала. Погоризонтный отбор подстилок может нивелировать влияние возникающих ошибок для верхних горизонтов, однако, на практике часто оказывается, что подгоризонты подстилок при отборе не могут быть отделены друг от друга достаточно хорошо.

Сопоставление данных по подстилкам, отобраным в разное время года, осложнено тем обстоятельством, что в течение года подстилка чрезвычайно динамична. В широколиственных лесах, например, опад прошлого листопада оказывается почти полностью минерализован уже к началу лета. Исследователь часто не имеет технической возможности отбирать подстилки на всех объектах в заданные даты. Все исследования осложняются ещё и высокой пространственной вариабельностью подстилок – подстилки могут варьировать от деструктивных до ферментативных и гумифицированных в пределах расстояний, измеряемых единицами метров. Это особенно характерно для хвойных лесов.

Таким образом, поиск решений, которые позволили бы обеспечить максимальную преемственность данных без чрезмерного технического усложнения исследовательского процесса, является одним из основных направлений работы авторов.

ЛИТЕРАТУРА

Богатырев Л. Г., Щенина Т. Г., Дуженко В. С. Формальные критерии для классификации лесных подстилок // Почвоведение. 1993. № 2. С. 57-69.

Земсков Ф.И., Галкин В.С., Анохина Н.А. и др. Методические особенности исследования динамики поступления опада в условиях стационарных почвенных лизиметров // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2017. № 1. С. 9-15.

Морозов Г.Ф. Учение о лесе. СПб., 1912. 83 с.

Berg B., Berg M. P., Box E. et al. Litter mass loss rates in pine forests of Europe and Eastern United States: Some relationships with climate and litter quality. // Biogeochemistry 20(3): 127-159. September 1993.

ТРОФИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ-КОНСУМЕНТОВ В ПОЧВЕННОМ ЯРУСЕ СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ (НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ)

И.В. ЗЕНКОВА¹, А.В. ТИУНОВ², О.Л. РОЗАНОВА², А.А. КОЛЕСНИКОВА³

¹Институт проблем промышленной экологии Севера - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Кольский научный центр Российской академии наук», г. Апатиты

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, г. Москва

³Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар

Определение трофических уровней, занимаемых разными видами беспозвоночных животных, анализ источников и путей получения ими энергии, формирование представлений о длине и структуре пищевых сетей, пронизывающих почвенный ярус экосистем, представляет актуальное и перспективное направление почвенной зоологии. Инструментом, позволяющим решать задачи функциональной экологии и апробированным в последние годы на разных группах почвенной микро- и мезофауны, является изотопный анализ. Он основан на эмпирической закономерности: накоплении тяжелого изотопа азота $\delta^{15}\text{N}$ в количестве около 3‰ в живых организмах при переходе на каждый последующий трофический уровень пищевой цепи.

Основываясь на представлении о том, что четкая дифференциация трофических ниш характерна для развитых устойчивых экосистем (Тиунов и др., 2013), мы оценили трофическое разнообразие беспозвоночных-консументов, населяющих органогенный горизонт (подстилку) и ярус напочвенной растительности в экосистеме старовозрастного соснового леса в пределах северо-таежной позоны Мурманской области, 67°34' с.ш., 33°17' в.д. Исследуемый сосняк кустарниково-зеленомошный на типичном *Al-Fe*-гумусовом песчаном подзоле входит в число объектов многолетнего почвенно-зоологического мониторинга и отличается повышенным разнообразием мезофауны (что определяется пониженной кислотностью лесной подстилки до значений pH 5,5-6,0) и стабильностью в многолетней динамике показателей ее численности, биомассы, таксономического и доминантного состава (Зенкова, 2003).

Беспозвоночные собраны с мая по октябрь 2016 г. из образцов лесной подстилки размером 25x25 см² и почвенных ловушек с солевым раствором. На общей площади сосняка, равной 300 м², учтены представители 30 семейств и отрядов при варьировании их общей численности на протяжении вегетационного сезона от 360 до 800 экз./м² (Зенкова и др., 2016). Изотопный анализ тканей беспозвоночных (определение $\delta^{15}\text{N}$ и $\delta^{13}\text{C}$) выполнен в Центре коллективного пользования ИПЭЭ РАН им. А.Н. Северцова РАН.

Наиболее низкие усредненные по повторностям значения $\delta^{15}\text{N}$ (от -5 до 2‰) и $\delta^{13}\text{C}$ (от -31,85 до -28,45‰) получены для насекомых – фитофагов, питающихся в ярусе напочвенной растительности: клопов (Heteroptera: Ligaeidae, Pentatomidae), цикадок (Cicadellidae), гусениц

пядениц (Lepidoptera, Geometridae), жуков листоедов (Coleoptera: Chrysomelidae).

Сапрофильный комплекс мезофауны неоднороден. Различия в изотопном составе тканей трех доминирующих видов дождевых червей (Lumbricidae), принадлежащих к разным жизненным формам, свидетельствуют, что эти виды при совместном обитании в слое лесной подстилки 0-7(9) см имеют разные источники питания и занимают разные трофические позиции. Для подстильно-почвенных червей вида *Lumbricus rubellus* характерны низкие значения $\delta^{15}\text{N}$ ($-1,46...0,12\%$) и средне-высокие значения $\delta^{13}\text{C}$ ($-29,66...-25,65\%$). Слизни *Arion subfuscus* (Gastropoda), подстилочные черви вида *Dendrobaena octaedra* и мелкие олигохеты – энхитреиды (Enchytraeidae) более обогащены тяжелыми изотопами азота и углерода как возможные потребители микробного белка. В тканях проволочников (Elateridae: *Athous subfuscus*, *Eanus costalis*) и крупных личинок двукрылых-типулид (Diptera: Tipulidae) высокие значения $\delta^{15}\text{N}$ ($4,14 - 5,33\%$) и $\delta^{13}\text{C}$ ($-28,19...-26,95\%$) сопоставимы с таковыми для подстилочных хищников: пауков-линифиид (Araneae: Linyphiidae) и ряда видов стафилинид (Coleoptera, Staphylinidae, р. *Atheta*, *Olophrum*, *Tachinus*, *Quedius*, *Oxypoda*). Более низкую трофическую позицию по $\delta^{15}\text{N}$ ($3,06 - 3,40\%$) занимают хищные доминанты мезофауны – многоножки (Lithobiidae: *Lithobius curtipes*) и личинки жуков-мягкотелок (Cantharidae); еще более низкую – герпетобионтные жу-желицы (Carabidae) и сенокосцы (Opiliones). Наиболее широкий спектр трофических ниш, наряду с доминированием в структуре мезофауны, имеет семейство жуков-стафилинид. Изотопная подпись 25 исследованных видов предполагает их питание не только беспозвоночными-сапрофагами, но и фитофагами, т.е. свидетельствует об их участии как в детритных, так и пастбищных пищевых цепях. Общая структура трофической сети беспозвоночных в почвенном ярусе северотаежного сосняка соответствует детритному типу.

Исследования поддержаны грантом РФФИ №16-04-01878-а.

ЛИТЕРАТУРА

Зенкова И.В. Динамика параметров мезофауны в природных подзолах Кольского полуострова // Кольский полуостров на пороге третьего тысячелетия: проблемы экологии. Апатиты: КНЦ РАН, 2003. С. 107–118.

Зенкова И.В., Боровичев Е.А., Королева Н.Е., Давыдов Д.А. Биота северотаежного соснового леса на иллювиально-гумусовом подзоле // Научные основы устойчивого управления лесами: Тезисы II Всероссийской научной конференции с международным участием. М.: ЦЭПЛ. 2016. С. 31-32.

Тиунов А.В., Гонгальский К.Б., Семенина Е.Э., Макарова О.Л., Кузнецова Н.А., Филимонова Ж.В. Применение изотопной масс-спектрометрии для оценки устойчивости почвенных сообществ и функциональной структуры экосистем // Инженерная экология. 2013. № 1. С. 12-20.

ВЛИЯНИЕ ТРАДИЦИОННОЙ И СКАНДИНАВСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ В СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

А.С. ИЛЬИНЦЕВ¹, Д.Н. СОЛДАТОВА², Р.А. ЕРШОВ², Ю.С. БЫКОВ^{1,2}

¹Федеральное бюджетное учреждение «Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства», г. Архангельск

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск

На лесозаготовках появляется широкий спектр отечественного и зарубежного оборудования, колесные и гусеничные машины, такие как харвестеры, форвардеры, трелевочные трактора. В последние годы эти транспортные средства становятся все более мощными и экономичными, но и более тяжелыми, способными усилить негативное воздействие на почву (Horn et al., 2007; Cambi et al., 2015).

Цель работы – оценить влияние традиционной и скандинавской технологии заготовки древесины при несплошных рубках на физические свойства подзолистых почв.

Исследование проведено в северотаежном лесном районе европейской части РФ на территории Обозерского лесничества Архангельской области. Были подобраны 4 делянки с проходными рубками и контрольный нерубленый участок. Исходные насаждения относятся к черничному типу леса, породный состав до рубки неоднородный от 6Б2С2Е ед. Ос до 8С2Б+Е, класс бонитета – III-IV, класс возраста – 7-4, средний диаметр – 18 см, средняя высота – 19 м, полнота древостоя – 0,92-0,77, запас – 204-238 м³/га. Тип почвы – подзолистая текстурно-дифференцированная. Гранулометрический состав почвы – средний суглинок. На двух делянках валка деревьев осуществлялась бензомоторными пилами, а трелевка – трактором ТДТ-55А, а на других делянках валка деревьев – харвестером, трелевка древесины – форвардером. Интенсивность рубок – 25-36%. Порубочные остатки укладывали и складировали на волоках одновременно с заготовкой.

Всего было собрано 60 образцов лесной подстилки и минеральных горизонтов почвы в естественных лесных сообществах, 288 шт. – в сообществах, пройденных проходными рубками. Гранулометрический состав почвы определили методом лазерной дифрактометрии с использованием Lasentec D600L (Mettler Toledo, Германия). Основные физические свойства – общепринятыми методами в почвоведение (Наквасина, 2009). Для статистического анализа использовали однофакторный дисперсионный анализ, который провели в программах Statistica 12 и Minitab 17.

Результаты исследования показали, что после проходных рубок с использованием многооперационных машин (харвестер + форвардер), а также бензомоторных пил совместно с

трелевочным трактором ТДТ-55, прослеживается изменение физических свойств (плотности сложения, общей пористости и пористости аэрации) на глубине 0-10 см (гор. О), 10-20 (гор. Е1), 20-30 (гор. В) см. На волоках 1-2-х летних вырубок достоверно снижается мощность подстильно-торфяного (О) горизонта по сравнению с контрольным насаждением. На волоках отмечается уплотнение почвы, которое сопровождается в повышении плотности подстильно-торфяного (О), элювиального (Е1) и иллювиального (В) горизонтов, причем наибольшее уплотнение отмечается в верхнем горизонте почвы и может достигать различия по сравнению с контролем в 4 раза, где использовалась многооперационная техника. С глубиной эта разница снижается. С увеличением плотности сложения отмечается снижение общей пористости подстильно-торфяного (О), элювиального (Е1) и иллювиального (В) горизонтов, где также прослеживается зависимость снижения разницы от верхнего органогенного горизонта к нижнему минеральному горизонту с 18 до 11 %. Похожая тенденция наблюдается в снижении пористости аэрации в верхних горизонтах почвы, однако после рубки 2015 г. на волоках в элювиальном (Е1) горизонте в летний период отмечается критическое значение на уровне 10%, что негативно отражается на функционировании корней древесных растений. В пасаках 1-2-х летних вырубок мощность подстильно-торфяного (О) горизонта не отличается от контроля, также сохраняются оптимальные значения общей пористости и пористости аэрации для жизнедеятельности древесных пород. На 10-ти летней вырубке, как в пасаках, так и на волоках мощность подстильно-торфяного (О) горизонта не отличается по сравнению с контрольными значениями. Хотя отмечается повышенный показатель плотности сложения подстильно-торфяного (О) горизонта. Отмечено также снижение общей пористости по сравнению с контролем, которое достоверно различается только в пасаках. В нижних минеральных горизонтах (Е1 и В) отсутствует достоверная разница в плотности сложения и общей пористости по сравнению с контролем. Как в пасаках, так и на волоках 10-ти летней вырубке в подстильно-торфяном (О) горизонте наблюдается пониженный показатель пористости аэрации по сравнению с контролем, что также прослеживается в нижних минеральных горизонтах (Е1 и В).

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (№18-34-00315 и 17-44-290127).

Авторы выражают благодарность проф. Е.Н. Наквасиной за обсуждение проблемы техногенного воздействия на почвы и методическую помощь.

ЛИТЕРАТУРА

- Наквасина Е.Н.* Агрохимические свойства почв: учеб. пособие. Архангельск: Арханг. гос. техн. ун-т, 2009. 101 с.
- Horn R, Vossbrink J., Peth S., Becker S.* Impact of modern forest vehicles on soil physical properties // *Forest Ecology and Management*. 2007. № 248. P. 56-63.
- Cambi M., Certini G., Neri F., Marchi E.* The impact of heavy traffic on forest soils: A review // *Forest Ecology and Management*. 2015. №338. P. 124-138.

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И ДИНАМИКИ ПОДРОСТА В ЕЛЬНИКАХ, ПОРАЖЁННЫХ КОРЕЕДОМ ТИПОГРАФОМ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТРЁХЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА

А.А КАПЛЕВСКИЙ,¹ Н.Г. УЛАНОВА¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

С 1999 на территории Московской области прошел ряд вспышек численности короеда-типографа (*Ips typographus* L.), в результате произошло массовое усыхание ели на больших территориях. Первая вспышка численности короеда зафиксирована с 1999 по 2001 (Матусевич, 2003), а последняя – с 2009 по 2013 год.

На территории Звенигородской биологической станции МГУ (Одинцовский район Московской области) во время последней вспышки численности типографа зафиксировано несколько свежих (2010-2012 гг.) очагов усыхания ельников. Один из таких участков (кв. 1) был подвергнут санитарной рубке лишь частично, что сделало возможным сравнить ход лесовосстановления на вырубке и на территории, покрытой сухостоем, образовавшимся в результате гибели ели.

Целью настоящей работы стало исследование изменения видового состава и высотного распределения подроста и подлеска в течение трёх вегетационных сезонов после гибели древостоя на территории короедника в сравнении с вырубкой и здоровым ельником зеленчуковым с лещиной.

Для исследования подроста и подлеска заложены 3 пробные площади (в короеднике, на вырубке и в ненарушенном лесу), размером 20 x 40 м. Весь подрост и подлесок закартирован с видовой и высотной характеристикой каждой особи на трансектах 40 x 1 м. Сравнение средних высот и их распределений по категориям проверено с помощью Mann-Whitney U test.

Видовой состав подроста и подлеска на изучаемых площадях существенно различается. Подрост ели (*Picea abies* (L.) Karst) есть только в лесу, в короеднике его нет. В ельнике идет постоянное поддержание доминирования ели, что обеспечивает стабильность фитоценоза. Восстановление ельников в короедниках ЗБС идёт за счёт елового подроста, образовавшегося до начала вспышки численности короеда типографа (Уланова и др., 2011), поэтому можно предположить, что восстановления ельника в короеднике не произойдёт (Ермаков, Маслов, 2012). В короеднике во все годы преобладает подрост липы (*Tilia cordata* Mill.) и клёна (*Acer platanoides* L.). Для территории ЗБС липа, как лесовосстановительная порода ранее не отмечалась (Уланова и др., 2011).

Исследование высот подростов площадок за три года показало, что в короеднике

происходит значимое увеличение высоты клёна и черёмухи (*Prunus padus* L.). В 2014 году в этом фитоценозе отмечена наибольшая из трех площадей высота липы.

На вырубке увеличивается высота всех исследуемых видов подроста, кроме рябины (*Sorbus aucuparia* L.). При этом, для всех видов, кроме черёмухи, на вырубке отмечена наибольшая из всех фитоценозов высота. Наиболее быстрый рост отмечен для клёна, берёзы (*Betula pendula* Roth.) и осины (*Populus tremula* L.).

На контроле отмечено уменьшение средней высоты клёнов, связанное с переходом большего числа особей этого вида в подрост из всходов. Увеличение высоты елей в контроле в 2015 году связано с гибелью особей, отстававших в росте.

Высоты подлеска за исследуемый период значительно изменилась в короеднике и на вырубке. В короеднике отмечено увеличение высоты лещины (*Corylus avellana* L.) в 2015 году, и уменьшение – в 2016. С разрастанием лещины уменьшается высота бересклета (*Euonymus verrucosa* Scop.) и жимолости (*Lonicera xylosteum* L.), которая становится такой же, как на других площадках. На вырубке отмечено увеличение высоты лещины, быстрый рост бузины (*Sambucus racemosa* L.) и ивы (*Salix caprea* L.). Высота подлеска в контроле оставалась постоянной. При этом, лещина имеет стабильно большую, чем на других площадках высоту, бересклет ниже, чем в короеднике, а жимолость ниже, чем в короеднике и на вырубке. За три года показаны лишь небольшие изменения соотношения участия видов в подлеске короедника. На вырубке за тот же период произошло появление и распространение не характерных для исходного фитоценоза видов – бузины, волчьего лыка (*Daphne mezereum* L.), ивы. Активно разрослась малина (*Rubus idaeus* L.).

Исследование структуры подроста деревьев позволило определить направления развития фитоценозов. Фрагмент широколиственного леса (липово-кленовый фитоценоз с рябиной и лещиной) формируется в короеднике, фрагмент мелколиственного вторичного леса (березняк с клёном и черемухой) – на вырубке. Различие в судьбе фитоценозов связано с сохранением и разрастанием всего подроста и подлеска из-за отсутствия нарушений напочвенного покрова в короеднике. Это позволяет сообществу сохранить устойчивость и естественный ход развития. На вырубке же сообщество резко изменилось, доминирующее положение заняли виды, не характерные для исходного фитоценоза.

ЛИТЕРАТУРА

Матусевич Л.С. Лесопатологическое состояние еловых лесов на территории Европейской части России. // Лесное хозяйство. 2003. № 1. С 29-30.

Уланова Н.Г., Маслов А.А., Синичкина Д.С. Лесо-восстановление на шестой год после усыхания ели в ельнике-кисличнике. // Труды Звенигородской биологической станции. 2011. Т. 5. С 152-157.

Ермаков А.Л., Маслов А.А. Породный состав естественного возобновления в очагах усыхания ели от короёда типографа в Московской области. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1 (5). С 1236-1238.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА БИОМАССЫ ЭКТОМИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ В ПОЧВАХ ЗАПОВЕДНИКА «БРЯНСКИЙ ЛЕС»

А.Д. КАТАЕВ¹, Н.В. ЛУКИНА¹, А.В. ТИУНОВ², А.В. ГОРНОВ¹, Д.Н. ТЕБЕНЬКОВА¹,
А.И. КУЗНЕЦОВА¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, г. Москва

В экосистемах бореальных лесов крайне важную роль играет эктомикоризный симбиоз, составляя при этом до 30% микробной биомассы (Högberg et al., 2002). Получая до 21% от общей первичной продукции фотосинтетического углерода растительных партнёров (Hagenbo et al., 2017), эктомикоризные грибы имеют значительное конкурентное преимущество. В настоящий момент сведений о количественных показателях эктомикоризных грибов в лесах Европейской части России имеется крайне мало.

Цель работы состояла в изучении сезонной динамики биомассы эктомикоризных грибов в различных типах леса зоны смешанных хвойно-широколиственных лесов.

Объект исследования – лесные участки на территории заповедника «Брянский Лес», относящиеся к различным типам леса: сосняк кустарничково-зеленомошный бореальнотравный и полидоминантный широколиственный лес с елью неморальнотравный (Горнов и др., 2018). К типичным представителями эктомикоризных грибов, встречающимся в Брянском лесу, относятся грибы рода *Amanita*, *Boletus*, *Cortinarius*, *Russula*, *Tricholoma* и др.

Дизайн эксперимента был выбран на основе работ Wallander et al. (2001). В каждом типе леса в качестве безмикоризного контроля были заложены экспериментальные площадки 1 x 2 м в двухкратной повторности, изолированные от корней деревьев и ассоциированной с ними эктомикоризы листами ПВХ на глубину 1 м. Через год на контрольных и экспериментальных (неизолированных) площадках были заложены мешочки из полиамидной ситовой ткани (10 x 5 см, 2 см в толщину, диаметр отверстий 50 мкм) с промытым кварцевым песком в трёхкратной повторности на срок 2 месяца. Закладка мешочков осуществлялась вертикально, на глубину 0-10 см. Для оценки сезонной динамики закладка осуществлялась в мае, июне, ноябре. В лабораторных условиях проросший в мешочки мицелий эктомикоризных грибов вымывался из песка дистиллированной водой. Измерение биомассы мицелия проводили при помощи метода люминесцентного микроскопирования (Звягинцев, 1991).

Полученные данные показывают, что изоляция площадок привела к исключению эктомикоризных грибов из пула почвенных микроорганизмов на площадках. Биомасса эктомикоризного мицелия в сосняках и широколиственных лесах была примерно одинаковой в летний

период. Осенью различия между типами леса проявились в виде значительного возрастания биомассы в широколиственных лесах, связанного, вероятно, с поступлением в почву опада; на фоне практически не изменившейся биомассы в сосняках (незначительное возрастание в ноябрьский срок можно объяснить реакцией грибов на увеличение влажности). Также, в широколиственных лесах не удалось обнаружить существенных различий между сентябрьским (начало листопада) и ноябрьским (его окончание) периодами, в то время как в сосняках с сентября по ноябрь отмечается слабое, но достоверное возрастание биомассы мицелия.

Исследование выполнено в рамках темы государственного задания ЦЭПЛ РАН № 0110-2018-0007, материал обработан за счет средств гранта Российского научного фонда (16-17-10284).

ЛИТЕРАТУРА

Горнов А.В., Горнова М.В., Тихонова Е.В., Шевченко Н.Е., Кузнецова А.И., Ручинская Е.В., Тебенькова Д.Н. Оценка сукцессионного статуса хвойно-широколиственных лесов Европейской части России на основе популяционного подхода // Лесоведение. 2018. № 4. С. 243-257

Звягинцев Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии. М.: МГУ, 1991. 304 с.

Hagenbo A., Clemmensen K.E., Finlay R.D., Kyaschenko J., Lindahl B.D., Fransson P., Ekblad A. Changes in turnover rather than production regulate biomass of ectomycorrhizal fungal mycelium across a *Pinus sylvestris* chronosequence // New Phytologist. 2017. V. 214 (1). P. 424-431.

Högberg, M. N., Högberg, P. Extramatrical ectomycorrhizal mycelium contributes one-third of microbial biomass and produces, together with associated roots, half the dissolved organic carbon in a forest soil // New Phytologist. 2002. V. 154 (3). P. 791-795.

Wallander H., Nilsson L.O., Hagerberg D., Bååth E. Estimation of the biomass and seasonal growth of external mycelium of ectomycorrhizal fungi in the field // New Phytologist. 2001. V. 151 (3). P. 753-760.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И МИКРОБНАЯ БИОМАССА ВЕРХНЕГО ГОРИЗОНТА ПОЧВ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

А.К. КВИТКИНА¹, Н.С. СМЕРНОВ²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пущино

²Федеральное государственное бюджетное учреждение Печоро-Илычский государственный заповедник, респ. Коми, пос. Якша

Печоро-Илычский заповедник и национальный парк «Югыд Ва», объединенные под общим названием «Девственные леса Коми», первыми в России были внесены в список Всемирного природного и культурного наследия ЮНЕСКО. На территории заповедника еловые леса являются доминирующими и занимают 72% от покрытой лесом территории (Бобкова и др., 2005). В сохранении биоразнообразия таёжных экосистем, в круговороте вещества и энергии огромную роль играет почва. Микробиологическая активность верхних горизонтов почвы определяется, в том числе, типом произрастающей на почве растительности, и составом опада, поступающего в почву. Поэтому важно изучать характеристики микробного сообщества, осуществляющего деструкцию органического вещества лесных биоценозов. Цель данной работы – оценить биологическую активность и микробную биомассу почв некоторых типов еловых лесов Печоро-Илычского заповедника, а также их связь с составом растительных сообществ.

В бассейне реки Большая Порожня (приток р. Печоры) предыдущими исследователями была заложена регулярная сеть, состоящая из 8 профилей от водораздела до русла на правом берегу р. Б. Порожня длиной 2.5 км каждый и 7 экологических профилей длиной 5.5 км каждый на левом берегу. На каждом профиле через 100 м с помощью GPS зафиксированы координаты географических описаний. Ранее (Смирнов, 2013) на основании 548 геоботанических описаний были выделены 4 секции темнохвойных лесов нижнего течения р. Б. Порожня: высокотравная, зеленомошная, сфагновая, крупнопоротниковая.

Образцы почвы и лесной подстилки были отобраны в середине июля 2018 г. из межкоронового пространства в ельнике бореально-высокотравном (3 обр.), ельнике мелкотравно-зеленомошном (3 обр.), ельнике кустарничково-долгомошном (4 обр.), ельнике чернично-зеленомошном (3 обр.) и ельнике крупнопоротниковом (3 обр.). После снятия подстилки, во влажных образцах верхнего слоя почвы 0-5 см определяли базальное дыхание почв и микробную биомассу методом субстрат-индуцированного дыхания. Концентрацию углекислого газа измеряли в 120 мл флаконах на газовом хроматографе «Кристаллюкс-4000». Скорость базального дыхания определяли по формуле:

$R = (\%CO_2\text{почв.} - \%CO_2\text{возд.}) \times V \times 12 \times 60 / 1000 / 100 / 22,4 / m / t$, где R – скорость базального дыхания, мкг C/(г почвы×час); %CO₂ – концентрация углекислого газа во флаконе, %; V – объем флакона, мл; m – масса абсолютно сухой почвы, г; t – время накопления CO₂, мин.

Микробную биомассу (Смик, углерод микробной биомассы, мкг/г сухой почвы), рассчитывали по формуле: Смик=56*СИД + 0.37. Измерения каждого образца проводились в трех аналитических повторностях, далее указаны средние значения и ошибка среднего.

В результате предварительных исследований нами была обнаружена корреляция между видовым богатством растительного сообщества и показателями микробной активности почвы. Наиболее низкими значениями базального дыхания и содержанием микробной биомассы отличалась крупнопоротниковая секция. Ранее (Смирнов, 2013) крупнопоротниковый ельник характеризовался минимальным видовым богатством и числом видов на площадке. Наиболее высокой микробной биомассой и значениями базального дыхания отличались подсекции с наибольшим видовым богатством и максимальным числом видов на площадке: бореально-высокотравная и мелкотравно-зеленомошная. Сфагновая секция включала среднее количество видов (среди изученных сообществ) и характеризовалась средними показателями микробиологической активности. Интересно, что зеленомошная секция подразделялась на две подсекции по своим микробиологическим показателям: на высокоактивную мелкотравно-зеленомошную подсекцию и среднеактивную кустарничково-зеленомошную, что подтверждало результаты геоботанического подразделения.

В результате почвы выстроились в ряд по мере уменьшения микробной биомассы (Смик, мкг/г сухой почвы): мелкотравно-зеленомошный ельник (796 ± 181) \geq бореально-высокотравный ельник (779 ± 154) $>$ кустарничково-долгомошный ельник (508 ± 129) $>$ чернично-зеленомошный ельник (489 ± 106) $>$ крупнопоротниковый ельник (372 ± 92).

Работа выполнена по гранту РФФИ мол_а № 18-34-00987.

ЛИТЕРАТУРА

Бобкова К.С., Галенко Э.П., Загирова С.В., Патов А.И., Сенькина С.Н., Машика А.В. Коренные еловые леса предгорного ландшафтного района Печоро-Илычского заповедника // Труды Печоро-Илычского заповедника. Сыктывкар, 2005. Вып. 14. С. 19-24.

Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. М.: Наука, 2004. Кн.1. 479 с.; Кн.2. 575 с.

Смирнов Н.С. Типологическое и видовое разнообразие темнохвойных лесов нижнего течения реки Б.Порожня (приток р.Печоры, Печоро-Илычский заповедник) // Экология. 2013. №1. С. 30-38.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ВЫРУБКАХ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ»

В.В. КИСЕЛЕВА^{1,2}

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Мытищинский филиал, г. Мытищи

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

При изучении последствий катастрофических явлений в лесах особо охраняемых природных территорий важно оценить, насколько быстро восстанавливается лесная среда и способность леса выполнять защитные функции и каковы возможные дальнейшие направления динамики растительности.

В данной работе представлены результаты изучения динамики растительности на участках ветровала в национальном парке «Лосиный остров» в границах г. Москвы, где ураганом в июле 2001 г. было уничтожено или повреждено более 400 га леса. До урагана на исследуемых участках произрастали березняк волосисто-осоково-зеленчуковый и липняк широколиственно-волосисто-осоковый.

Первый этап обследований проводился в 2002 г., после вывозки ветровальной древесины; повторные обследования – через каждые 5 лет. Состав возобновления и напочвенного покрова описывали на учетных площадках площадью от 100 до 300 м², размер площадок зависел от густоты подроста. Количество площадок на выдел для получения достоверных результатов определялось в соответствии с положениями лесоустроительных нормативов. Описание подроста производилось методом сплошного перечета по породам, живого напочвенного покрова – с применением шкалы обилия Друде – Уранова.

На следующий год после уборки ветровальной древесины площадь поверхности, поврежденной техникой, составляла до 30%, проективное покрытие растительности не превышало 40%. Естественное возобновление было представлено липой и кленом порослевого происхождения в количестве не более 1,5 тыс. экз./га и высотой до 70 см. В покрове доминировал вейник тростниковидный (с обилием *sp*, встречаемостью 30-70%); на сильно нарушенных участках регистрировались щучка дернистая, ситник развесистый, лютик ползучий и др. Однако, на наименее нарушенных участках сохранялись и лесные виды исходных сообществ, в первую очередь, осока волосистая (с обилием *sp*, встречаемостью 55-75%), сныть, зеленчук желтый.

На 6-й год преобладание в составе возобновления перешло к березе и иве козьей семенного происхождения, успешно заселившим многочисленные минерализованные участки. Ива козья, хотя и относится к породам подлеска, в данном случае рассматривается вместе с основными лесообразующими породами, т.к. формирует с ними один ярус. Густота возобновления составила от 5,6 до 10,1 тыс. экз./га. Для этого этапа характерно максимальные значения видового разнообразия (16-18 видов на площадках), общего проективного покрытия (от 60 до 80%) и обилия нелесных видов. Из последних преобладают вейник тростниковидный, щучка дернистая (обилие *cop1-2*, встречаемость 50-75%), в липняках – иван-чай (обилие *sp-cop1*, встречаемость до 100 %), в покрове также появляются зверобой пятнистый и золотарник канадский.

К 11-му году после урагана в составе возобновления преобладают береза, липа и ива козья; высота деревьев достигает 3-5 м, густота снижается до 4,7–5,6 тыс. экз./га, начинается смыкание полога. Происходит сокращение обилия луговых и рудеральных видов, исчезают из состава травяного покрова камыш лесной, ситник, иван-чай. Вейник тростниковидный сохраняется с обилием *sp* и встречаемостью 40-60%, щучка дернистая – с обилием *sol-sp*, встречаемостью 15-20%. В заметном количестве присутствует золотарник канадский. Сохраняют свое обилие виды широколиственных и смешанных лесов: осока волосистая, зеленчук желтый, сныть, увеличивается встречаемость других лесных видов (ландыш, копытень, щитовник мужской, звездчатка жестколистная).

Через 15-16 лет формируются сомкнутые лиственные молодняки высотой от 6 до 10 м, диаметром 6-8 см, полнотой от 0,4 до 0,9. Ива козья практически исчезает из древостоя и подроста, преобладание переходит к березе и липе с примесью клена, дуба, единично – других лиственных пород. Общее проективное покрытие напочвенного покрова снижается до 40-60%. Состав травяного покрова приобретает лесной характер, снижается и число видов – до 12-13. Впервые отмечаются медуница и пролесник многолетний; фрагментарно, по поваленным стволам или комлям появляются зеленые мхи. Однако, сохраняется и ряд нехарактерных видов – недотрога мелкоцветковая, золотарник канадский и щучка дернистая.

Описанные стадии по продолжительности примерно соответствуют данным, полученным для хвойных лесов южной тайги (Уланова, 2007). Таким образом, даже в черте города леса национального парка способны в краткий период восстановить состав древостоя и напочвенного покрова, близкие к исходным. Однако, при этом формируются типы леса, производные от условно коренных ельников с липой лещиновых кислично-зеленчуковых (Рысин, Савельева, 2007). Возможность восстановления последних зависит от мезоклиматических условий Московского мегаполиса и характера использования лесов национального парка.

ЛИТЕРАТУРА

Уланова Н.Г. Механизмы сукцессий растительности сплошных вырубок в ельниках южной тайги // Актуальные проблемы геоботаники. III Всероссийская школа-конференция. Лекции. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. С. 198-211.

Рысин Л.П., Савельева Л.В. Кадастры типов леса и типов лесных биогеоценозов. М.: Т-во научных изданий КМК, 2007. 143 с.

ДИНАМИКА ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ОЧАГА СИБИРСКОГО ШЕЛКОПРЯДА ПО МАТЕРИАЛАМ СЪЕМОК ВЫСОКОГО И СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

С.В. КНЯЗЕВА¹, Н.В. КОРОЛЕВА¹, С.П. ЭЙДЛИНА¹

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

Сибирский шелкопряд (*Dendrolimus superans sibiricus Tschetw*) является основным вредителем хвойных лесов Сибири и Дальнего Востока нашей страны. Наиболее крупные вспышки сибирского шелкопряда в XX веке наблюдались в 50-е гг. на территории Кеть-Чулымского междуречья в Томской области (около 2,5 млн га поврежденных лесов) и в середине 90-х гг. на территории Нижнего Приангарья в Красноярском крае (до 1 млн га поврежденных лесов). В 2017 г. было повреждено более 800 тыс. га Приенисейской темнохвойной тайги в Красноярском крае, включая погибшие древостои на площади 300 тысяч га. В погибших и поврежденных лесах формируются комплексные очаги массового размножения стволовых вредителей, которые распространяются на окружающие здоровые леса и увеличивают масштабы гибели лесов. Многократные пожары на территории бывших шелкопрядников также препятствуют естественному возобновлению. По мнению многих ученых, восстановление исходных темнохвойных лесов является весьма спорным и проблематичным вопросом, т. к. лесовосстановление идет через длительно-производную смену пород и скорость процесса зависит в большей степени от размера очага повреждения (Харук и др., 2002).

Анализ процесса лесовосстановления на территории очага распространения сибирского шелкопряда по космическим снимкам проведен на примере участка Приангарского лесного таёжного района Восточной Сибири (Красноярский край), площадью около 100 тыс. га. До

вспышки сибирского шелкопряда в 1994-1995 гг. на территории произрастали темнохвойные разнотравные и зеленомошные леса с преобладанием пихты, ели и кедра при участии сосны, лиственницы, берёзы и осины.

По результатам дистанционной оценки с использованием вегетационных индексов SWVI и NDVI динамики растительного покрова констатировано, что процесс лесовозобновления на территории бывшего шелкопрядника через 20 лет после воздействия вредителя и неоднократных пожаров, находится на начальной стадии, растительный покров очень неоднороден (Жиринов и др., 2016, Князева и др., 2016). Для анализа динамики лесовозобновления использованы разновременные спутниковые данные высокого пространственного разрешения Landsat (16.06.1989, 22.06.2000, 20.06.2017) и детальные снимки сверхвысокого разрешения, полученные с российского спутника Ресурс – П съемочной системой Геотон-Л1 (22.07.2015 и 12.03.2018). При автоматизированном дешифрировании снимков Landsat алгоритмом классификации с обучением Random Forest было выделено 8 классов: хвойный древостой, лиственный древостой, ослабленный древостой, сухостой, хвойный подрост, лиственный подрост и кустарники, луговая растительность, открытая почва. Для обучения эталонов использовались фрагменты детальных снимков Геотон-Л1 с разрешением 1 м. Достоверность классификации оценивалась по контрольной выборке эталонов: показатель Каппа равен 0,98 для данных Landsat 1989 г., 0,9 для данных Landsat 2000 г. и 0,91 для данных Landsat 2017 г. Классификация проведена программными средствами свободно распространяемого пакета Rstudio.

Средствами программы ArcGis тематические растровые изображения результатов классификации конвертированы в векторный формат и рассчитаны площади выделенных классов в границах очага повреждения, дешифрированного по снимку Landsat 2000 г.

В результате исследования сделаны следующие выводы:

- через 20 лет после повреждения древостоев вредителем, лесистость территории бывшего шелкопрядника не превышает 10%,
- активный процесс естественного возобновления хвойным подростом происходит на трети площади очага повреждения вредителем,
- хвойное и лиственное возобновление наблюдается на участках, не затронутых крупными пожарами, с присутствием куртин древостоя и валежом.

Существует высокая вероятность, обусловленная интенсивностью и частотой лесных пожаров, утраты потенциальной возможности восстановления исходных темнохвойных лесов на большей части территории очага воздействия сибирского шелкопряда.

Работа выполнена в рамках исследования по теме Государственного задания ЦЭПЛ РАН №0110-2018-0001 «Концепция спутникового мониторинга состояния и динамики лесных

экосистем».

ЛИТЕРАТУРА

Жиринов В. М., Князева С. В., Эйдлина С. П. Многолетняя динамика вегетационных индексов темнохвойных лесов после повреждения сибирским шелкопрядом // Лесоведение. 2016. № 1. С. 3-14.

Князева С. В., Эйдлина С. П., Жиринов В. М. Дистанционная оценка изменения состояния лесных экосистем за 20-летний период, после массового размножения сибирского шелкопряда // Доклады VI Всероссийской (с международным участием) конференции «Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении, лесном хозяйстве и экологии». М.: ЦЭПЛ РАН, 2016. С. 126-129.

Князева С. В., Эйдлина С. П., Жиринов В. М. Динамика лесного покрова, поврежденного хвоегрызущим вредителем, по спутниковым данным Landsat Доклады II Всероссийской (с международным участием) конференции «Научные основы устойчивого управления лесами», Москва, 25-27 октября 2016 г. С. 70.

Харук В. И., Рэнсон К. Дж., Кузьмичев В. В., Буренина Т. А., Тихомиров А. Ю., Им С. Т. Съемка "Landsat" в анализе шелкопрядников Южной Сибири // Исследование Земли из космоса. 2002. № 4. С. 79-90.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДЕКСА ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ И УСЛОВИЙ ИХ ПРОИЗРАСТАНИЯ

О. В. КОРМИЛИЦЫНА¹, В. В. БОНДАРЕНКО¹, Д. В. КОРМИЛИЦЫН²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
Мытищинский филиал, г. Мытищи

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», г. Москва

Для оценки состояния деревьев и условий их произрастания используются разнообразные методы (Мозолевская и др., 2013; Jensen et al., 2012), некоторые из которых позволяют определять только качественные показатели, что существенно снижает возможность их использования в моделировании природных процессов; другие, напротив, используют все преимущества количественных показателей (Шеин, Рыжова, 2016; Eagleson, 2002), но требуют значительных временных и материальных затрат.

В наших исследованиях определялись следующие показатели: индекс листовой поверхности (LAI) деревьев; сопротивление пенетрации почвы; глубина корнеобитаемой зоны и запас почвенной влаги в ней на основе значений объемной влажности почвы. Индекс листовой поверхности (LAI) определялся на основе анализа цифровых изображений крон деревьев при помощи специализированной программы (J. Meuleman, Wageningen University, The Netherlands), дополненной модулем расчета климатических и почвенных показателей с применением графического интерфейса, который представляет собой вычисление значений потенциальной и актуальной эвапотранспирации; коэффициентов водного и солевого стресса; перехвата осадков листовой поверхностью. Определение сопротивления почвы и грунта (сопротивление пенетрации) проводилось с помощью пенетрографа (Penetrograph, Eijkelkamp). Значения объемной влажности почвы проводилось до глубины 1 метр с помощью почвенного влагомера (Soil moisture meter NH2, Eijkelkamp). Исследования проводились на протяжении десятилетнего периода и охватывали

более 2000 деревьев липы мелколистной (*Tilia cordata Mill.*), произрастающих на озелененных территориях г. Москвы.

На первоначальном этапе были определены категории состояния деревьев на основе общепринятой шкалы визуальной оценки и с помощью LAI, что позволило установить следующие соотношения между ними (в скобках указаны значения LAI): *без признаков ослабления* (3,6-4,5 и > 4,5 (до 6,0)); *ослабленные* (3,5-2,9); *сильно ослабленные* (2,8-1,4); *усыхающие* (1,3-0,6); *сухой текущего года и прошлых лет* (< 0,6).

Используя климатические данные и полученную информацию о состоянии деревьев и почв, отражающих их водно-воздушный режим, можно сделать следующие выводы:

1. На протяжении большинства стадий вегетационного периода, особенно на начальной и развития (третья декада апреля – вторая декада июня), большинство деревьев испытывали водный стресс. Значения коэффициентов водного стресса (K_s) составили: у деревьев без признаков ослабления – 1.0-0.85; у ослабленных – 0.84-0.65; у сильно ослабленных 0.64-0.45. Запас почвенной влаги в корнеобитаемой зоне на начальной стадии периода вегетации составлял 280-300 мм на участках с деревьями без признаков ослабления; 241-279 мм – с ослабленными и 220-240 мм с сильно ослабленными деревьями. В дальнейшем на участках с ослабленными и сильно ослабленными деревьями уменьшение запасов влаги достигало 221-185 мм и 104-164 мм соответственно, что свидетельствовало о снижении объемной влажности почвы ниже порогового для данных почв уровня в 24 %.

2. Сопротивление пенетрации почвы на участках с деревьями без признаков ослабления – 0.25-1.00 МПа; у ослабленных – 1.01-1.50 МПа; сильно ослабленных – 1.51-2.00 МПа. Глубина корнеобитаемой зоны на которой наблюдалось критическое сопротивление пенетрации (> 2.50 МПа) у ослабленных и сильно ослабленных деревьев составляла 35-40 и 15-20 см соответственно.

3. Перехват осадков листовой поверхностью деревьев без признаков ослабления, ослабленных и сильно ослабленных составлял 16-21 %, 9-15 % и 5-8 % соответственно. Однако, меньшие значения перехвата осадков у сильно ослабленных деревьев (LAI = 2.8-1.4), а значит больший объем потенциально доступной влаги, не привели к ее накоплению в корнеобитаемой зоне из-за высокого сопротивления пенетрации почвы на этих участках.

4. Относительная эвапотранспирация, рассчитанная как отношение актуальной к потенциальной, для участков с деревьями без признаков ослабления, ослабленных и сильно ослабленных составила 100-86 %, 85-67 % и 66-48 % соответственно. Доля актуальной эвапотранспирации у сильно ослабленных деревьев составила около половины от потенциальной, что говорит о долгосрочном нахождении деревьев в стрессовых условиях.

Предложенные подходы используют систему информативных количественных показателей, которые отражают состояние деревьев и условий их произрастания в любой момент вегетационного периода, а их определение проводится с помощью мобильного оборудования и в короткие сроки, позволяя оценить влияние значимых факторов среды.

ЛИТЕРАТУРА

Мозолевская Е.Г., Голубев А.В., Шарпа Т.В., Денисова Н.Б. Методы оценки состояния насаждений и негативной роли вредителей и болезней // Лесной вестник. 2013. Вып. 3 (95). С.52–58.

Шеин Е.В., Рыжова И.М. Математическое моделирование в почвоведении. М.: «ИП Маракушев А.Б.», 2016. 377 с.

Eagleson P.S. Ecohydrology. Darwinian expression of vegetation form and function. Cambridge University Press, Cambridge, U.K., 2002. 443 p.

Jensen R.R., Hardin P.J., Hardin A.J. Estimating Urban Leaf Area Index (LAI) of Individual Trees with Hyperspectral Data // Photogrammetric Engineering & Remote Sensing. 2012. V. 78. (5). P. 495–504.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В ЛЕСАХ ВОЛОГОДСКОЙ И КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

И.Ю. КУДРЕВАТЫХ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пущино

Важным свойством лесных экосистем является почва, которая может служить индикатором их изменения под влиянием разных антропогенных и природных воздействий. Однако геохимические свойства почв чаще всего исследуют в пределах импактной зоны промышленного предприятия, а сведений о ее геохимическом фоне в естественных лесах очень мало. Наша работа была нацелена на выявление пространственной вариабельности химических показателей дерново-подзолистой почвы естественных лесов а) в ареалах разной удаленности от промышленного центра; б) областей с разным типом промышленности.

Объектами исследования были выбраны Вологодская и Костромская области, территория которых на 70 % состоит из вторичных хвойных и лиственных лесов. Доминирующая почва обеих областей Albic Retisols, минорные – Fluvisols, Histic Albeluvisols Abruptic, Fibric Histosols (Единый..., 2014). В антропогенных выбросах Вологодской области преобладают сульфаты и нитраты (47%), а так же гидрокарбонаты кальция, калий и магния (37%), а в Костромской 54% выбросов – оксид углерода, диоксид азота и аммиак, 15% фенол, 10% формальдегид (Доклад о состоянии..., 2017; Доклад об экологической..., 2017).

Исследовали почву хвойных и смешанных молодых лесов (возраст 50-80 лет), где выбирали ареалы вблизи (0.8-29 км) и вдали (300-330 км) от областного центра, который рассматривался как основной источник антропогенного загрязнения почвы. В каждой локализации (n=20 в Вологодской области и n=18 в Костромской) выбирали равную площадку

(10 м²) в межкروновых и подкروновых участках, в 5-ти пространственно-удаленных точках которой отбирали (август) образцы почвы верхнего 20-ти см гумусово-аккумулятивного слоя и затем их смешивали. Растительную подстилку не отбирали поскольку в 70% изученных локализаций она практически отсутствовала. Образцы почвы высушивали до воздушно-сухого состояния, доставляли в лабораторию, просеивали (ячейки 1 мм) и использовали для химических анализов.

Химический анализ почвы включал измерение содержания общего углерода ($C_{\text{общ}}$) и азота ($N_{\text{общ}}$) (анализатор Elementar Vario EL III); аммонийного ($N\text{-NH}_4^+$) и нитратного ($N\text{-NO}_3^-$) азота (фотоколориметрия); гранулометрического состава (пирофосфатный метод) и значения pH (почва : вода = 1 : 2.5). Содержание макроэлементов (Al, P, K, Ca, Mn, Na, Mg, S, Fe) и микроэлементов (Pb, Cd, Zn, Cu, Ni, Cs, V, Co, As, Sr, Se) в почве определяли методом рентген-флуоресцентного анализа с помощью рентгеновского аппарата «СПЕКТРОСКАН МАКС-GV». Рассчитывали отношение $C_{\text{общ}}/N_{\text{общ}}$ (C/N) и минеральный азот ($N_{\text{мин}}$) как сумму $N\text{-NH}_4^+ + N\text{-NO}_3^-$.

Результаты. Значение pH дерново-подзолистой почвы разных лесов изученных областей варьировало от 3.3. до 6.5, содержание $C_{\text{общ}}$ и $N_{\text{общ}}$ – от 0.6 до 6.3% и от 0.0 до 0.4%, отношение C/N – 12-19. Содержание $N\text{-NH}_4^+$, $N\text{-NO}_3^-$ и их суммы ($N_{\text{мин}}$) в почве изученных локализаций сильно варьировало и составило 0.6-29.4, 0.0-20.9 и 2.1-36.0 мг/кг соответственно. Значимые различия между ареалами разной удаленности от промышленного центра выявлены только для соотношения C/N и содержания нитратов в почве Вологодской области. Содержание макроэлементов (Al, P, K, Ca, Mn, Na, Mg, S, Fe) в почве ареалов разной удаленности от центра изученных областей сильно варьировало, однако значимо различались между ареалами разной удаленности в почве Вологодской области содержание Mn, Na, S, а в Костромской – P, K, S. В ареалах разной удаленности от промышленного центра в Костромской области содержание микроэлементов не различались значимо, а в Вологодской значимые различия показаны для Sr, Sr, Se. Следует отметить, что в почве близ г. Вологда содержание Cu и V оказалось в среднем почти в 2 раза больше, чем вдали от него, однако близ г. Кострома – для всех микроэлементов различия не выявлено.

При сравнении химических показателей дерново-подзолистой почвы в Вологодской и Костромской областях оказалось, что они различаются значимо. Так в Вологодской области содержание в почве Al, Ca, Na, Fe, Cu, Ni, V, Co было в среднем почти в 2 раза больше такового Костромской, а Mn, S, Pb, Cd, Cr, Se, напротив, меньше. На наш взгляд, данный факт объясняется, прежде всего, разностью горной породы, на продуктах которой сформировались почвы этих областей.

Таким образом, показана пространственная вариабельность химических показателей дерново-подзолистой почвы разных лесов Вологодской и Костромской области, однако для ареалов разной удаленности в каждой из изученных областей они в среднем различаются не значимо. Отсюда есть основание полагать, что промышленные выбросы областного центра на изученные показатели дерново-подзолистой почвы разных лесов не оказывают значимого влияния и их вариации больше связаны с природными факторами (в частности разностью почвообразующих пород).

ЛИТЕРАТУРА

Доклад о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области в 2017 году. // http://dpr.gov35.ru/dokumenty/detail.php?ELEMENT_ID=116692. Дата обращения: 12.07.2018.

Доклад об экологической ситуации в Костромской области в 2016 году. // <http://docplayer.ru/69421557-Ob-ekologicheskoy-situacii-v-kostromskoj-oblasti-v-2016-godu-vvedenie.html>). Дата обращения: 12.07.2018.

Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Коллективная монография. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2014. 768 с.

ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

А.Ю. КУДРЯВЦЕВ¹

¹Государственный Природный Заповедник «Приволжская лесостепь», г. Пенза

Исследования проводились на территории трех участков заповедника «Приволжская лесостепь», расположенных в центральной части Приволжской возвышенности (возвышенность «Сурская шишка»). Кунчеровский участок площадью 1031 га. Участок «Борок» – 399 га. Участок «Истоки Суры» (Верховья Суры) – 6339 га. Изучение динамики запаса, видового состава и специфических показателей лесных экосистем проведено по материалам лесоустройства. В качестве учетных единиц для изучения динамики экосистем разного ранга использовались таксационные выделы, которые объединялись по различным показателям. При анализе таксационных характеристик насаждений привлечены массовые материалы лесоустройства 1972, 1982 и 2002 гг., обработанные с помощью системы электронных таблиц Excel. Роль видов оценивалась как по распространению по площади, так и по степени участия в составе древостоя. Долю участия каждого вида определяли исходя из его наличия в составе древостоя (по формуле состава древостоя). Степень распространенности видов оценивали в зависимости от площади, на которой встречается данный вид. Таким же образом вычисляли и долю участия каждого вида в древостоях. При этом по каждой градации состава древостоя (10%) указывали соответствующую часть площади распространения породы в % от общей площади (Любченко, 1992). В результате исследований получены данные, характеризующие изменения основных показателей древостоев в течение 20 – 30 лет. Для сравнения был проведен анализ динамики состава древостоев Шаткинского

лесничества Камешкирского лесхоза с 1992 по 2007 гг. и древостоев Монастырского и Качимского лесничеств Кададинского лесхоза.

Полученный материал позволил выявить многообразные факторы динамики экосистем. До образования заповедника его леса подвергались интенсивной эксплуатации. Длительная выборочная рубка лучших строевых деревьев привела к изреживанию древостоев. В тех местах, где когда-то были проведены сплошные рубки, сформировались вторичные древостои с преобладанием березы, осины, дуба и липы. Процесс смены коренных пород имел место до введения заповедного режима, когда на вырубленных участках возобновление леса шло, главным образом, за счет корневой поросли лиственных пород. То же происходило и в случаях применения на вырубках малоэффективных методов посадки сосны.

После введения заповедного режима на территории заповедника наряду с естественными отмечено и воздействие факторов обусловленных последствиями прекращения хозяйственной деятельности. Ряд случаев обусловлен различной скоростью роста лесообразующих древесных пород. Сюда можно отнести смену сосняков естественного и искусственного происхождения мелколиственными или широколиственными насаждениями. Смена лесных экосистем в результате дигрессии одного или нескольких лесообразователей. Например, смена стареющих осинников сосновыми и широколиственными древостоями. Воздействие вредителей и болезней леса, которое может привести к частичному или полному распаду древостоя в результате на месте участков покрытых лесом образуются прогалины.

Изменение условия произрастания леса (смена экотопа) в результате воздействия комплекса зоогенных и постантропогенных факторов. На территории поймы совокупность этих факторов привела к гибели лесных культур с образованием в одних случаях прогалин, а в других пойменных лесов. Также произошло массовое отмирание березы и выросшие в пойме березняки сменились ольшаниками.

В целом наметилась тенденция к увеличению полноты древостоев. Однако значительного возрастания их сомкнутости не произошло, поскольку в течение исследуемого периода происходила смена преобладающих пород, связанная с массовым отмиранием некоторых видов (березы в пойменных сообществах, осины и березы в смешанных боровых древостоях). Вновь сформировавшиеся лесные сообщества к настоящему времени успели только компенсировать потери в полноте, связанные с процессами отмирания.

Сравнение динамики лесных экосистем на участке заповедника и в лесничествах наглядно показывает, что изменения в составе древостоев вызваны снятием антропогенной нагрузки. После введения заповедного режима заметно возросла доля сосны в составе древостоев. Явно увеличилось присутствие на территории широколиственных спутников дуба – липы и клена

остролистного. Отмечено интенсивное формирование яруса подлеска. В ходе восстановительных смен происходит ослабление ценотической роли дуба и усиление позиций его спутников, а также сосны обыкновенной за счет повышения участия в составе древостоев и расширения территории обитания. Все это свидетельствует о начале формирования многовидовых широколиственно-сосновых лесов. Увеличение видового разнообразия и усложнение вертикальной структуры насаждений позволяет сделать вывод о возможности восстановления коренных сообществ естественным путем.

ЛИТЕРАТУРА

Любченко В.М. Производные грабовые древостои коренных грабово-дубовых лесов Приднепровской возвышенности // Лесоведение. 1992. № 4. С. 10-14.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЫНОСА РАСТВОРЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА С ПОЧВЕННЫМИ ВОДАМИ В СЕВЕРОТАЕЖНЫХ И ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

**А.И. КУЗНЕЦОВА¹, Н.В. ЛУКИНА¹, М.А. ОРЛОВА¹; А.В. ГОРНОВ¹, М.В. ГОРНОВА¹,
Д.Н. ТЕБЕНЬКОВА¹**

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

Для оценки баланса углерода в наземных экосистемах необходимо учитывать вынос растворенного органического углерода (РОУ), поскольку игнорирование этой составляющей цикла углерода может привести к переоценкам стока углерода в наземных экосистемах, поскольку часть РОУ дренирует в водоемы. Экспериментальные измерения выноса углерода с почвенными водами в многолетней динамике в лесах России разных типов проводятся точно и результаты этих измерений не систематизированы. Большие неопределенности в оценках выноса углерода с почвенными водами на локальном уровне в лесах связаны: (1) с недостаточной изученностью влияния микромозаичной структуры биогеоценоза на интенсивность поступления и выноса углерода из экосистемы; (2) с отсутствием сравнительных оценок по выносу растворенного органического углерода с почвенными водами в лесах разных типов/стадий сукцессий, формирующихся в различных природно-климатических условиях. Цель работы: дать сравнительную оценку выноса растворенного органического углерода с почвенными водами в северотаежных и хвойно-широколиственных лесах европейской части России с учетом их сукцессионного статуса. Оценка выноса РОУ в хвойно-широколиственных лесах показана на примере двухлетних оценок выноса углерода в лесах Брянского полесья (заповедник «Брянский лес»); в северотаежных лесах – на примере Мурманской области (Лукина и др., 2018). Все эти оценки выполнены с применением методов, принятых в программе ICP Forests.

Для оценки объема атмосферных и почвенных вод на пробных площадях закладываются осадкоприемники и гравитационные почвенные лизиметры. Учет объема атмосферных вод и почвенного фильтрата производили ежемесячно в полевых условиях сразу после отбора воды. Оценка содержания общего углерода проводилась на анализаторе общего углерода TOC-VCPN. Для данного исследования образцы атмосферных и почвенных вод пропускали через мембранные фильтры MF-Millipore с диаметром пор 0,45 мкм. Статистическая обработка результатов проводилась в пакете STATISTICA ($\alpha=0.05$).

Полученные результаты показали значительное внутри- и межбиогеоценотическое варьирование в поступлении и выносе органического углерода. Поступление органического углерода в северотаежных лесах под кронами сосны в 5-6 раз, а под кронами ели – в 5-10 раз выше, чем в межкрупных пространствах, что может объяснять различия в концентрациях углерода в почвенных водах межкрупных и подкрупных пространствах. При этом вынос углерода с почвенными водами из органических горизонтов в подкрупных пространствах в 2-5 раз, а из минеральных горизонтов – в 2-3 раза (иногда в 10 раз) выше, чем в межкрупных. Вынос углерода в еловых лесах, отличающихся большей способностью к перехвату осадков, существенно ниже, чем в сосновых. Поступление органического углерода в полидоминантных широколиственных лесах под кронами в 2 раза выше, чем в окнах, при этом вынос под кронами в 1.5-2 раза ниже, чем в окнах.

Сравнение особенностей поступления и выноса углерода на межбиогеоценотическом уровне как в северотаежных, так и в хвойно-широколиственных лесах показало, что наибольшее количество углерода как из органических, так и из минеральных горизонтов выносятся с почвенными водами в сосновых лесах, которые, согласно существующим представлениям, соответствуют ранним стадиям сукцессии. С развитием экосистемы снижается вынос углерода из экосистемы: вода более интенсивно перехватывается пологом и поглощается из почвы растительностью. Таким образом, на более продвинутых этапах сукцессионного развития лесов цикл становится более замкнутым.

Исследования выполнены при поддержке гранта Российского научного фонда (проект № 16-17-10284) в рамках государственного задания ЦЭПЛ РАН № 0110-2018-0007 и программы Президиума РАН №0110-2018-0005.

ЛИТЕРАТУРА

Лукина Н.В., Еришов В.В., Горбачева Т.Т., Орлова М.А., Исаева Л. Г., Тебенькова Д.Н. Оценка состава почвенных вод северотаежных хвойных лесов фоновых территорий индустриально развитого региона // Почвоведение. 2018. № 3. С. 284-296 DOI: 10.7868/S0032180X18030036

ОТБОР СОРТОВ-ПОПУЛЯЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ И УТОЧНЕНИЕ ЛЕСОСЕМЕННОГО РАЙОНИРОВАНИЯ В СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Н.А. КУЗЬМИНА¹, С.Р. КУЗЬМИН¹

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск

Основными прикладными задачами в исследовании географических культур являются отбор лучших климатических экотипов по стволовой продуктивности и уточнение лесосеменного районирования. Правильный выбор географических происхождений необходим для создания лесосеменных плантаций, а также для стабильности и сохранности будущих популяций в связи с изменением климата (Родин и Проказин, 1997; Rehfeldt et al., 2002). Объектами исследований являются географические культуры сосны обыкновенной государственной сети, созданные в Богучанском лесничестве Красноярского края по программе и методике ВНИИЛМа в 1976–1977 гг. (Изучение ..., 1972) на участках с разными лесорастительными условиями.

Многолетние исследования показали, что рост сосны обыкновенной в пункте испытания географических культур зависит от почвенных и лесорастительных условий. У одноименных климатипов, произрастающих на суглинистой и песчаной почвах, отмечаются двукратные различия по высоте и запасу стволовой древесины. В пределах участков дифференциация сосны по росту обусловлена генетическими особенностями климатических экотипов, сформированными под действием экологических факторов в местах происхождения и разной реакцией на экологические факторы в пункте испытания. На песчаной почве с относительно сухими и бедными условиями по органо-минеральному составу дифференциация климатипов сосны выражена сильнее, чем на участке с темно-серой лесной суглинистой почвой. Стабилизация рангового положения исследуемых климатипов по высоте в 40-летнем возрасте еще не закончена. Разная реакция на экологические факторы у климатипов сосны проявляется в разной восприимчивости к грибным патогенам и в неодинаковой требовательности к климатическим факторам в пункте испытания. Рост в высоту климатических экотипов сосны зависит от степени различий между пунктом происхождения и пунктом испытания географических культур по количеству осадков, сумме эффективных температур, длине вегетационного периода, что подтверждают в определенной степени коэффициенты корреляции между ними и климатическими факторами ($r =$ от $-0,48$ до $-0,68$; при $p < 0.01-0.001$).

В результате изучения географических культур предлагаются рекомендации для лесного хозяйства региона. На основании оценки успешности роста климатических экотипов перемещение семян сосны обыкновенной на лесной территории Красноярского края, протяженностью с

севера на юг почти в 14° , рекомендуем проводить с севера на юг: с $60^\circ 30'$ с. ш. максимум на 5° , с юга на север: на 4° , с востока на запад: на 20° , с запада на восток: на 15° . В рамках уточнения лесосеменного районирования 1982 г. на территории Красноярского края выделяем четыре лесосеменных района: 1. Туруханско-Эвенкийский (севернее $60^\circ 30'$ с. ш.), 2. Ангаро-Енисейский ($60^\circ 30'$ с.ш. – $55^\circ 30'$ с.ш.), 3. Саянский (южнее $55^\circ 30'$ с.ш.), 4. Минусинско-Шушенские боры.

В случае хронического отсутствия семян сосны обыкновенной в Ангаро-Енисейском регионе, поставщиками семян для создания плантаций и лесных культур целевого назначения на дерново-подзолистой песчаной и темно-серой лесной суглинистой почвах могут быть материнские насаждения восьми климатических экотипов, выделенных кандидатами в сорта-популяции. Их представляют сосняки четырех лесничеств из южно-таежных и подтаежных лесов с территории Красноярского края и Иркутской области, и четырех лесничеств из среднетаежных и южно-таежных лесов Карелии, Республики Коми, Вологодской и Кировской областей. Материнские насаждения перспективных климатипов, отобранных на песчаной почве и отобранных на суглинистой почве рекомендуются использовать в качестве поставщиков семян для создания плантаций и лесных культур целевого назначения строго в соответствии с почвенными и лесорастительными условиями создаваемых объектов в регионе.

Работа выполнена при совместной поддержке РФФИ (проект № 16-05-00496), Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках проектов № 16-44-243031 и 18-44-240005, а также в рамках базового проекта ИЛ СО РАН № 0356-2016-0708.

ЛИТЕРАТУРА

Изучение имеющихся и создание новых географических культур: Программа и методика работ. Пушкино: ВНИИЛМ, 1972. 52 с.

Родин А.Р., Проказин А.Е. Изучение географической изменчивости основных лесообразующих пород // Лесопользование и воспроизводство лесных ресурсов. М.: МГУЛ, 1997. С.70–75.

Rehfeldt G.E., Tchebakova N.M., Parfenova Y.I., Wykoff W.R., Kuzmina N.A., Milyutin L.I. Intraspecific responses to climate in *Pinus sylvestris* // Global Change Biology. 2002. V. 8. P. 912–929.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛЕВЫНОСЛИВОСТИ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (*Quercus robur*) В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Н.Ю. КУЛАКОВА¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лесоведения Российской академии наук, Московская обл., с. Успенское

Сокращение площади дубрав в Европе (Царалунга, 2005), изменения климатических показателей и связанных с ними различных биоценологических взаимосвязей (Уткина, Рубцов, 2017) привлекает внимание к исследованию пределов адаптации дуба черешчатого к неблагоприятным факторам среды. Одним из факторов, препятствующих распространению дуба и влияющих на состояние деревьев, является засоление почв. Устойчивость растений к засолению может

меняться в зависимости от эволюционного пути, пройденного популяцией. Особенный интерес представляют дубравы водоразделов южной лесостепи, существующие на границе распространения дуба черешчатого более 7 тыс. лет (Романовский и др., 2004).

Целью работы было исследование влияния засоления почв разного химизма на развитие и распространение дуба черешчатого на юге лесостепной зоны.

Работа проводилась в Теллермановском лесничестве Института лесоведения (ИЛАН РАН). Исследовалась серая лесная почва под древостоем дуба черешчатого I класса бонитета 80-летнего возраста, созданного посевом желудей дуба поздней феноформы. Насаждение находилось в высокой части водораздела (160 м над уровнем моря). На бровке склона коренного берега, параллельно руслу реки Хопёр, на высоте около 140 м, была заложена катена, которая последовательно проходила через древостой дуба IV, V классов бонитета, под кустообразной формой дуба и по поляне с сухостепной растительностью. Здесь исследовались: серая лесная метаморфическая почва под древостоем дуба IV класса бонитета 120-летнего возраста с преобладанием ранней феноформы, имеющим в основном порослевое происхождение; солонец светлый осолодевший под травянистой растительностью в середине поляны; переходные почвы под насаждением V класса бонитета, кустообразной формой дуба и под травянистой растительностью на расстоянии 10 м от края леса. Всего было заложено 3 почвенных разреза и 11 скважин.

В водной вытяжки из почвы (1:5) определяли: кальций и магний (Ca^{2+} и Mg^{2+}) – трилонометрическим способом; натрий (Na^+) – пламенно-фотометрическим методом; хлориды (Cl^-) – титриметрическим методом, сульфаты (SO_4^{2-}) – по методу Каморовского; содержание С и N на анализаторе элементного состава, содержание доступных растениям подвижных форм калия и фосфора – по методу Мачигина.

В профиле серой лесной почвы легкорастворимые соли отсутствовали. В почвах начала склона коренного берега под лесной растительностью и на поляне отмечен различный химизм засоления. Различия в составе солей, вероятнее всего, связаны с влиянием двух водоносных горизонтов, состав солей которых исследовался ранее (Романовский и др., 2004). В почвах поляны засоление содовое по всему профилю. В почве дубравы, у границы распространения дуба, на глубине 50-100 см на фоне незначительной концентрации ионов Na^+ и HCO_3^- , сформировался горизонт с высоким содержанием сульфатов кальция. Он расположен под зоной максимального распространения корней и связан, вероятно, с подтягиванием солей из нижележащей толщи из-за десукции. В профиле лесных почв, граничащих с поляной, скачкообразное увеличение концентрации HCO_3^- иона до 2 ммоль-экв/100 г почвы отмечено на глубине 100-130 см. В почве катены от дубравы V класса бонитета к середине поляны наблюдалось постепенное уменьшение толщины слоя с концентрацией ионов HCO_3^- и CO_3^{2-} ниже 2 ммоль-экв/100 г почвы.

Серые лесные почвы плакора характеризовались высоким содержанием С и N, средней и низкой обеспеченностью К и Р. Почвы катены под лесной и под травянистой растительностью, существенно отличались по показателям плодородия от почв водораздела, имея незначительные различия между собой.

Показано, что основным фактором, лимитирующим распространение деревьев дуба в изучаемых экосистемах, является содовое засоление почв. Пограничная для распространения дуба концентрация карбонат- и бикарбонат ионов около 2 ммоль/100 г почвы. Мощность слоя почвы, свободного от ионов с такой концентрацией в исследуемых экосистемах – около 100-130 см. Высокая, до 21 ммоль-экв/100 г почвы концентрация сульфатов в почве, влияющая на физиологическую сухость почв и ухудшающая водный статус растений, не лимитирует распространение дуба черешчатого в изученных условиях, но является причиной формирования низкобонитетных насаждений. Одним из факторов, ухудшающих состояние деревьев в исследуемых засоленных экосистемах, является очень низкая обеспеченность почв калием и фосфором.

ЛИТЕРАТУРА

Романовский М.Г., Мамаев В.В., Селочник Н.Н., Гоптиус Ю.А., Жиренко Н.Г., Кондрашова Н.К., Рубцов В.В., Уткина И.А. Экосистемы Теллермановского леса Отв. ред. В. Осипов. М.: Наука, 2004. 340 с. ISBN 5-02-032649-6.

Уткина И.А., Рубцов В.В. Современные представления о влиянии изменений климата на взаимодействие лесных деревьев и насекомых-фитофагов // Лесной вестник / Forestry Bulletin. 2017. Т. 21. С. 5-12.

Царалунга В.В. Трагедия лесных дубрав // Лесной журнал МГУЛ. 2005. № 6. С.23-30.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ВИРГИНИЛЬНЫХ ОСОБЕЙ *PINUS SIBIRICA* В КРУПНОПАПОРОТНИКОВЫХ ЛЕСАХ СЕВЕРНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

А.А. ЛАЗНИКОВ¹, А.А. АЛЕЙНИКОВ²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение Печоро-Ильчский государственный заповедник, респ. Коми, пос. Якша

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

Детальное исследование особенностей развития подроста разных онтогенетических состояний позволяет лучше понять биологию видов. Кедр сибирской (*Pinus sibirica* (Du Tour) – один из мощных средообразующих видов бореальных лесов, сохранившийся на северо-востоке европейской части России. К настоящему времени описан онтогенез кедра в условиях Западной Сибири (Николаева, Велисевич, Савчук, 2011). Однако экологические и биологические особенности кедра сибирского в условиях темнохвойных лесов Северного Предуралья изучены недостаточно (Ланина, 1963; Непомилуева, 1974). Отсутствуют работы, оценивающие скорость, особенности его восстановления и популяционную структуру после нарушений. Начатые популяционно-онтогенетические исследования естественного возобновления деревьев показали, что в некоторых типах леса плотность подроста (особенно виргинильных особей) кедра крайне

низка и требует детального изучения (Алейников, Ефименко 2012; Ефименко, Алейников, 2015).

В 2017 году были продолжены исследования в темнохвойных крупнопапоротниковых лесах Печоро-Илычского заповедника. Древесный ярус этих сообществ сложен пихтой сибирской (*Abies sibirica*), елью сибирской (*Picea obovata*), кедром сибирским (*Pinus sibirica*) и березой пушистой (*Betula pubescens*). В травяном покрове доминирует крупный папоротник *Dryopteris dilatata* L. (Алейников, Лазников, 2012). Отличительная особенность исследуемого сообщества – история его формирования: 500-600 лет назад оно было затронуто мощным ветровалом. Впоследствии пожары и катастрофические ветровалы отсутствовали. Современная структура и динамика слагающих его ценопопуляций определяются естественными нарушениями – гибелью (вывалы, сломы, усыхание) отдельных деревьев. Цель работы заключалась в определении плотности виргинильных особей кедра сибирского и описании особенности их развития. До виргинильной стадии доживают особи, выдержавшие конкуренцию с подростом более теневыносливых видов (*Abies sibirica*, *Picea obovata*) и мощным травяным покровом, сформированным *Dryopteris dilatata*. Ранее в этом сообществе были заложены 10 пробных площадей (ПП) по 1 га, а летом 2018 года на этих площадях был проведен сплошной пересчет и картирование виргинильных особей кедра, разделенных на 2 подгруппы: ранние виргинильные (v_1) и поздние виргинильные (v_2). У каждой особи определяли высоту, диаметр на высоте 1,3 м, онтогенетическое состояние, жизнённость, место произрастания (микросайт). С помощью возрастного бурава отбирали керны для определения календарного возраста.

В результате, на 10 ПП, были обнаружены только 26 виргинильных особей ($2,6 \pm 0,58$ ос./га), из которых 19 ($1,9 \pm 0,41$ ос./га) отнесены к v_1 и только 7 ($0,7 \pm 0,26$ ос./га) - к v_2 . Виргинильные кедры полностью отсутствовали на 2 ПП (2 га), а на остальных 8 плотность колебалась от 2 до 6 ос./га. Ранние виргинильные кедры отмечены на 8 ПП (от 1 до 4 ос./га), а v_2 - только на 5 (от 1 до 2 ос./га). После подсчета календарного возраста будет определена длительность виргинильного периода у кедра, а также можно будет предположить какие особи выйдут в первый ярус, а какие - погибнут. В сравнении с другими лесобразующими видами темнохвойных лесов – елью и пихтой, плотность которых в исследуемом сообществе исчисляется сотнями, кедр возобновляется единично. Однако вполне возможно, что такая численность виргинильных растений нормальна, ценопопуляция кедра устойчива и будет иметь полночленный онтогенетический спектр с очень низкой плотностью особей.

Работа выполнена в рамках гос. задания ЦЭПЛ РАН и при поддержке РФФИ (проект № 16-04-00395).

ЛИТЕРАТУРА

Алейников А.А., Ефименко А.С. Характеристика естественного возобновления кедра сибирского (*Pinus sibirica*) в крупнопапоротниковых и высокотравных лесах Северного Предуралья // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. 2012. Т. 92. № 9. С. 52-57.

Алейников А.А., Лазников А.А. Пространственная организация крупнопапоротниковых лесов верховьев реки

Печоры // Известия Самарского НЦ РАН. 2012. Т.4. № 1 (5). С. 1180-1183.

Ефименко А.С., Алейников А.А. Роль микро мозаичной организации высокоотравных лесов в естественном возобновлении деревьев в верховьях Печоры / Труды Печоро-Ильчского заповедника. Вып. 17. Сыктывкар, 2015. С. 69-75.

Ланина Л.Б. Сибирский кедр в Печоро-Ильчском заповеднике // Труды Печоро-Ильчского заповедника. Вып. 10. Сыктывкар, 1963. С. 89-219.

Непомилуева Н.И. Кедр сибирский на северо-востоке европейской части СССР. Ленинград, 1974. 184 с.

Николаева С.А., Велисевич С.Н., Савчук Д.А. Онтогенез *Pinus sibirica* на юго-востоке Западно-Сибирской равнины // J. Sib. Fed. Univ. Biol. 2011. Т. 4. С. 3-22.

ТРЕНДЫ В РАСПРОСТРАНЕНИИ ОЧАГОВ ХВОЕ- И ЛИСТОГРЫЗУЩИХ НАСЕКОМЫХ В ЛЕСАХ РОССИИ

Н.И. ЛЯМЦЕВ¹

¹Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, Московская обл., г. Пушкино

Массовые размножения насекомых обусловлены факторами, вызывающими потерю устойчивости лесных экосистем. Для выявления долговременных пространственных тенденций массовых размножений насекомых использовали данные лесопатологического мониторинга (надзора) как наиболее длительных сопоставимых наблюдений (Обзор..., 2010). Составлены электронные таблицы площадей очагов сибирского и соснового шелкопряда, сосновой совки и пяденицы, шелкопряда-монашенки, обыкновенного и рыжего сосновых пилильщиков, пилильщика-ткача звёздчатого, непарного шелкопряда по всем субъектам Российской Федерации с 1977 г. Сопоставление встречаемости очагов за последние 40 лет с данными А.И. Ильинского (Надзор..., 1965) за предшествующий период (до 60-х годов двадцатого века) позволило установить регионы, где очаги насекомых появились впервые или образование очагов прекратилось.

Выявлены долговременная тенденция сокращения очагов массового размножения и увеличения межвспышечного периода наиболее тепло- и сухолюбивых видов (непарный шелкопряд, златогузка) в регионах, где наблюдается уменьшение континентальности климата (Рубцов, Уткина. 2008; Лямцев, 2011).

Для сибирского шелкопряда установлена противоположная тенденция – увеличение площади очагов его массового размножения. В лесном фонде России, по данным наблюдений с 1966 г., очаги встречались ежегодно. Площадь очагов сибирского шелкопряда достигла максимума в 2001 г. (6934228 га в 12 регионах). Впервые отмечены очаги массового размножения в лесах Республики Марий-Эл, Свердловской и Омской областей.

За последние 35 лет произошло изменение зоны очагового распространения у всех перечисленных видов насекомых. В меньшей степени она изменилась у непарного шелкопряда и

особенно сильно – у хвоегрызущих насекомых. Количество регионов, где впервые отмечены очаги варьирует от 3 (сибирский шелкопряд) до 11 (обыкновенный сосновый пилильщик).

В тоже время имеется значительное количество регионов, где очаги (за исключением сибирского шелкопряда) в последние 40 лет не регистрировались, хотя ранее они там наблюдались. Их количество больше, чем территорий, в которых очаги отмечены впервые и варьирует от 9 (сосновый шелкопряд) до 20 (сосновая совка). Например, очаги сосновой совки за последние 40 лет впервые зарегистрированы в 6 регионах России, в то же время в 20 регионах они больше не отмечались (хотя раньше встречались). Наблюдается сокращение территории очагового распространения большинства хвоегрызущих насекомых в европейской части России, и её увеличение в Сибири.

Очаги соснового шелкопряда не наблюдались последние 40 лет, но по данным А.И. Ильинского (Надзор..., 1965) были ранее, в 9 регионах (Брянская, Владимирская, Ивановская, Калининградская, Кировская, Нижегородская, Рязанская, Самарская области и Республика Татарстан).

Аналогичная ситуация с очагами сосновой совки в Белгородской, Брянской, Владимирской, Калининградской, Кировской, Костромской, Курской, Ленинградской, Липецкой, Московской, Нижегородской, Псковской, Смоленской, Тамбовской, Томской, Ульяновской областях; республиках Башкортостан, Марий-Эл, Татарстан, Чувашия.

Очаги сосновой пяденицы не наблюдались последние 40 лет, но были ранее в 12 регионах (Брянская, Владимирская, Ивановская, Калининградская, Курганская, Курская, Московская, Рязанская, Самарская, Смоленская, Тульская области; республика Марий-Эл).

Очаги шелкопряда-монашенки не наблюдались последние 40 лет, но были ранее в 12 регионах (Брянская, Владимирская, Воронежская, Ивановская, Кировская, Костромская, Орловская, Псковская, Смоленская, Тамбовская, Тверская области; республика Марий-Эл).

Очаги непарного шелкопряда не регистрируются последние 40 лет в 14 регионах зоны его массовых размножений (Ивановская, Калужская, Кемеровская, Костромская, Новгородская, Псковская, Сахалинская, Смоленская, Тверская, Томская, Ярославская области; республики Ингушетия, Карачаево-Черкесская, Марий-Эл). Причем в лесах Кемеровской, Новгородской, Псковской, Сахалинской и Томской областей очаги были возможны, а в остальных они отмечались ранее (Надзор..., 1965).

Таким образом, можно говорить об изменении границ зоны очагов, ее «подвижке», и, возможно, о некотором расширении. Просматривается тенденция распространения очагов перечисленных насекомых в восточном и северном направлении.

ЛИТЕРАТУРА

- Лямцев Н.И.* Влияние изменения климата на распространение очагов хвое- и листогрызущих насекомых // Труды Санкт-Петербургского НИИ лесного хозяйства. СПб., 2011. Вып. 1 (24). Ч. 1. С. 247-251.
- Надзор, учет и прогноз массовых размножений хвое- и листогрызущих насекомых в лесах СССР. Под. ред. А.И. Ильинского и И.В. Тропина – М.: Лесная промышленность, 1965. 525 с.
- Обзор санитарного и лесопатологического состояния лесов на землях лесного фонда Российской Федерации за 2010 г. М.: ФГУ Российский центр защиты леса, 2011. 220 с.
- Рубцов В.В., Уткина И.А.* Адаптационные реакции дуба на дефолиацию. Москва, 2008. 302 с.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОКРОВА ПОЖАРООПАСНЫХ ТОРФЯНИКОВ: СРАВНЕНИЕ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

М.А. МЕДВЕДЕВА¹, А.Е. ВОЗБРАННАЯ², А.А. СИРИН¹, А.А. МАСЛОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лесоведения Российской академии наук, Московская обл., с. Успенское

²Федеральное государственное бюджетное учреждение Национальный парк «Мещера», г. Гусь-Хрустальный

С начала 1990-х было заброшено без требуемой рекультивации много торфяников, осушенных и освоенных для добычи торфа, преимущественно фрезерным способом. Их рекультивации не проводилось и они стали основными объектами торфяных пожаров (Сирин и др., 2011). Наиболее эффективный путь снижения пожарной опасности таких земель, при отсутствии оснований возвращения их в хозяйственный оборот, – обводнение и искусственное заболачивание. Это требует определения первоочередных объектов обводнения и последующего мониторинга для оценки эффективности этих мероприятий. Эти объекты часто имеют значительные размеры, труднопроходимы и сложны для наземного картографирования. Их растительный покров отличается мозаичностью и разнонаправленной динамикой из-за чувствительности к погодно-климатическим условиям и периодического воздействия торфяных пожаров (Медведева и др., 2016, 2017).

За последние десятилетия мультиспектральные спутниковые данные стали незаменимым инструментом оценки состояния поверхности Земли, пространственной структуры и мозаики растительного и земельного покрова, анализа его временной динамики под влиянием природных и антропогенных факторов, выявления и оценки внешних воздействий, прогноза и принятия управленческих решений для задач рационального природопользования и повышения экологической безопасности (Барталев и др., 2008; Жирин и др., 2017; Кравцова, Лошкарева, 2013; Медведева и др., 2010, 2011б и др.).

На примере Национального парка «Мещера» (Владимирская область) проведено сравнение результатов классификации с использованием спутниковых данных Spot-5, Spot-6, Landsat-7 за 2013 год и Landsat-8 и Sentinel-2 за 2016 год. Исходя из предшествующего исследования (Медведева и др., 2011а), метод классификации с обучением минимального расстояния и данные Landsat-5/7 были определены как базовые и приемлемые для решения поставленных задач.

Проведено сопоставление между наземными данными и результатами классификации разных спутниковых данных методом минимального расстояния. Для данных Spot-6 дополнительно проведена процедура классификации ISIDATA. Для оценки точности результатов классификации систематическим отбором с шагом 100 м в рамках указанных объектов был сформирован набор проверочных участков (20×20 м): 480 для 2013 года и 419 для 2016 года. Они равномерно охватывали все рассматриваемые классы растительного покрова. Результаты классификации оценивались с использованием полных матриц ошибок.

Установлена близкая точность результатов классификации для данных Landsat-7 и Spot-5 – 95%, что позволяет использовать их совместно. Точность классификации данных Spot-6 без коротковолнового инфракрасного диапазона (SWIR), даже при улучшении методом ISODATA с 73% до 80%, оценена как недостаточная для мониторинга состояния заброшенных торфоразработок из-за перемешивания участков открытого торфа с участками гидрофильной растительности и другими классами земного покрова (Сирин и др., 2016; Медведева и др., 2017; Sirin et al., 2018). Точность выделения рассматриваемых классов для обоих наборов данных Landsat-8 и Sentinel-2 за 2016 год оказалось высокая – 95% и 97%, соответственно. Это подтверждает более высокую точность классификации данных Sentinel-2 с пространственным разрешением 10-20 м по сравнению с Landsat-7–30 м (Sirin et al., 2018). Таким образом, полученные результаты показали возможность и условия использования снимков разных спутниковых приборов для комбинации разных типов данных и временных рядов.

ЛИТЕРАТУРА

Барталев С.А., Жижин М.Н., Лупян Е.А., Матвеев М.Ю., Матвеев А.М., Медведева М.А., Савин И.Ю., Толпин В.А. Возможности исследований влияния изменений климата на состояние растительного покрова: концепция проекта CLIVT // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. Сборник науч. статей. М.: ООО «Азбука–2000», 2008. Вып. 5. Т. II. С. 272-278.

Жирин В.М., Эйдлина С.П., Князева С.В., Золина Т.А. Возможности использования материалов космической съемки Landsat для лесоинвентаризации резервных лесов Севера-Востока страны // Леса России: политика, промышленность, наука, образование. 2017. С. 42-44.

Кравцова, В.И., Лошкарева А.Р. Динамика растительности зкотона тундра-тайга на Кольском полуострове в связи с климатическими колебаниями // Экология. 2013. № 4. С. 275-283.

Медведева М.А., Савин И.Ю., Барталев С.А., Лупян Е.А., Исаев В.А. О некоторых факторах многолетней динамичности растительности пахотных угодий Северной Евразии // Вестник РАСХН. 2010. Вып. 5. С. 36-37.

Медведева М.А., Возбранная А.Е., Барталев С.А., Сирин А.А. Оценка состояния заброшенных торфоразработок по многоспектральным спутниковым данным // Исследование Земли из космоса. 2011а. № 5. С. 80-88.

Медведева М.А., Савин И.Ю., Барталев С.А., Лупян Е.А. Использование данных NOAA–AVHRR для выявления многолетней динамики растительности Северной Евразии // Исследования Земли из космоса. 2011б. № 4. С. 55-62.

Медведева М.А., Сирин А.А., Маслов А.А., Гульбе А.Я., Гульбе Я.И., Валяева Н. А., Цыганова О.П., Глухова Т.В., Возбранная А.Е. Анализ состояния заброшенных торфоразработок и агроценозов по спутниковым и наземным данным. // Изучение, сохранение и восстановление естественных ландшафтов: сборник статей VI Всерос. с межд. участием научно–практической конф. (26–30 сент. 2016 года). М.: Планета, 2016. С. 243-246.

Медведева М.А., Возбранная А.Е., Сирин А.А., Маслов А.А. Возможности различных многоспектральных спутниковых данных для оценки состояния неиспользуемых пожароопасных и обводняемых торфоразработок // Исследование Земли из космоса. 2017. № 3. С. 76–84. doi:10.7868/S0205961417020051

Сирин А.А., Минаева Т.Ю., Возбранная А.Е., Барталев С.А. Как избежать торфяных пожаров? // Наука в

России. 2011. № 2. С. 13-21.

Сирин А.А., Медведева М.А., Возбранная А.Е., Маслов А.А. Космический мониторинг состояния заброшенных и обводняемых торфяников в лесной зоне // *Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении, лесном хозяйстве и экологии.* М.: ЦЭПЛ РАН, 2016. С. 213-217.

Sirin A., Medvedeva M., Maslov A., Vozbrannaya A. Assessing the Land and Vegetation Cover of Abandoned Fire Hazardous and Rewetted Peatlands: Comparing Different Multispectral Satellite Data // *Land.* 2018. Vol. 7. № 71. 22 p. doi:10.3390/land7020071.

ЛИХЕНОБИОТА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ЛЕСНЫХ И ПАРКОВЫХ СООБЩЕСТВ ПРОЕКТИРУЕМОГО МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА «РОДИНА П.П. СЕМЕНОВА-ТЯН-ШАНСКОГО»

Е.Э. МУЧНИК¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лесоведения
Российской академии наук, Московская область, Одинцовский район, с. Успенское

Территория историко-культурного и природного комплекса, на которой планируется создание Музея-заповедника «Родина П.П. Семенова-Тян-Шанского», расположена на стыке двух областей, охватывая восточную часть Милославского района Рязанской области и северную часть Чаплыгинского района Липецкой области. В географическом отношении это долина реки Рановы, включая прилегающие к ней овраги и балки. На значительном протяжении р. Ранова протекает по Окско-Донской равнине, но является правым притоком р. Проня, относящейся к Волжскому бассейну (Климов и др., 2016). Общая площадь будущего музея-заповедника составляет 11489,6 га, из них 1360 га (11,8 %) – лесные и парковые сообщества. В пределах проектируемого музея-заповедника расположены несколько памятников природы: «Дубняк», «Зеркалы», «Болото Уткино», «Парк в Рязанке», «Парк в Урусово», «Саликов сад».

Первые лишенологические исследования на описываемой территории проводились нами в 2009 и 2011 гг., охватывали небольшую часть низовья балки «Зеркалы» и участок парка в Рязанке. Были выявлены 36 видов лишайников, наиболее интересные находки опубликованы (Мучник, Конорева, 2012). Летом 2018 г. изучение лишенобиоты было возобновлено в составе комплексной экспедиции «Мураевенская волость». Обследованы все упомянутые памятники природы, а также несколько других участков: лес Кукуй, балка «Точилка», леса на склоне р. Ранова близ урочища «Городок» и некоторые другие.

Исследования проводились маршрутным методом. Сбор и камеральная обработка материалов осуществлялись с использованием общепринятых лишенологических методик. Собрано более 500 образцов, большая часть из них идентифицированы. По предварительным итогам, лишенобиота территории проектируемого Музея-заповедника включает 120 видов из 66 родов, принадлежащих 29 семействам лишайников и близких к ним грибов.

Около 70% общего списка (83 вида) произрастают в лесах и старинных парках, причем, 45

видов являются специфичными для тех или иных типов сообществ. Так, в дубравах (байрачных, водораздельных и пойменных) собраны 66 видов, 28 (42,4 %) из них специфичны на обследованной территории для данных сообществ. В мелколиственных лесах (березняках, ивняках, осинниках и ольшаниках) выявлены 41 вид, из них 10 (24,4 %) специфичных. В старинных парках обнаружены 35 видов, специфичных 7 (20 %). В лесопосадках (сосновых и лиственных) произрастают 24 вида, но специфичных среди них нет.

Среди выявленных видов немало редких и интересных, индицирующих высокую биологическую ценность обследованных лесных и парковых сообществ. В первую очередь, следует отметить находки редких для территории Центральной России и новых для Центрального Черноземья (далее ЦЧР) *Hypogymnia farinacea* Zopf, *Nephroma parile* (Ach.) Ach., *Phaeocalicium polyporaеum* (Nyl.) Tibell, *Steinia geophana* (Nyl.) Stein, *Trapelia placodioides* Coppins et P. James, а также *Flavoparmelia caperata* (L.) Hale (вторая находка в ЦЧР). Номенклатура здесь и далее дана согласно обновляемой сводке А. Nordin et al. (2011). К редким в ЦЧР видам относятся *Anisomeridium polypori* (Ellis et Everh.) M.E. Barr., *Arthonia exillis* (Flörke) Anzi, *A. mediella* Nyl., *A. punctiformis* Ach., *Graphis scripta* (L.) Ach., *Gyalolechia flavorubescens* (Huds.) Søchting et al., *Julella fallaciosa* (Stizenb. ex Arnold) R.C. Harris, *Physconia perisidiosa* (Erichsen) Moberg, *Thelocarpon laureri* (Flot.) Nyl, *Tuckermannopsis chlorophylla* (Willd.) Hale. К этой же категории следует причислить *Inoderma byssaceum* (Weigel) Gray – индикатор старовозрастных лесных и парковых сообществ на Северо-Западе России (Гимельбрант, Кузнецова, 2009), сохраняющий индикаторные свойства в лесостепной зоне (Мучник, 2015), аналогично *Melanelixia subargentifera* (Nyl.) O. Blanco et al. и *Parmelina tiliacea* (Hoffm.) Hale. Кроме того, выявлены новые местонахождения 4-х видов лишайников, занесенных в Красную книгу Липецкой области (2015): *Hypogymnia tubulosa* (Schaer.) Nav., *Melanohalea olivacea* (L.) O. Blanco et al., *Platismatia glauca* (L.) W.L. Culb. et C.F.Culb. и *Ramalina fraxinea* (L.) Ach.

Благодарности. Огромная признательность М.В. Казаковой (Рязанский госуниверситет им. С.А. Есенина) и Н.Н. Поповой (Воронежский институт физической культуры и спорта) за помощь в полевых исследованиях; Л.А. Конорева и С.В. Чеснокову (Ботанический институт им. Комарова РАН) за проверку и идентификацию некоторых гербарных образцов. Благодарю А.Ю. Карандеева (Липецкий госуниверситет им. П.П. Семенова-Тян-Шанского) за данные о лесистости территории.

Исследование выполнено при поддержке гранта Русского Географического общества № 05/2018-Р от 18.06.2018 г. «Комплексная экспедиция «Мураевенская волость» на территорию проектируемого музея-заповедника «Родина П.П. Семенова-Тян-Шанского».

ЛИТЕРАТУРА

Гимельбрант Д.Е., Кузнецова Е.С. Лишайники // Выявление и обследование биологически ценных лесов на

Северо-Западе Европейской части России. Т.2. пособие по определению видов, используемых при обследовании на уровне выделов. СПб., 2009. С. 93-138.

Климов Д.С., Богданов А.А., Карандеев А.Ю., Беляева Л.Н. Справочник-путеводитель «Родина П.П. Семёнова-Тян-Шанского». Воронеж: Издат-Принт, 2016. 128 с.

Красная книга Липецкой области : в 2 т. Изд. 2-е, перераб. Т. 1 : Растения, грибы, лишайники/ науч. ред. А. В. Щербаков. Липецк: Веда социум, 2014. 696 с.

Мучник Е.Э. Лишайники как индикаторы состояния лесных экосистем центра европейской России // Лесотехнический журнал, 2015. Т. 5, №3(19). С. 65-76.

Мучник Е.Э., Конорева Л.А. Дополнения к флоре лишайников Рязанской области // Новости систематики низ-ших растений. Т. 46. СПб., М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. С.174-189.

Nordin A., Moberg R., Tønsberg T., Vitikainen O., Dalsätt Å., Myrdal M., Snitting D., Ekman S. Santesson's Checklist of Fennoscandian Lichen-forming and Lichenicolous Fungi. Version 29. April 2011. Electronic data. URL: <http://130.238.83.220/santesson/home.php> (accessed: 08.09.2018)

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КУРШСКАЯ КОСА» НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ

**А.Д. НИКИТИНА¹, С.В. КНЯЗЕВА¹, С.П. ЭЙДЛИНА¹, Е.В. ТИХОНОВА¹,
Е.А. ГАВРИЛЮК¹, Н.В. КОРОЛЕВА¹**

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

Цель данного исследования состоит в оценке изменений площадной структуры основных типов растительности национального парка "Куршская коса" за 2007-2017 гг. на основе разновременных мультиспектральных спутниковых данных высокого пространственного разрешения.

Особенностью Куршской косы является наличие незакрепленных песков, на долю которых приходится около 15% территории. Силами сотрудников парка организованы ежегодные наземные обследования авантюны, позволяющие оперативно выявлять локальные очаги размыва и дефляции прибрежного дюнного вала. Мониторинг состояния авантюны и лесов, закрепляющих пески, является одной из первоочередных задач для сохранения ландшафтов национального парка «Куршская коса», а использование ДДЗ позволит минимизировать трудозатраты при его проведении.

В работе использованы разновременные космические снимки с пространственным разрешением 10 м, полученные со спутников Alos (снимок 2007 г.) и Sentinel-2 (снимок 2017 г.). Даты съемки выбраны ближе к середине вегетационного периода. Проведены автоматизированное дешифрирование космических снимков методом Random Forest и оценка количественных изменений площадных характеристик растительного покрова Куршской косы за период 2007-2017 гг., а также составлены карты динамики основных показателей мониторинга экосистем на территории национального парка.

Выявлены участки с высокими значениями динамики показателей в негативном тренде, ведущим к снижению устойчивости природных комплексов Куршской косы. Со стороны залива

наблюдается увеличение лесистости и доли песков, покрытых растительностью, за счет лесовосстановительных мероприятий. Со стороны морского побережья происходит увеличение доли развеваемых песков в результате разрушения авандюны под воздействием ветро-волновой и рекреационной нагрузки.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 17-05-01129 в рамках исследования по теме Государственного задания ЦЭПЛ РАН №0110-2018-0001 «Концепция спутникового мониторинга состояния и динамики лесных экосистем».

РАЗМЕРНАЯ СТРУКТУРА ДРЕВОСТОЕВ ЛИШАЙНИКОВЫХ СОСНЯКОВ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ

А.Ф. ОСИПОВ¹, И.Н. КУТЯВИН¹, Н.В. ТОРЛОПОВА¹, Е.А. РОБАКИДЗЕ¹, К.С. БОБКОВА¹

¹Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар

Под размерной структурой или строением древостоев в лесных экосистемах понимают закономерное распределение деревьев по таксационным показателям, которые изменяются как в пространстве, так и во времени и является результатом комплексного взаимодействия лесорастительных условий, стадии развития ценоза и истории влияния экзогенных факторов. Цель настоящей работы – определить строение древостоев среднетаёжных сосняков лишайниковых. Для ее достижения решались следующие задачи: 1) охарактеризовать ряды распределения деревьев и запаса стволовой древесины по ступеням толщины в древостоях; 2) вывести обобщенное уравнение зависимости высоты деревьев сосны от диаметра ствола и показать возможности его применения.

Исследования проведены в подзоне средней тайги на территории лесных стационаров Института биологии Коми НЦ УрО РАН (Чернамского и Ляльского) и в буферной зоне Печоро-Илычского биосферного заповедника. Работа выполнена на девяти постоянных пробных площадях (ППП) заложенных в сосняках лишайниковых разных стадий развития. Размеры ППП варьировали от 0.12 до 0.40 га и зависели от числа деревьев преобладающего элемента леса: 250 – в средневозрастных, 150–200 – спелых, 120–150 экз. – перестойных насаждениях. Во время перечета на ППП у всех деревьев измеряли диаметр на высоте 1.3 м с одновременным взятием древесных кернов. Высоты определяли у 20–70 деревьев на ППП высотомером Haglof. Для каждого исследуемого сосняка выводили логарифмическое уравнение зависимости высоты дерева от диаметра ствола. Подсчет годичных колец на кернах проводили на приборе Lintab 5. Таксационная обработка выполнена стандартными методами согласно Лесотаксационному справочнику (2012).

Проведен статистический анализ рядов распределения деревьев сосны по диаметру и

высоте ствола. Установлено, что коэффициент вариации высоты в древостоях сосняков изменяется от 9 до 30 %, а асимметрия близка к нулевому значению, что свидетельствует о почти нормальном распределении деревьев. В отличие от высот коэффициент вариации диаметра колеблется от 35 до 67 %, что показывает растянутость распределения деревьев сосны в насаждениях по этому показателю. Мы проанализировали вклад деревьев разных ступеней толщины в общую густоту и объем накопленной древесины в древостое. В средневозрастных и приспевающих насаждениях 41–55 % от количества деревьев и 32–41 % от запаса древесины приходится на ступень толщины, соответствующую среднему диаметру дерева в древостое и на две соседние ступени. В спелых и перестойных сосняках эти величины составили 6–48 и 4–46 %, соответственно, что характеризует наличие на этих стадиях развития нескольких поколений деревьев в древостоях.

В практике лесного хозяйства особое значение имеет прогноз числа деревьев разной крупности и запаса древесины в них. Знание закономерностей распределения деревьев по толщине в чистых по составу древостоях упрощает расчёт выхода сортиментов. Выявлена статистически достоверная взаимосвязь (положительная и отрицательная) между средним диаметром дерева и количеством крупномерных и тонкомерных деревьев, тогда как корреляции между средним диаметром дерева и запасом древесины в крупномерных и деревьях средних ступеней толщины не обнаружено.

При натурных обследованиях достаточно трудоемким и длительным по времени является процесс измерения высоты деревьев. Поэтому актуально выведение обобщенного уравнения зависимости, позволяющего оценить высоту деревьев по данным измерения диаметров. Для выведения уравнения связи диаметра с высотой дерева мы использовали результаты 345 замеров высоты и диаметра деревьев сосны. Установлено, что взаимосвязь между изучаемыми параметрами описывается логарифмическим уравнением ($H=4.96 \times \text{LN}(D_{1.3})-0.45$) с достаточно высоким уровнем аппроксимации тренда ($R^2=0.55$; $\text{SEE}=1.72$). Мы проверили, как соотносятся данные расчета средней высоты древостоя по фактическим измерениям высот для конкретного сосняка и показателям, полученным по обобщенному уравнению. Различия средней высоты древостоя по фактическим и расчетным данным в древостоях лишайниковых сосняков варьировали от 1 до 29 %, как в сторону увеличения, так и уменьшения. Следовательно, обобщенное регрессионное уравнение взаимосвязи высоты дерева от его диаметра можно использовать для определения высоты деревьев среднетаежных лишайниковых сосняков на европейском северо-востоке России.

ЛИТЕРАТУРА

Лесотаксационный справочник по северо-востоку европейской части Российской Федерации: нормативные материалы для Ненецкого автономного округа, Архангельской, Вологодской областей и Республики Коми. Архангельск: Правда Севера, 2012. 672 с.

К СОЗДАНИЮ КОНТРОЛИРУЕМОГО ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИНЦИПОВ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ТИПОВ ЛЕСА

Б.С. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад–институт Дальневосточного отделения Российской Академии наук., г. Владивосток

Необходимость перехода на принципы устойчивого, многоцелевого лесопользования, охраны и восстановления лесных ресурсов обуславливает использование генетической классификации типов леса, основанной на изучении лесообразовательного процесса. В настоящее время практика лесопользования на Дальнем Востоке практически не использует генетическую классификацию лесов. В связи с этим есть необходимость лаконично отразить основные принципы генетической классификации. Основоположник этой классификации – Б.А. Ивашкевич (1933) предложил вносить признаки лесообразовательного процесса в типологию лесов. Тип леса должен характеризоваться условиями местопроизрастания, господствующей древесной породы и характером развития древостоя. Тип леса, по Б.А. Ивашкевичу (1933), объединяет большое число “типов древостоев” (типов насаждений) представляющих звенья лесообразовательного процесса.

Б.П. Колесников (1956), развивая идеи Б.А. Ивашкевича (1933) о классификации лесов с учетом их процесса образования, предложил понимать лесообразовательный процесс, как совокупность всех явлений возникновения, развития, разрушения и смены лесных насаждений, сопровождающих эволюцию лесного покрова. Он писал, что “лесообразовательный процесс имеет стадиальный характер и складывается из циклично-спирального чередования взаимосвязанных, но качественно различных по лесорастительному эффекту стадий, циклов, этапов, фаз, периодов и эпох, как разного ранга последовательных звеньев формирования и эволюции растительного покрова” (стр. 115).

Тип леса в понимании Б.П. Колесникова (1956) является “качественно обособленным звеном в генетическом ряду развития лесной растительности определенной лесорастительной (ландшафтно-генетической) области, этапом присущего ей лесообразовательного процесса. К одному типу леса относятся участки леса (насаждения, лесные биогеоценозы), принадлежащие к различным стадиям возрастных и коротко-восстановительных смен, свойственных данному типу условий местопроизрастания и характеризующихся общностью главной породы, а также других пород, закономерно сопутствующих главной на всех стадиях указанных смен” (стр. 147). Итак, под лесообразовательным процессом следует понимать совокупность явлений возникновения, развития и разрушения леса, созданного естественным или искусственным путем,

закономерно и последовательно развивающихся на земной поверхности, реализующихся в определенных физико-географических условиях в ходе возрастного развития лесообразователей.

Для оценки особенностей лесообразовательного процесса целесообразно изучать признаки сукцессий: прогрессивность и регрессивность, сукцессионное разнообразие, повторяемость, масштабность, дифференцированность, прогнозируемость, длительность сукцессии и их временных этапов, сложность сукцессий (Седых, Максютлов, 2016).

Использование такого подхода позволит реализовать возможность выйти на всестороннее изучение лесообразовательного процесса, как основы его управления через лесохозяйственные меры. Пути такого подхода рассмотрены ранее нами, через создание геоинформационной системы лесной растительности Приморского края, используя методы многомерного анализа соотношения растительности с экологическими факторами (Семкин, Петропавловский и др., 1986), эколого-географического анализа лесной растительности (Петропавловский, 2004), с помощью которых создаются базы данных по сопряженности ведущих факторов среды с показателями структуры и функционирования лесных экосистем на уровне типов леса на основе сбора исходного материала по лесной растительности (используются массовые лесотаксационные описания) и факторов среды в точках регулярной сетки – в углах элементарных пространственных ячейках, размером соизмеримых с площадью выявления, практически 5 x 5 км в натуре (Петропавловский, 1982). Такой подход позволяет составлять экологические паспорта лесообразующих видов и типов леса, восстанавливать былые, коренные, ареалы, что, сравнивая с современными ареалами позволяет выявлять антропогенную и естественную динамику лесной растительности (Петропавловский, 2004). Результаты исследований в данном направлении являются основой организации и проведения мониторинга лесов, в решении актуальных задач в области лесной геоботаники, лесоведения.

ЛИТЕРАТУРА

- Ивашкевич Б.А.* Дальневосточные леса и их промышленная будущность. Хабаровск: ОГИЗ-Дальгиз, 1933. 168 с.
- Колесников Б.П.* Кедровые леса Дальнего Востока // Тр. ДВФ СО АН СССР. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. 2 (4), сер. бот. 262 с.
- Петропавловский Б.С.* Некоторые подходы к разработке биогеографической сетки для задач мониторинга растительного покрова // Локальный мониторинг растительного покрова. Владивосток, 1982. С. 3-10.
- Петропавловский Б.С.* Леса Приморского края: (эколого-географический анализ). Владивосток: Дальнаука, 2004. 317 с.
- Седых В.Н., Максютлов Ш.Ш.* Генетическая типология лесов в решении задач современного лесоводства. Новосибирск. Наука, 2016. 108 с.
- Семкин Б.И., Петропавловский Б.С. и др.* О методе многомерного анализа соотношения растительности с экологическими факторами // Ботан. журн., 1986. Т. 71. № 9. С. 1167-1981.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНЫХ РЕЖИМОВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ЛОКАЛЬНОМ УРОВНЕ

А.С. ПЛОТНИКОВА¹, А.О. ХАРИТОНОВА¹, Д.В. ЕРШОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

Как известно, лесные пожары являются неотъемлемой составляющей эволюции лесных экосистем (Швиденко и Щепашенко, 2013). С одной стороны, низовые пожары при определенных условиях способствуют предотвращению снижения продуктивности лесов, развития процесса заболачивания и распространения зеленого опустынивания. С другой стороны, лесные пожары оказывают негативные последствия в виде смены гидрологического режима, потери почвенного плодородия, а также сокращения видового и ландшафтного разнообразия. Для оценки степени воздействия огня на экосистемы, приводящего к полному или частичному изменению состояния и видового разнообразия растительности на многие годы, вводится понятие пожарного режима (Агее, 1993). Пожарный режим в лесах понимается как исторически сложившийся процесс, определяющий условия возникновения, распространения и развития пожаров и их длительно-временные последствия в экосистемах лесного ландшафта (Валендик и Иванова, 2001).

В настоящем исследовании была поставлена цель – разработать метод оценки и картографирования современных и исторических пожарных режимов лесных экосистем на локальном пространственном уровне. В качестве района исследования была выбрана территория Печоро-Илычского заповедника и его окрестностей – Курьинского и Якшинского участков лесничеств.

Исходными данными при определении пожарных режимов послужили: история пожаров на территории Печоро-Илычского заповедника, начиная со второй половины XIX века, полученная в рамках исследования (Алейников и др., 2015); данные об очагах пожаров, детектированных авиационными и наземными способами мониторинга за период с 1987 по 2011 годы (Лупян и др., 2013); данные дендрохронологической реконструкции пожаров в сосновых лесах в окрестностях заповедника за 600-летний период (Drobyshev et al., 2004).

Разработанный метод определения пожарных режимов лесных экосистем на локальном уровне предполагает применение классификации LANDFIRE (Landscape Fire and Resource Management Planning Tools) (Barrett et al., 2010). Метод базируется на анализе повторяемости пожаров на всем временном интервале исследования и степени повреждения огнем растительности для каждой пространственной единицы картографирования. В рамках работы метода выполняется выбор пространственных единиц картографирования пожарных режимов на основе границ

водосборных бассейнов рек, подробное описание которого приведено в работе (Плотникова и др., 2017).

В соответствии с подходом, принятым в LANDFIRE, на территориях пространственных единиц последовательно вычисляются эталонный (исторический) и современный периоды повторяемости пожаров. Вначале вычисляется эталонный период как среднее число лет между пожарами. Далее на основании эталонного периода определяется современный с учетом средней ежегодной пройденной огнем площади леса. На заключительном этапе метода выполняется классификация и картографирование пространственных единиц в соответствии со схемой LANDFIRE по двум параметрам: преобладающая степень повреждения (низкая или средняя; высокая; отсутствует) и современный период повторяемости пожаров (0-35 лет; 35-200 лет; более 200 лет).

В результате проведенного исследования созданы карты современных и исторических пожарных режимов лесных экосистем на территорию Печоро-Илычского заповедника и его окрестностей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке фонда РФФИ (проект № 17-05-00300).

ЛИТЕРАТУРА

Алейников А.А., Тюрин А.В., Симакин Л.В., Ефименко А.С., Лазников А.А. История пожаров в темнохвойных лесах Печоро-Илычского заповедника со второй половины XIX века по настоящее время // Сибирский лесной журнал. 2015. № 6. С. 31-42.

Валендик Э.Н., Иванова Г.А. Пожарные режимы в лесах Сибири и Дальнего Востока // Лесоведение. 2001. № 4. С. 69-76.

Лулян Е.А., Еришов Д.В., Барталев С.А., Исаев А.С. Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров и их последствий: результаты последнего десятилетия и перспективы // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: доклады V Всероссийской конференции, посвященной памяти выдающихся ученых-лесоводов В.И. Сухих и Г.Н. Коровина. М.: ЦЭПЛ РАН, 2013. С. 40-43.

Плотникова А.С., Еришов Д.В., Харитонова А.О. Использование ГИС-технологий при картографировании пожарных режимов лесных экосистем Печоро-Илычского заповедника // Геодезия, картография, геоинформатика и кадастры. От идеи до внедрения. Сб. материалов II междунар. Науч.-практ. конф. 08-10 ноября 2017 г., Санкт-Петербург / Науч.ред. О.А. Лазебник. – СПб.: Политехника, 2017. С. 464-470.

Швиденко А.З., Щепаченко Д.Г. Климатические изменения и лесные пожары в России // Лесоведение. 2013. № 5. С. 50-61.

Agee J.K. Fire ecology of Pacific Northwest forests. Island Press: Washington, D.C. 1993. 493 pp.

Barrett S.W., Havlina D., Jones J., Hann W., Frame C., Hamilton D., Schon K., Demeo T., Hutter L., Menakis J. Interagency Fire Regime Condition Class Guidebook. Version 3.0, 2010. Available at: https://www.landfire.gov/frc/frc_guidebooks.php (August 08, 2018).

Drobyshev I., Niklasson M., Angelstam P., Majewski P. Testing for anthropogenic influence on fire regime for a 600-year period in the Jaksha area, Komi republic, East European Russia // Canadian Journal of Forest Research. 2004. T. 34. № 10. pp. 2027-2036.

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ГИС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАЗЕМНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ К ОЧАГАМ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Е.С. ПОДОЛЬСКАЯ¹, Д. В. ЕРШОВ¹, К. А. КОВГАНКО¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

В настоящее время геоинформационные системы активно используются в деятельности по охране лесов (Олейников и др., 2014), которая имеет особую актуальность в последние десятилетия для территории России (Котельников и др., 2017). В применении к организации очагов лесных пожаров известны модули и расширения как коммерческого программного обеспечения, так и open source, позволяющие решать транспортную задачу наземного и воздушного доступа, помогать в логистике перемещения пожарных бригад и специальной техники.

На примере ArcGIS Network Analyst показаны стандартные возможности расширения при построении наземной транспортной сети и решении задачи доступа к очагам лесных пожаров для тестового региона (Иркутской области) (Подольская и др., 2017).

Для построения транспортной модели региона была использована российская цифровая база геоданных с дорогами общего пользования и просеками обзорно-топографического масштаба 1:200 000. При настройке сети Network Analyst позволяет одновременно учитывать несколько параметров, практически показан учет времени доступа и скорости передвижения с поправкой за рельеф, рабочий процесс состоит из пошаговой инструкции. Скорость передвижения специальной техники с учетом рельефа, по своей сути, являются необходимым параметром для решения транспортной задачи в контексте управления лесными пожарами, особенно в регионах, территорию которых характеризует значительный перепад высот.

Даны примеры построения кратчайших маршрутов передвижения по дорогам общего пользования и просекам от пожарно-химических станций до пожаров для архива дистанционно детектированных лесных пожаров 2002-2017 гг. Иркутской области. Анализ маршрутов до пожаров, зарегистрированных в наземной зоне охраны, показал, что порядка 70% пожаров указанного периода имеют доступность менее трех часов. Вместе с тем, если говорить о расположении всех очагов лесных пожаров в регионе, то в этом случае построенные маршруты с характеристикой доступа “в пределах трех часов” показывают возможность расширения наземной зоны (и, соответственно, сокращение авиационной).

Транспортная модель региона может быть перестроена при необходимости, добавлены или изменены ее атрибуты, что может являться одним из этапов подготовки региона к пожароопасному сезону в субъекте административного деления России.

ЛИТЕРАТУРА

Котельников Р. В., Коршунов Н. А., Гиряев Н. М. Задачи принятия решений в области охраны лесов от пожаров: основные приоритеты развития информационного обеспечения // Сибирский лесной журнал. 2017. № 5. С. 18–24.

Олейников В. Т., Марков А. Г. Проблемы разработки и использования геоинформационных систем в подразделениях МЧС России // Пожаровзрывобезопасность. 2014. № 8. С. 32-35.

Подольская Е.С., Ковганко К.А., Еришов Д.В., Плотникова А.С. Создание геоинформационной модели планирования оптимального маршрута перемещения наземных сил и средств к месту тушения лесных пожаров// Тезисы для II Международной научно-технической конференции “Леса России: политика, промышленность, наука,

образование». СПб., 2017. С. 200-202.

К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ю.А. ПОЛЕВЩИКОВА¹, Е.Н. ДЕМИШЕВА¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования Поволжский государственный технологический университет, г. Йошкар-Ола

Леса имеют большую значимость в биоразнообразии земли, непосредственно с ними связано существование растительного и животного миров. Ряд лесных экосистем в России находится в катастрофическом состоянии. Причинами, по мнению ученых, являются вырубка лесов, лесные пожары, непосредственно механическое воздействие на растения, нарушение почвенного покрова и увеличение рекреационной нагрузки. В связи с постоянно усиливающимся антропогенным воздействием на лесные экосистемы актуальной становится своевременная оценка их устойчивости.

В настоящее время данные дистанционного зондирования (ДЗЗ) Земли все активнее используются для решения различного рода задач, а при проведении мониторинга устойчивости лесных экосистем эти данные и результаты их обработки играют важную роль (Ghiyamata et al., 2011; Stevens et al., 2007; Volcani et al., 2005). Особенностью применения ДЗЗ в области оценки лесных ресурсов является возможность обеспечения последовательного измерения состояния поверхности, обнаружения как резких, так и медленных изменений во времени.

Геоинформационные технологии широко применяются и при исследовании негативного воздействия промышленных предприятий и других техногенных территорий на окружающую среду, в том числе и лесную растительность. Российские ученые (Терентьева и др., 2012) занимались выявлением негативного воздействия машиностроительных предприятий на окружающую среду по данным аэрокосмической съемки.

Ежегодно проводится мониторинг состояния лесов, подвергшихся воздействию ослабляющих факторов: пожаров, засухи, повреждению вредителями и болезнями. Многие зарубежные и российские исследователи выдвигают свои версии и предлагают различные варианты по оценке точных изменений, происходящих в лесном покрове.

Одной из стран, идущих по пути устойчивого управления лесами, является Канада. Одним из первых шагов стало создание основных критериев и индикаторов устойчивого управления лесами. Но проблема изменения климата ведет к снижению их эффективности, тем самым указывая на необходимость обновления.

Анализ литературы выявил, что антропогенные изменения климата могут повлиять на

биогеографию и структуру различных экосистем, а именно австралийских экосистем (Laurance et al., 2011), лесов Европы (Linder et al., 2010), лесов Северной Америки (Chmura et al., 2011; Rehfeldt et al., 2012), бореальных и арктических лесов (Chapin et al., 2000), полузасушливых и засушливых прибрежных зон, и прибрежных экосистем (Gilman et al., 2008; Simas et al., 2001).

Таким образом, в настоящее время данные ДЗЗ все активнее используются для решения различных задач, а при проведении мониторинга состояния окружающей среды эти данные и результаты из обработки играют важную роль. В России при помощи данных ДЗЗ эффективно решаются многие задачи лесного хозяйства, такие как инвентаризация и мониторинг лесов, охрана лесов от пожаров и защита от вредных насекомых, оценка лесопользования и обнаружение незаконных рубок.

ЛИТЕРАТУРА

Терентьева В.В., Финогентова О.В., Глущенко О.Н. Выявление негативного воздействия машиностроительных предприятий на окружающую среду по данным аэрокосмической съемки // Современное машиностроение. Наука и образование. 2012. V. 2. С. 711-719.

Chapin F.S., Mcguire A.D., Randerson J., Pielke R.Sr., Baldocchi D., Hobbie S.E., Roulet N., Eugster W., Kasischke E., Rastetter E.B., Zimov S.A., Running S.W. Arctic and boreal ecosystems of western North America as components of the climate system // *Global Change Biology*. 2000. Volume 6, Issue S1. P. 211-223.

Chmura, D.J., Andersonb P.D., Howea G.T., Harringtonc C.A., Halofskyd J.E., Petersond D.L., Shawe D.C., Clair J.B. Forest responses to climate change in the northwestern United States: Ecophysiological foundations for adaptive management // *Forest Ecology and Management*. 2011. V. 261. P. 1121-1142.

Ghiyamata A., Shafria Z.M. A review on hyperspectral remote sensing for homogeneous and heterogeneous forest biodiversity assessment // *International Journal of Remote Sensing*. 2011. Vol. 31, No. 7. P. 1837-1856.

Gilman E., Ellison J.C., Duke N.C., Field C., Fortuna S. Threats to mangroves from climate change and adaptation options: A review // *Aquatic Botany*. 2008. V. 89. P. 237-250.

Laurance W.F., Dell B., Turton S.M., Lawes M.J., Hutley L.B., McCallum H., Dale P., Bird M., Hardy G., Prideaux G., Gawne B., McMahon C.R., J-M Hero R.Yu, Schwarzkopf L., Krockenberger A, Douglas M., Silvester E., Mahony M., Vella K., Saikia U., Wahren C-H., Xu Z., Smith B., Cocklin C. The 10 Australian ecosystems most vulnerable to tipping points // *Biological Conservation*. 2011. V. 144 (5). P. 1472-1480.

Lindner M., Maroschek M., Netherer S., Kremer A., Barbati A., Garcia-Gonzalo J., Seidl, S. Delzon R., Corona P., Kolström M., Lexer M. J., Marchetti M. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems // *Forest Ecology and Management*. 2010. Volume 259, Issue 4. P. 698-709.

Rehfeldt G.E., Crookston N.L., Saenz-Romero C., Campbell E.M. North American vegetation model for land-use planning in a changing climate: a solution to large classification problems // *Ecological Applications*. 2012. V. 22. P. 119-141.

Simas T., Nunes J.P., Ferreira J. G. Effects of global climate change on coastal salt marshes // *Ecological Modeling*. 2001. V. 139. P. 1-15.

Stevens D., Dragicevic S., Rothley K. A GIS eCity A modeling tool for urban planning and decision making // *Environmental Modeling & Software*. 2007. V. 22. P. 761-773.

Volcani A., Karnieli A., Svoray T. The use of remote sensing and GIS for spatio-temporal analysis of the physiological state of a semi-arid forest with respect to drought years // *Forest Ecology and Management*. 2005. V. 215. P.239-250.

ОХРАНА РЕДКИХ ЛЕСНЫХ МОХООБРАЗНЫХ В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

Н.Н. ПОПОВА¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Воронежский государственный институт физической культуры, Воронеж

В составе бриофлоры Липецкой области на сегодняшний день насчитывается около 230 видов мохообразных, из них 43 вида внесены в основной список второго издания Красной книги области (Попова, 2014) и 48 видов – в список видов, требующих контроля. В результате активных бриологических исследований, проводимых в Липецкой области в последние годы, было найдено довольно много новых видов, ранее не известных в области, а также обнаружен ряд новых местонахождений редких видов. В данной статье приводятся сведения по состоянию охраны лесных видов и некоторые целесообразные изменения в качественном составе списков охраняемых видов. Липецкая область к настоящему времени имеет достаточно логичную и обзримую сеть ООПТ и может служить своего рода эталоном для оценки состояния охраны лесных мхов в средней полосе России.

Лимитирующие факторами для лесных видов в лесостепи являются: приуроченность к старовозрастным насаждениям с комплексом определенных экологических условий, (фитоклимат, рельеф, подходящий состав и возраст древесных видов и др.); низкие репродуктивные возможности; для бореальных видов хвойных лесов актуальны такие факторы как нахождение на границе ареала и снижение конкурентоспособности. К существующим угрозам для лесных мхов можно отнести: сокращение площадей старовозрастных насаждений, замена коренных лесов производными, кислотные дожди (для базифильных эпифитов); высокая рекреационная нагрузка, нерегулируемый туризм и др. Перечисленный комплекс причин, а также прямое уничтожение вследствие мощных пожаров обусловили отчетливо негативные тенденции в состоянии популяций лесных видов.

Ниже приводятся основной и мониторинговый списки мохообразных. Состояние популяций (СП) обозначено римскими цифрами: I – состояние критическое, II – стабильно неудовлетворительное, III – стабильно удовлетворительное. Состояние территориальной охраны (ТО) дано в баллах: 3 – хорошая (представлен в ООПТ разного статуса, включая заповедники), 2 – относительно удовлетворительная (представлен во многих памятниках природы, но слабо – в заповедном фонде), 1 – неудовлетворительная (представлен в малом числе ООПТ низкого ранга). Перечислены ООПТ, где вид охраняется, а также местонахождения, пока не имеющие охранного статуса. Прочие сокращения: ПС – почвенные субстраты, ДС – древесные субстраты, КС – каменистые субстраты; ПП – памятник природы, ВГЗ – Воронежский государственный

заповедник, ГЗ – государственный заказник, МС – мониторинговый список. Номенклатура таксонов приводится по современным сводкам (Ignatov, Afonina, Ignatova et al, 2006; Konstantinova, Bakalin et al, 2009), поэтому авторы не указаны.

ВИДЫ ОСНОВНОГО СПИСКА:

Dicranum tauricum (категория 4). ДС. СП:II. ТО:3. ВГЗ, ГЗ: Колодецкий, Добровский, Рановский, а также окр.с. Замарайка.

Eurhynchium angustirete (3). ПС. СП:II. ТО: 2. Заповедный участок Воргольское заповедника Галичья гора, а также урочища Скит и Скородное.

Homalia trichomanoides (3). ДС. СП:II. ТО:3. Заповедные участки Галичья гора, Воронов камень, ГЗ Нижнее течение р. Ясенок, ПП: Пажень, Романов лес, Парк в с. Шаталовка, Стрелецкий лес, а также окр. сел Алексеевка, Вебилово, Сенцово.

Leucodon sciuroides (3). ДС. СП:III. ТО:3. Известно около 20 местонахождений, имеющих разный уровень ТО. Целесообразно оставить вид в основном списке, поскольку вид является хорошим индикатором биологически ценных дубравных сообществ.

Neckera pennata (1). ДС. СП:I. ТО:2. Заповедный участок Воронов камень. Местонахождение в урочище Выруб утрачено.

Plagiochila porelloides (3). ПС, КС. СП:II. ТО:3. Заповедный участок Плющань, ГЗ: Добровский, Низовье р. Чичера, Низовье р. Красивая Меча, Нижневоргольский, ПП: Пажень, Пушкинская дача, Стрелецкий лес.

Plagiomnium undulatum (2). ПС. СП:II. ТО:3. Заповедный участок Воргольское, ГЗ Рановский, а также окр.с. Гушин Колодезь.

Porella platyphylla (2). ДС. СП:I. ТО:2. Заповедный участок Галичья гора, ПП Усадебный парк в с. Рязанка, а также окр.с. Преображенье.

Ptilium crista-castrensis (1). ПС, ДС. СП:I. ТО:2. ГЗ Добровский, ПП Зеркалы, а также окр.сел Малей, Карамышево. Местонахождение у с. Рогожино утрачено.

Rhodobryum roseum (3). ПС. СП:II. ТО:2. ВГЗ, ГЗ Добровский.

Timmia bavarica (3). КС. СП:II. ТО:2. ГЗ Нижневоргольский, ПП Пажень.

В основной список целесообразно внести следующие новые виды с указанием рекомендуемых категорий:

Lepidozia reptans (2). ПС. СП:II. ТО:2. ГЗ Добровский.

Rhytidiadelphus squarrosus (2). ПС. СП:III. ТО:2. ГЗ Мещерский.

Rhodobryum onthariense (3). КС. СП:II. ТО:3. Заповедные участки Воргольское, Плющань, Быкова шея.

Syntrichia virescens (3). ДС. СП:III. ТО:2. ПП Низовье р. Ясенок.

Dicranum viride (2). ДС. СП:II. ТО:2. ПП Пажень.

Plagiothecium latebricola (2). ДС, ПС СП:II. ТО:2. ГЗ Добровский; а также окр. с. Карамышево.

ВИДЫ МОНИТОРИНГОВОГО СПИСКА:

Cirrhophyllum piliferum. ПС, КС. СП:III. ТО:3. ГЗ Долговской, ПП: Пушкинская дача, Пажень, Монастырский лес, Низовье р. Свишня; а также с. Карлова Гора, окр.с. Лукьяновка, окр.с. Скородное, окр.с. Большая Чернава.

Dicranum bonjeanii. ПС. СП:II. ТО:3. ВГЗ, ГЗ Добровский; а также окр.с. Ребриково.

Dicranum flagellare. ДС. СП: III. ТО:3. ВГЗ, ГЗ Добровский.

Herzogiella seligeri. ДС. СП:II. ТО:3. ГЗ Добровский, ПП Монастырский лес, а также: окр.с. Карамышево.

Hylocomium splendens. ПС. СП:II. ТО: 3. Заповедные участки Плющань, Морозова гора, Воргольское, ГЗ: Долговской, Добровский, Рановский, ПП: Хрущевская дача, Бык; а также с. Ребриково.

Plagiomnium medium. ПС. СП:II. ТО:2. Заповедный участок Галичья гора, а также окр.с. Скородное.

Rhizomnium magnifolium. ПС. СП:II.ТО:2. ГЗ Добровский.

Sciuro-hypnum populeum. ПС, КС, ДС. СП:III, ТО:3. Имеет более 20 местонахождений в ООПТ всех рангов. Является индикатором биологически ценных сообществ.

Tetraphis pellucida. ДС. СП:III.ТО:3. ВГЗ, ГЗ Добровский.

Вероятно, в МС целесообразно включить представителей р. *Anomodon*, в большинстве регионов средней полосы России они внесены в основные списки. В Липецкой области число местонахождений достаточно велико (более 15), состояние популяций не вызывает тревоги, ТО обеспечена. Однако, подобные индикаторные виды должны учитываться при оценке природоохранной значимости того или объекта. В группу перспективных видов для включения в МС являются также некоторые виды почвенных обнажений (*Bryum elegans*, *Fissidens exilis*, *Pellia endiviifolia*, *Plagiothecium curvifolium*, *P. nemorale*, *Pogonatum urnigerum*, *Pohlia cruda*, *Rhytidia-delphus triquetrus*).

Таким образом, можно заключить следующее: 1) лесные виды в полном объеме представлены в региональной Красной книге; 2) имеют преимущественно категорию 3; 3) СП можно оценить как стабильное; 4) состояние ТО для большинства видов – как вполне удовлетворительное.

ЛИТЕРАТУРА

Попова Н.Н. Моховидные // Красная книга Липецкой области. Растения, грибы, лишайники. Изд. 2-е, перераб./ под ред. А.В. Щербакова. Липецк: ООО "Веда социум", 2014. С. 20-117.

Ignatov M.S., Afonina O.M., Ignatova E.A. et al. Check-list of mosses of East Europe and North Asia. Arctoa, 2006. V.16. P.1-130.

Konstantinova N.A., Bakalin V.A. et al. Check-list of liverworts (Marchantiophyta) of Russia. Arctoa, 2009. V. 18. P.1-64.

НАСЕЛЕНИЕ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (OLIGOSCHAETA, LUMBRICIDAE) ЛЕСНЫХ ФОРМАЦИЙ С УЧАСТИЕМ САМШИТА КОЛХИДСКОГО СЕВЕРНОМ И ЮЖНОМ МАКРОСКЛОНЕ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

И.Б. РАПОПОРТ¹, Н.Л. ЦЕПКОВА¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова Российской академии наук, г. Нальчик

Перечень насекомых-вредителей в древесно-кустарниковых сообществах Западного Кавказа, за последние два десятилетия существенно пополнился за счёт неаборигенных видов (Бибин, 2017). Особенно остро эта проблема проявляется на Западном Кавказе. Теплый и влажный климат, обширная кормовая база, определяемая высоким флористическим разнообразием, позволяет успешно закрепляться видам-инвадерам, не имеющим в регионе естественных врагов. Только в окрестностях Большого Сочи за последние несколько лет обнаружены 20 чужеродных видов (Щуров, Бондаренко, 2015; Орлова-Беньковская, 2017). Широкому распространению новых для региона таксонов способствуют не только благоприятные природно-климатические условия, но и исторические факторы, активная интродукция растений, развитие ботанических садов и дендрариев, нарушение природного биогеоценотического покрова, фрагментация природных местообитаний, особенности природопользования (Литвинская, Савченко, 2016).

Наиболее известной экологической катастрофой последнего времени является утрата самшита колхидского (*Buxus colchica* Pojark), произошедшая в результате инвазии самшитовой огневки – *Cydalima perspectalis* Walker (Lepidoptera, Crambidae). Опасный вредитель – бабочка из семейства Огнёвки-травянки, или Травяные огнёвки, завезен с посадочным материалом в 2012 г. (Бибин, 2017а). В колхидских экосистемах северного и южного макросклона Западного Кавказа самшит колхидский – реликтовый охраняемый вид – входил в состав деревьев второго яруса наряду с грабом, грабинником, кленом и др. видами. В лесах с участием самшита формируется собственный микроклимат, характеризующийся повышенной влажностью, низкой освещенностью, упрощенной структурой травяного яруса, вплоть до полной его редукции. В настоящее время самшит колхидский, как вид, практически уничтожен.

Настоящая работа проведена в 2011-2013 гг. и дает представление о населении дождевых червей тисо-самшитовой рощи (южный макросклон Западного Кавказа, Кавказский государственный природный биосферный заповедник) и грабово-самшитовых сообществ Апшеронского района (северный макросклон Западного Кавказа) до произошедшей экологической катастрофы. В общей сложности в тисо-самшитовой роще отмечены 13 видов дождевых червей: 1

вид сем. Acanthodrilidae – *Microscolex phosphoreus* (Duges) и 12 видов сем. Lumbricidae – *Aporrectodea jassyensis* (Mich.), *Dendrobaena attemsi* Mich., *Dendrobaena hortensis* (Mich.), *D. mariupolienis mariupolienis* (Wyss.), *Dendrobaena schmidtii* (Mich.), *Dendrobaena veneta* (Rosa), *Octolasion lacteum* (Örley), *Eisenia colchidica* (Perel), *Eiseniella tetraedra tetraedra* (Sav.), *Eisenia fetida* (Sav.), *Helodrilus oculatus* Hoffm. и *Helodrilus patriarchalis* (Rosa). Ранее Э.Ш. Квавадзе (1985) уже указывал для тисо-самшитовой роши *L. rubellus* (Hoffm.) и *L. terrestris* (L.), поэтому мы считаем, что до 2014 года в пределах исследованной территории обитали не менее 15 видов дождевых червей. На северном макросклоне в почве фитоценозов с участием самшита колхидского в 2011 г. зарегистрировано 5 видов дождевых червей – *Aporrectodea handlirschi* (Rosa), *A. jassyensis*, *D. schmidtii*, *D. veneta*, *E. fetida*.

Учитывая средообразующую роль самшита колхидского в формировании уникальных реликтовых экосистем Западного Кавказа, можно ожидать, что эффект от сложившейся катастрофы может быть более масштабным и обнаружиться в элиминации автохтонных таксонов, приспособленных к влажным субтропическим условиям в связи с резким изменением условий местообитаний и последующих инвазиях чужеродных видов. К числу наиболее уязвимых групп, на наш взгляд, относятся дождевые черви, ряд таксонов которых особенно требователен к влажности среды обитания.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-04-00961.

ЛИТЕРАТУРА

Бибин А.Р. Инвазивные жуки-блестянки *Eपुरаеа ocularis* и *Stelidota geminata* (Coleoptera, Nitidulidae) с Росийского причерноморья // Росийский Журнал Биологических Инвазий. 2017. № 3. С. 3-5.

Бибин А.Р., Грабенко Е.А. Инвазия самшитовой огневки *Cydalima perspectalis* (Walker, 1859) (Lepidoptera: Crambidae) на Северо-Западном Кавказе. «Горные экосистемы и их компоненты» Материалы VI Всероссийской конференции с международным участием, посвященной Году экологии в Росии и 100-летию заповедного дела в Росии. Махачкала: Алеф, 2017а. С. 90.

Литвинская С.А., Савченко М.Ю. К вопросу об инвазивности флоры Западного Кавказа // Ботанический вестник Северного Кавказа. Махачкала: АЛЕФ, 2016. С. 23-35.

Орлова-Беньковская М.Я. Основные закономерности инвазионного процесса у жесткокрылых (Coleoptera) европейской части Росии // Росийский журнал биологических инвазий. 2017. № 1. С. 35-56.

Щуров В.И., Бондаренко А.С. Объекты государственного лесопатологического мониторинга на СевероЗападном Кавказе среди чужеродных видов насекомых в 2010–2015 годах // Биоразнообразие. Биоконсервация. Биомониторинг: II Международная научно-практическая конференция: Сборник материалов. Майкоп, 2015. С. 89-94.

ВЛИЯНИЕ ОДИНОЧНЫХ ДЕРЕВЬЕВ НА ФЛОРИСТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ОСТЕПЕННЫХ ЛУГОВ

Е.В. РУЧИНСКАЯ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Росийской академии наук, г. Москва

На территории Брянской области сохранились сообщества со степными растениями (Босек,

1980; Семенищенков, 2012; Панасенко и др., 2015). Остепненные луга приурочены к склонам, поскольку на плакорах уничтожены распашкой. В настоящее время ценозы подвержены палам, которые используются в сельскохозяйственных целях. Огонь сдерживает развитие сомкнутого высокотравья и уничтожает ювенильные и имматурные деревья *Quercus robur* L. и *Tilia cordata* Mill. Некоторые из них избегают губительного воздействия пожаров, и переходят в генеративное состояние. Известно, что одиночные деревья влияют на структуру травяных сообществ (Manning et al, 2006; Евстигнеев, Воеводин, 2013). Цель работы – оценить влияние одиночных деревьев на флористическое разнообразие остепненных лугов.

Материал собран на юго-востоке Брянской области в пределах памятника природы «Меловицкие склоны». Территория относится к Комаричско-Севскому физико-географическому району. Здесь распространены возвышенные лессовые равнины с оврагами, балками, склонами и выходами карбонатных пород. В работе использованы геоботанические, экологические и статистические методы. Геоботанические описания сделаны в 11-кратной повторности на площадках размером 100 м². На всех площадках составлен полный флористический список. В каждом варианте сообществ определяли освещенность на уровне яруса трав, крутизну склона и частоту пожаров.

Полидоминантные остепненные луга сохранились в центральной части склона. Здесь затруднен выпас и сенокосение, поскольку угол склона достаточно крутой. Пожары случаются преимущественно раз в два года. В этих условиях создаются полидоминантные сообщества, которые характеризуются высокими показателями видовой насыщенности и видового богатства (Горнов и др., 2016). Существенный вклад в видовое разнообразие вносят степные и сухолуговые виды (*Anemone sylvestris* L., *Aster amellus* L., *Campanula sibirica* L., *Cerasus fruticosa* Pall., *Galetella linosyris* (L.) Reichenb. fil., *Galium tinctorium* (L.) Scop., *Iris aphylla* L., *Linum flavum* L. и др.). Для лесных видов характерно небольшое участие.

В центральной части склона встречаются одиночные генеративные деревья. Сообщества с ними отличаются максимальными видовой насыщенностью и видовым богатством. Под кронами уменьшается освещенность: она составляет 60 %. По этой причине сокращается покрытие сухолуговых и степных растений. Однако число видов этой группы возрастает благодаря появлению новых растений (*Allium oleraceum* L., *Artemisia absinthium* L., *Filipendula vulgaris* Moench, *Oberna behen* (L.) Ikonn., *Polygonum convolvulus* L., *Stachys officinalis* (L.) Trevis и др.). Внедрение новых видов в сообщество связано с птицами, которые прячась и отдыхая на деревьях, заносят семена растений. Таким образом, благодаря одиночным деревьям поддерживается полидоминантный состав сообщества с максимальным видовым разнообразием.

Взрослые одиночные деревья влияют на флористический состав остепненных лугов. С

одной стороны, они затеняют травостой. Это приводит к снижению покрытия и встречаемости степных и сухолуговых видов. С другой стороны, птицы используют деревья как места отдыха и укрытия. Благодаря этому видовое разнообразие сообщества увеличивается.

Исследование выполнено в рамках темы № 0110-2018-0004 «Сохранение и восстановление экологических функций лесных почв» ГЗ ЦЭПЛ РАН.

ЛИТЕРАТУРА

Босек П.З. О распространении степных растений на территории Брянской области // Бот. журн. 1980. Т.65. № 6. С.829-836.

Горнов А.В., Ручинская Е.В., Евстигнеев О.И. Деградация лугово-степных сообществ на Меловицких склонах (Брянская область) // Материалы Всероссийской (с международным участием) научной школы-конференции, посвященной 115-летию со дня рождения А. А. Уранова «Современные концепции экологии биосистем и их роль в решении проблем сохранения природы и природопользования». Пенза, 2016. С. 224-225.

Евстигнеев О.И., Воеводин П.В. Формирование лесной растительности на лугах (на примере Неруссо-Деснянского полесья) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. 2013. Т. 118 (4). С. 64-70.

Панасенко Н.Н., Евстигнеев О.И., Горнов А.В., Ручинская Е.В. К флоре памятника природы «Меловицкие склоны» (Брянская область) // Бюллетень Брянского отделения РБО. 2015. Т. 2. № 6. С. 17-25.

Семенецков Ю.А. Кальцефитная травяная растительность в Брянской области: синтаксономия, экология и вопросы охраны // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2012. № 1. С. 149-163.

Скворцов А.К. Кальцефильная флора на юге Погарского района Брянской области // Бюлл. МОИП. Отд. биол. 1982. Т. 87. Вып. 5. С. 77-83.

Manning A.D., Fischer J., Lindenmayer D.B. Scattered trees are keystone structures – Implications for conservation // Biological Conservation. 2006. 132: 311-321.

СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ *FILIPENDULA ULMARIA* В ЕЛЬНИКЕ ВЫСОКОТРАВНОМ НА НИЗИННОМ БОЛОТЕ (БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е.В. РУЧИНСКАЯ¹, М.В. ГОРНОВА¹, А.В. ГОРНОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

Таволга вязолистная (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.) – высокотравный вид, который преимущественно растет на влажных лугах, вдоль ручьев и по долинам небольших рек. В лесных сообществах лабазник встречается реже. Цель работы – по совокупности популяционных признаков оценить состояние ценопопуляций *F. ulmaria* в малонарушенных высокотравных ельниках.

Материал собран в Неруссо-Деснянском полесье в пределах памятника природы «Болото Рыжуха» (юго-восток Брянской области). Исследуемый ельник близок к климаксному сообществу. Об этом свидетельствует полночленный онтогенетический состав деревьев-эдификаторов (*Picea abies* (L.) Karst., *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.), развитая система парцелл и микросайтов, а также высокое видовое разнообразие растений (Евстигнеев, Горнова, 2017). Для оценки состояния ценопопуляции таволги вязолистной использовали следующие параметры: численность, экологическая плотность, характерный онтогенетический спектр (ХОС) и размеры элементарной демографической единицы (ЭДЕ) (Заугольнова и др., 1993; Восточноевропейские ..., 1994;

Смирнова, 1998). Для выявления ХОС *F. ulmaria* заложено 63 площадки по 1 м². На площадках учитывали все особи и определяли их онтогенетические состояния по работе А.В. Горнова (2015). Онтогенетические спектры приводятся как соотношение различных онтогенетических состояний (в %): ювенильное (*j*): имматурное (*im*): виргинильное (*v*): молодое генеративное (*g*₁): средневозрастное генеративное (*g*₂): старое генеративное (*g*₃): сенильное (*s*). Параметры ЭДЕ оценивали методом увеличивающихся площадок в 5-кратной повторности.

По соотношению онтогенетических групп ХОС таволги двувёршинного типа с преобладанием *v* и *g*₂ особей (4: 13: 39: 11: 26: 5: 2). При такой структуре спектра в ценопопуляции осуществляется устойчивый оборот поколений. Об этом свидетельствуют: 1) полночленность онтогенетического состава; 2) относительно высокая численность ценопопуляции (на 63 пробных площадках размером по 1 м² насчитывается около 300 особей). Экологическая плотность – 5 особей на 1 м². Размеры ЭДЕ: минимальная площадь – 8 м², а минимальная численность – 51 особь. На площади этого размера и при этой численности может сформироваться двувёршинный онтогенетический спектр популяции с полным набором возрастных состояний.

Ценопопуляция *F. ulmaria* состоит из трех групп популяционных локусов. Это связано с неоднородностью пространственной структуры высокотравного ельника. В ценозе выявлено два варианта парцелл: темные и светлые. Темные парцеллы – сомкнутые группировки взрослых деревьев и подроста. Под их пологом средняя освещенность на уровне травяного покрова – 5% от полной. При этом уровне светового довольствия особи таволги не способны пройти все этапы онтогенеза: их развитие останавливается в *v* состоянии. Формируются популяционные локусы инвазионного типа (0: 24: 69: 0: 0: 0: 7) с низкой численностью: 29 особей на 21 пробной площадке по 1 м². Экологическая плотность – 1 особь на 1 м². Светлые парцеллы – окна (прогалины) в лесном пологе, которые сформировались на месте вывалов нескольких деревьев. По размеру окна можно разделить на две группы: большие (от 100 м² до 300 м²) и малые (менее 100 м²). После образования окна средняя освещенность на уровне травяного покрова возрастает до 50% от полной. В больших окнах онтогенетический спектр популяции неполночленный двувёршинный с максимумом на *v* и *g*₂ особях (0: 0: 37: 11: 42: 7: 3). Из-за того, что в больших окнах развито конкурентное высокотравье (*Angelica sylvestris* L., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Carex acuta* L., *Cirsium oleraceum* (L.) Scop., *Eupatorium cannabinum* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Urtica dioica* L. и др.) в популяционных локусах таволги затруднено семенное размножение, поэтому в спектрах отсутствуют *j* и *im* растения. Численность особей в 4 раза больше, чем в темных парцеллах. Экологическая плотность – 5 особей на 1 м². В малых окнах травяной покров более разрежен и в тоже время достаточно освещенности, поэтому онтогенетический спектр таволги полночленный двувёршинный с максимумом на *v* и *g*₂ особях (7: 20: 35: 14: 19: 5: 0). Численность

особей в 6 раза больше, чем в темных парцеллах. Экологическая плотность – 8 особей на 1 м². Следовательно, для поддержания популяций *F. ulmaria* в устойчивом состоянии необходимо, чтобы в лесном сообществе постоянно в спонтанном режиме формировались окна с достаточной освещенностью.

Таким образом, ценопопуляция *F. ulmaria*, произрастающая в высокотравном ельнике, находится в нормальном состоянии. ХОС таволги вязолистной двувершинного типа с преобладанием v и g_2 особей. Для поддержания популяций *F. ulmaria* в устойчивом состоянии необходимо, чтобы в лесном сообществе постоянно в спонтанном режиме формировались окна с достаточной освещенностью.

Исследование выполнено в рамках темы № 0110-2018-0004 «Сохранение и восстановление экологических функций лесных почв» ГЗ ЦЭПЛ РАН и при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-34-00911 мол_a).

ЛИТЕРАТУРА

- Восточноевропейские широколиственные леса. М.: Наука, 1994. 364 с.
- Горнов А.В. Влияние сенокосения на состояние ценопопуляций *Filipendula ulmaria* (*Rosaceae*) – доминанта влажных лугов Брянской области // Ботанический журнал. 2015. Т. 100. № 10. С. 1077-1091.
- Евстигнеев О.И., Горнова М.В. Ельники высокотравные – климаксные сообщества на низинных болотах Брянского полесья // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2017. Vol. 2(3). P. 1-23. DOI 10.21685/2500-0578-2017-3-3.
- Заугольнова Л.Б. Структура популяций семенных растений и проблемы их мониторинга. Науч. докл. ... докт. биол. наук. СПб., 1994. 70 с.
- Заугольнова Л.Б., Смирнова О.В., Комаров А.С., Ханина Л.Г. Мониторинг фитопопуляций // Успехи соврем. биол. 1993. Т. 113. Вып. 4. С. 402-414.
- Смирнова О.В. Популяционная организация биогеоценологического покрова лесных ландшафтов // Успехи соврем. биол. 1998. Т. 118. Вып. 2. С. 148-165.

СОСТАВ И СТРУКТУРА ЛЕСОВ ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «ВОСТОЧНЫЙ» (ОСТРОВ САХАЛИН)

Р.Н. САБИРОВ¹, Н.Д. САБИРОВА¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Южно-Сахалинск

Природный заказник «Восточный» создан в 2007 г. после проведения многолетних исследований и подготовки нами соответствующего научного обоснования. Он расположен в средней части острова Сахалин, на восточных макросклонах Набильского хребта и полностью охватывает водосборные бассейны двух нерестовых рек Пурш-Пурш и Венгери с общей площадью 67305 га. В растительном покрове заказника доминируют леса, которые при геоботаническом районировании Сахалина (Толмачев, 1955) включены в подзону зеленомошных темнохвойных лесов с преобладанием ели аянской (*Picea ajanensis*). Однако исследования показали, что господствующей лесной формацией на территории заказника являются лиственничники, которые по занимаемой площади почти в два раза превышают таковую зональных пихтово-еловых лесов. Основные массивы лиственничных лесов из *Larix cajanderi* сконцентрированы в обширной

межгорной депрессии между Набильским и Центральным хребтами и занимают около 32% лесопокрытой площади заказника. В целом на указанной территории выделены 29 типов и фитоценотических вариантов лиственничных лесов, объединенных в 7 групп типов леса (Сабилов, Сабирова, 1999). Из них наиболее широко распространена лишайниковая (*Lariceta cajanderi cladinosa*) группа типов леса, формирующаяся на бедных сухих песчаных почвах.

Структура лесного покрова значительно усложняется наложением вертикальной поясности, обусловленная расположением здесь самых высоких горных систем острова. Вследствие этого предгорья, нижние и средние части склонов Восточно-Сахалинских гор, а также узкие долины горных рек и речек занимают пихтово-еловые леса, площадь которых в структуре лесного покрова не превышает 17%. Небольшие фрагменты темнохвойных лесов располагаются также на хорошо дренируемых высоких морских террасах заказника. В характеризуемой лесной формации доминирует зеленомошная (*Piceeta ajanense hylocomiosa*) группа типов леса, но наряду с ними в соответствующих экотопах встречаются мезофитные травяные и папоротниковые типы леса. В высокогорных ельниках, особенно в экотоне с поясом каменноберезняков представлены преимущественно кустарниковые типы леса.

На территории заказника береза каменная (*Betula ermanii*), в зависимости от высоты над уровнем моря, элементов рельефа и этапов синдинамики, образует либо чистые насаждения, или участвует в виде примеси в составе древостоев других лесных формаций. На горных склонах заказника каменноберезняки образуют одноименный растительный пояс, поднимаются до высоты 750-800 м н. у. м., а иногда по тальвегам горных рек и выше, при этом непосредственно примыкают к подгольцовой растительности. Каменноберезовые леса занимают около 16% лесопокрытой площади и представлены в основном кустарниковыми (*Betuleta ermanii fruticosa*) и травяными (*Betuleta ermanii herbosa*) группами типов леса.

Важную роль в лесном покрове заказника «Восточный» играют заросли кедрового стланика (*Pinus pumila*), образующие на горных склонах Набильского хребта хорошо выраженный подгольцовый пояс, простирающийся до высоты 1000-1200 м н. у. м. Кроме этого, сообщества кедрового стланика весьма часто встречаются на холмах и горных вершинах Центрального хребта, а также на террасах и крутых склонах морского побережья. Общая площадь, занятая формацией кедрового стланика, составляет около 30%.

Тополевые и ивовые леса и их смешанные варианты, в связи с горным характером рек и слабой разработанностью их поймы, выражены совсем слабо и занимают незначительные пространства, составляют в целом не более 4% лесопокрытой площади. Главным образом они приурочены к средней части бассейнов рек Пурш-Пурш и Венгери. Основными лесообразующими породами в них являются *Populus maximowiczii*, *Chosenia arbutifolia*, *Salix rorida*, *S. udensis*,

Toisusu cardiophylla. Кроме этого, в поймах указанных рек фрагментарно встречаются также ольховники с доминированием *Alnus hirsuta*, нередко с участием *Salix schwerinii*, *S. taraikensis*, а на надпойменных террасах, преимущественно в бассейне р. Венгери, локализованы осиновые (*Populus tremula*) и белоберёзовые (*Betula platyphylla*) сообщества. Эпизодически появляются и широколиственные породы *Acer mayrii*, *Fraxinus mandshurica*, *Ulmus laciniata*, *U. japonica*, *Quercus mongolica*. В формировании древостоев интразональных лесных комплексов заказника в целом участвуют 18 видов.

В кустарниковом ярусе лесных сообществ заказника наиболее характерными видами являются *Pinus pumila*, *Duschekia maximowiczii*, *Salix caprea*, *Sorbus sambucifolia*, *Weigela middendorffiana*, *Acer ukurunduense*, *Spiraea betulifolia*, *Ribes sachalinense*, *Rosa acicularis* и др.

В травяно-кустарничковом ярусе, кроме *Calamagrostis langsdorffii*, в зависимости от лесной формации, доминируют таежное мелкотравье, лесные папоротники с разнотравьем или виды сахалинского крупнотравья. В моховой синузии регулярно встречаются *Pleurozium schreberi*, *Ptilium crista-castrensis*, *Hylocomium splendens*, *Dicranum majus*, *Polytrichum commune*. Из лишайников в соответствующих типах леса с высокой константностью присутствуют *Cladina rangiferina*, *C. stellaris*, *Cetraria islandica*, *Peltigera aphthosa*, *Flavocetraria nivalis*.

ЛИТЕРАТУРА

Сабиров Р.Н., Сабирова Н.Д. Лиственный леса бассейнов рек Пурш-Пурш и Венгери // Наземные экосистемы острова Сахалина (современное состояние, природно-антропогенные изменения, охрана и рациональное использование природных ресурсов). Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО РАН. 1999. С. 66-81.

Толмачев А.И. Геоботаническое районирование острова Сахалина. М.- Л.: Изд-во АН СССР, 1955. 80 с.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОЛНОТОМЕРА БИТТЕРЛИХА

П.С. СЕРЕБРЕННИКОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
Мытищинский филиал, г. Мытищи

В классическом приборе Биттерлиха имеется один угловой шаблон в 0,01 радиана под которым виден радиус сечения дерева с точки наблюдения. Более тонкие и более толстые стволы (не помещающиеся в прорезь прицельной рамки) учитываются очень приближенно. Для большей точности оценок предлагается установить несколько угловых шаблонов. Реализация нескольких угловых шаблонов может быть осуществлена установкой на бруске длиной 1 м пластинки из плексигласа с несколькими нанесенными штрихами. Например, при расстоянии между штрихами 1 см угловой шаблон равен 0,005 радиана, что соответствует суммарной площади поперечных сечений деревьев видимых под таким углом 0,25 м² на 1 га. При расстоянии между штрихами 2√1,5 см суммарная площадь поперечных сечений 1,5 м² на 1 га.

Соответственно предлагается установить несколько механических счетчиков для подсчета деревьев видимых под разными углами.

ВОЗДЕЙСТВИЕ МНОГООПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА В СЕВЕРОТАЕЖНОМ ЛЕСНОМ РАЙОНЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Д.Н. СОЛДАТОВА¹, А.С. ИЛЬИНЦЕВ², А.П. БОГДАНОВ², Ю.С. БЫКОВ², Р.А. ЕРШОВ¹

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», г. Архангельск

²Федеральное бюджетное учреждение Северный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, г. Архангельск

Экологические последствия лесозаготовительной деятельности на местном, региональном и глобальном уровнях должны быть сведены к минимуму (Marchi et al., 2018). Любая технология заготовки древесины, от самой простой (например, лесозаготовка с использованием животных) до самой сложной (с применением многооперационной техники), может оказывать воздействие на окружающую среду (Cambi et al., 2015). Во время лесозаготовок наиболее подвержена воздействию и изменению – лесная почва (Cambi et al., 2015; Дымов, 2017).

Цель работы – определить физические свойства лесных почв на различных технологических элементах вырубок (пасека, волок) и проанализировать влияния многооперационной лесозаготовительной техники на физические свойства подзолистых почв различного гранулометрического состава.

Исследования проведены в северотаежном лесном районе европейской части РФ на территории Карпогорского лесничества Архангельской области. Были подобраны 3 вырубки после сплошных рубок 2014–2015 гг. и контрольные ненарушенные участки, которые непосредственно примыкали к делянкам. Исходные насаждения относятся к черничному типу леса, породный состав до рубки – 8Е2Б с примесью С, Ос., класс бонитета – IV-V, средний возраст ели – 145-175 лет, средний диаметр – 21-24 см, средняя высота – 17-20 м, полнота древостоя – 0,6-0,8, запас – 180-240 м³/га. Тип почвы – подзолистая текстурно-дифференцированная. Гранулометрический состав – легкий суглинок, супесь, песок. Технология заготовки – сортиментная. Валка деревьев – харвестером VOLVO EC210, трелевка древесины – форвардером Rottne SMV rapid. Очистка мест рубок проводилась одновременно с заготовкой древесины путем укладки порубочных остатков на волокни.

Для оценки физических свойств почвы на вырубках и контрольных участках в 2017 году отобрали 90 шт. образцов лесной подстилки и 120 шт. минеральных горизонтов почвы.

Гранулометрический состав почвы определили методом лазерной дифрактометрии с помощью Lasentec D600L (Mettler Toledo, Германия). Полевую влажность, плотность сложения, пористость и пористость аэрации – общепринятыми методами в почвоведение (Наквасина, 2009). Для статистического анализа использовали однофакторный дисперсионный анализ. Расчеты проводили в Statistica 12 и Minitab 17.

На вырубках заметные изменения физических свойств отмечены на технологических волоках после проезда многооперационной лесозаготовительной техники. В пасаках также наблюдается изменчивость физических свойств, но различия с контрольными участками не установлены.

На волоках легкосуглинистой почвы в подзолистом горизонте плотность сложения увеличилась на 38%, общая пористость снизилась на 15%, а пористость аэрации на 14%. В иллювиальном горизонте плотность сложения увеличилась на 17%, общая пористость снизилась на 8%, пористость аэрации на 12%.

На волоках песчаной почвы в подзолистом горизонте плотность сложения увеличилась на 9%, общая пористость снизилась на 5%, а пористость аэрации на 6%. В иллювиальном горизонте плотность сложения увеличилась на 15%, общая пористость снизилась на 6%, пористость аэрации на 4%, но различия с контрольными участками не доказано.

На волоках супесчаной почвы в подзолистом горизонте плотность сложения увеличилась на 15%, общая пористость снизилась на 7%, а пористость аэрации на 7%. В иллювиальном горизонте плотность сложения увеличилась на 12%, общая пористость снизилась на 7%, пористость аэрации на 3%, но различия с контрольными участками не выявлено.

Результаты исследования показали, что физические свойства легкосуглинистой почвы изменились существенней по сравнению с супесчаной и песчаной почвой. На волоках исследуемые физические свойства превышают оптимальные значения для успешного естественного возобновления и роста хвойных пород, что говорит об ухудшении экологических условий после сплошных рубок. Поэтому на начальных этапах возобновительной сукцессии будут доминировать лиственные породы (осина, береза), которые менее требовательны к экологическим условиям.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ (№18-34-00315 и 17-44-290127).

Авторы выражают благодарность проф. Е.Н. Наквасиной за обсуждение проблемы техногенного воздействия на почву и методическую помощь.

ЛИТЕРАТУРА

- Дымов А.А. Влияние сплошных рубок в бореальных лесах России на почвы (обзор) // Почвоведение. 2017. №3. С. 787–798.
- Наквасина Е.Н. Агрохимические свойства почв: учеб. пособие. Архангельск: Арханг. гос. техн. ун-т, 2009. 101 с.
- Cambi M., Certini G., Neri F., Marchi E. The impact of heavy traffic on forest soils: A review // Forest Ecology and Management. 2015. №338. P. 124–138.

Marchi E., Chung W., Visser R., Abbas D., Nordfjell T., Mederski P.S., McEwan A., Brinkh M., Laschi A. Sustainable Forest Operations (SFO): A new paradigm in a changing world and climate // *Science of the Total Environment*. 2018 V. 634. P. 1385–1397.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛЕСА И ОЦЕНКА СВОЙСТВ СЕРЫХ ПОЧВ ЗАЛЕЖЕЙ В СРЕДНЕЙ СИБИРИ

О.А. СОРОКИНА¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный аграрный университет», г. Красноярск

Оценка меры устойчивости и продуктивности обширных постагрогенных экосистем дает возможность выбрать рациональный путь их дальнейшего использования при определении первоочередности повторного сельскохозяйственного освоения, функционирования в лесном хозяйстве, или в качестве возобновленных лесных фитоценозов, как части естественного ландшафта. При выведении почв из сельскохозяйственного оборота в Средней Сибири характерно их спонтанное и интенсивное зарастание лесом различного видового состава, особенно в южно-таежной и лесостепной зонах. Кроме того, в настоящее время характерны процессы восстановления березового, соснового и смешанного леса в постагрогенных ландшафтах степной зоны республики Хакасия, соснового и лиственничного леса в сухой степи республики Тыва. Это происходит за счет улучшения условий увлажнения, а также "генетической памяти" данных территорий, прилегающих или граничащих с предгорными и горными лесными массивами Кузнецкого Алатау, Западного и Восточного Саяна, являющимися «банком» семян. Полезащитные лесные насаждения и массивы в этих зонах играют такую же роль.

Обобщен и представлен многолетний экспериментальный материал по оценке свойств серых почв залежей, зарастающих лесом в южно-таежной зоне Среднего Приангарья, а также в зоне травяных лесов и в лесостепи Красноярского края. Критериями оценки свойств почв взяты основные биогенные показатели: содержание гумуса, общего азота, фосфора и калия; количество минеральных форм питательных веществ, микробиологические свойства, показатели состояния почвенно-поглощающего комплекса, а также водно-физические свойства и структурный состав. Определение этих показателей проводили при десятикратной повторности отбора в слоях 0-10 и 10-20 см, являющихся «индикаторными» на изменение экологических условий при антропогенных воздействиях.

Трансформация свойств серых почв залежей при восстановлении на них леса обусловлена комплексом факторов, из которых первоочередными являются гидротермические условия, формирование подстилки и биологическая активность. В возрастном ряду сосняков (мертвопокровный 25-летнего возраста в стадии жердняка, разнотравный средневозрастной 55 лет и

зеленомошно-разнотравный припевающий 85 лет), поселившихся на залежах Среднего Приангарья в различное время, увеличение возраста древостоев и смена мертвопокровной стадии леса разнотравной усиливает биогенную аккумуляцию, оптимизирует водно-физические свойства, приводит к оживлению дерново-аккумулятивного процесса. Возобновившиеся на залежах сосняки 55 и 85-летнего возраста характеризуются высоким бонитетом и не оказывают деградирующего воздействия на серые почвы. В загущенных жердняках 25-летнего возраста почва подкисляется и в ней снижается содержание гумуса.

В Ачинско-Боготольской лесостепи Красноярского края (Козульский район) разнотравно-злаковая залежь переходит из корневищной в дерновинную стадию сукцессии с восстановлением лиственного леса 8-10 летнего возраста. В южной части Красноярской лесостепи (Емельяновский район) разнотравно-злаковая залежь, переходящая из корневищной в дерновинную стадию сукцессии, зарастает густым сосновым молодняком в возрасте 15-18 лет. В Больше-Муртинском районе (северная часть Красноярской лесостепи) на злаково-разнотравной залежи, находящейся в переходной стадии сукцессии от бурьянистой к корневищной, восстанавливается смешанный лес 18-20 летнего возраста. В Казачинском районе (зона травяных лесов) разнотравно-злаковая залежь в переходной от корневищной к дерновинной стадии сукцессии зарастает сосновым лесом 15-18 лет. Поселившийся на залежных землях лес выравнивает пространственную пестроту свойств серых почв этих объектов, существенно оптимизирует структурное состояние за счет воздействия на почвы корневой системы возобновляющегося леса. Сумма агрономически ценных фракций здесь превышает 80 %. Увеличение доли микроскопических грибов и снижение актиномицетов в верхнем, максимально биогенном слое почвы свидетельствуют об отчетливом появлении «лесных признаков». Отмечается наличие формирующейся лесной подстилки в виде неоднородных фрагментов разной величины и степени разложения, а также хорошо выраженного грибного мицелия, сросшегося с минеральной частью верхнего слоя почвы. Оценка свойств серых почв залежей Красноярского края, зарастающих лесом, свидетельствует о «проградационном тренде», достаточно ярко проявляющемся в верхней части профиля.

Таким образом, влияние леса разного видового состава и возраста на серые почвы залежей в Средней Сибири приводит к их динамике в направлении экологической нормы. Формирующиеся биоценозы превращаются в более стабильную и самоконтролируемую систему, приобретающую сходство с природными экосистемами. Поэтому в настоящее время интенсивно зарастающие лесом залежи экономически выгоднее использовать как противоэрозионные лесные массивы и как компонент ландшафта.

РАЗНООБРАЗИЕ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ И ПОБЕГОВЫХ СИСТЕМ У ТРЕХ ВИДОВ ДУБА В СРЕДНЕГОРЬЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА

М.Н. СТАМЕНОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пушкино

Представление о древесном растении как о системе модулей способствует более полному пониманию механизмов его онтоморфогенеза и адаптаций к условиям среды. Несмотря на рост числа публикаций по модульной организации растений, особенности архитектуры кроны многих видов деревьев, даже широко распространенных лесообразователей, таких, как представители рода *Quercus*, остаются слабоизученными. Представляется интересным исследовать организацию кроны у видов в регионах с разнообразием экологических условий. К ним относятся, в первую очередь, горные области, такие, как среднегорье Северного Кавказа в районе Кисловодской котловины (Золотова, Севастьянов, 2011). С другой стороны, работы по сравнительному анализу побеговых систем разного уровня в пределах рода относительно редки – для рода *Quercus* их проводили преимущественно в условиях влажных субтропиков (Михалевская, 1987). Поэтому целью начатых нами исследований является сопоставление форм роста и побеговых систем представителей рода *Quercus* в условиях среднегорья Большого Кавказа на примере Пастбищного и Скалистого хребтов в окрестностях г. Кисловодск.

Исследования проводили в следующих фитоценозах:

1. Мезофитные луга, защищенные от сильных ветров, на плато и пологих склонах на высоте 900-1000 м.
2. Остепненные луга на сильно обветренных склонах разной крутизны на высоте 950-1300 м.
3. Остепненные кальцефитные луга на склонах разной крутизны на высоте 950-1150 м.
4. Остепненные луга на выходах песчаников на террасах и плато, а также на пологих склонах на высоте 850-950 м.
5. Сосняки разнотравные на террасах и плато на высоте 940-1000 м.
6. Склоновые осинники и березо-осинники разнотравные на высоте 970-1200 м.
7. Березняки на выходах песчаников на террасах склонов на высоте 900 м.
8. Дубравы из красного дуба на плато на высоте около 1000 м.

Исследовали два аборигенных вида – *Quercus robur* и *Q. petraea* – и один натурализовавшийся интродуцент (*Q. rubra*). Для каждой особи определяли онтогенетическое состояние, для виргинильных устанавливали жизненную форму (ЖФ) по классификации О.В. Смирновой с соавторами (Восточноевропейские..., 1994), описывали особенности ветвления двухлетних

побеговых систем – ДПС (Антонова, Фатьянова, 2016), отмечали план организации для всей особи и скелетных ветвей по С. Édelin (1991). Всего описано около 250 имматурных, виргинильных и молодых генеративных особей трех видов.

В имматурном состоянии у всех видов отмечены особи с одной главной ортотропной осью, составляющей различную долю от общей высоты особи. У *Q. robur* также описаны имматурные особи с извилистой наклоненной осью. В виргинильном и молодом генеративном состояниях все виды развивают ЖФ одноствольного дерева, *Q. robur* и *Q. petraea* – также ЖФ немногоствольного, а *Q. petraea* – еще и ЖФ многоствольного дерева. Кроме того, описаны молодые генеративные особи *Q. robur* и *Q. petraea* с одной или несколькими наклоненными или плагиотропными осями, ЖФ у которых можно определить как переходную между стлаником и кустом. Увеличение числа лидерных осей и переход к плагиотропным формам роста наблюдается на остепненных кальцефитных и гумусированных лугах.

Во всех состояниях исследованные виды развивают как полностью иерархический, так и различные уровни полиархического плана организации с вариабельным соотношением между развилками и моноподиальными осями. Наиболее сильное развитие полиархии отмечено в сосняках разнотравных и дубравах из красного дуба. У всех видов образование наиболее развитых ветвей происходит за счет акротонных ДПС ствола с мутовками побегов. У *Q. robur* разнообразие вариантов ветвления ДПС выше, чем у двух других видов.

Исследования показывают, что разнообразие жизненных форм и степень пластичности их побегового тела в условиях среднегорья Северного Кавказа выше у аборигенных видов (*Quercus robur* и *Q. petraea*), чем у интродуцированного вида *Q. rubra*.

ЛИТЕРАТУРА

- Антонова И.С., Фатьянова Е.В. О системе уровней строения кроны деревьев умеренной зоны // Ботанический журнал. 2016. Т. 101. № 6. С. 628-649.
- Восточноевропейские широколиственные леса. Под ред. О.В. Смирновой. М.: Наука, 1994. 364 с.
- Золотова Е. В., Севастьянов Д. В. Рекреационные свойства горного рельефа региона Кавказских Минеральных Вод и перспективы оптимизации их использования // Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2011. Вып. 3. С. 92-99.
- Михалевская О.Б. Ритмичность процессов роста и морфогенеза в роде *Quercus* // В сб.: Морфогенез и ритм развития высших растений. М.: изд-во МГПИ, 1987. С. 33-38.
- Édelin C. Nouvelles données sur l'architecture des arbres sympodiaux: le concept de plan d'organisation // In: L'Arbre: Biologie et Développement Naturalia Monspeliensia, 2nd International Tree Conference. Montpellier. 1991. P. 127-154.

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ ФИТОМАССЫ ЛЕСНЫХ ПОРОД ПО СПУТНИКОВЫМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕСОВ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АО)

Н.В. СУРКОВ¹, Е.Н. СОЧИЛОВА¹, Д.В. ЕРШОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

Настоящая работа посвящена изложению методики и результатов пространственной оценки запасов фитомассы верхнего полога древостоя по спутниковым разносезонным изображениям высокого пространственного разрешения Landsat-8 и выборочным данным лесной таксации. Тестовый участок выбран на территории Советского лесничества Ханты-Мансийского автономного округа, которое принадлежит к северо-таёжной лесоболотной зоне Западно-Сибирской равнины. Комбинация разносезонных и одновременных изображений с данными лесной таксации позволяет актуализировать пространственную информацию о распределении на территории тестового участка основных категорий земель и преобладающих древесных пород, а также выявить последние изменения, связанные с пожарами, рубкой леса и другими негативными воздействиями на леса. Используются данные Landsat-8, прошедшие первичную обработку: радиометрическую коррекцию и преобразование данных в абсолютные безразмерные значения отражения (reflectance) в диапазоне от 0 до 1. По спутниковым данным автоматически методом сегментации методом Lambda Schedule (FLS) Segmentation (Redding et al., 1999) выделяются спектрально-однородные участки земной поверхности для оценки в них категории земель, преобладающей породы, возраста и запаса древостоя. Из таксационных данных составляется выборка выделов по преобладающим породам – не менее 7 единиц в составе первого яруса насаждения.

На первом этапе выполняется классификация территории на 9 типов наземного покрова, четыре из которых покрыты лесными сообществами с преобладающими породами (сосна, кедр, ель, береза). Эталонная выборка лесных пород дополняется сегментами нелесных классов: гари, вырубки, другие, не покрытые лесом земли, болота, водоемы. Для классификации используются 12 спектральных признаков: отражательная способность в синем (#2), зелёном (#3), красном (#4) и ближнем инфракрасном (БИК) (#5) каналах системы OLI Landsat-8 за разные сезоны: конец зимы, начало весенней вегетации и середина лета. Информативными являются все признаки, наиболее значимы из которых – яркости в БИК-канале весеннего изображения, зелёном и красном каналах летнего изображения. Управляемая классификация ландшафтного покрова выполняется методом Random forest (Breiman, 2001) с интегральной точностью 86,3%. Кросс-валидация результатов классификации по контрольной выборке составила 0,712.

На втором этапе для оценки запаса древесины лесов проведено построение регрессионных

зависимостей между значениями яркости в зимнем красном канале спутникового изображения с лесотаксационными характеристиками (запасом стволовой древесины и высотой) на отобранных эталонных выделах (Сочилова, Ершов, 2012). Вид зависимостей, описывающих эту связь – экспоненциальный, показатель степени имеет отрицательные значения. Уровень взаимосвязи между яркостями зимнего канала и запасами оказался равен 0,82 для сосны, 0,56 для темнохвойных пород и 0,73 для берёзы. Контрольная выборка использовалась для оценки точности полученного результата. В результате проверки ошибка определения запаса для лиственных древостоев составила 39,5% для низких запасов (до 50 м³/га включительно) и 15,4% для запасов, превышающих 250 м³/га.

Восстановленные запасы по уравнениям регрессии используются для получения общих запасов фитомассы на основе конверсионных коэффициентов, предложенных в статье (Замолотчиков и др., 2003). Эти коэффициенты определены авторами для пород с дифференциацией по возрастным группам, а именно: молодые, средневозрастные, приспевающие и спелые с перестойными. Отсюда происходит необходимость получения информации о возрасте насаждений. Возраст имеет однозначную связь с высотой, описанную в региональных таблицах хода роста различных пород. В свою очередь, высота древостоя, как и запас, связана с отражательной способностью в красном диапазоне, особенно в зимний период. Чтобы определить уравнение, описывающее эту зависимость, использовались таксационные данные о высоте древостоя и средние значения яркости в красном диапазоне для спектрально-однородных участков. Всего в выборку попало 167 участков сосновых и 112 участков берёзовых насаждений. Полученная в результате зависимость, как и в случае с запасом, имеет форму обратной экспоненты. Для темнохвойных пород был проведён дополнительный отбор лесных участков, в первом ярусе которых преобладает берёза, а во втором – темнохвойные породы с коэффициентом состава более 7 единиц, т.к. молодые темнохвойные насаждения чаще всего располагаются под пологом лиственных. После этого ряд значений (102 участка) стал достаточным для выражения зависимости между высотой древостоя и средней яркостью в красном канале по каждому участку. Итоговый уровень детерминации (R^2) точности восстановления высот составляет 0,75 для сосны, 0,64 – для темнохвойных пород и 0,61 – для берёзы. Полученные на тестовых участках уравнения были применены для восстановления высот по каждому пикселу спутникового изображения. После вычисления средних высот для восстановления средних возрастов насаждений использовались таблицы хода роста и продуктивности модальных насаждений (Швиденко и др., 2008). По уравнениям для сосны, берёзы, ели и кедра вычислен возраст лесонасаждений для каждого пиксела изображения, содержащего данные о высотах древостоя. Выделены группы возраста для каждой породы, приведённые в лесоустроительном регламенте лесничества. Затем в пределах каждой группы

возраста насаждений выполнен перерасчёт запасов древесины в фитомассу по конверсионным коэффициентам.

В результате объединения результатов, полученных по группам возраста и породам, созданы карты средних возрастов, высот, запасов древостоя в м³/га и фитомассы в т/га. На основе карт были проведены поквартальные оценки площадей и запасов основных лесообразующих пород тестовой территории, включая лесные участки, соответствующие возрасту рубки. Оценки фитомассы пород могут использоваться в качестве информации для получения актуальных запасов лесных горючих материалов верхнего полога исследуемой территории.

ЛИТЕРАТУРА

Замолодчиков Д.Г., Уткин А.И., Честных О.В. Коэффициенты конверсии запасов насаждений в фитомассу для основных лесообразующих пород России // Лесная таксация и лесоустройство. Сибирский государственный технологический университет, выпуск 1(32), 2003. С. 119-127.

Сочилова Е.Н., Ершов Д.В. Анализ возможности определения запасов древесных пород по спутниковым данным Landsat ETM // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т.9. № 3. С. 277-282.

Швиденко А.З., Щепаченко Д.Г., Нильссон С., Булуй Ю.И. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесообразующих пород северной Евразии (нормативно-справочные материалы). Федеральное агентство лесного хозяйства. Международный институт прикладного системного анализа. 2008.

Breiman L. Random forests // Machine Learning, 2001, V. 45. № 1. P. 5-32.

Redding N.J., Crisp D.J., Tang D., Newsam G.N. 1999. An efficient algorithm for Mumford-Shah segmentation and its application to SAR imagery // Proc. Conf. «Digital Image Computing: Techniques & Applications» (DICTA-99). Australia: Perth. P. 35-41.

ЛЕСНЫЕ НАСЕКОМЫЕ: ФАКТОРЫ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ И РИСКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛЕС

В.Г. СУХОВОЛЬСКИЙ^{1, 2, 4}, А.В. КОВАЛЕВ², Е.Н. ПАЛЬНИКОВА³ О.В. ТАРАСОВА⁴

¹Институт леса им.В.Н.Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, г. Красноярск

²Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный университет им М.Ф.Решетнева», г. Красноярск

⁴Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск

Эффективность выполнения экосистемных функций леса зависит от состояния древесных растений. Одна из возможных причин нарушений состояния леса связана с воздействием на лес насекомых. В связи с этим при расчетах эффективности выполнения экосистемных функций для конкретных территорий необходимо оценить риски возникновения вспышек массового размножения лесных насекомых – филлофагов и ксилофагов.

Для оценки рисков воздействия лесных насекомых на экосистемные функции конкретных лесных территорий предлагается следующая процедура:

- построение модели динамики численности насекомых-вредителей;
- оценку устойчивости насаждений к воздействию вредителей;

- определение модифицирующих факторов, при которых может возникать вспышка;
- оценка интенсивности воздействия и масштабов повреждений, зависящая от плотности популяции вредителя и площади очага массового размножения,
- расчет изменений экосистемных функций в процессе и после воздействия вредителей

Для каждого из этапов анализа предлагаются специфические методы.

1. Для описания динамики численности отдельного вида насекомых нами рассматривались ADL (autoregressive distributed lag) – модели, в которых предполагается, что текущая плотность популяции зависит от плотности предыдущих лет и влияния модифицирующих факторов (Суховольский и др., 2015; Суховольский и др., 2016; Исаев и др., 2015; Isaev et al., 2017). Динамика численности вида в ADL-модели характеризуется следующим уравнением:

$$\ln x(i) = a_0 + \sum_{j=1}^k a_j \ln x(i-j) + \sum_{s=0}^m b_s W(i-s) \quad (1),$$

где $x(i)$ – плотность популяции в момент времени i ; k , m – запаздывание в модели; $a_0 - a_k$, $b_s - b_m$ – коэффициенты модели.

В (1) авторегрессионные члены $\sum_{j=1}^k a_j \ln x(i-j)$ характеризуют запаздывание, связанное с воздействием паразитов и хищников, и реакцией кормовых растений на повреждение (Суховольский и др., 2015), а члены $\sum_{s=0}^m b_s W(i-s)$ характеризуют восприимчивость особей к воздействию погодных факторов.

2. Для оценки влияния внешних факторов (ландшафта, погодных условий) рассматривались модели динамики численности популяций насекомых как фазовых переходов первого рода (Исаев и др., 2015; Isaev et al., 2107). В модели предполагается, что популяция имеет два состояния с различными плотностями, а вероятность переброса популяции из состояния в состояние зависит от высоты и крутизны потенциального барьера между состояниями. Погодные условия в модели рассматриваются как внешнее поле, воздействие которого ведет к изменению формы потенциального барьера и потере устойчивости одного из состояний популяции.

3. Для оценки устойчивости насаждений к нападению вредителей предлагается использоваться показатели сезонной фенодинамики, характеризуемые параметрами годовых временных рядов NDVI (Суховольский и др., 2017). Доступность данных дистанционного зондирования и расчетов NDVI для лесных территорий открывает возможность оценки устойчивости для любого насаждения.

4. Для описания пространственного распределения особей по учетным единицам (деревьям) и, следовательно, уровня повреждения деревьев насекомыми в зависимости от плотности

популяции, использовались модели фазовых переходов второго рода (Суховольский и др., 2005). С помощью модели возможно получить оценку доли поврежденных деревьев при определенной плотности популяции.

5. Для оценки динамики развития очагов массового размножения предложено использовать две модели: модель вязких пальцев (Суховольский и др., 2008) и экологическую версию квантовой модели KPZ (Кардара – Паризи – Чжана) (Зи, 2009). Эти подходы позволяют оценить скорость увеличения площадей очагов массового размножения и форму границ очагов.

6. Для оценки динамики отпада и восстановления деревьев после повреждений насекомыми предлагается использовать модели роста и сукцессионных процессов в насаждениях (Исаев и др., 2012; Soukhovolsky et al., 2012; Soukhovolsky, Ivanova, 2018).

Совокупность всех этих подходов позволяет оценить вероятность возникновения вспышки массового размножения, площади очагов и интенсивность повреждений деревьев, возможности и интенсивность восстановления леса после повреждений. Зная эти характеристики, возможно оценить изменения экосистемных функций леса в процессе развития вспышек массового размножения лесных насекомых.

ЛИТЕРАТУРА

- Исаев А.С., Пальникова Е.Н., Суховольский В.Г., Тарасова О.В. Динамика численности лесных насекомых-филлофагов: модели и прогнозы. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2015. 276 с.
- Исаев А.С., Суховольский В.Г., Овчинникова Т.М., Мочалов С.А., Сотниченко Д.Л. Сукцессионные процессы в лесных ценозах: модель фазовых переходов второго рода // Лесоведение. 2012. № 3. С. 3–11.
- Зи Э. Квантовая теория поля в двух словах. М.: Ижевск: РХД, 2009. 615 с.
- Суховольский В.Г., Пальникова Е.Н., Тарасова О.В., Карлюк А.Ю. Модель вспышки массового размножения лесных насекомых как фазового перехода второго рода // ДАН. 2005. т.403. № 4. С.551–553.
- Суховольский В.Г., Исааков Т.Р., Тарасова О.В. Оптимизационные модели межпопуляционных взаимодействий. Новосибирск: Наука, 2008. 162 с.
- Суховольский В.Г., Пономарев В.И., Соколов Г.И., Тарасова О.В., Красноперова П.А. Непарный шелкопряд *Lymantria dispar* L. на Южном Урале: особенности популяционной динамики и моделирование // ЖОБ. 2015. № 3. С. 179–194.
- Суховольский В.Г., Ковалев А.В., Пальникова Е.Н., Тарасова О.В. Моделирование рисков воздействия насекомых на лесные насаждения при возможных климатических изменениях // Компьютерные исследования и моделирование. 2016. Т. 8. № 2. С. 241–253.
- Суховольский В.Г., Иванова Ю.Д., Овчинникова Т.М., Ботвич И.Ю. Моделирование фенодинамики листопадных древесных пород // Лесоведение. 2017. № 4. С. 293–302.
- Isaev A.S, Soukhovolsky V.G., Tarasova O.V., Palnikova E.N., Kovalev A.V. Forest Insect Population Dynamics, Outbreaks and Global Warming Effect. N.Y.: J. Wiley and Sons, 2017. 298 p.
- Soukhovolsky V., Mochalov S., Zoteeva E., Sekretenko O., Sotnichenko D., Kovalev A. Early stages of forest restoration after windthrow in Ural (Russia): observation and mathematical models // Tree and Forestry Science and Biotechnology. 2012. v. 6. P. 69–74.
- Soukhovolsky V., Ivanova Yu. Modeling Production Processes in Forest Stands: An Adaptation of the Solow Growth Mode // Forests. 2018. v. 9 (7). P. 391–405.

ОСОБЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ПОСТАГРОГЕННОГО ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ В ЮЖНОЙ ТАЙГЕ: ДИНАМИКА СОСТАВА И СТРУКТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ

В.М. ТЕЛЕСНИНА¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Цель работы – выявить постагрогенную динамику особенностей растительности и некоторых показателей биологического круговорота при разных типах хозяйственного освоения. Исследования проводили на территории Костромской области. Объекты – три хроноряда: зарастающие пашня, сенокос и частный огород. Почвы зарастающего сенокоса образованы на легких суглинках. Стадии зарастания: 1) луг, не косимый 2-3 года; 2) луг, не косимый 12 лет; 3) ивово-березовый лес 20-22 года; 4) березово-еловый лес 95 лет. Почвы зарастающей пашни образованы на песках, глубоко подстилаемых глиной. Стадии зарастания: 1) пашня; 2) залежь 7-8 лет; 3) залежь 12-15 лет с порослью ивы; 4) осиново-березовый лес 35-40 лет; 5) березово-еловый лес 100 лет. Недалеко от зарастающей пашни расположен бывший огород, который в отличие от пашни много лет подвергался внесению золы и навоза. Стадии: действующий огород и огороды, заброшенные 4, 10, 20 и 35 лет назад. При зарастании пашни на стадии 7-летней залежи в травостое 50% составляют сорно-рудеральные и нитрофильные виды, через 15 лет после прекращения распашки они исчезают, уступая видам мелколиственных и еловых лесов. При зарастании сенокоса из-за отсутствия сорно-рудеральной стадии замещение нитрофилов другими видами происходит более плавно. Из лесных свит на стадиях как 20-летнего, так и 95-летнего лесов, преобладают не еловые, а неморальные т.к. суглинистые почвы создают более оптимальные лесорастительные условия. При зарастании огорода сорно-рудеральные виды присутствуют, минимум 35 лет после прекращения использования, составляя более 80% в первые 10 лет. По шкалам Ландольта (Landolt et al., 2010) выявлена сукцессионная динамика доли видов с разными требованиями к кислотности почвы и обогащенности органическим углеродом. При зарастании пашни и сенокоса увеличивается доля видов-ацидофилов. Нейтрофилы встречаются только на ранних стадиях. При зарастании огорода – виды-ацидофилы отсутствуют, а доля видов, характерных для нейтральных и щелочных почв, возрастает, достигая максимума через 20 лет. По мере зарастания пашни и сенокоса лесом увеличивается доля видов, предпочитающих почвы, богатые органическим веществом. Уменьшается доля видов с широкой экологической амплитудой и увеличивается доля стенобионтных видов. При зарастании огорода, напротив, в

травостое увеличивается доля эвритопных видов. Из этого следует отсутствие тенденции к изменению органопрофиля в сторону типа модер или мор. Следует подробно остановиться на постагрогенной динамике биологического круговорота. В первую очередь, речь идет о разном времени смены лугового сообщества лесным, т. е. о принципиальном изменении характера поступления и состава растительного опада, а также локализации накопления основного запаса органического вещества. Скорость роста древостоя на начальных стадиях сукцессии гораздо выше при зарастании пашни, что связано с отсутствием на заброшенной пашне развитой дернины, как на лугу. Так, на 12-летней залежи по пашне биомасса древостоя почти в 6 раз выше, чем на одновозрастной залежи по сенокосу. При зарастании огорода древостоя нет, по крайней мере, 35 лет. Надземная биомасса травяного яруса изменяется в зависимости от скорости восстановления древостоя. На плохо удобряемой пашне рудеральная стадия укорочена, поэтому продуктивность травостоя не очень высока (300-350 г/м²), а через 12 лет уменьшается почти в 4 раза. Очень высокая биомасса травостоя на лугу, некошеном 2 года, но в отличие от «пахотного» ряда, уменьшение биомассы травостоя в ходе сукцессии здесь не столь резкое. Надземная биомасса на 4-летней залежи по огороду превышает 1500 г/м², и только через 20 лет уменьшается вдвое. Были рассчитаны запасы легкоразлагаемых фракций опада (ЛРО), имеющего важное значение для микробиологической активности. В состав ЛРО входит примерно треть корневой массы трав, надземный опад трав и листва деревьев. ЛРО на пашне состоит только из корней. По мере зарастания пашни запас ЛРО достигает максимума на стадиях залежи 7 лет (5 т/га) и 40-летнего леса (более 6 т/га). При зарастании огорода устойчивого тренда не выявлено. Величина запасов ЛРО на 4-летней залежи по огороду почти соответствует величине запасов ЛРО в 20-летнем лесу из-за высокой продуктивности трав – блокираторов лесовосстановления (Люри и др., 2010). По результатам изучения показателей круговорота проведен анализ методом главных компонент. Наибольший вклад в различия изученных экосистем вносит ЛРО. При анализе сходства экосистем одну группу образовали леса возраста от 20 лет с сомкнутым древостоем и развитой подстилкой, другую – агроэкосистемы и залежь 12 лет по пашне с низким запасом ЛРО, третью – все бывшие огороды и молодая залежь по пашне. Это говорит о конвергенции показателей биологического круговорота травяных постагрогенных экосистем. Итак, ведущие факторы постагрогенной динамики показателей биологического круговорота – способ освоения, а точнее – степень окультуривания почв путем удобрения, а также скорость лесовозобновления.

ЛИТЕРАТУРА

- Люри Д.И., Горячкин С.В., Караваева Н.А., Денисенко Е.А., Нефедова Т.Г. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв. М.: ГЕОС, 2010. 415 с.
- Landolt E., Bäumler B., Erhardt A. Flora indicativa. Ökolo-gische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen. Haupt-Verlag, 2010. 376 S.

ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСОВ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

О.В. ТОЛКАЧ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург

На Урале к началу XX столетия производных мягколиственных лесов севернее широты 57° (г. Нижний Тагил) не было (Боков, 1901), а к концу 20-х годов XX столетия их доля составила уже 24% (Переход, 1929). Площадь лесов с преобладанием хвойных по материалам лесного реестра на 1 января 2008 года (Лесной план..., 2013), составляет 57 %, мягколиственных – 42,9%. Основными лесообразующими породами являются сосна, ель и береза, на их долю приходится соответственно 34, 16 и 36 % от общей площади покрытых лесной растительностью земель. Двадцать лет назад сосновые и березовые насаждения занимали соответственно 36,8 % и 31,2 % покрытой лесной растительностью площади. Скорость такой негативной трансформации лесов в Уральском регионе составляет 270 км² в год. При таких темпах условно коренных северотаежных лесов не останется через 55 лет, среднетаежных – через 140 лет, южнотаежных – через 60 лет.

Причины наблюдаемой тенденция смены пород: сплошные рубки, выполняемые без сохранения подроста и пожары. Сплошными рубками осваивается 94% лесосек. Используемые технологии лесозаготовки (харвестер, форвардер) не предполагают сохранение подроста.

Возрастная структура древостоев характеризуется неравномерностью распределения насаждений по группам возраста с преобладанием средневозрастных насаждений. Смена пород способствует значительному снижению комплексной продуктивности лесов (Колданов, 1966; Лосицкий, 1973) и в целом оценивается как наиболее экстенсивный путь развития. В районах с коренными хвойными лесами смена пород, происходящая, главным образом, при воздействии антропогенного фактора абсолютно неоправданная. Сохранение молодых поколений хвойных пород позволило бы ими обеспечить возобновление от 20 до 65% вырубок в смешанных лесах и лесах таежной зоны. В Свердловской области на 45–60% площади спелых и перестойных насаждений имеется значительное количество хвойного подроста, достаточного, чтобы после вырубке древостоя они возобновились хвойными породами (Неменьший, 1984). При этом древостой, сформированный из подроста предварительной генерации, в возрасте старше 50 лет имеет выход деловой древесины 80–85% (Заключительный сводный отчет..., 1975). При формировании же производных мягколиственных лесов на месте вырубки коренных хвойных насаждений снижается запас и выход деловой древесины соответственно в 2 и 5 раз. Высоким

показателем сбежистости и кривоствольности характеризуются производные березняки, которые в силу тех или иных причин (рубка, пожары, ветровалы и т.д.) неоднократно формируются на одних и тех же участках (Луганский и др., 1991). По данным Р.П. Исаевой (Исаева, 1974) смена хвойных пород на мягколиственные приводит «к падению производительности и ухудшению товарной структуры древостоев». Экономическая эффективность двух оборотов рубки мягколиственных древостоев в 2 раза ниже, чем одного. Кроме того, на водосборах покрытых лиственными насаждениями увеличивается доля поверхностного стока и снижается подземного на аналогичную величину по сравнению с хвойными. По усредненным данным коэффициент весеннего поверхностного стока на водосборах покрытых хвойными насаждениями равен 0,3, а на вырубленных водосборах 0,6, можно допустить, что на водосборах покрытых лиственными насаждениями он составит как минимум 0,4. Иначе говоря, на 10% увеличится поверхностный сток с водосборов занятых лиственными насаждениями, что повлечет перераспределении стока рек за счет увеличения доли паводкового стока по отношению к стоку в меженный период оборота рубки хвойных пород (Луганский, 1974; Казанцев и др., 2006).

Таким образом, процесс расширения площади лиственных насаждений и сокращения хвойных приводят к снижению комплексной продуктивности лесов в части древесной и гидрологической составляющих.

ЛИТЕРАТУРА

- Боков В.Е.* Артинская казенная горнозаводская дача // Лесной журнал. 1901. № 4. С. 21-32.
Заключительный сводный отчет. Тема 053025. Пушкино: ВНИИЛМ, 1975. 102 с.
Казанцев С.Г., Залесов С.В., Залесов А.С. Оптимизация лесопользования в производных березняках Среднего Урала. Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. 155 с.
Колданов В.Я. Смена пород и лесовосстановление. М.: Лесная промышленность, 1966. 171 с.
Лесной план Свердловской области на 2009-2018 годы. Екатеринбург, 2013. 369 с.
Исаева Р.П. Лесоводственная и экономическая эффективность ухода за составом молодняков // Труды Свердловского НИИ лесной промышленности. Свердловск: Средне-Уральское книжное издательство, 1974. С. 154-162.
Лосицкий К.Б., Чуенков В.С. Эталонные леса. М.: Лесная промышленность, 1973. 160 с.
Луганский Н.А., Лысов Л.А. Березняки Среднего Урала. Свердловск: УГЛТУ, 1991. 100 с.
Луганский Н.А. Научное обоснование способов возобновления и формирования молодняков на вырубках сосновых лесов Урала: автореф. дис. ... д. с.-х. наук: 06.03.03. Алма – Ата, 1974. 56 с.
Неменьший Б.И. Эффективность сохранения подростка на сплошных вырубках // Лесное хозяйство. 1984. №4. С. 23-25.
Переход В.И. Краткая характеристика лесоэкономических условий Уральской области // Записки лесопромышленного факультета УПИ. Свердловск: УПИ, 1929. Вып. 1. С. 15-27.

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, SARAVIDAE) В ЛЕСАХ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ ПОЖАРА В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «МЕЩЁРСКИЙ»

О.С. ТРУШИЦЫНА¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина», г. Рязань

Лесные экосистемы в значительной степени определяют облик национального парка

«Мещёрский», так как на лесные массивы приходится порядка 60% его территории (Природно-заповедный фонд., 2004). Сильные пожары являются мощным фактором трансформации лесных экосистем, так как полностью уничтожают сложившиеся сообщества, запуская серию сукцессий (Кулешова, 2002). Особенно страдает верхний органический слой почвы и подстилка, поэтому динамика населения почвенных беспозвоночных может служить показателем состояния послепожарных сообществ в ходе их восстановления.

В качестве модельной группы почвенных беспозвоночных выбрано семейство Жужелицы (Coleoptera, Carabidae). Эти жуки являются важной составной частью большинства наземных биоценозов, играя заметную роль в сложении и функционировании сообществ почвенных животных. Многие виды реагируют на изменение окружающей среды и нередко используются в качестве индикаторов экологических условий (Гиляров, 1965).

Исследования проводились в 2011-2015 гг. в национальном парке «Мещёрский» (Рязанская обл., Клепиковский р-н) в сосновых лесах, пострадавших от пожаров разной степени интенсивности в 2010 г. Сбор насекомых осуществляли с апреля по октябрь стандартными почвенными ловушками с фиксатором (Тихомирова, 1975).

Всего было собрано 11 564 экз. имаго жужелиц, относящихся к 73 видам. Суммарная уловистость жужелиц в разные годы сильно варьировала от 351 экз. в 2015 г. до 3251 экз. в 2011 г. Таким образом, в отдельные годы численное обилие могло изменяться в десятки раз. Пирофильный *Pterostichus quadriveolatus* Letzner 1852 достигал высокой численности только в первые годы после пожара, далее встречались лишь отдельные особи этого вида.

Структура доминирования на модельных площадках сильно варьировала по годам. В 2011 г. в структуру доминирования вошли 2 вида – *Carabus arcensis* Herbst, 1784 (13,6%) и *P. quadriveolatus* (70,3%). *C. arcensis* (32,6%), *P. quadriveolatus* (16,3%), *Calathus erratus* (Sahlberg, 1827) (5,6%), *C. micropterus* (Duftschmid, 1812) (24,0%) доминировали в 2013 г. В 2014 г. высокой численности достигали *C. arcensis* (29,7%), *Poecilus versicolor* (S Sturm, 1824) (6,5%), *Pterostichus niger* (Schaller, 1783) (5,3%), *P. quadriveolatus* (17,8%), *C. micropterus* (26,9%). В 2015 г. доминировали только два вида – *C. arcensis* (57,0%) и *P. niger* (8,5%). *Notiophilus germinyi* Fauvel, 1863 (7,3%), *C. arcensis* (53,1%) и *P. niger* (17,2%) достигали высокой численности в 2016 г. Таким образом, пирофильные виды постепенно вытесняются на горях мезофиллами открытых пространств, которые в свою очередь, по мере появления древесного яруса заменяются лесными видами.

ЛИТЕРАТУРА

- Гиляров М.С. Зоологический метод диагностики почв. М., 1965. 278 с.
Кулешова Л.В. Опыт комплексного мониторинга лесных сообществ на горях 1972 г. в Окском заповеднике // Мониторинг сообществ на горях и управление пожаром в заповедниках. М., 2002. С. 5-35.
Природно-заповедный фонд Рязанской области. Национальный парк «Мещерский». Рязань: Русское слово,

2004. С. 79-87.

Тихомирова А.Л. Учет напочвенных беспозвоночных // Методы почвенно-зоологических исследований. М., 1975. С. 73-85.

УДЕЛЬНАЯ ЛИСТОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ (SLA) В СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

И.А. УТКИНА¹, В.В. РУБЦОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лесоведения Российской академии наук, Московская обл., с. Успенское

Попытки получения усредненных значений физиологических, морфологических и прочих характеристик листового аппарата, необходимых для моделирования потоков питательных веществ и границ растительности, предпринимались неоднократно. В последнее время внимание к таким показателям заметно возросло в связи с происходящими изменениями климата. Появилось много обзорных работ, обобщающих информацию, собранную в разных природных зонах для растений различных функциональных групп (Wright et al., 2004; Niinemets, 2010; Liu et al., 2017; и др.).

В экофизиологических исследованиях помимо показателей соотношения между массой листьев и площадью их поверхности (фотосинтетически активной поверхностью) используется SLA (удельная листовая поверхность, отношение проекционной площади поверхности листьев или хвои к их абсолютно сухой массе, выражается в см²/г, дм²/г, м²/кг, га/т). SLA – наиболее пластичный морфопоказатель листа. Поэтому он все чаще используется вместо показателей листовой массы в качестве базового показателя при характеристике фотосинтеза, дыхания, транспирации, содержания микроэлементов, хлорофилла. Для травянистых растений, особенно сельскохозяйственных, собрано немало данных о SLA, тогда как для лесных растений, особенно древесных, подобной информации меньше. Результаты таких исследований опубликованы ранее (Ермолова, Уткин, 1998; Уткин и др., 2008).

Почти сто лет назад было сделано предположение, что ассимиляция в пересчете на единицу сухой массы листа есть функция SLA, а форма графика этой функции сходна с кривой роста растения в течение жизненного цикла. Позднее было обнаружено, что связь SLA с интенсивностью фотосинтеза слабая, что можно объяснить различным анатомическим строением листа и соотношением между массой и(или) объемом разных листовых структур. Как правило, более низкая SLA, или бóльшая толщина листа, считается адаптивным свойством растений, способствующим более интенсивному максимальному фотосинтезу.

У отдельных видов растений амплитуда значений SLA связана преимущественно с массой листьев, которая в свою очередь зависит от разных факторов: 1) толщины листовых пластинок,

длины, ширины и толщины хвои, положения листьев в кроне (листья деревьев из нижнего слоя полога и нижних частей крон хорошо развитых особей имеют обычно меньшую массу при одинаковых величинах площади поверхности); 2) возраста листьев (молодые листья легче более старших при одинаковом размере), их генерации (весенняя генерация или летняя) и типа побегов (укороченные или ростовые); 3) химического состава листьев, связанного с условиями место-произрастания (в первую очередь температурой воздуха и влажностью почвы, составом почвенных растворов); с химическим составом также связано понижение SLA от года к году по мере старения листьев у вечнозеленых видов растений и повышение – перед опадением листьев у листопадных пород; 4) анатомической структуры листьев. В ксерофильных условиях формируются обычно более плотные листья из-за большей доли механических тканей в структуре (Ермолова, Уткин, 1998). Согласно нашим данным, вторичная листва, образовавшаяся на побегах взамен уничтоженной насекомыми-филлофагами, обладает большими значениями SLA (Рубцов, Уткина, 2008).

На величину SLA листьев влияют и другие природные и антропогенные факторы: высота над уровнем моря (высокогорные виды древесных и травянистых растений имеют более низкую SLA), стрессовые ситуации (повреждение насекомыми и копытными, подтопление, промышленные загрязнения и др.).

В общем объеме информации об SLA больше всего данных получено для видов и популяций, меньше для особей и еще меньше – для сообществ. В настоящее время SLA листьев является полноправным компонентом в совокупности показателей при определении видовой стратегии в ходе сукцессии.

ЛИТЕРАТУРА

- Ермолова Л.С., Уткин А.И.* Удельная листовая поверхность основных лесообразующих пород России // Экология. 1998. № 3. С. 178-183.
- Рубцов В.В., Уткина И.А.* Адаптационные реакции дуба на дефолиацию. М.: Гриф, 2008. 302 с.
- Уткин А.И., Ермолова Л.С., Уткина И.А.* Площадь поверхности лесных растений: сущность, параметры, использование. М.: Наука, 2008. 292 с.
- Liu M., Wang Z., Li S., Lü X., Wang X., Han X.* Changes in specific leaf area of dominant plants in temperate grasslands along a 2500-km transect in northern China // Scientific Reports. V. 7. N 10780. 9 p.
- Niinemets Ü.* A review of light interception in plant stands from leaf to canopy in different plant functional types and in species with varying shade tolerance // Ecological Research. 2010. V. 25. P. 693-714.
- Wright I.J., Reich P.B., Westoby M., Ackerly D., et al.* The worldwide leaf economics spectrum // Nature. 2004. V. 428. P. 821-827.

СУКЦЕССИОННАЯ ДИНАМИКА ПОСЛЕРУБОЧНЫХ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТ- ВЕННЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КAVKAZA

Н.Е. ШЕВЧЕНКО¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

Исследования проводились в верховьях р. Пшехи (Краснодарский край, Апшеронское лесничество) и р. Белой (Республика Адыгея, Кавказский биосферный заповедник). Данная территория относится к Западной горной провинции Большого Кавказа (Мильков, Гвоздецкий, 1986). В качестве объекта исследования был выбран пространственно-временной ряд послерубочной сукцессии буково-темнохвойных лесов среднегорного пояса Северо-Западного Кавказа (600 метров над уровнем моря). По эколого-флористической классификации эти леса относятся к разным вариантам ассоциации *Illici colchicae-Abietetum nordmanniana* Korotkov et Belonovskaja 1987 союза *Vaccinio-Fagion orientalis* (Zohary 1973) Passarge 1981 порядка *Rhododendro pontici-Fagetalia orientalis* (Soo 1964) Pass. 1981 класса *Quercus-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger 1937 (Биота..., 1990).

Изученные сообщества пространственно-временного ряда нами были условно разделены на три стадии восстановительной сукцессии: (I) ранняя стадия – осиново-грабовые жимолостно-мелкотравные сообщества с максимальным возрастом деревьев не более 65 лет; (II) переходная стадия – буко-пихто-грабовые мелкотравные сообщества с максимальным возрастом деревьев не более 95 лет и (III) терминальная стадия – пихто-буковые мертвопокровные сообщества с максимальным возрастом деревьев более 450 лет (Шевченко и др., 2019).

Ранняя стадия демутиационной сукцессии хвойно-широколиственных лесов Северо-Западного Кавказа представлена раннесукцессионными светолюбивыми видами деревьев – *Carpinus betulus*, *Populus tremula*, *Quercus petraea*, *Betula pubescens*, *Cerasus avium*. Ценопопуляции этих видов, как правило, характеризуются прерывистыми онтогенетическими спектрами и только береза – регрессивным. Начиная со второго этапа, доминирование в подросте получают наиболее теневыносливые виды – *Abies nordmanniana* и *Fagus orientalis*. На заключительных этапах, когда пихта и бук выходят в верхний ярус, ценопопуляции большинства других видов деревьев становятся фрагментарными и постепенно исчезают. В результате на месте рубок с течением времени сформируются олигодоминантные буково-пихтовые леса. В этих ценозах из-за низкой освещенности восстановление других видов деревьев станет невозможным (Горнов и др., 2018).

В ходе демутиационной сукцессии хвойно-широколиственных лесов Северо-Западного Кавказа происходит нелинейное изменение показателей видового богатства и видовой насыщенности: по мере прохождения сукцессии видовое разнообразие видовой насыщенность сначала

увеличивается, а затем падает. Такое изменение показателей разнообразия полностью соответствует так называемому «парадоксу падения видового разнообразия при достижении климакса» (Forest Succession..., 1981; Andel van J., 1994). В хвойно-широколиственных лесах Северо-Западного Кавказа, формирующихся в условиях выровненного рельефа, размер окон, создающихся в результате выпадения старых деревьев бука и пихты, оказался недостаточным для развития светолюбивой флоры, поскольку высота верхнего древесного яруса превышает 50 метров, что создает сильное боковое затенение в окнах. Поэтому на терминальной стадии здесь формируются маловидовые олигодоминантные пихто-буковые сообщества.

Многомерный анализ геоботанических описаний разных стадий демулационной сукцессии по экологическим шкалам Г. Элленберга (Ellenberg, 1996; 2009) выявил приуроченность раннесукцессионных сообществ к участкам с повышенной освещенностью, низкой кислотностью, высоким увлажнением и богатством почвы азотом по сравнению с сообществами переходной и поздней стадий. Сообщества поздней стадии приурочены к кислым и бедным азотом почвам с преобладанием теневыносливых и холодостойких видов растений. Сообщества переходной стадии занимают промежуточное положение между сообществами ранней и поздней стадий по экологическим шкалам.

Анализ эколого-ценотической структуры растительных сообществ на разных стадиях сукцессии позволил установить, что в горных лесах Северо-Западного Кавказа на поздней стадии сукцессии структура ЭЦГ упрощается, что приводит к формированию олигодоминантных мертвopoкpовных сообществ. На ранней и переходной стадиях выше доля неморальных, нитрофильных и лугово-опушечных видов, отмечено присутствие байрачных видов, на терминальной – значительно возрастает доля бореальных видов, резко снижается доля лугово-опушечных и нитрофильных видов, полностью отсутствуют байрачные виды.

В ходе восстановительной сукцессии в хвойно-широколиственных лесах Северо-Западного Кавказа на поздней стадии происходит резкое увеличение размеров деревьев и общего запаса стволовой древесины – бук достигает высоты 60 м, а общий запас стволовой древесины – 1097 ± 265 м³/га. При этом на терминальной стадии в буково-пихтовых мертвopoкpовных сообществах на долю бука приходится более 2/3 от общего запаса стволовой древесины, а пихты – менее 1/3.

Исследование выполнено в рамках темы государственного задания ЦЭПЛ РАН № 0110-2018-0007, материал обработан за счет средств гранта Российского научного фонда (16-17-10284).

ЛИТЕРАТУРА

Биота экосистем Большого Кавказа / Белановская Е.А., Гребенщиков О.С., Давыдова М.В. и др. М.: Наука, 1990. 221 с.

Горнов А.В., Горнова М.В., Тихонова Е.В., Шевченко Н.Е., Казакова А.И. Оценка сукцессионного статуса хвойно-широколиственных лесов европейской части России на основе популяционного подхода // Лесоведение.

2018. № 4. С. 243-257.

Мильков Ф.Н., Гвоздецкий Н.А. Физическая география СССР. Общий обзор. Европейская часть СССР. Кавказ: Учебник для студентов. 5-е изд. М.: Высш. шк., 1986. 376 С.

Шевченко Н.Е., Кузнецова А.И., Тебенькова Д.Н., Смирнов В.Э., Гераськина А.П., Горнов А.В., Тихонова Е.В., Лукина Н.В. Сукцессионная динамика растительности и запасы почвенного углерода в хвойно-широколиственных лесах северо-западного Кавказа // Лесоведение. 2019. №1. С. 28-46.

Andel van J. A population ecological approach to evaluate the rate of disturbance of plant communities // Proc. of VI Inter. Ecol. Cong. Manchester. 1994. P. 30-35.

Ellenberg H. Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl. Ulmer. Stuttgart, 1996. P. 1096

Ellenberg H. Vegetation Ecology of Central Europe. Cambridge University Press, 2009. P. 1028

Forest Succession: Concept and Application. Berlin, N.Y.: Springer, 1981. P. 517

ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ФИТОПАТОГЕНОВ ТИПА ШЮТТЕ В ПИТОМНИКАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ МЕТОДАМИ ДНК-АНАЛИЗА

Е.А. ШИЛКИНА¹, М.А. ШЕЛЛЕР¹, А.А. ИБЕ¹, Т.В. СУХИХ¹

¹Филиал Федерального бюджетного учреждения «Рослесозащита» –
«Центр защиты леса Красноярского края», г. Красноярск

Природно-климатические и почвенные условия Красноярского края весьма благоприятны для развития заболеваний типа шютте, представляющих серьезную опасность для молодых растений в лесных питомниках и культурах. Наиболее широкое распространение в регионе среди них имеют фитопатогенные грибы рода *Lophodermium* Chevall. (*L. seditiosum* Minter, Staley & Millar, *L. pinastri* (Schrad.) Chevall.). Несколько десятилетий назад указанные близкородственные виды р. *Lophodermium* слабо дифференцировались, и выявляемые ими болезни чаще диагностировались как обыкновенное шютте, вызываемое *L. pinastri*. В настоящее время в питомниках чаще регистрируется вид *L. seditiosum*. Другим хозяйственно значимым заболеванием является шютте снежное (фацидиоз), возбудитель которого – *Phacidium infestans* P. Karst. теперь относится к роду *Gremmenia* Korf. (*G. infestans* (P. Karst.) Crous).

Внедрение методов молекулярно-генетической диагностики приводит к пересмотру и уточнению систематики многих видов организмов, в том числе фитопатогенных грибов. В связи с этим представляло интерес изучить распространенность и видовой состав возбудителей шютте в питомниках Красноярского края с использованием ДНК-анализа.

Мониторинг осуществляли в течение пяти лет на территории 24 лесных питомников Красноярского края общей площадью 446,46 га, расположенных в таежной, лесостепной и Южно-Сибирской горной лесорастительных зонах (Министерство..., 2016). Объектами исследования служили растения *Pinus sylvestris* L., *P. sibirica* Du Tour и *Picea obovata* Ledeb. возрастом от 1 до 6 лет. Для анализа отбирали сеянцы с признаками заболеваний (изменение окраски, наличие пятнистостей и т. п.) равномерно со всей площади, в каждой возрастной группе, в количестве от 30 шт. Контролем служили внешне здоровые растения.

ДНК из тканей семян выделяли ЦТАБ-методом (Падутов и др., 2007). ПЦР-анализ выполняли с применением смеси ScreenMix-HS (ЗАО «Евроген») согласно инструкции производителя. В работе использовали универсальные праймеры ITS1 и ITS4, фланкирующие регион рДНК: ITS1 – 5.8 S рНК – ITS2 (White et al., 1990). Электрофоретическое разделение ампликонов проводили в 2% агарозном геле. Анализируемые ПЦР-продукты вырезали из геля и секвенировали на анализаторе ABI Prism 310 (Applied Biosystems) с использованием набора BidDye Terminator Sequence Kit v. 1.1. в соответствии с протоколом изготовителя. Нуклеотидные последовательности анализировали в программе BLAST в открытой базе данных на сайте GenBank NCBI. Для анализа использовали результаты, имеющие совпадение с данными GenBank не менее 99 %. Распространенность и интенсивность болезней оценивали по методике Н.М. Ведерникова (1988).

ДНК-анализ выявил присутствие фитопатогенов родов *Lophodermium* и *Gremmenia* во всех трех охваченных исследованием лесорастительных зонах, однако в Южно-Сибирской горной зоне они представлены в меньшей степени. В пяти питомниках одновременно выявлены представители обоих таксонов. Возбудители болезней, представленные видом *L. seditiosum*, выявлены в 14 питомниках Красноярского края на посевах сосны. Распространенность *L. seditiosum* в обследованных питомниках в годы исследования составляла от 10 до 48% с интенсивностью развития болезни до 87,5%. Наибольшее число случаев выявления данного заболевания относится к категории семян 3-6 летнего возраста. Вид *L. pinastri* отмечен единично, исключительно в посевах кедр. Фацидиоз выявлен в пяти питомниках края на всех исследуемых породах, распространенность болезни варьировала в пределах 25-75% с интенсивностью до 63%. В микрофлоре филлосферы однолетних семян *G. infestans* не обнаружен, выявлен в возрастных группах растений от 2 до 6 лет, с максимальной представленностью на сеянцах (саженцах) 4-6 летнего возраста. Мониторинг показывает цикличность динамики развития заболеваний типа шютте в регионе: в разные годы их распространенность и интенсивность в одних и тех же питомниках не одинаковы.

Проведенная ДНК-диагностика полностью или частично согласуется с результатами ранее проведенных исследований классическими методами (Гродницкая и др., 2012; Коссинская, 1974; Кузьмина и др., 2014; Сенашова, 2009, 2012) и указывает на абсолютное доминирование вида *L. seditiosum* среди возбудителей болезней хвои сосны обыкновенной в лесных питомниках Красноярского края разных лесорастительных зон.

ЛИТЕРАТУРА

- Ведерников Н.М. Учет и прогноз очагов болезней семян и меры борьбы с ними в питомниках. М.: Всесоюз. Орд. Труд. Красн. Знамени научно-исслед. инст. лесоводства и механизации лесн. хоз-ва, 1988. 16 с.
Гродницкая И. Д., Кузнецова Г. В. Заболевания *Pinus sylvestris* L. и *Pinus sibirica* Du Roi в географических культурах и лесных питомниках Красноярского края и Хакасии // Хвойные бореальной зоны. 2012. Т. XXVII. № 3-

4. С. 55-60.

Косинская И. С. Фацидиоз сосны. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. 91 с.

Кузьмина Н. А., Сенашова В. А., Кузьмин С. Р. Распространение видов шютте в насаждениях сосны обыкновенной в Средней Сибири // Лесоведение. 2014. № 6. С. 49-55.

Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации. Приказ от 18 августа 2014 г. № 367 «Об утверждении Перечня лесорастительных зон Российской Федерации и Перечня лесных районов Российской Федерации (с изменениями на 21 марта 2016 г.). М.: Мин-во природ. рес. и экол. РФ, 2016.

Падутов В. Е., Баранов О. Ю., Воронаев Е. В. Методы молекулярно-генетического анализа. Минск: Юнипол, 2007. 176 с.

Сенашова В. А. Фитопатогенные грибы филлосферы Красноярского края // Хвойные бореальной зоны. 2009. Т. 24. № 1. С. 105-109.

Сенашова В. А. Болезни хвои, вызванные фитопатогенными грибами, в Средней Сибири // Изв. СПб лесотехн. акад. 2012. № 200. С. 275-284.

White T. J., Bruns T., Lee S., Taylor J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics In M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky, and T. J. White (Eds.). PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications. San Diego: Acad. Press, 1990. P. 315-322.

СЕКЦИЯ 2. СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА ЛЕСНОГО ПОКРОВА

ОЦЕНКА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

Н.Е. АНТОНОВА¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономических исследований Дальневосточного научного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск

Реагирование региональных лесных комплексов на внедрение институциональных изменений имеет свои особенности, что выражается в дифференцированном изменении их параметров. Реформенные изменения 2007 года в лесном комплексе страны по намечаемым целям и используемым инструментам должны были способствовать «тектоническим подвижкам» в его структуре в сторону повышения отдачи от использования лесных ресурсов. Цель доклада – анализ произошедших за десять лет изменений в пространственном распределении экономической деятельности в лесном комплексе страны. Используются данные Федеральной службы государственной статистики (Регионы, 2008-2017).

Анализ основных показателей функционирования лесного комплекса страны за 2007-2016 гг. позволил сделать следующие выводы. Пространственная картина распределения объемов лесозаготовок по субъектам Федерации почти не изменилась: коэффициент детерминации R^2 для данных 2007 и 2016 гг. составляет 0,964. В среднем на один субъект РФ объем вывозки также практически не изменился – 1,68 млн m^3 в 2007 г. и 1,71 млн m^3 в 2016 г. Отметим, что в 1990 г. этот показатель составлял 3,7 млн m^3 (Шейнгауз и др., 2002).

Пространственная специфика лучше выявляется при использовании относительных, а не абсолютных показателей. Рассмотрение показателя «объем лесозаготовок на единицу территории ($m^3/га$ лесопокрытой площади)», отражающего интенсивность этого процесса, позволило сделать вывод о сохранении средней интенсивности лесозаготовок за 2007–2016 гг. – 0,17 $m^3/га$. Коэффициент детерминации R^2 для данных 2007 и 2016 гг. составляет 0,887.

Для дальнейшего сравнения были отобраны субъекты Федерации, где показатель удельной вывозки превышал среднероссийский, на эти регионы приходилось до 85 % заготовки древесины в России. Перечень территорий, вывозка древесины в которых превышала среднероссийские удельные значения, сократился: в 2007 г. эту группу вошли 42 региона, в 2016 г. их количество сократилось уже до 33, что свидетельствует о сворачивании этого вида деятельности в пространстве. В 25 регионах разница между удельными показателями заготовки в 2016 и 2007 гг. отрицательная, при этом выросло среднее значение удельной заготовки по выделенной группе регионов

с 0,5 м³/га лесопокрытой площади до 0,55, что говорит о росте концентрации лесозаготовок в отдельных субъектах Федерации. Доминирующими были и остаются территории Северо-запада и юга Сибири при снижении удельного веса первых и смещении лесозаготовок во вторые.

Расчеты показали, что влияние сырьевого фактора на показатели лесозаготовок невысокое: корреляционная связь между распределением по субъектам Федерации удельных запасов древесины и удельных объемов ее заготовки (на 1 га лесопокрытой площади) в 2007 и 2016 гг. низкая (коэффициент детерминации R² составил 0,222 и 0,143).

Можно утверждать, что сокращение заготовки древесины по субъектам Федерации в значительной степени обусловлено институциональными изменениями в лесном комплексе, среди которых существенное влияние оказало повышение таможенного экспортного тарифа на необработанную древесину, особенно в экспортоориентированных региональных лесных комплексах. Основная идея этих изменений – снижение эффективности экспорта необработанной древесины с целью стимулирования увеличения производства продукции с высокой добавленной стоимостью, что было подкреплено предоставлением преференций при реализации инвестиционных проектов по развитию деревопереработки.

Был проведен анализ структуры производимой продукции деревообработки по России в целом и ее территориям, который показал, что она изменилась незначительно – пиломатериалы продолжают формировать продуктивную структуру лесного комплекса.

Производство пиломатериалов распространено в большинстве субъектов Федерации. Основные переработчики древесины сосредоточены в европейской части страны. Доминирующими были и остаются также территории Северо-запада и юга Сибири при усилении удельного веса последних. Обращает на себя внимание, что регионы юга Дальнего Востока постепенно восстанавливают свои позиции в лесопилении, что связано с усилением влияния фактора внешнего спроса со стороны Китая.

Наши расчеты показали, что из 44 рассматриваемых регионов у 30 разница между удельными показателями производства пиломатериалов (на 1 га лесопокрытой площади) оказалась отрицательной, то есть произошло падение производства пиломатериалов. Можно сделать вывод, что установка на увеличение производства продукции с высокой добавленной стоимостью даже в таком примитивном виде как пиломатериалы, не была реализована.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-010-00312

ЛИТЕРАТУРА

Регионы России. Социально-экономические показатели, 2007- 2016 гг.

Шейнгауз А.С., Антонова Н.Е. Территориальные пропорции развития лесного комплекса // Пространственные трансформации в российской экономике. М.: ЗАО "Экономика", 2002. С. 342-356.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ В СТРАНАХ БЫВШЕГО СССР

А.И. БОНДАРЕВ¹

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск

В Советском Союзе существовала уникальная по своим масштабам система лесоучетных работ, известная как «лесоустройство», которая функционировала на основе данных периодической таксации лесов с периодом повторяемости от 5 до 10 лет в зависимости от интенсивности ведения лесного хозяйства. Материалы лесоустройства в советский период служили единственным источником информации для принятия управленческих решений в сфере использования лесов. При этом лесоустройство выполняло две функции: операционного управления лесным хозяйством в форме проектов организации и развития лесного хозяйства по каждому лесхозу и государственной инвентаризации лесов в формате государственного учета лесов.

Проведение лесоустройства путем сплошной таксации всех выделов даже на уровне лесхоза являлось достаточно дорогостоящим мероприятием и после распада Советского Союза в полном объеме сохранилось помимо Российской Федерации в Украине и в Беларуси. В остальных бывших республиках происходил и происходит процесс поиска альтернативных вариантов поддержания в актуальном состоянии информации о лесах.

Наиболее значительные изменения в методологии оценки лесных ресурсов произошли в **Российской Федерации**. В настоящее время в соответствии с действующим Лесным кодексом (Лесной кодекс, 2006) к основным системам учета и мониторинга лесов в Российской Федерации относятся: а) лесоустройство, б) государственная инвентаризация лесов, в) государственный лесной реестр, г) мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров, д) государственный лесопатологический мониторинг, е) государственный мониторинг воспроизводства лесов, ж) государственный кадастровый учет лесных участков, з) единая государственная автоматизированная информационная система учета древесины и сделок с ней.

В **Украине** внедрена технология непрерывного лесоустройства, существенно расширен перечень и информативность исходной документации лесоустройства, создан банк данных «Лесной фонд Украины», который включает в себя базу данных «Таксационная характеристика земельных участков лесного фонда», базу данных «Автоматизированная информационная картографическая система лесного хозяйства» и базу данных «Нормативно-справочная информация». Осуществляется актуализация таксационных характеристик лесных насаждений в соответствии с их естественным ростом. Глазомерно-измерительная таксация заменяется измерительно-

перечислительной путем реласкопического измерения суммы площадей поперечных сечений.

Как и большинство бывших советских республик, **Беларусь** сохранила государственную собственность на леса и организационную структуру лесного хозяйства в виде лесхозов. Практически во всех лесхозах была внедрена сервисная лесная ГИС «Лесные ресурсы» – FORMAP, создана мобильная версия FORMAP на базе операционной системы Android. В стадии завершения находится разработка единой многоуровневой геоинформационной системы лесного хозяйства «ГИС-Лес» для работы на уровне лесничества, лесхоза и областного управления лесами. Внедряется технология непрерывного лесоустройства, основу которого составляет базовое лесоустройство с периодом повторяемости 10-15 лет (Толкач, 2015).

В **Литве** лесоустройство для государственных лесхозов выполняет Литовский институт лесоустройства и лесоправления. Лесоустройство и разработку проектов для частных лесовладельцев обычно проводят на конкурсной основе частные специалисты с лесным образованием, зарегистрированные в Государственной лесной службе. Лесоустройство государственных предприятий проводится с периодичностью раз в 10 лет, частных – раз в 20 лет (Тебера и др., 2015). Каждые 5 лет проводится национальная инвентаризация лесов, которой подлежат все лесные земли, независимо от форм собственности.

В большинстве остальных стран бывшего Советского Союза система лесоустройства была утрачена и до сих пор еще используются материалы советского периода, которые во многом потеряли свою актуальность. Вместо ее восстановления в ряде стран реализуются пилотные проекты, поддержанные международными донорскими организациями, по выборочной статистической инвентаризации лесов.

Таким образом, сложившиеся системы оценки и учета лесных ресурсов в странах бывшего Советского Союза можно охарактеризовать тремя направлениями развития: а) сохранение традиционной системы лесоустройства на базе развития современных технических средств и методов обработки атрибутивных и пространственных данных; б) развития, наряду с традиционной системой лесоустройства, национальных систем инвентаризации лесов и в) реализация пилотных проектов по внедрению статистической инвентаризации лесов в условиях утраты традиционного лесоустройства.

ЛИТЕРАТУРА

- Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 29.12.2017)
Тебера А., Севрук П.В., Минкевич С.И. Лесное хозяйство и лесоустройство в Литовской республике. ISSN 1683-0377. Труды БГТУ. 2015. № 1. Лесное хозяйство, с. 46-49.
Толкач И.В. Основные направления развития системы лесоустройства и методов инвентаризации лесов Беларуси. ISSN 1683-0377. Труды БГТУ. 2015. № 1. Лесное хозяйство, с. 50-53.

ИМИТАЦИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСА И СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПРИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ПОДХОДЫ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Н.В. ДИНКЕЛАКЕР¹, А.Т. ЗАГИДУЛЛИНА¹

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Университет Информационных технологий механики и оптики», г. Санкт-Петербург

²Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

Масштабы естественных нарушений варьируют как в пространстве, так и во времени, что во многом определяет разнообразие и комплексность мозаики местообитаний и связанного с ней биоразнообразия. В промышленных лесах, где ведутся рубки с целью заготовки древесины, лесохозяйственная деятельность в значительной степени замещает естественные нарушения, что может приводить к кардинальному изменению возрастной структуры лесного покрова и важных характеристик лесных экосистем. Поскольку диапазон свойств, изменяемых при лесохозяйственной деятельности, затрагивает разные пространственно-временные уровни организации природно-территориальных систем, необходимо, чтобы стратегия сохранения биоразнообразия и других экосистемных функций охватывала столь же широкий диапазон масштабов. Чтобы соответствовать этому требованию, данная стратегия должна использовать различные инструменты – развитие региональных сетей охраняемых территорий, экологических сетей в промышленных лесах и мероприятий, имитирующих естественную динамику при лесохозяйственной деятельности.

Лесное хозяйство, которое ведется на основании имитации естественной динамики лесов (NDE), стремится сохранить в насаждениях структурную неоднородность и разнообразие местообитаний. Для бореальных лесов Российской Федерации в большей степени применим опыт Канады, нацеленный на сохранение, прежде всего, на региональном и ландшафтном уровне, что не исключает и применения скандинавских технологий реставрации и сохранения местообитаний локального уровня. На данном этапе для различных регионов РФ разработаны и применяются в основном рекомендации по сохранению ключевых биотопов на вырубках.

Рассмотрены основные существующие правовые пути сохранения биоразнообразия лесных экосистем и трудности, возникающие при их применении. Проведен анализ возможностей использования таких механизмов, как образование различных видов особо охраняемых территорий, создание экологических сетей, выделение защитных лесов и особо защитных участков леса. Отдельное внимание уделено эффективности административных процедур, регулирующих устойчивое лесопользование, и проблеме сохранения биологического разнообразия и естественной динамики лесов. Рассмотрены возможности применения технологий создания структурной неоднородности насаждений в эксплуатационных лесах. Оценена эффективность регулирования

устойчивого лесопользования на уровне планирования и государственной экологической экспертизы.

Для эффективного поддержания лесного биоразнообразия и внедрения ресурсосберегающих технологий лесопользования, позволяющих сохранять и воспроизводить естественную мозаику местообитаний разного уровня в условиях низкой изученности биоразнообразия лесов необходимо совершенствование нормативно-правовой базы природопользования в следующих основных направлениях:

1) на федеральном уровне

- разработка или корректировка административно-правовых механизмов (административных регламентов) для введения ограничений хозяйственной деятельности при выявлении лесных участков, имеющих ключевое значение для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия;

- проведение программы по синхронизации требований нормативно-правовых актов и приведения их в соответствии с требованиями федерального законодательства;

- разработка требований и методических указаний к проведению государственной экологической экспертизы проектов освоения лесов и лесохозяйственных регламентов с учетом требований федеральных законов в части охраны биологического разнообразия и экологической экспертизы.

2) на региональном уровне

- разработка региональных и межрегиональных концепций и программ создания природоохранных сетей для сохранения биоразнообразия;

- формирование региональных критериев и природоохранных нормативов выявления и охраны ценных лесных местообитаний;

- разработка программ инвентаризации и учета информации о ценных лесах;

- обеспечение проведения научно обоснованной оценки воздействия на лесные экосистемы при проведении государственной экологической экспертизы проектов освоения лесов и лесохозяйственных регламентов.

3) при операционном планировании внедрение технологий создания структурной неоднородности лесных насаждений требует совершенствования подходов к планированию лесохозяйственных мероприятий, перехода к ресурсосберегающим технологиям лесопользования. В настоящее время в нормативно-правовом поле данная цель недостаточно подкреплена стимулирующими и регулируемыми механизмами. Введение практики применения такой технологии требует разработки дополнительной методической и нормативно-правовой базы, также определяющей требования к лесохозяйственному проектированию и административному

регулированию этого вопроса.

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ В ЗАПОВЕДНИКАХ НА ГИС-ОСНОВЕ

А.В. ВОЛОКИТИНА¹, М.А. КОРЕЦ¹

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск

Картографирование растительных горючих материалов (РГМ) – новое направление в пирологической науке, связанное с охраной от пожаров территорий, покрытых растительностью (лесной, степной, кустарниковой, болотной и др.). Прежде всего, в такой охране нуждаются заповедники, где недопустимо развитие крупных опустошительных пожаров. Проблему можно в большой степени решить путем совершенствования оценки пожарной опасности, прогноза поведения пожаров и управления ими на основе карт РГМ.

Методы составления карт РГМ зависят от их масштаба (Волокитина и др., 2002; Корец и др., 2014). Так для совершенствования оценки пожарной опасности в лесу и прогноза поведения пожаров в заповедниках для управления ими необходимы крупномасштабные карты РГМ (масштаб 1: 25000-1:50000). При разработке методов составления карт РГМ на конкретную территорию прежде всего используется вся имеющаяся картографическая информация (топокарты, ландшафтные карты, карты растительности, почвенные и др.), а также аэрокосмоснимки и специальная пирологическая характеристика растительности.

Поскольку заповедники устраиваются, как правило, по первому разряду лесоустройства, то карты РГМ можно составлять по материалам прошлого лесоустройства, используя методику, разработанную в ИЛ СО РАН, которая основана на использовании для пирологической характеристики типов леса их подробных описаний в схемах типов леса для конкретного региона (Волокитина и др., 2002).

Но к настоящему времени разработан более точный метод составления карт РГМ в процессе лесоустройства с использованием определителя типов основных проводников горения. При этом в каждом выделе при наземной таксации глазомерно определяется тип основного проводника горения (тип ОПГ), который в последующем отражается непосредственно на карте в системе ГИС. Информация о других группах горючих материалов помещается в пирологическом описании к карте. В качестве примера служат карты РГМ, составленные на территорию заповедника «Столбы» (Красноярский край) отдельно на весенне-осенний и летний периоды пожароопасного сезона. На их основе составляются карты текущей природной пожарной опасности

в зависимости от классов засухи по условиям погоды.

В дальнейшем разработанный метод составления карт РГМ (с некоторыми изменениями) был использован при лесоустройстве заповедников: «Саяно-Шушенский» (Красноярский край), «Кузнецкий Алатау» (Кемеровская область) и «Убсунурская котловина» (республика Тыва). Поскольку перечисленные заповедники имели значительные площади, глазомерное определение типов ОПГ выполнялось в каждом таксационном выделе только на ключевых участках, а затем информация распространялась на сходные по характеру напочвенного покрова участки. Также в системе ГИС были созданы информационные базы данных для составления карт РГМ и карт текущей природной пожарной опасности. Карты текущей природной пожарной опасности позволяют следить за изменениями пожарной опасности на участках растительности в связи с метеорологическими условиями, а карты РГМ обеспечивают необходимый прогноз распространения возникших пожаров, их интенсивности, развития и последствий. Кроме того, они позволяют рассчитать необходимые силы и средства, если принято решение о тушении пожара (Корец и др., 2014; 2015).

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ, грант №18-05-00781А.

ЛИТЕРАТУРА

Волокитина А.В., Софронов М.А. Классификация и картографирование растительных горючих материалов. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 2002. 314 с.

Корец М.А., Волокитина А.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014660252. Программа для расчета пирологического описания лесоустроительных выделов / Дата гос. регистрации: 3 октября 2014 г.

Корец М.А., Волокитина А.В. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2015661771. Программа для прогноза распространения низового пожара / Дата гос. регистрации: 9 ноября 2015 г.

СИСТЕМА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

В.Ф. ДАВЫДОВ¹, Н.В. ГРЕНЦ¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Мытищинский филиал, г. Мытищи

Система должна включать прогнозирование лесопожарной опасности на обширных площадях и локальные средства инициирования выпадения осадков в обнаруженных местах пожарной опасности (IV...V) классов.

Самым надежным способом определения лесопожарной опасности является способ непосредственных измерений влажности лесных горючих материалов ЛГМ (Давыдов и др., 2000; Давыдов и др. 2008). Он включает дистанционную регистрацию собственного восходящего излучения подстилающей поверхности космическими средствами в областях с максимальной мощностью.

Максимум мощности излучения приходится на длину волны, определяемую по закону

Вина: $\lambda_{max} = \frac{2,897}{T^{\circ K}}$ [мкм]. При температуре 15...35 °С, максимальная мощность собственного ИК-излучения приходится на диапазон 8...10 мкм. На этот же диапазон приходятся окна прозрачности атмосферы при коэффициенте прозрачности ИК-излучения до 70%. Разрешающая способность космических радиометров в ИК-диапазоне таких, как: МСУ-СК (Россия), AVHRR (спутник NOAA, США), – составляет от 0,6 до 1,7 км. Следует отметить, что совокупность участков, относящихся к одному типу леса, всегда отличается значительной пирологической неоднородностью. Селектируемыми признаками нарастания лесопожарной опасности по параметрам регистрируемого ИК-сигнала являются две характеристики: рост постоянной составляющей сигнала (тренд математического ожидания L); уменьшение флюктуаций амплитуды сигнала (уменьшение среднеквадратического отклонения, σ).

Совместное решение уравнений изменения влажности (W , %) лесных горючих материалов (W (%) от 7 до 70 %) и комплексного показателя класса пожарной опасности (КПО по Нестерову от 1 тыс. до 10 тыс.) позволило получить аналитическое выражение функции регрессии влажности ЛГМ в виде:

$$W [\%] = \frac{a}{\left| \ln \frac{\sigma^2}{L^2 \times \sigma^2} \right|},$$

где a – поправочный коэффициент, учитывающий параметры тракта зондирования, географическую зону, тип леса.

Аналогичные соотношения получены при зондировании ЛГМ в СВЧ диапазоне, обеспечивающем прохождение электромагнитного излучения Земли через кроны деревьев (многолучевой радиометр СВЧ типа РК-21-8). В качестве селектируемых признаков СВЧ зондирования использованы следующие параметры:

S'_0 – геометрическая площадь матрицы изображения яркости $I(x, y)$, равная произведению числа строк $|m|$ на число столбцов $|n|$ и на площадь одного пикселя;

S'_p – площадь рельефа функции яркости $I(x, y)$ изображения, исчисляемая как двойной интеграл:

$$S'_p = \int_0^m \int_0^n \sqrt{1 + \frac{\sigma^2}{x+1} + \frac{\sigma^2}{y+1}} dx dy,$$

где x, y – текущие координаты функции сигнала $I(x, y)$

σ^2 – дисперсия функции сигнала;

M_1 – математическое ожидание функции, сигнала:

$$W [\%] = \frac{S'_p}{S'_0} \times \exp \left[-\frac{M_1}{\sigma} \right]$$

Рассмотренная технология позволяет измерять влажность лесных горючих материалов в диапазоне от 6 до 70% с точностью ~ 1%, и соответствующих классов пожарной опасности по Нестерову [I...V класс] от 500° до 10000°.

Методами пространственного дифференцирования выделяют контуры уровней влажности на полученных изображениях.

На обнаруженных пожароопасных территориях следует использовать средства инициирования выпадения осадков (Давыдов и др., 2015; Давыдов и др., 2016).

Известно явление коагуляции (обволакивания) ионов (зарядов) дипольными молекулами водяного пара. При определенных соотношениях плотности ионов и градиента температуры (число Ричардсона) запускается лавинообразный процесс выпадения осадков. В качестве мощного источника потока ионов в атмосферу используют устройство Pelletron (Давыдов и др., 2008), с величиной тока десятков мА, с током коронирования единицы микроампер.

ЛИТЕРАТУРА

- Давыдов В.Ф., Новоселов О.Н. «Способ контроля лесопожарной безопасности», Патент Ru № 2.147.256, 2000 г.;
- Давыдов В.Ф., Кучерявый В.И., Комаров Е.Г. «Способ коррекции погодных условий», Патент Ru № 2.588.239, 2015 г.;
- Давыдов В.Ф., Сорокин И.В., Тищенко Ю.Г. «Способ определения лесопожарной опасности», Патент Ru № 2.336.107, 2008 г.;
- Давыдов В.Ф., Комаров Е.Г., Никитин А.Н. «Устройство инициирования осадков в атмосфере», Патент Ru № 2.593.215, 2016 г.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ СТВОЛОВ В МОЛОДНЯКАХ СОСНЫ

М.В. ЕРМАКОВА¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург

На современном этапе значительная деградация лесов представляет собой совокупный результат техногенных загрязнений, массовой вырубке лесов, масштабных лесных пожаров и все возрастающей рекреационной нагрузки. Все это требует неотложных масштабных мер по лесовосстановлению, а связанные с этой проблемой вопросы приобретают все большую значимость.

Качество как искусственного, так и естественного лесовосстановления оценивается, прежде всего, по успешности формирования и развития молодых древостоев в соответствии с условиями произрастания. В тоже время, следует учитывать, что формирование молодых древостоев протекает в условиях воздействия многочисленных, в том числе негативных экологических факторов и антропогенного воздействия. В настоящее время значительная часть лесов, не только расположенных вблизи от населенных пунктов, но и относящихся к лесоэксплуатационному фонду, испытывает существенное влияние антропогенного фактора. Результатом этого

является массовое повреждение деревьев и в особенности подроста (Цветков, 2004).

Визуально последствия негативного воздействия различных абиотических и биотических факторов на лесные насаждения принято оценивать, прежде всего, по характеристикам повреждения деревьев. Однако проблема заключается в самом понятии «повреждение деревьев». На основании многолетних исследований нами были разработаны общие принципы подхода к определению повреждения стволов молодых деревьев сосны естественного и искусственного происхождения независимо от его причин.

В начале поврежденные деревья в молодняках сосны подразделяются на две основные категории: свежеповрежденные и прошедшие (или проходящие) процесс посттравматической регенерации. К категории свежеповрежденных относятся деревья с наличием признаков недавнего повреждения: слом или излом ствола, гибель (в том числе и механическое удаление) верхушечного побега или верхушечной почки. К категории прошедших процесс посттравматической регенерации относятся деревья (независимо от их размера) с признаками тех или иных морфологических нарушений ствола: замена осевого побега боковым побегом мутовки, образование многовершинности или сочетание указанных нарушений (Ермакова, 2017). Месторасположение морфологических нарушений стволов деревьев позволяет достаточно точно установить давность произошедшего повреждения ствола и определить динамику и интенсивность негативного внешнего воздействия.

Особенность категории свежеповрежденных деревьев заключается в том, что в ближайшей перспективе они или перейдут в категорию прошедших (или проходящих) процесс посттравматической регенерации или выпадут из состава насаждения вследствие гибели.

Использование данной классификации в научно-производственных целях позволит более полно оценивать состояние молодняков сосны естественного и искусственного происхождения. Нами было установлено, что при учете прошедших регенерацию деревьев, общее количество поврежденных деревьев в молодняках сосны увеличивается в ряде случаев в 3-4 и более раз.

Данная классификация дает возможность полнее оценить динамику и интенсивность негативного воздействия на молодняки сосны. Кроме того, более объективная оценка повреждений молодняков, основанная на совместном применении указанных категорий поврежденных деревьев, позволяет внести необходимые коррективы в меры ухода за насаждениями в целях минимизации негативных последствий при формировании качественных продуктивных насаждений сосны.

ЛИТЕРАТУРА

- Цветков П.А.* Влияние рекреации на естественное возобновление сосны обыкновенной // Хвойные бореальной зоны. 2004. Вып. 2. С. 61-65.
Ермакова М.В. Классификация морфологических нарушений стволов деревьев в молодняках сосны

обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Зауралье // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2017. № 04(99). Ч. 1. С. 34-41.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЛЕСОВОДСТВЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕСНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ЛЕСОУСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ

В.И. ЖЕЛДАК¹

¹ Федеральное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства», Московская обл., г. Пушкино

Устойчивое управление лесами в значительной мере может быть обеспечено эффективным системным планированием и проектированием лесоводственных мероприятий. В связи с этим в рамках действующего лесного законодательства, определяющего раздельное регламентирование (отдельными правилами) мероприятий лесовосстановления, ухода за лесами и других, целесообразно с учетом требований к составу Лесного плана РФ (Приказ Минприроды России от 20.12.2017 №692) в первую очередь на принципиальном методологическом и конкретном методическом уровне решить *комплексную задачу устойчивого управления лесами – разработки концептуальных основ системного лесоводственного обеспечения лесного планирования, лесоустроительного проектирования и осуществления лесоводственных мероприятий* охраны, защиты, воспроизводства и использования лесов.

Следует отметить, что несмотря на имеющиеся недостатки Лесной кодекс РФ (Федеральный закон от 04.12.2006 N 201-ФЗ) содержит необходимые базовые условия разработки и применения на практике систем лесоводственных мероприятий, на зонально-ландшафтно-типологической основе, включая: районирование лесов с выделением лесорастительных зон, а в пределах их лесных районов с относительно сходными условиями использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов; систему подразделения лесов на эксплуатационные, резервные, защитные, при возможности преобразования ее в лесоводственную классификацию лесов по целевому назначению; определяющие узловыми положениями Лесного кодекса (ст. 12) благоприятные законодательные условия реализации дифференцированного подхода к ведению лесного хозяйства и осуществлению лесопользования в эксплуатационных и защитных лесах, соответственно создания для них целевых или приоритетно-целевых систем лесоводственных мероприятий (ПЦСЛВ). Следовательно, согласно сформированному лесоводственному системно-приоритетно-целевому методологическому подходу в лесоустройстве (Желдак и др., 2017), при разработке лесных планов субъектов Российской Федерации для повышения эффективности реализации их на практике в лесном хозяйстве и лесопользовании, в качестве лесоводственной основы

организационно-управленческого механизма лесного планирования могут и должны быть использованы ПЦСЛВ.

Соответственно определенному назначению, содержанию приоритетно-целевых систем лесоводственных мероприятий, их целесообразно разрабатывать для территорий лесоводственных районов с более или менее однородными региональными зонально-ландшафтными условиями, а в пределах административных территориальных образований, расположенных в разных районах, соответственно для частей территории, относящихся к этим районам, в т.ч. дифференцированно с учетом комплексной эколого-экономической доступности осуществления всего состава необходимых системных лесоводственных мероприятий и выделением, соответственно, моделей содержания и использования лесов (СИЛ) и типов ПЦСЛВ: приоритетно- моно- и многоцелевого интенсивного СИЛ; традиционного многоцелевого СИЛ; консервационно-восстановительного сохранения (содержания) лесов.

Соответственно, исходя из лесоводственной концепции приоритетно-целевого содержания (охраны, защиты, воспроизводства) и использования лесов на основе полноцикловых систем мероприятий лесовоспроизводства, соответствующих природным условиям и определенному (установленному законодательством) целевому назначению лесов, все стадийные лесоводственные мероприятия проектируются и осуществляются в цепочке последовательно взаимосвязанных звеньев, дополняемых при необходимости системными и внесистемными мероприятиями охраны и защиты лесов.

Обеспечение регламентирования и применения системных лесоводственных мероприятий достигается (в рамках положений ст. 83 Лесного кодекса) путем разработки при лесоустройстве для каждого территориального объекта в границах субъекта РФ методического документа – «Основные положения содержания и использования лесов», включающего основные типы и виды приоритетно-целевых систем лесоводственных мероприятий в соответствии с которыми осуществляется последовательное проектирование, планирование и осуществление лесоводственных мероприятий на каждом элементарном объекте лесоводства (однородного в своих границах по природным условиям и целевому назначению выделе), соответственно и в пределах первичных территориальных объектов на уровне лесничеств и участковых лесничеств:

Основные положения СИЛ на уровне субъекта РФ могут стать базовым документом для многоцелевого использования в системе управления лесами, в т.ч. подготовки Стратегий развития лесного комплекса; Программ развития лесного хозяйства; Лесных планов субъектов Российской Федерации; Лесохозяйственных регламентов лесничеств и лесопарков; Проектов освоения лесов и других документов.

ЛИТЕРАТУРА

- Желдак В.И., Сидоренков В.М., Дорощенкова Э.В., Прока И.Ю.* Использование систем лесоводственных мероприятий при лесоустройстве // Лесотехнический журнал. 2017. Т. 7. № 3 (27). С. 22-40.
Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 N 200-ФЗ (ред. от 29.12.2017).
Приказ Минприроды России от 20.12.2017 N 692 "Об утверждении типовой формы и состава лесного плана субъекта Российской Федерации, порядка его подготовки и внесения в него изменений" (Зарегистрировано в Минюсте России 05.04.2018 N 50666)

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И МОНЕТАРНАЯ ОЦЕНКА ОЖИДАЕМОГО УЩЕРБА УЯЗВИМЫМ ОБЪЕКТАМ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЕДЕНИИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

А.Т. ЗАГИДУЛЛИНА¹, Н.В. ДИНКЕЛАКЕР², Т.А. СИТНИКОВ³

¹Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Университет Информационных технологий механики и оптики», г. Санкт-Петербург

³Негосударственное образовательное учреждение «Центр подготовки кадров энергетики», г. Санкт-Петербург

Предпринята попытка выполнить дистанционное выделение классов местообитаний и их эколого-экономическую оценку для природоохранного зонирования малонарушенной лесной территории (междуречье р. Двины и Верхней Вашки, Архангельская обл, респ. Коми). Классификация растительного покрова и картографирование местообитаний выполнялось с помощью средств NextGis и ArcGis 10-х на основе полевых данных и данных дистанционного зондирования (LANDSAT 5-8, Sentinel 2), ЦМР (LANDSAT DEM) с разрешением 30 м в пикселе и данных лесоустройства (2007). Для классификации пикселей Landsat 8 были использованы наземные полевые описания с привязкой GPS, выполненные в 2013-2017 гг (около 400 описаний). Эти данные использовались совместно со снимками высокого разрешения Sentinel 2. Для классификации дистанционных данных использовался алгоритм случайного леса (RF), реализованный в NextGis, который применялся на основе обучающих последовательностей. Для выделения местообитаний уровня выдела и выше анализировались регионы по соотношению разных классов пикселей. Проведена интеграция экологических требований видов, баз данных их точечных ареалов и полученных картосхем местообитаний, в результате чего были получены картосхемы потенциальных местообитаний редких и уязвимых видов на площади около 500 000 га.

Для обработки этой информации была создана реляционная база данных (БД). Основная таблица с данными содержит информацию по участкам (лесничество, квартал, выдел, номер участка, возраст древостоя, площадь, тип местообитания и т.д.), для вырубленных или сгоревших участков указывается также тип местообитания до имевших место нарушений. В полях логического типа указывается наличие рубок и пожаров разной давности, прогнозные данные по вхождению участков в рубку, буферные зоны дорог и рубок. Справочные таблицы содержат списки редких видов с указанием Красных книг и параметры местообитаний редких видов,

дополнительные таблицы служат для установления связей между справочными таблицами и основной таблицей данных. SQL-запросы к базе данных позволяют получить актуальные площади местообитаний редких видов, а также утерянные и находящиеся под угрозой уничтожения.

С помощью БД выполнена эколого-экономическая оценка неизбежного ущерба уязвимым компонентам экосистем малонарушенного лесного массива с учетом зон с различной степенью негативного воздействия с использованием утвержденных такс и методик расчета вреда животному миру и охраняемым видам растений и грибов. Основным источником негативных воздействий на популяции уязвимых видов в малонарушенных массивах является лесохозяйственная деятельность, в первую очередь ведение сплошных рубок без исключения важных местообитаний и коридоров миграции.

В настоящее время в природоохранной практике денежная компенсация вреда этим группам организмов предусмотрена только при выявлении правонарушений и не предусмотрена для проектов лесохозяйственной деятельности. Выявлено сложившееся противоречие в законодательстве, связанное с тем, что компенсация неизбежного вреда при намечаемой хозяйственной деятельности в настоящее время возможна, но не является обязательной при реализации проекта в виде выплаты ущерба. Единственным механизмом снижения негативного воздействия на стадии проектирования является планирование и расчет стоимости природоохранных мероприятий, которому должно уделяться особое внимание при разработке проектов хозяйственной деятельности.

Выполнен расчет стоимости компенсационных мероприятий при продолжении лесохозяйственной деятельности в малонарушенном лесном массиве. Показано, что стоимость компенсационных мероприятий в том объеме, который позволит восстановить популяции и местообитания редких, уязвимых и хозяйственно-ценных видов лесного массива, в принципе может быть рассчитана только при условии запрета рубок на значительной части территории. Даже в этом случае стоимость компенсационных мероприятий значительно превышает денежный размер вреда этим ресурсам, рассчитываемый в случае их уничтожения, при расчете последнего по утвержденным методикам.

Затраты на компенсационные мероприятия и выплаты вреда при правонарушении, связанном с уничтожением уязвимых видов и их местообитаний могут быть снижены путем внедрения методов природоохранного планирования на разных уровнях организации природно-территориальных комплексов, обеспечивающего, в том числе, сохранность местообитаний редких, уязвимых и хозяйственно-полезных видов животных, растений, грибов и лишайников. При этом эффективность сохранения ценных природных ресурсов в количественном отношении также значительно увеличивается.

УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЛЕСАМИ: ОПЫТ ФИНЛЯНДИИ

Т.Е. КАТКОВА¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург

Государства формируют механизмы лесопользования, базируясь на национальных особенностях, традициях, обычаях и современных вызовах времени, которые свидетельствуют об изменении климата, ухудшении экологической обстановки в международном масштабе. Все это требует от стран – лесных держав экологизации лесного законодательства, сохранения лесных насаждений и устойчивого управления лесами. В настоящее время признана ключевая роль лесов планеты в устойчивом развитии цивилизации и поддержании экологического баланса на планете.

Цель исследования – рассмотреть опыт управления лесами Финляндии для формирования предложений и рекомендаций по возможному применению в Российской Федерации отдельных элементов зарубежного опыта лесопользования.

В качестве обособленного объекта исследования выбрана Финляндия, поскольку среди всех европейских стран управление лесами только в Финляндии соответствует всем критериям и индикаторам устойчивого управления лесами, лесной менеджмент этой страны признается самым эффективным всеми европейскими странами – лесными державами (Моисеев, 1993).

Работа базируется на комплексном подходе к вопросам, обусловленным задачами исследования, с применением монографического метода, концепций устойчивого развития, мирового опыта лесных отношений.

В рассматриваемой стране сложившаяся система лесопользования определяется многообразием типов собственности на леса, зависящим от исторических условий, господствующего в обществе способа производства, уровней и потребностей развития производительных сил.

Физическим лицам принадлежит 53% лесных земель (64% запаса леса на корню); государству – 35 % (21% запаса леса); предприятиям – 7%; коммунальным, муниципалитетам, церкви и другим собственникам – 5% (Петров и др., 2018). Государству принадлежат северные и восточные лесные территории (значительную долю занимают особо охраняемые территории), частным владельцам принадлежат более продуктивные лесные территории на юге страны.

Форма государственного устройства, форма государственного правления, разнообразие форм и видов собственности на леса формируют механизм лесопользования в стране. Государственные органы управляют лесами, принадлежащими государству, органы управления муниципалитетов и коммун управляют принадлежащими им лесами, частные леса управляются их

владельцами или представителями собственника (Петров и др., 2015). Эти схемы менеджмента характеризуются относительной самостоятельностью управляющих воздействий и создания органов управления.

В Финляндии лесной менеджмент основан как на лесных законах, так и на национальных особенностях, традициях, обычаях, управленческие решения соответствуют тенденциям времени. Финляндия принимает участие в международных отношениях в области лесной политики Европейского союза и мира. Финляндия является активным участником основных многосторонних природоохранных соглашений и процессов, рассматривающих вопросы устойчивого лесного хозяйства. Тенденции развития лесных отношений в Финляндии заключаются в уходе от императивных методов управления и переходе к диспозитивным, – предусматривающим право выбора методов ведения хозяйства частными собственниками.

Экономическая организация отрасли основана на соизмерении затрат и получаемых результатов от лесопользования (Петров и др., 2016). На законодательном уровне установлена поддержка частных владельцев лесов из бюджета. Государство выделяет субсидии частному бизнесу на выполнение лесохозяйственных работ и поддержание экосистемных услуг лесов, в том числе на сохранение редких и исчезающих видов растений, животных и микроорганизмов.

Современное состояние лесных отношений в стране характеризуется как стабильное, построенное с учетом принципа преемственности лесного законодательства. Определяющий фактор в формировании лесных отношений в Финляндии – нормы лесного права, имеющие ярко выраженное экологическое содержание. Основной лесной закон страны носит рамочный характер и закрепляет основные направления национальной лесной политики, которая все больше становится эколого-ориентированной.

ЛИТЕРАТУРА

- Моисеев Н.А.* Как хозяйствовать в лесах многоцелевого значения // Лесное хозяйство. 1993. № 6. С. 5-9.
Петров В.Н., Каткова Т.Е. Управление лесами Финляндии // Леспроектформ. 2015. № 7 (113). С. 136-140.
Петров В.Н., Каткова Т.Е. Экономическое содержание правомочий собственности на леса // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2018. Том 8, № 4А. С. 34-44.
Петров В.Н., Каткова Т.Е. Эффективность эколого-экономических систем с длительным производственным циклом // Петербургский экономический журнал. 2016. № 1. С. 142-151.

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЧВ НА БАЗЕ ГИС

**В.Н. КАРМИНОВ¹, О.В. МАРТЫНЕНКО¹, П.В. ОНТИКОВ¹, Н.М. МИНАКОВ¹, А.А. БАРАНЕНКОВА¹,
Е.Н. КРЫЛОВА¹, Г.А. МАРТУСОВА¹**

¹Мытищинский филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Московская обл., г. Мытищи

Бурное развитие и внедрение компьютерных технологий ставит перед комплексом

прикладных и фундаментальных лесных наук в целом, и перед почвоведением в частности, новые задачи и открывает самые широкие перспективы. Составление крупномасштабных и детальных почвенных карт позволяет существенно сократить сроки и объёмы работ, и, как следствие, материальные затраты (Берлянт, 1997). В сфере лесных наук и почвоведения применение геоинформационных технологий имеет длительную и успешную историю (Вуколова, 2008).

Почвенной картой называют уменьшенное и обобщённое в заданном масштабе изображение почвенного покрова на плоскости (топографической основе), которое построено по математическим законам в определённой системе условных обозначений и координат. С точки зрения решения производственных задач наибольший интерес представляют почвенные карты, выполненные в масштабе лесоустроительных материалов. По классификации географических карт их принято относить к крупномасштабным (Апарин и др., 2012).

При переходе к цифровой почвенной картографии основной задачей становится создание векторной модели пространственного распределения почв, т.е. построение почвенных контуров. Каждый такой контур характеризуется различными свойствами, например, систематическое положение (название почвы), занимаемая площадь и т.д., формируя, таким образом, базу атрибутивных данных.

Цифровая почвенная карта позволяет легко определять местоположение почвенных разрезов по их идентификатору, дате или названию почвы, получать информацию по описанию точек, по площадям, занимаемым почвенными контурами, а также рассчитывать соотношение площадей. Совмещение цифровых слоёв разнообразных пространственных данных, в том числе лесоводственных, позволяет перейти на качественно новый уровень анализа и прогнозирования.

Для построения почвенных карт используются различные методические подходы, а использование современных геоинформационных систем позволяет существенно автоматизировать некоторые рутинные и массовые операции. Для автоматизации построения почвенных контуров нами был применён метод “полигонов Вороного”.

В информатике так принято называть многоугольники близости в честь украинского математика Георгия Вороного, который описал их в 1908 году. В географии и метеорологии их принято называть “полигоны Тиссена” в честь американского метеоролога Альфреда Тиссена, который в 1911 году написал работу об использовании геометрических методов при прогнозировании погоды (Арутюнян и др., 2010).

При использовании метода полигонов Вороного осуществляется разделение метрического пространства на области, в центре которых находятся точки почвенного опробования. В результате каждому полигону соответствует только один точечный объект, а расстояния от любой точки в пределах полигона до этого точечного объекта, входящего в этот полигон меньше, чем

до любых других точечных объектов других полигонов. Для полученных полигонов одинаковыми почвами и смежными границами выполнялось автоматическое объединение полигонов.

На заключительном этапе полученная укрупнённая “мозаика” почвенных контуров нуждалась в ручной корректировке на основе экспертных подходов с учётом имеющегося рельефа, растительности. Однако, сам процесс получения базового пространственного распределения почвенных разностей был максимально автоматизирован.

Рассмотренная методика была успешно апробирована с использованием свободной кроссплатформенной геоинформационной системы Quantum GIS (QGIS). В выбранной платформе указанные методики включены в базовый пакет средств геообработки и обработки векторной геометрии и подробно описаны в справочной литературе.

ЛИТЕРАТУРА

Апарин Б.Ф., Касаткина Г.А. Почвенное картирование: учебно-методическое пособие. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2012. 128 с.

Арутюнян Р.В. (ред.) и др. Геоestatистика: теория и практика. Ин-т проблем безопасного развития атомной энергетики РАН. М.: Наука, 2010. 327 с.

Берлянт А.М. Геоинформационное картографирование. М.: 1997. 64 с.

Вуколова И.А. ГИС-технологии в лесном хозяйстве. Пушкино: ГОУ ВИПКЛХ, 2008. 79 с.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНЫХ СТРАТЕГИЙ ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК В ЕЛЬНИКАХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА РОССИИ

А.Н. КОЛОБОВ¹, Е.Я. ФРИСМАН¹

¹Институт комплексного анализа региональных проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Биробиджан

Целью данной работы является разработка эффективных стратегий выборочных рубок в ельниках Дальневосточного региона России. По степени распространения и хозяйственному значению елово-пихтовые леса являются одной из преобладающих лесных формаций на Дальнем Востоке России, уступая по площади и запасам только лиственничникам (Корякин, 2010). Они представляют собой крупнейшую сырьевую базу для лесоперерабатывающих предприятий и являются одним из основных источников вырубаемой древесины. Основным инструментарием исследования служила разработанная ранее индивидуально-ориентированная модель пространственно-временной динамики древостоя (Колобов, 2014; Kolobov, Frisman, 2016). Она позволяет проводить вычислительные эксперименты с различными комбинациями видовой и возрастной структуры древостоя, произрастающих на территории с умеренным климатом, где основным системообразующим фактором формирования и развития лесных экосистем является свет. Используемый в модели индивидуально-ориентированный подход, подразумевающий описание роста каждого дерева в зависимости от его видовой специфики и пространственного расположения в

древостое, позволяет легко имитировать различные виды рубок. На территории Дальневосточного региона подобные исследования лесных экосистем, с привлечением средств имитационного моделирования, немногочисленны, ограничиваясь традиционными методами прогноза.

На основе предложенной модели исследовали динамику восстановления запаса и структуры елового древостоя до исходного состояния в зависимости от интенсивности изъятия древесины. Рассматривали интенсивность изъятия 10–40 % от общего запаса. Вырубались деревья, начиная с максимального диаметра и ниже пока не был получен необходимый процент по запасу. Одной из основных характеристик структуры древостоя является распределение по ступеням толщины диаметров стволов, анализируя которое можно проследить динамику его восстановления после рубок (Борисов, Иванов, 2008). Показано, что в случае, когда запас древостоя достигает значения, которое было до рубки, структура древостоя не восстанавливается в исходное состояние. Для восстановления структуры древостоя, в зависимости от объема изъятия (10–40 %), требуется на 10–15 лет больше, чем для восстановления запаса. Это влияет на качественные характеристики древесины.

Далее моделировали динамику еловых древостоев в зависимости от периодичности и интенсивности рубок. Увеличение интервала между рубками, приводит к увеличению объема вырубленной древесины за одну рубку, а также максимальному и минимальному диаметру вырубленных деревьев. При этом общий объем вырубленной древесины за определенный период уменьшается. Установлено что, например, в случае изъятия 30 % от запаса, компромисс между качеством (диаметр вырубленных деревьев) и количеством заготовленной древесины, может быть, достигнут при периодичности рубок 30 лет.

Также были построены модельные сценарии восстановления запаса и структуры елового древостоя в зависимости от степени повреждения подроста в процессе выборочных рубок. Рассмотрены режимы рубок с интенсивностью изъятия 10–40 % при повреждении от 30 до 70 процентов подроста. Показано, что повреждение подроста в 30–70 % не оказывает существенного влияния на скорость восстановления запаса, а также структуры древостоя с диаметром деревьев выше среднего значения. При этом уменьшается число деревьев со средним диаметром.

Таким образом, используя результаты моделирования, можно найти экономически выгодные режимы рубок, при которых лес эффективно восстанавливается. Но это требует дополнительных экономических расчетов и обсуждений с экспертами в области лесного хозяйства.

Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-04-00073 а.

ЛИТЕРАТУРА

Борисов А.Н., Иванов В.В. Имитационное моделирование динамики темнохвойных древостоев при выборочных рубках // Хвойные бореальные зоны. 2008. Т. XXV. № 1 – 2. С. 135-140.

Колобов А.Н. Моделирование пространственно-временной динамики древесных сообществ: индивидуально-

ориентированный подход // Лесоведение. 2014. № 5. С. 72-82.

Корякин В.Н. Справочник для учета лесных ресурсов Дальнего Востока. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 2010. 526 с.

Kolobov A.N., Frisman E.Ya. Individual-based model of spatio-temporal dynamics of mixed forest stands // Ecological Complexity. 2016. V. 27. P. 29-39.

УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ ЛЕСОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

С.А. КОРОТКОВ¹, В.А. ЛИПАТКИН¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» Мытищинский филиал, г. Мытищи

В регионах с высокой плотностью населения задачи лесопользования со временем существенно трансформируются как вследствие изменений экономических и социальных устоев, так и из-за переоценки значимости лесной продукции по сравнению с другими экосистемными услугами. На примере лесов Подмосковья видно, что фундаментальные принципы ведения хозяйства за последние 120 лет как минимум трижды концептуально менялись.

Классическое лесное хозяйство, ориентированное на сочетание активной и пассивной лесохозяйственной деятельности, нацеленное на переход к бесконечному циклу процессов лесопользования и лесовосстановления было подвергнуто жесткой критике в период тотального наступления идей планового экономического развития (Писаренко, 2008). Фактически было одобрено многократное превышение норм лесопользования, которые по лесоустроительным канонам устанавливались на оборот рубки леса. В дальнейшем восстановленный кратковременный период следования принципам ведения классического лесного хозяйства в подмосковных лесах был замещен режимом, при котором получение лесной продукции в регионе стало допустимым только при ликвидации последствий разного рода природных и техногенных катастроф.

При переориентации лесопользования на рекреационное лесопользование был сделан лишь первый шаг, выразившийся в запрете проведения сплошных рубок в спелых и перестойных древостоях и коммерческих рубок ухода за лесом в Московской области. Последствия введения такого рода ограничительных мер на лесных территориях, в значительной степени занятых насаждениями искусственного происхождения, изначально отличающихся упрощенной структурой и, как следствие, пониженными порогами природной устойчивости, проявились, как и положено в сложных биологических системах, с определенной задержкой. Ярким примером может служить усыхание ослабленных в засушливые годы спелых и перестойных ельников в результате массового размножения короеда типографа, дважды повторившегося в ельниках Московской области за последние 15 лет.

Перевод огромной территории на режим рекреационного лесопользования сопровождается изменением возрастной структуры насаждений, накоплением участков, достигших сукцессионных стадий, предшествующих распаду древостоев, что требует формирования соответствующих механизмов лесопользования. Рекреационное лесопользование не может быть нацелено только лишь на повышение рекреационной привлекательности и экологической продуктивности лесов. Классиками лесоводства неоднократно отмечалось, что управляемость лесов напрямую зависит от порога естественной устойчивости леса. Следовательно, необходимы механизмы снижения риска утраты природной устойчивости как отдельных участков леса, так и лесных массивов в целом. Необходимы программные решения, нацеленные на своевременные действия по недопущению перехода лесных массивов в критические состояния.

В настоящее время при мониторинге лесов оцениваются только состоявшиеся события, по которым устанавливается уровень нарушения, либо факт утраты устойчивости. При возрастающей угрозе распада насаждений большой средоформирующей и социальной значимости необходимо руководствоваться критериями, на основании которых возможно будет осуществлять планомерные действия по поддержанию устойчивого функционирования лесных сообществ.

Следовательно, необходимо разрабатывать систему определения потенциальных пороговых значений устойчивости. При оценке устойчивости возможно использование критериев и индикаторов с обязательным учетом породного состава и формы насаждения, структуры, в том числе ранговой, типа леса и других показателей (Коротков, 2016).

Следует отметить, что речь идет о регионе, который отличается небывалой интенсивностью сначала дачного, а затем коттеджно-жилищного строительства. Новый тип размещения жителей сопровождается наряду с глобальными преобразованиями транспортной инфраструктуры небывалым по масштабам совмещением границ земельных участков с границами лесного фонда и появлением новой формы экспансии лесов – индивидуального рекреационного использования приграничных участков леса. На расстоянии до 40 км от МКАД практически все леса переходят в тип анклавных лесов, полностью окруженных жилой инфраструктурой.

В лесах региона сформировался новый набор задач, которые декларируются, но не обеспечиваются системой административно-управленческих решений. Свойства леса как природной системы, в том числе устойчивость, не стали фундаментом лесопользования. Строящаяся ЦКАД представляется границей лесов, внутренняя часть которых нуждается в лесопарковом режиме ведения хозяйства. Только возвращение узколесосечных рубок в защитные леса Московской области на законодательном уровне позволит в сочетании с ландшафтными рубками добиться поставленных целей по формированию относительно устойчивых лесных участков. Сложность ландшафтных рубок заключается в индивидуальном подходе к каждому насаждению.

ЛИТЕРАТУРА

Коротков С.А. Изучение динамической стабильности лесных сообществ на основе динамической типологии леса // Вестник МГУЛ - Лесной вестник. 2016. Т. 20. № 5. С. 21-25.

Писаренко А. И. Новая парадигма лесного хозяйства и управления лесами России // Вестник МарГТУ. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. 2008. № 2. С. 17-27.

ЛЕСОВОДСТВЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ФОРМИРОВАНИЕМ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ

В.Д. ЛОМОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
Мытищинский филиал, г. Мытищи

В 30-х годах 20 века начало формироваться новое научное направление в лесоведении и лесоводстве – использование методов анатомии древесины в теории и практике лесного хозяйства. Основатель – академик И.С. Мелехов. В работе «Древесина северной ели» (1934 г.) им отмечено «Изучение древесины должно вестись с неизменным учетом и анализом лесорастительных условий; это дает возможность всестороннего и грамотного освещения материалов». Следовательно, была поднята проблема о целенаправленном изучении анатомии древесины и использовании лесоводственных факторов в практике лесовыращивания. В последующем И.С. Мелеховым и его учениками с использованием методов анатомии древесины было изучено большое количество лесоводственных факторов, влияющих на анатомическое строение древесины (Обыдёнников и др., 2015): строение и формирование годичных слоев в связи с типами леса, рубками главного пользования и рубками ухода, в связи с взаимоотношениями деревьев и их размещением в пространстве древостоя.

В настоящей работе исследовано влияние густоты культур сосны и размещения деревьев на структуру годичных слоев древесины сосны. Объект исследований – экспериментальные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающие в Щелковском учебно-опытном лесхозе МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана. Место расположения характеризуется однородным рельефом (равнинный) и однородностью по почвенно-грунтовым условиям. Тип лесорастительных условий – свежая сложная суборь (С₂). Почвы – дерново-среднеподзолистые на моренном суглинке. Объект представляет собой единый компактный массив 50-летнего искусственного насаждения сосны, состоящий из четырех опытных секций, каждая из которых создавалась квадратной посадкой 2-летних семян с различной густотой посадки и различным размещением лесокультурных посадочных мест. Это секция со следующими характеристиками густоты на момент закладки экспериментальных посадок: 4,4 тыс. экз. на 1 га (1,5х 1,5); 6,4 тыс. экз. на 1 га (1,25х 1,25); 10,0 тыс. экз. на 1 га (1,0х 1,0); 20,0 тыс. экз. на 1 га (0,7х 0,7). Эти

опытные культуры ценны тем, что в них на протяжении 50 лет не проводились рубки ухода; в них шел процесс естественного отпада. Наиболее сильный отпад произошел в самых густых культурах сосны: в них отпало 85 % некогда высаженных сосенок. К 50-летнему возрасту разница в численности растений сильно сократилась. Так, если на момент посадки она между крайними вариантами в абсолютной величине составляла 15600 экземпляров, то в 50 лет – 2048. По показателям роста и по классу бонитета лучшее состояние имеют культуры с густотой посадки 4,4 тыс. шт./га. Однако по запасу древесины лидируют самые густые культуры. Достигается это за счет повышенной густоты стояния. Прирост деревьев и древостоев, ширина годичных слоев и их структура, а, следовательно, и качество древесины определяются деятельностью камбия. Густота посадки культур сосны существенно влияет на ширину годичных слоев древесины. С увеличением густоты посадки с 4,4 тыс. шт./га до 20 тыс. шт./га ширина годичных слоев уменьшилась с 0,64–1,04 мм до 0,36–0,54 мм. Сказалось влияние густоты и на проценте поздней древесины: с увеличением густоты он увеличился с 20–26 % до 28–51 %. Наибольший процент поздней древесины наблюдался у деревьев сосны в культурах с густотой посадки 10 и 20 тыс. сеянцев на 1 га. Важную механическую функцию несет в себе такой анатомический показатель, как радиальная оболочка поздних трахеид. С увеличением густоты от 4,4 тыс. шт./га до 10 тыс. шт./га толщина оболочек увеличилась с 3,8–4,1 мкм до 6,0–6,7 мкм. Затем с увеличением густоты с 10 тыс. шт./га до 20 тыс. шт./га толщина оболочек поздних трахеид уменьшилась до 4,9–5,2 мкм. С увеличением густоты посадки с 4,4 тыс. шт./га до 20,0 тыс. шт./га ширина годичных слоев уменьшилась с 0,64–1,04 мм до 0,36–0,54 мм, почти вдвое. Можно сделать вывод, что густота посадки также влияет и на процент поздней древесины, т.е. с увеличением густоты он увеличивается с 20–26 % до 28–51 %. А наибольший процент поздней древесины наблюдается у деревьев сосны в культурах с густотой посадки 10 и 20 тыс. шт./га.

Таким образом, наиболее качественная древесина формируется в древостоях с густотой посадки 10 тыс. шт./га. При такой густоте в годичных слоях древесины зафиксирован наибольший процент поздней древесины и наибольшая толщина оболочек поздних трахеид. Это подтверждается данными А.М. Пинчука и В.Д. Ломова (1973). Культуры сосны с густотой посадки 10 тыс. шт./га целесообразно выращивать в лесах промышленного значения, где имеет место важность получения древесины с повышенными физико-механическими свойствами. Для лесопарковых насаждений и лесов зеленых зон можно рекомендовать пониженную густоту посадки.

ЛИТЕРАТУРА

- Мелехов И.С.* Древесина северной ели. Ленинград.: Гослестехиздат, 1934. 38 с.
Обыдёнников В.И., Коротков С.А., Ломов В.Д., Волков С.Н. Лесоводство. Учебник для направления подготовки 35.03.01 «бакалавр лесного дела». М.: ФГБОУ ВПО МГУЛ, 2015. 272 с.

Пинчук А.М., Ломов В.Д. Влияние густоты сосновых молодняков на анатомические показатели древесины и накопление органической массы. М.: Научные труды Московского лесотехнического институтка. 1973. № 49. С. 38-42.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ЛЕСОВ ПРИ ИХ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ

**В.М. МАКЕЕВА¹, А.В. СМУРОВ¹, Д.В. ПОЛИТОВ², М.М. БЕЛОКОНЬ², Ю.С. БЕЛОКОНЬ²,
Е.Г. СУСЛОВА³, И.Д. АЛАЗНЕЛИ⁴**

¹Музей землеведения Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, г. Москва

² Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова
Российской академии наук, г. Москва

³ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет, г. Москва

⁴ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, биологический факультет, г. Москва

Решение проблемы эффективного восстановления лесов в Российской Федерации – одна из важнейших экологических задач современности. Для ее решения первостепенное значение имеет наличие качественного посадочного материала, имеющего полноценный генофонд, адаптированный к конкретным экологическим условиям (наряду с агротехническим уходом, рубками ухода за молодняками и другими мероприятиями) (Макеева и др., 2013). Однако, по данным Минприроды России, только 4% семян, от заготовленных в 2016 году 175 тонн, составляют семена заданного целевого породного состава, основанного на применении селекционного материала.

Проведенное сравнительное исследование генофонда лесопосадок (на особо охраняемых территориях города Москвы (конца 20 века) и в Подмосковье (начала 20 века) с генофондом условно-коренных ельников из Подмосковья выявило значительное сокращение генетического разнообразия лесопосадок. В трех городских лесопосадках из четырех обнаружено уменьшение доли полиморфных локусов (до 0,41 и 0,50) по сравнению с условно-коренными лесами (0,64). Если в Подмосковье лесопосадки отличаются от условно-коренных популяций лишь по частотам аллелей отдельных локусов, то московские лесопосадки достоверно отличаются не только по частотам 3-11 локусов, но и резко отличаются по доле полиморфных локусов, что, вероятно, и приводит к снижению их жизнеспособности (Макеева и др., 2017, 2018; Makeeva et al., 2015).

Была выявлена пониженная жизнеспособность московских лесопосадок со сниженным разнообразием генофонда (обследованы в 2003 году): два из трех насаждений погибли в возрасте менее 10 лет («Битцевский лес», «Измайловский парк-2»), и к 2012 году были заменены новыми лесокультурами. Состояние генофонда всех, кроме одной («Измайловский парк-1») из обследованных лесопосадок ели в городе Москве, было оценено как критическое (Макеева и др., 2018).

Полученное распределение частот аллелей пятиаллельного локуса *Mdh-3* показало отсутствие трех, а в одном случае – четырех аллелей локуса в городских лесопосадках, в то время как в цитируемых работах (Гончаренко, Падутов, 2001; Krutovskii, Bergman, 1995) во всех изученных популяциях присутствуют 4-5 аллелей этого локуса (единично 3-5), в том числе в четырех популяциях из Подмосковья, включая лесопосадки, достигшие 90-летнего возраста. Как показали исследования (Пинейру де Корвальо и др., 1991), малатдегидрогеназа играет ведущую роль в регуляции и адаптации высших растений к факторам внешней среды, которая проявляется в изменении активности и увеличении количества изоферментов.

Жизнеспособность лесов при проведении лесовосстановления может быть значительно повышена за счет проведения грамотной оценки жизнеспособности генофонда имеющегося посадочного материала, а также на стадии подбора участка леса для сбора семян. Авторы разработали «Способ поддержания жизнеспособности популяций животных или растений на урбанизированных территориях», патент № 2620079, получен в 2017 году, которое позволяет улучшить качество и продуктивность лесов при их воспроизводстве.

Изобретение позволяет не только проводить грамотную оценку жизнеспособности генофонда имеющегося посадочного материала, но и подобрать популяции растений, из которых будут получены жизнеспособные саженцы.

С целью обеспечения эффективности восстановления лесов предлагается организовать центр генетического контроля семенного материала и саженцев, который позволит значительно повысить жизнеспособность лесов при их воспроизводстве.

ЛИТЕРАТУРА

Гончаренко Г.Г., Падутов В.Е. Популяционная и эволюционная генетика елей Палеарктики. Гомель: ИЛ НАНБ, 2001. 197 с.

Макеева В.М., Белоконь М.М., Смуров А.В. Геноурбаноология как основа устойчивого сохранения биоразнообразия и экосистем в условиях глобальной урбанизации // Успехи современной биологии. 2013. Т. 133. № 1. С. 19-34. DOI: 10.1134/S207908641304004X.

Макеева В.М., Смуров А.В., Политов Д.В., Белоконь М.М., Белоконь Ю.С., Сулова Е.Г. Сравнительная оценка состояния генофонда и жизнеспособности лесопосадок из парков города Москвы и естественных популяций из Подмосковья на примере ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) // Генетика. 2018. Т. 54. № 9. С. 1015-1025. DOI: 10.1134/S0016675818090096.

Макеева В.М., Смуров А.В., Политов Д.В., Белоконь М.М., Белоконь Ю.С., Сулова Е.Г., Русанов А.В. Состояние генофонда и степень пораженности короедом-типографом (*Ips typographus* L.) естественных популяций и лесопосадок ели европейской (*Picea abies* (L.) Karst.) в Подмосковье // Генетика. 2017. Т. 53. № 4. С. 422-431. DOI: 10.7868/S0016675817030079.

Пинейру де Корвальо М.А.А., Землянхун А.А., Епринцев А.Т. Малатдегидрогеназа высших растений. Воронеж: Изд-во ВГУ. 1991. 215 с.

Krutovskii, K.V., Bergmann, F. Introgressive hybridization and phylogenetic relationships between Norway, *Picea abies* (L.) Karst., and Siberian, *Picea obovata* Ledeb, spruce species studied by isozyme loci // Heredity. 1995. V. 74. P. 464-480.

Makeeva V.M., Smurov A.V., Politov D.V. et al. Technology for Restoring and maintaining sustainability of populations: Practical and theoretical results of genourbanology // The open conference proceedings journal, Bentham Science Publishers (Netherlands). 2015. V. 6. P. 1-9. DOI: 10.2174/2210289201506010001.

ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ МНОГОЦЕЛЕВОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ГОРНЫХ ЛЕСАХ

Д.И. НАЗИМОВА¹, М.Е. КОНОВАЛОВА¹, Е.И. ПОНОМАРЕВ¹

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск

Современный этап природопользования в горных лесах Сибири призван опираться на всю накопленную базу экологических и лесоводственных знаний, системный анализ и концепцию многоцелевого лесопользования, в значительной степени переосмысленную в последние десятилетия научными кругами, но не дошедшую в полной мере до управляющих административных структур общества. (Концепция..., 2015; Сухих, Уткин, 2003). Концепция многоцелевого лесопользования предполагает учет *средообразующих функций леса*, которые в горах ценятся гораздо выше, чем стоимость древесины с той же площади. К известным уже проблемам, связанным с пожарами и рубками, прибавляются новые, вызванные глобальными изменениями окружающей среды и климата, для чего необходимы научно обоснованные прогнозы поведения экосистем и адекватные практические меры по минимизации ущерба и по извлечению возможных дополнительных выгод в новых условиях (Bonan, 2008; Duveneck M.J., Scheller, 2015).

Прогнозы должны носить поливариантный характер, т.е. предполагать не один сценарий развития ситуаций. В случае любых прогнозов практические рекомендации будут иметь региональный характер и опираться на всю базу знаний, накопленную в достаточно полном объеме для того или иного горного лесничества, речного бассейна или ландшафта. Ландшафтно-экологический подход для горных лесов является наиболее перспективным, как показывает опыт применения его в практических руководствах и научных рекомендациях по ведению лесного хозяйства в лесах Сибири (Руководство ..., 1990; Наставления ..., 1994).

Для отдельных регионов горного юга Сибири в Институте леса СО РАН накоплены базы данных наземных и дистанционных исследований. Они позволяют уже сейчас внедрять на уровне конкретных горных регионов юга Сибири новые принципы экосистемного управления лесами, опирающиеся на эколого-географическую, или ландшафтно-экологическую основу (Кедровые леса, 1985; Лесные экосистемы ..., 2002). Это означает, что устройство лесов уже на предварительном этапе должно опираться на эколого-географический каркас горной территории в рамках лесорастительного районирования (Типы лесов ..., 1980).

Опыт внедрения принципов организации и ведения хозяйства на высотно-поясной (водоохранно-защитной) основе осуществлен впервые в конце 20 века на примере лесов бассейна оз. Байкал, для которых предложен необходимый минимум высотно-поясных категорий

(классов ВПК), хорошо различающихся по эколого-ресурсному потенциалу и средообразующим функциям горных лесов (Поликарпов, 1986, Краснощеков, 2004; Леса бассейна Байкала, 2008 и др.). Показана и оценена количественно особая роль высокогорных лесов в поддержании устойчивости низкогорных и равнинных территорий, выходящих далеко за пределы самих горных областей. Эти разработки остаются пока не востребованными в других регионах Сибири, но сохраняют свое значение для всего Алтае-Саянского экорегиона. Для горного юга Красноярского края, относящегося к бассейну р. Енисей и определяющего во многом его режим, они имеют непосредственное практическое значение, и лишь нестабильность лесной отрасли и лесной политики в крае, как и в целом в стране, мешает внедрению в жизнь научных основ многоцелевого природопользования на принципиально новой экологической основе.

С использованием принципов ландшафтно-экологического подхода и ГИС-технологий ведется создание расширенной информационной базы по биоразнообразию растительных ресурсов, по рекреационному потенциалу пригородных и припоселковых лесных массивов, ООПТ на горном юге Красноярского края, а также по средообразующей и водоохраной роли горных лесов.

В докладе представлены карты и картосхемы на ключевые участки юга Красноярского края, включая ГИС на территориях ООПТ «Заповедник Столбы», Дивногорского и Ермаковского горных лесничеств, а также публикации последних лет.

Работа выполняется при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант 18-05-00781А.

ЛИТЕРАТУРА

- Леса бассейна Байкала. (Под. ред. А.А.Онучина). Красноярск: ИЛ СО РАН, 2008. 245 с.
- Лесные экосистемы Енисейского меридиана. Новосибирск: Изд-во Сиб. отд-я Рос. акад. наук, 2002. 356 с.
- Кедровые леса Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. 225 с.
- Концепция интенсивного использования и воспроизводства лесов. СПб.: ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства», 2015. 20 с.
- Краснощеков Ю.Н.* Почвозащитная роль горных лесов бассейна озера Байкал. Новосибирск, Изд. СО РАН, 2004. 223 с.
- Методические рекомендации по сохранению биологического разнообразия при заготовке древесины на территории Красноярского края. Красноярск: Научное изд., 2012. 95 с.
- Наставления по рубкам ухода в лесах Восточной Сибири. М., 1994. 120 с.
- Поликарпов Н.П.* Высотно-поясные системы мероприятий по повышению комплексной продуктивности горных лесов // Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1986. С. 194-210.
- Руководство по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах. М., 1990. 122 с.
- Сухих В.И., Уткин А.И.* Информационно-инвентаризационные проблемы лесного фонда России в связи с экологизацией лесного хозяйства // Лесоведение. 2003. № 1. С. 3-15.
- Типы лесов гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1980. 333 с.
- Bonan G.B.* Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. Science. 13 Jun 2008 Vol. 320, Issue 5882, pp. 1444-1449 DOI: 10.1126/science.1155121
- Duveneck M.J., Scheller R.M.* Measuring and managing resistance and resilience under climate change in northern Great Lake forests (USA). Landscape Ecol. 2016, Volume 31, Issue 3, pp. 669-686

О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДДЗ ПРИ ЛЕСОИНВЕНТАРИЗАЦИИ ГОРНЫХ ЛЕСОВ НА ЮГЕ СИБИРИ: НОВЫЕ ЗАДАЧИ И ПОДХОДЫ К ИХ РЕШЕНИЮ

Д.И. НАЗИМОВА¹, Е.И. ПОНОМАРЕВ^{1,2}, М.Е. КОНОВАЛОВА¹

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск

²Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», лаборатория дистанционного зондирования, г. Красноярск

Современные спутниковые системы дистанционного зондирования в сочетании с ГИС-технологиями открывают возможности для совершенствования методов инвентаризации, мониторинга, картирования лесного покрова, в частности, горных территорий. С учетом масштабов влияния антропогенного и природного факторов, проявляющихся в современных условиях в сравнительно небольшие периоды времени, только использование периодической спутниковой съемки в широком спектральном диапазоне позволяет проводить эффективный мониторинг функционирования и динамики природных комплексов горных территорий (Барталев и др., 2015; Ponomarev, Kharuk, 2016; Ponomarev et al., 2016). Многочисленными работами в горах Сибири, проведенными за последние 40 лет, показана роль такого фактора, как высотная биоклиматическая зональность в структуре и продуктивности горных лесов, их экологических функциях и природоохранной роли. Для многих районов Южной Сибири выявлено разнообразие лесных экосистем зонального ряда, к которым относятся и высотно-поясные экосистемы, или высотно-поясные комплексы (ВПК). Классы ВПК и спектры ВПК систематизированы в виде таблиц с характеристикой их свойств, тенденций восстановительных смен, а также диагностических признаков, позволяющих идентифицировать ВПК в природе (Типы лесов..., 1980). Для гор Южной Сибири уточнено лесорастительное районирование и завершена классификация ВПК, проведенная с помощью многомерной климатической ординации природных категорий высотно-зонального ранга (Климат и ..., 1986; Nazimova et al., 2000). Уточнено положение класса подтаежных лесов в горах и на равнинах юга Сибири (Дробушевская, Царегородцев, 2007), их климатическая обусловленность.

Стало очевидным, что при лесоустройстве горных лесхозов Сибири нельзя обходиться без учета различий высотных лесорастительных поясов. Они проявляются не только в сильно расчлененном горном рельефе, но даже в менее выраженном низкогорном рельефе. На территории отдельного горного лесничества проявляются от 2 до 4 ВПК. Значение этой границы, проходящей, как показано, в каждом из 20 лесхозов на горном юге Красноярского края, трудно переоценить: она имеет ранг зональной границы, т.е. самый высокий ранг – отделяет зону устойчивого произрастания кедра и пихты от зоны их неустойчивого существования, связанного с

природными и антропогенными пожарами, засухами и нашествиями вредителей.

Климатическую природу имеет и ареал кедра в горах Южной Сибири (Кедровые леса Сибири, 1985), что видно из публикаций по лесорастительному, лесосеменному и лесохозяйственному районированию Сибири. Следует подчеркнуть, что в разных ВПК и климатических фациях кедровники имеют свои особенности состава, ландшафтной приуроченности и сукцессионной динамики.

Регулярные спутниковые съемки позволяют проследить изменение спектральных характеристик природных зон и высотных поясов, проявляющееся как в пространстве, так и во времени. Это новый аспект изучения функционирования зональных экосистем. Данный подход эффективно работает при использовании серий съемок исследуемого района, отражающих динамику развития в течение всего периода вегетации, а также отдельных сроков, приуроченных к определенным фенофазам (Nazimova et al., 2000; Bartalev, Belward, 2002; Коновалова, Дробушевская, 2002). На примере двух тестовых полигонов будут показаны результаты классификации снимков TERRA/Modis, позволившие дифференцировать лесной покров на ВПК и интразональные комплексы. Обработка съемки TERRA/Modis позволяет оценить соотношение групп формаций и некоторых более дробных категорий, а, кроме того, с обусловленной масштабом съемки точностью, выявлять границы зон тайги и подтайги и проводить дифференциацию внутри каждого из этих ВПК.

В целом высотный градиент радиометрической температуры в зоне перехода от подтайги к высокогорному ВПК не остается постоянным, и в течение вегетационного сезона наблюдается его динамика. Она не всегда однозначна, как показывает сравнение материалов спутниковых съемок в разные периоды. Данные наземных наблюдений, как следует ожидать, помогут обобщить эти закономерности при обработке большего количества данных.

ЛИТЕРАТУРА

- Барталев С.А., Стыценок Ф.В., Егоров В.А., Луян Е.А.* Спутниковая оценка гибели лесов России от пожаров // Лесоведение. 2015. № 2. С. 83-94.
- Дробушевская О.В., Царегородцев В.Г.* Географо-климатические варианты светлохвойных травяных лесов Сибири // Сибирский экологический журнал. 2007. № 2. С. 211-219.
- Кедровые леса Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. 225 с.
- Коновалова М.Е., Дробушевская О.В.* Опыт применения аэрокосмических методов исследования при изучении лесовосстановительного процесса в гумидных низкогорных ландшафтах Восточного Саяна. III Всерос. конф. «Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоводстве и лесном хозяйстве». М., ВНИИЦлесресурс, 2002. С. 157-160.
- Поликарпов Н.П., Чебакова Н.М., Назимова Д.И.* Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1986. 226 с.
- Типы лесов гор Южной Сибири. Новосибирск: Наука, 1980. 333 с.
- Bartalev S.A., Belward A.S.* Land cover and phenological monitoring in boreal ecosystems using the SPOT - VEGETATION instrument: new observations for climate studies. In: Proceedings of the Use of Earth Observation data for phenological monitoring workshop, 1d in Joint Research Centre, Ispra (VA) Italy 12th-13th December 2002, pp. 41-48
- Nazimova D.I., Ponomarev E.I., Fedotova E.V.* Identification and mapping of altitudinal belt classes of land cover with use of NOAA/AVHRR imagery. Remote researches and mapping of geosystems structure and dynamics. Novosibirsk: SB RAS, 2000. P. 76-81.

Ponomarev E.I., Kharuk V.I. Wildfire Occurrence in Forests of the Altai–Sayan Region under Current Climate Changes // Contemporary Problems of Ecology. 2016. Vol. 9. № 1. P. 29–36. doi: 10.1134/S199542551601011X

Ponomarev E.I., Shvetsov E.G., Kharuk V.I. Fires in the Altai-Sayan Region: Landscape and Ecological Confinement // Izvestiya, Atmospheric and Oceanic Physics. 2016. V. 52. № 7. P. 725-736. doi: 10.1134/S0001433816070069

ВЫЯВЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ ПОРОДНОГО СОСТАВА НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.В. НАЙДЕНОВА¹, Л.В. СТОНОЖЕНКО², Д.Е. РУМЯНЦЕВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
Мытищинский филиал, г. Мытищи

²Федеральное автономное учреждение дополнительного профессионального образования «Всероссийский институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов лесного хозяйства»,
Московская область, г. Пушкино

Засуха 2010 года и последовавшая за ней катастрофическая вспышка численности короеда-типографа привела к массовому усыханию ельников в Центрально-европейской части России. Такие катастрофические последствия для лесов, выполняющих защитные функции, заставляют задуматься о необходимости серьезного повышения устойчивости лесов Подмосковья. Л.П. Рысин считал для условий Московской области коренной породой ель (Рысин, 1979). Один из аспектов в экологии это меньшая устойчивость однородных экосистем (Коротков, 2015). При формировании смешанных древостоев необходимо подбирать породы, которые бы по ряду позиций являлись дополнением друг к другу и компенсировали воздействие тех или иных экологических факторов. Для ели часто критическим бывает недостаток влаги. Соответственно, порода-спутник ели должна иметь природные механизмы защиты от засушливых периодов. Исходя из литературных источников, такой породой в зоне хвойно-широколиственных лесов является липа. Она в шкале требовательности к свету М.К. Турского занимает одно из последних мест (Турский, 2010). Корневая система липы глубокая, мощная, хорошо развита. Липа легко переносит засухи, а при очень сильных засухах только снижает прирост. Также липа ценна как почвоулучшающая порода (Мурахтанов, 1981; Рысин, 2012; Хлонов, 1965; Гордиенко, 1973; Гордиенко, 1979).

Проблема межвидовой и внутривидовой конкуренции как фактора, определяющего рост и развитие древостоев, рассматривалась в литературе неоднократно (Сукачев, 1928; Мелехов, 1980). В частности, рассматривалось влияние этого фактора на формирование радиального прироста древесины (Крамер, Козловский, 1983; Усманов и др., 2001). Целью работы была оценка реакции ели европейской в древостоях разного породного состава на воздействие различных климатических факторов, выполнявшаяся методами анализа дендроклиматической информации. Были рассчитаны средние хронологии для древостоев с участием ели более 6 единиц в породном составе и с участием липы более 6 единиц в породном составе. Хронологии характеризуются средней взаимной корреляцией (коэффициент корреляции равен 0.54), что говорит о

достаточном модифицирующем влиянии фитоценоза на характер изменчивости радиального прироста от влияния климатических факторов. Для выявления конкретных форм модификаций был проведен дендроклиматический анализ.

Анализируя влияние температур, можно отметить факт положительного влияния высоких температур февраля и марта на формирование прироста древесины в древостоях с небольшой долей ели по составу. По-видимому, чистые ельники имеют более стабильный микроклимат, тогда как в смешанных древостоях (большей частью лишенных листвы в зимнем состоянии) повышенные температуры могут способствовать более быстрому таянию снега, скорейшему прогреванию почвы и раннему началу вегетации (Бех и др., 1986).

Рассмотрена динамика индексов радиального прироста за последние 15 лет (в исследуемой хронологии) по годам. Выбранный период соответствует периоду постоянных наблюдений на исследуемых пробных площадях. Обращает на себя внимание то, что в период с 2009 года по 2011 год ель в чистом древостое демонстрировала выраженное снижение прироста, тогда как в смешанном древостое с преобладанием липы в составе индекс прироста был средний (около 1).

И методом корреляционного анализа, и методом анализа климаграмм удалось выявить большую засухоустойчивость деревьев ели в чистом древостое по сравнению с деревьями ели из древостоев с небольшой долей ели по составу. То есть, величина прироста ели в составе насаждения с преобладанием липы оказалась менее зависима от влияния климатических факторов, что может свидетельствовать о большей устойчивости ели в составе липово-еловых древостоев по сравнению с чистыми еловыми.

На основании вышеизложенного в целях повышения устойчивости лесов Подмосковья считаем возможным рекомендовать создание смешанных липово-еловых древостоев для условий Московской области в соответствующих им лесорастительных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

- Бех И.А., Калинин А.М., Таран И.В.* Лес и жизнь: монография. Кемерово: Книжное изд-во, 1986. 160 с.
- Гордиенко М.И.* Взаимодействие дуба черешчатого и липы мелколистной // Науч. тр. Укр. с.-х. акад. 1973. Вып. 94. С. 27-31.
- Гордиенко М.И.* Лесоводственная оценка липы мелколистной, клена остролистного и граба обыкновенного // Лесоведение. 1979. № 1. С. 59-66.
- Коротков С.А.* Теоретические проблемы устойчивости леса // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2015. № 4. Т. 19. С. 26-32.
- Крамер П.Д., Козловский Т.Т.* Физиология древесных растений. М.: Лесн. пром-сть, 1983. 464 с.
- Рысин Л.П.* Леса Восточного Подмосковья: монография. М.: Наука, 1979. 184 с.
- Мелехов И.С.* Лесоведение: Учебник для вузов. М.: Лесн. пром-сть, 1980. 408 с.
- Мурахтанов Е.С.* Липа. М.: Лесная промышленность, 1981. 80 с.
- Рысин Л.П.* Липовые леса Русской равнины. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. 195 с.
- Сукачев В.Н.* Растительные сообщества (введение в фитосоциологию). 4-е изд. М.; Л.: Книга, 1928. 232 с.
- Турский М.К.* Лесоводство: научное издание. Изд. 10-е. М.: МГУЛ, 2010. 425 с.
- Усманов И.Ю., Рахманкулова З.Ф., Кулагин А.Ю.* Экологическая физиология растений. М.: Логос, 2001. 224 с.
- Хлонов Ю.П.* Липы и липняки Западной Сибири. Новосибирск: Редакционно-издательский отдел СО АН СССР, 1965. 155 с.

О МЕРАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОРТИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ СЕМЯН ПРИ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИИ

А.И. НОВИКОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова»,
г. Воронеж

В мировой лесной науке параллельно существуют два тренда: приверженцы первого полагают и достаточно убедительно доказывают, что первично семя, а, следовательно, восстановление лесов должно проводиться посевом (Derr and Mann, 1971; Waldron, 1973; Bergsten et al., 2003; Willoughby et al., 2004; Blade and Vallejo, 2008; Castro et al., 2015; Reque and Martin, 2015; Grossnickle and Ivetić, 2017) с использованием соответствующих технических средств; последователи второго убеждены, что ротационный процесс получения сеянцев из семян должен осуществляться в питомнике, а восстанавливать лес необходимо посадкой (USDA, 1963; Jurásek et al., 2009; Jäärats et al., 2010; Nordlander et al., 2011; Ersson et al., 2018;) с использованием соответствующих технических средств. Однако, несмотря на различные алгоритмы претворения технологий в практику, начальным звеном как для первой, так и для второй является производство семян.

Для прямого посева на восстанавливаемых участках леса, равно как и в питомнические контейнеры (одна из начальных операций в технологической цепи при посадке леса) требуется качественный репродуктивный материал (семена) (Новиков, 2015, 2017). Полный цикл производства лесных семян характеризуется значительным числом операций, каждая из которых представляет определенную ценность как в отдельности, так и в совокупности. Несмотря на значительный вклад отечественных и зарубежных ученых в изучение процесса производства лесных семян, неуклонный рост технического уровня исследовательских методов и средств наблюдается четкая разрозненность между, казалось бы, взаимодополняющими процедурами: тестированием, сортированием и посевом семян.

Начиная с 2000 года автором проводятся исследования по поиску наиболее целесообразной технологии сортирования лесных семян.

Ответ на вопрос о целесообразности сортирования будет получен только путем проведения всесторонних физико-механических, биометрических и генетических исследований, наблюдения за ростом и развитием лесных культур (на примере сосны обыкновенной) из сортированных семян в заложенной испытательной плантации цветосеменных рас (Левобережное лесничество учебно-опытного лесхоза ВГЛТУ). Намечено и интенсивно проводится сотрудничество с Белградским университетом в области апробации теории генетической разнокачественности

культур из цветосеменных рас и созданию надежного протокола тестирования лесных семян по показателю жизнеспособности.

ЛИТЕРАТУРА

- Новиков А.И.* Роль качества лесосеменного материала в процессе повышения эффективности лесовосстановления // Актуальные направления научных исследований XXI века теория и практика. 2015. Т. 3. № 2–2. С. 61–63.
- Новиков А.И.* Дисковые сепараторы семян в лесохозяйственном производстве. Воронеж: ФГБОУ ВО ВГЛТУ, 2017. 159 с.
- Bergsten U. et al.* Forest regeneration of pine and spruce from seeds // Skog Trä Handb. 2003. V. 2. P. 40.
- Bladé C., Vallejo V.R.* Seed mass effects on performance of *Pinus halepensis* Mill. seedlings sown after fire // For. Ecol. Manage. 2008. V. 255. Iss. 7. P. 2362-2372.
- Castro J., Leverkus A.B., Fuster F.* A new device to foster oak forest restoration via seed sowing // New For. 2015. V. 46. Iss. 5–6. P. 919-929.
- Derr H.J., Mann W.F.J.* Direct-seeding pines in the south. Washington: Forest Service, USDA, 1971. 73 P.
- Ersson B., Laine T., Saksa T.* Mechanized Tree Planting in Sweden and Finland: Current State and Key Factors for Future Growth // Forests. 2018. V. 9. Iss. 7. P. 370.
- Grossnickle S.C., Ivetić V.* Direct Seeding in Reforestation – A Field Performance Review // Reforesta. 2017. V. 4. P. 94-142.
- Jäärats A., Sims A., Seemen H.* Growth parameters of coniferous planting stock influenced by principal growing technologies in Estonia // Scand. J. For. Res. 2010. V. 25. Iss. 8. P. 92-100.
- Jurásek A., Leugner J., Martincová J.* Effect of initial height of seedlings on the growth of planting material of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) in mountain conditions // J. For. Sci. 2009. V. 55. Iss. 3. P. 112-118.
- Nordlander G. et al.* Regeneration of European boreal forests: Effectiveness of measures against seedling mortality caused by the pine weevil *Hylobius abietis* // For. Ecol. Manage. 2011. V. 262. Iss. 12. P. 2354–2363.
- Reque J.A., Martin E.* Designing acorn protection for direct seeding of quercus species in high predation areas // For. Syst. 2015. V. 24. Iss. 1. P. 018.
- USDA.* Forest planting practice in the Central States. / под ред. G.A. Limstrom. : U.S. Forest Service, Central States Forest Experiment Station, 1963. 69 p.
- Waldron R.M.* Direct seeding in Canada 1900-1972 // Direct seeding symposium, Timmins, Ontario, 11-13 September, 1973. P. 11-27.
- Willoughby I. et al.* Factors affecting the success of direct seeding for lowland afforestation in the UK. // Forestry. 2004. V. 77. Iss. 5. P. 467-482.

ЭКОСИСТЕМНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГОРНЫМИ ЛЕСАМИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА ЗА ПРОФЕССИОНАЛАМИ

В.В. ОНИЩЕНКО^{1,2}, Н.С. ДЕГА^{1,2}, Р.Р. ГЕРЮГОВ^{1,2}

¹Государственное образовательное учреждение высшего образования «Карачаево-Черкесский государственный университет имени У.Д. Алиева», г. Карачаевск

²Карачаево-Черкесское региональное отделение Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество», г. Карачаевск

Лесопользование в горных странах должно осуществляться с учетом уникальности сочетающихся параметров природной среды, сложного спектра климатических, водных, земельных, растительных, животных, минерально-сырьевых и рекреационных ресурсов.

В лесных водосборных бассейнах Северного Кавказа проявляется тенденция трансформации лесной среды под воздействием экстенсивной хозяйственной деятельности, направленной на ускоренное решение экономических проблем в условиях не сбалансированных социальных и рыночных отношений.

Факт подчиненного общего интереса лесопользования частному закреплен в действующем

Лесном кодексе (2006). Все это ставит уязвимые горные леса в состояние усиливающегося дефицита доступной, экономически ценной древесины, особенно коренных хвойных пород. Неконтролируемые лесозаготовки в горах наносят потенциально больший ущерб чем на равнинах, как в местах вырубki так и вне лесосек.

На склонах с сильно расчлененным рельефом и нестабильными почвами вырубка леса активизирует экзогенные проявления – селевые потоки, разрушительные паводки, перемещение грунта и лавинную деятельность. В последнее время горное население Северного Кавказа все чаще испытывает влияние катастрофических форм экзогенной деятельности, непосредственно связанных с эксплуатацией лесных ресурсов.

По существу все, что происходит сейчас в природно-антропогенной системе горного лесоразведения и лесопользования, в большей степени относится к сфере организации управления лесным хозяйством. Сегодня горные леса оказались во власти тех, кто спешит вырубить лес и продать то доступное, что дает сиюминутную прибыль, не задумываясь не только о будущем труднодоступных, уязвимых горных ландшафтах, но и о поколениях, которым придется здесь жить.

Горное лесное хозяйство, которое исторически призвано сохранять хрупкий геоэкологический баланс, улучшать качество лесонасаждений, повышать продуктивность и осуществлять непрерывное, эффективное лесопользование оказалось в полуразрушенном состоянии. Разрушение лесного хозяйства имеет многие опасные для региона последствия: массовую смену вторичными лиственными лесами вырубленных коренных хвойных древостоев, гибель бесхозных деревьев от пожаров, механических повреждений, кислотных дождей (Дега и др., 2018), изменение циркуляции воздушных потоков, снижение годового стока воды в реках, исчезновение малых рек и ручьев в высокогорьях и т.д. Отмечается падение реальных и потенциальных возможностей горных территорий как производителей древесины и иной лесной продукции для сопредельных районов.

Коренным хвойным лесам горных районов Северного Кавказа свойственна генетическая однородность, с широким варьированием структурных показателей в сложных эколого-географических условиях. Особые критерии и меры разнообразия по элементам леса, возрасту, продуктивности, характеру и темпам роста древесного яруса, физиологическому состоянию и т. д. (Онищенко, 2011). Хвойные леса содержат потенциал возможных ответов на изменения внешних условий развития, активно эволюционируют обеспечиваясь условиями выживания, воспроизводства и совершенствования структуры биогеоценозов. Доминанты – эдификаторы хвойных древостоев на склонах разных экспозиций, в одних случаях сами подавляют, в других испытывают влияние конкурентов. Тем не менее, они свободны от необходимости приспособления к

суровым условиям высокогорий в формировании биологического разнообразия (Dudley, N., 1996).

Горное лесное хозяйство располагает огромной информацией, необходимой для организации и ведения в горных лесах устойчивого лесопользования. Однако процесс разрушения лесного хозяйства в горах Северного Кавказа продолжается с «легкой руки» положений сформулированных в Лесном кодексе (2006). Создана ситуация, препятствующая лесному хозяйству действовать в русле государственных стратегических интересов, а именно производить высокоценную товарную древесину на корню и другие лесные ценности (Шутов, 2012). Лесохозяйственные подразделения вынуждены придерживаться требованиям частно-владельческих структур ориентированных на заготовку, первичную переработку и торговлю древесиной. Все это не предвещает ни чего хорошего региону, да и стране в целом кроме многих бед, в числе которых осязаемое сокращение доступной, экономически ценной древесины хвойных пород.

ЛИТЕРАТУРА

Дега Н.С., Онищенко В.В., Петропавловский Б.С. Влияние техногенной трансформации воздушной среды на устойчивость хвойных лесов Карачаево-Черкесии // Устойчивое развитие горных территорий». Владикавказ. 2018. № 1 (35). С. 69-76.

Онищенко В.В. Горное лесообразование. Особенности, геоэкологический анализ, методы. Germany: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG DudweilerLandstr. 99, 66123 Saarbrücken, 2011. 381 с.

Шутов И.В. Вехи лесного хозяйства России. С-Пб.: Изд.-во Политехн. ун-та, 2012. 284 с.

Dudley, N., Gilmour, D. and Jeanren. J.-P. (1996). Forests for Life, the WWF/IUCN Forest Policy Book. WWF/IUCN, WWF-UK. Panda House: Godalming, Surrey.

О КАПИТАЛИЗАЦИИ ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ

В.Н. ПЕТРОВ¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург

Капитализация лесных участков, в результате проведения различных лесохозяйственных мероприятий, ведет к повышению их стоимости и стоимости лесозаготовительных предприятий. Эта тема сравнительно новая как для современной отечественной лесной экономики, так и для экономики предприятия.

Учитывая тот факт, что каждый лесной участок обладает уникальными, прирожденными свойствами, определение его стоимости важно для дифференциации арендной платы. Инфраструктурные изменения, которые происходят на территории сданных в долгосрочное пользование лесных участков не учитываются государственными органами управления лесами при рассмотрении минимальных ставок арендной платы. По этой причине официальные экономические отношения между государством и частным бизнесом остаются примитивными и не развитыми и все больше вступают в противоречия.

Между тем, фактические изменения лесных участков в виде улучшений или ухудшений, в результате производственно-хозяйственной деятельности арендаторов, становятся все заметнее. Арендаторы вынуждены осваивать новые лесные территории без сложившейся инфраструктуры из-за ухудшения качества лесосечного фонда вблизи существующих транспортных путей.

С точки зрения экономики недвижимости, речь идет о создании арендаторами за собственный счет неотделимых улучшений на территории государственных земель лесного фонда. Подобные затраты повышают себестоимость лесозаготовок, а материализованные на землях лесного фонда, результаты этих затрат не получают никакой оценки со стороны собственника лесов.

Сформировавшаяся практика лесных отношений в области лесопользования вступила в противоречие с существующим порядком установления платежей за использование лесных ресурсов. Получается парадоксальная картина, когда собственник ресурсов, предоставляя их в пользование, получает взамен платежи только за право пользования и не имеет никаких поступлений за осуществление самого пользования. Причем платежи, например, за право долгосрочного пользования, носят не разовый, а периодический характер. Лесопользователь однажды выиграв лесной конкурс или аукцион, обязан многократно подтверждать это право и нести бремя по содержанию и улучшению арендованного имущества.

Изменение экономических отношений в условиях государственной собственности на земли лесного фонда может пойти по пути установление начальной (разовой) стоимости права пользования лесным участком со всеми его полезностями и регулярных платежей за само использование с ежегодной корректировкой стоимости с учетом произведенных неотделимых улучшений или ухудшений.

Для такого вида использования лесов, как заготовка древесины, регулярный платеж за пользование лесным участком устанавливается исходя из рыночных цен на круглые лесоматериалы с ежегодной корректировкой с учетом понесенных затрат на произведенные неотделимые улучшения лесного участка в течение года.

Совершенствование экономических отношений между собственником лесов и лесопользователями возможно на основе достоверной и актуальной лесоустроительной информации о состоянии лесов и рыночных ценах на продукцию и услуги лесопользования.

Создание сети тестовых лесозаготовительных предприятий в регионах позволит государственным органам управления лесами проводить мониторинг региональных цен на лесопroduкцию и основных экономических показателей лесного бизнеса, включая понесенные капитальные вложения в неотделимые улучшения лесных участков.

Стоимость аренды лесного участка должна состоять из двух частей: разового платежа за право пользования и регулярных платежей за фактическое использование лесных ресурсов в

течение срока действия договора аренды лесного участка.

Для установления баланса экономических интересов арендаторов лесных участков и арендодателя, регулярный платеж за пользование лесными ресурсами рассчитывается ежегодно исходя из рыночных цен на круглые лесоматериалы с учетом вложенных арендатором средств в созданные объекты лесной инфраструктуры. На период окупаемости таких объектов, разовые платежи редуцируются коэффициентом, в зависимости от суммы вложенных арендатором средств.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ "ПРОГРАММЫ МНОГОЦЕЛЕВОГО И УСТОЙЧИВОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ, ОХРАНЫ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ КЕДРОВО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ"

Б.С. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад–институт Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Владивосток

В Приморском крае наиболее ценной лесной формацией в ресурсном (экономическом), социальном и биосферном отношении, как среды обитания многих экзотических, с высокой долей видов фауны редких (краснокнижных) видов, а также видов флоры являются кедровники, или кедрово-широколиственные леса, с главной лесообразующей породой сосной корейской кедровой, или кедром корейским, *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc. Кедровые леса являются стержневой лесной формацией древесной растительности горной системы Сихотэ-Алинь (Колесников, 1956; Соловьев, 1958), от состояния которой зависит экологическое состояние остальных растительных формаций бассейна реки Уссури. Кедровники - леса самого высокого биологического разнообразия не только так называемой «Уссурийской тайги» (Булах, Галанина, и др. 2010), но и других лесных массивов России.

Сохранение биоразнообразия лесов бассейна реки Уссури, в регионе, расположенном на самой юго-восточной оконечности России, на стыке Евразийского материка и Тихого океана, имеет большое стратегическое значение в сохранении уникального генофонда не только страны, но и мира в целом. Сокращение площади кедрово-широколиственных лесов более чем в два раза (Петропавловский, 2004) крайне негативно сказалось на биологическом разнообразии флоры и фауны.

Сохранение и восстановление этих лесов - основа для сохранения уникального биологического разнообразия Приморья, одним из путей которого является переход на принципы рационального, неистощительного, многоцелевого лесопользования (Петропавловский, 1999, 2004). В таком случае актуальными представляются предложения, внесенные в резолюции I и VIII

Международных экологических форумов «Природа без границ» (г. Владивосток, 2006 и 2014 гг.) в отношении сохранения и восстановления кедровых лесов.

В резолюциях форумов, в соответствующих предложениях (Дюкарев, Манько, Петропавловский, 2006; Ковалев, Манько, 2006) рекомендовано присвоить оставшимся малонарушенным участкам кедрово-широколиственных лесов в Приморском крае статус защитных (особо ценных); организовать в кедрово-широколиственных лесах систему природопользования, ориентированную преимущественно на использование недревесных ресурсов; провести целевое преобразование вторичных лесов, сформировавшихся на месте кедровников, направленное на увеличение эдификаторной роли кедра корейского или рубками ухода или посадкой лесных культур; разработать долгосрочную программу сохранения кедрово-широколиственных лесов.

В связи с этим первоочередной задачей является подготовка «Программы сохранения и восстановления кедрово-широколиственных лесов» как необходимого условия перехода на многоцелевое, неистощительное и устойчивое лесопользование. Это может быть реализовано на принципах организации побассейнового расчета размера рубок спелых и перестойных лесных насаждений. Для реализации принципов неистощительного и постоянного пользования древесными и всеми биологическими ресурсами в центральном Сихотэ-Алине необходимо сформировать защитный экологический каркас территории, используя бассейновый подход, увеличив долю лесов с более жестким нормированием пользования.

За единицу изучения и хозяйствования принимаются не выделы и кварталы, а четко ограниченные естественными рубежами разнопорядковые, иерархически соподчиненные водосборные бассейны и их элементы самого низшего порядка. В границах малых водосборных бассейнов необходимо отражать следующую информацию: количественные показатели встречаемости сосудистых растений; плотность обитания краснокнижных животных; оценка основных антропогенных факторов, вызывающих деградацию лесов и снижение биологического разнообразия; степень деградации (нарушенности) лесной растительности. Важнейшим прикладным результатом исследований должны стать рекомендации по восстановлению кедрово-широколиственных лесов Приморского края. Необходимо создать «Программу многоцелевого и устойчивого лесопользования, охраны и восстановления кедрово-широколиственных лесов Приморского края». Крайне желательно, чтобы она вошла, как подраздел, в Программу «Стратегия экологического развития Приморского края на период до 2030 года».

ЛИТЕРАТУРА

Булах Е.М., Галанина И.А. и др. Природный феномен в г. Владивостоке // Вестник Дальневосточного отделения Российской Академии наук, 2010. № 4 (152). С. 90-96.

Дюкарев В.Н., Манько Ю.И., Петропавловский Б.С. Пути оптимизации лесопользования и охраны лесов Приморского края (Экологические аспекты) // Материалы I Международного экологического форума «Природа без границ», Владивосток, 2006. С. 166-172.

Ковалев А.П., Манько Ю.И. Устойчивое комплексное лесопользование на Дальнем Востоке // Природа без

- границ. Пленарные доклады (тезисы). Владивосток. 2006. С. 27-30.
- Колесников Б.П.* Кедровые леса Дальнего Востока // Тр. ДВФ СО АН СССР. Сер. бот. Л.: Изд-во АН СССР, 1956. Т. 2 (4). 262 с.
- Петропавловский Б.С.* Многоцелевое лесопользование как необходимое условие устойчивого развития таежных территорий // Устойчивое развитие дальневосточных районов: эколого-географические аспекты. Владивосток: Дальнаука, 1999. С. 184-201.
- Петропавловский Б.С.* Леса Приморского края: (эколого-географический анализ). Владивосток: Дальнаука, 2004. 317 с.
- Соловьев К.П.* Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока и хозяйство в них. Хабаровск: Кн. изд-во, 1958. 367 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ РУБОК И ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ЗАУРАЛЬЯ

С.Н. САННИКОВ¹, Д.С. САННИКОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург

В отличие от видов темнохвойных, сосна обыкновенная как эксплерент-пирофит и петропсаммофит наиболее адаптирована к естественному возобновлению популяций на открытых местообитаниях – гарях или механически эродированных аренах – с мозаично сохранившейся структурой древостоя и обсеменения. Поэтому в качестве основного принципа организации единой лесоводственной системы «рубка–возобновление» в сосновых лесах лесной зоны приемлемы сплошно-лесосечные рубки с инсеминацией от стен леса или семенных куртин и достаточной степенью минерализации и рыхления поверхности почвы.

Высокая возобновительная эффективность этой системы с применением оригинального агрегата для экологически оптимальной минерализации почвенного субстрата (с его одновременным рыхлением) экспериментально показана на примере преобладающих типов сосновых лесов подзоны предлесостепи Западной Сибири. Обоснованы лесоводственно-экологические и репродуктивно-генетические преимущества оставления семенных куртин вместо отдельных семенных деревьев.

С помощью методов имитационного математического моделирования параметров плотности жизненного самосева сосны в зависимости от площади и размещения семенных куртин, стен леса и степени минерализации почвенного субстрата определены параметры системы «рубка–возобновление», гарантирующие достаточную успешность последующего возобновления сосны в преобладающих группах типов леса подзоны предлесостепи (при разных уровнях численности сохранившегося подроста предварительных генераций).

На основе ранее установленных параметров структуры и возобновления ценопопуляций сосны в различных подзонах и типах леса Западной Сибири (Санников и др., 2004) разработана дифференцированная система рубок и мер оптимизации возобновления в климатически

замещающих типах сосновых лесов Западной Сибири на эколого-гено-географической основе. Ее принципы в лесной зоне сводятся к чересполосным рубкам с обсеменением вырубок от семенных куртин и стен леса с минерализацией и одновременным рыхлением поверхности почвы с помощью оригинального агрегата (Санников и др., 2002; патент РФ № 2183818). Для лесостепной зоны обоснован новый способ котловинных чересполосных вырубок шириной 20 м с их затенением стенами леса и также минерализацией почвы до 20% (Санников, Санников, 2016).

Подходы и методы предлагаемой системы «рубка–возобновление» применимы в равнинных сосновых и лиственнично-сосновых лесах Западной Сибири, а с некоторыми модификациями и в географически замещающих типах леса предгорий и плато Карелии, Зауралья, Средней Сибири и Центральной Якутии.

ЛИТЕРАТУРА

Санников С.Н., Санников Д.С., Токарев Б.В. Агрегат для подготовки лесной почвы (описание изобретения к патенту Российской Федерации № 2183918). М., 2002. С. 1-10.

Санников С.Н., Санникова Н.С., Петрова И.В. Естественное лесовозобновление в Западной Сибири. Эколого-географический очерк. Екатеринбург: УрО РАН, 2004. 195 с.

Санников С.Н., Санников Д.С. Система рубок и возобновления сосновых лесов на эколого-гено-географической основе // Сиб. лесн. журн. 2015. № 6. С. 3-16.

БИОРЕСУРСЫ ЛЕСА КАК ОСНОВА НЕТРАДИЦИОННЫХ КОРМОВ ДЛЯ СКОТА

В.Ю. СИДОРОВА¹

¹Институт механизации животноводства – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федерального научного агроинженерного центра ВИМ», г. Рязань

Кормовая фитомасса леса обладает высокими питательными свойствами. Известно, что листья древесных пород при влажности 62,6-72,1% содержат 2,5-7,2% сырого протеина, 2,6% – сырого жира, 4,4-8,3% – сырой клетчатки, 13,4-21,7% – безазотистых экстрактивных веществ (БЭВ), 1,5-3,2% – сырой золы, а хвоя при влажности 50,6-57,8% содержит сырого протеина 4,3-6%, сырого жира – 4,4-5,3, сырой клетчатки – 8-13,9, БЭВ – 21,8-23,9, сырой золы 1,3-2,9%. Химический состав древесины характеризуется высоким содержанием клетчатки, (в пределах 34,4-41,6%), необходимой жвачным животным для пищеварения. (Коноваленко, 2011). По мнению академика Л.К. Эрнста, а также З.М. Науменко, С.И. Ладинская, М.Ф. Смирнова и других исследователей, все это позволяет рассматривать ресурсы леса как кормовую базу нетрадиционных кормов в животноводстве (Эрнст и др., 2010).

Современный этап развития животноводства имеет тенденции снижения поголовья продуктивного скота в стадах, в ходе их децентрализации. Так, например, поголовье крупного рогатого скота в 2018 году уменьшилось на 0,6% по сравнению с показателем прошлого года. Фермерский опыт разведения скота в небольших стадах в этих условиях позволяет

увеличить общую продуктивность мяса, молока, молочного жира и белка в 2-2,5 раза за счет применения инновационных технологий индивидуальной селекции и научного подхода к кормлению и содержанию сельскохозяйственных животных (Сидорова, 2015, 2016; Фомичев и др., 2018).

Увеличение в рационе кормов, богатых клетчаткой, способствует выделению повышенного количества слюны, что удлиняет процесс жвачки и обеспечивает кислотность рубца на уровне pH 6,5-7,0. Клетчатка необходима жвачным животным как энергетический источник стимуляции моторики и пищеварительной деятельности рубца для поддержания жирности молока, сохранения здоровья, продуктивного долголетия, стабильного воспроизводства продукции.

Питательная ценность древесных отходов различных пород деревьев очень высока. В форме клетчатки древесные отходы содержат различные комплексы полисахаридов, которые для использования в пищеварительном процессе должны быть подготовлены к скармливанию посредством тепловой обработки. В процессе тепловой обработки биоресурсов хвойных деревьев производят настои, взвары, концентраты витаминов, а также такой вид нетрадиционного корма, как **меласса**. Хотя опилки используют и в свежем виде, после тепловой обработки меласса, как кормовая добавка, повышает переваримость органического вещества корма, стимулирует микробиологическую активность в рубце. Все это способствует увеличению удоев, улучшению качественного состава молока, используется для силосования культур, бедных сахаром, для улучшения их консервации. Меласса с успехом применяется при производстве комбикормов и премиксов. При применении необходимого оборудования мелассу можно высушивать и гранулировать, что с успехом применяют при кормлении молочного скота в странах с высокоразвитым молочным скотоводством, например, в Германии (Мохирев, 2015; Forest pr., 2018).

Кормовое использование ресурсов биомассы хвои и древесины хвойных пород деревьев позволяет рассматривать их как легкоусвояемый, полисахаридный и высокопитательный компонент рациона, переваримость которого колеблется в пределах 80%. К тому же хвоя – самый дешевый источник витамина А и с успехом применяется как витаминный корм. Количество сухого вещества в мелассе превышает 70%, сухой золы 110 г, сырого протеина 135 г, сырого жира около 2-2,5 г, сахара 650 г, кальция 2,5 г, фосфора 0,5 г, натрия 7,5 г, магния 0,2 г, калия 54 г.

Оборудование для производства хвойной мелассы не отличается от аналогичного оборудования для получения зерновой патоки или свекловичной мелассы. Оно состоит из технологических устройств для умягчения, конденсирования, сепарации, фильтрации, разбавления растительной биомассы и может быть представлено в виде компактного мини-цеха, размерами 4,5x2,0x0,5 м, установленного рядом с лесопильным оборудованием, крематорами-утилизаторами древесных отходов, или аппаратами для производства пеллет.

ЛИТЕРАТУРА

- Коноваленко Л.Ю.* Использование кормовых ресурсов леса в животноводстве: науч. анализ. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2011. 52 с.
- Мохирев А.П., Безруких Ю.А., Медведев С.О.* Переработка древесных отходов предприятий лесопромышленного комплекса, как фактор устойчивого природопользования // Инженерный вестник Дона. 2015. № 2. Ч. 2. С. 11-18
- Сидорова В.Ю.* Программы индивидуальной селекции в молочном скотоводстве Монография. Германия. 2015. 178 с.
- Фомичев Ю.П. и др.* Влияние энергетических кормовых добавок на метаболическое здоровье и продуктивность молочных коров // Коропроизводство. 2018. № 1. С. 40-48.
- Эрст Л.К., Науменко З.М., Ладинская С.И.* Кормовые ресурсы леса. М.: Россельхозакадемия. 2010. 369 с.
- Forest products. Yearbook. Food and agriculture organization of the United Nations. Rome, 2018. 358 p.
- Sidorova V.Y.* The Holstein Cattle Breeding Particularities in Russian Small and Medium Enterprises' Conditions Eureka: Life Sciences. 2016. № 2 (2). С. 20-27.

О РЕОРГАНИЗАЦИИ ЛЕСОУПРАВЛЕНИЯ В РОССИИ

В.А. СОКОЛОВ¹

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск

Проблемы эффективного лесоуправления актуальны для всех стран с любым общественным строем и уровнем экономики. После развала Советского Союза политические, экономические и социальные события кардинально изменили ситуацию в народном, в том числе лесном, хозяйстве России. Анализ многочисленных официальных документов и публикаций свидетельствует, что лесоуправление в России находится в глубоком кризисе (Писаренко, Страхов, 2016; Петров, 2016; Моисеев, 2016; Починков, 2014; Соколов и др., 2017; Швиденко и др., 2017; Шуттов, 2015 и др.).

Развал лесного хозяйства России возник неслучайно. Он явился результатом реализации шоковой терапии 90-х годов XX века, когда прорвавшаяся во власть группа младореформаторов-либертарианцев разрушила экономику России путем криминальной приватизации и вывоза капитала за границу и устроила геноцид постсоветскому народу. Эта политика получила развитие при разработке Лесного кодекса (2006), в котором была сделана попытка создания условий для приватизации лесов.

Лесной кодекс составлен в интересах лесопромышленного комплекса (ЛПК). Лесного хозяйства там нет, оно заменено лесными отношениями. Законодатель не понимает, что такое лесной комплекс, приравнивая его к ЛПК. Между тем, система лесоуправления должна учитывать, что в лесной комплекс входит не только сырьевая, но и равнозначные ей экологическая и социальная составляющие. Причем экологический блок всегда будет стоять на первом месте.

В ближайшие годы необходима разработка нового лесного законодательства силами квалифицированных специалистов науки и практики. Учитывая региональные природно-

экономические условия, лесной закон должен быть рамочным, кратким, в виде основ лесного законодательства Российской Федерации. Для регионов, в том числе многолесных субъектов РФ, должны разрабатываться свои законы прямого действия, которые будут учитывать региональные особенности лесного хозяйства.

Лесное хозяйство – это отрасль материального производства, в которой, как и в ЛПК, действуют законы рыночной экономики. Исходя из этого и необходимо возрождать лесное хозяйство в России. Основой возрождения будет объективная рыночная эколого-экономическая оценка лесных ресурсов, позволяющая через механизмы лесной ренты перейти от дотационной схемы финансирования лесохозяйственного производства и лесоправления к системе, обеспечивающей ведение правильного лесного хозяйства и прибыль. Эти механизмы не новы, они использовались в царской России, используются и в экономически развитых лесных странах мира.

Еще одна острая проблема – информация о лесном фонде. Без возрождения лесостроительства, которое было фактически ликвидировано Лесным кодексом, эту проблему не решить. Подмена лесостроительства системой ГИЛ была грубой ошибкой. Лесоправление фактически осуществляется вслепую. Например, материалы лесостроительства давностью более 10 лет на территории Красноярского края составляют 94 %, в том числе более 20 лет – 78 %. Спрашивается, о какой нормальной организации хозяйства в лесах может идти речь? А ведь организация хозяйства в лесах состоит из неразрывной триады: лесостроительство, лесная экономика, лесоправление. В рамках этой триады необходимо решать более частные, но не менее важные проблемы:

реконструкция системы лесоправления, соответствующей рыночной экономике и обеспечивающей финансовую самостоятельность и гарантированную прибыль;

возрождение лесостроительства на базе современных технологий;

определение эколого-экономической доступности и оценка лесных ресурсов;

определение ежегодной экономически доступной расчетной лесосеки;

организация своевременного воспроизводства, охраны и защиты леса;

сохранение биоразнообразия и сертификация лесопользования;

ликвидация незаконных лесозаготовок;

решение проблемы с подготовкой кадров лесных специалистов.

Особо важной проблемой является правильная расстановка кадров в сфере лесоправления. На руководящих должностях, которые определяют развитие отрасли, должны быть не «непрофлесы», по меткому выражению профессора И. В. Шутова, а прошедшие серьезную практику в лесном деле имеющие профильное образование специалисты.

Дальнейшее развитие лесного комплекса России во многом будет зависеть от способности федерального центра к диалогу с субъектами РФ, предприятиями и организациями лесного

сектора, научными и общественными организациями в сфере лесной политики и практики.

ЛИТЕРАТУРА

- Моисеев Н. А.* Кризис в управлении и использовании лесами и возможные пути выхода из них. Лесная газета. 2016. № 33.
- Петров В.* Результаты госуправления в лесном хозяйстве. Лесная газета. 2016. № 25.
- Писаренко А., Страхов В.* О модернизации управления лесами России. Лесная газета. 2016. № 88.
- Починков С.* Лесная экономика в России. Лесная газета. 2014. № 15.
- Соколов В. А., Вараксин Г. С., Фарбер С. К.* Организация хозяйства в лесах Красноярского края. Saarbrücken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing, 2017. 190 с.
- Швиденко А. З., Щепаченко Д. Г., Краксер Ф., Онучин А. А.* Переход к устойчивому управлению лесами России: теоретико-методические предпосылки // Сибирский лесной журнал. 2017. № 6. С. 3-25.
- Шутов И. В.* О лесоустройстве и организации управления лесным хозяйством России. Лесное хозяйство. 2015. № 2. С. 8-15.

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Л.В. СТОНОЖЕНКО¹, С.А. КОРОТКОВ²

¹Федеральное автономное учреждение дополнительного профессионального образования «Всероссийский институт повышения квалификации руководящих работников и специалистов лесного хозяйства»,
Московская область, г. Пушкино

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
Мытищинский филиал, г. Мытищи

Экологические функции лесов напрямую связаны с их количественными и качественными характеристиками. Изменения в состоянии лесов Московской области за более чем пятидесятилетний период можно оценить по таким показателям как: возраст, запас, прирост и другим данным, получаемым в результате проведения лесоучётных работ.

Запасы насаждений Московской области по группам пород с 60-х по 90-е годы прошлого века активно увеличивались, но с увеличением среднего возраста насаждений темпы увеличения запасов замедлились. Запасы спелых и перестойных лесов увеличились в 7 раз, в том числе в хвойном хозяйстве в 25 раз. Всё это происходило на фоне перевода всех лесов Московской области в категорию защитных и увеличения возраста рубки для защитных лесов. При этом основным негативным фактором является увеличение возраста лесов Московской области. За 50 лет по нашим оценкам средний возраст насаждений увеличился почти в два раза. С 36 лет в 1966 году до 62 лет в 2016 году в том числе по хвойным породам на 21 год, твердолиственным на 36 лет, мягколиственным 28 лет. По мнению ряда экспертов (Нетбальский и др., 2017) средний возраст лесов Московской области ещё выше и составляет 73 года в том числе по основным лесобразующим породам: берёзе – 80 лет; сосне – 84 года; осине – 69 лет. По их мнению, в настоящее время, «наряду с проблемой короеда-типографа сложилась, развивается и успешно замалчивается проблема старения и деградации древостоев».

Исследования ряда авторов показывают, что максимум депонирования углерода и

наибольшее количество кислорода выделяется в молодняках и средневозрастных насаждениях (Исаев и др., 1995). В то же самое время в спелых насаждениях текущий прирост древесины соизмерим с отпадом, что позволяет утверждать о прекращении такими насаждениями функций депонирования углерода. В перестойных насаждениях может наблюдаться обратный процесс, в тех случаях, когда отпад превышает прирост. Всё это приводит к ухудшению состава атмосферного воздуха. С увеличением среднего возраста насаждений так же наметилось падение среднего прироста что, как известно, из закономерностей роста древостоев (Сухих и Черных, 2014) свидетельствует о значительном падении текущего прироста насаждений, так как эти процессы взаимосвязаны и второй начинается существенно раньше. Так же с увеличением среднего возраста насаждений практически прекратилось увеличение среднего запаса на 1 га покрытых лесной растительностью земель. Средний запас спелых и перестойных насаждений начал падать, что явно свидетельствует о неудовлетворительном состоянии насаждений этой возрастной группы и начавшихся процессов распада. Этот процесс, судя по данным, слабо затронул твердолиственные древостои, несмотря на высокий средний возраст, что по-видимому объясняется их биологической долговечностью. Однако, в силу малой представленности в лесах Московской области их влияние на общую характеристику лесов незначительно.

В целом по результатам анализа данных можно утверждать, что в настоящее время леса Московской области утрачивают свои защитные свойства, снижается их природоохранный, санитарно-гигиенический и рекреационный потенциал. Они утрачивают углерододепонирующую способность и кислородопродуктивность. Всё это происходит на фоне завышенных возрастов рубок для защитных лесов. Неоправданное повышение возрастов рубок во времена СССР переложило решение вопроса о том, что делать с защитными лесами на будущее поколение. Нынешнее лесное законодательство усугубило это решение запретом сплошных рубок в защитных лесах, одновременно не снизив возраста рубок с учётом возможных более ранних первых приемов выборочных рубок. В настоящее время во многих насаждениях Московской области поведение приёмов выборочных рубок может привести к их распаду в силу состояния и возрастной структуры. Выводы о состоянии лесов Московской области основываются, как правило, на актуализированных данных. Фактическое состояние лесов Подмосковья может быть ещё хуже, поскольку большинство лесов Московской области имеют давность лесоустройства более 10-15 лет.

По нашему мнению остро назрела потребность в интенсификации лесного хозяйства и лесопользования Московской области. Она должна включать в себя:

- снижение возраста рубки древостоев при организации выборочных хозяйств;
- возможность проведения узколесосечных рубок в ряде защитных категорий лесов (в

первую очередь в зелёных зонах) с целью регулирования возрастной структуры земель лесного фонда;

- планирование использования лесов на научной основе в соответствии с действующим лесным законодательством, которое невозможно без актуальных данных лесоустройства.

ЛИТЕРАТУРА

Нетбальский Н.К., Протченко Г.К., Крючков М.В., Бахромкин С.И. Специфика разработки лесного плана и лесохозяйственных регламентов Московской области // Материалы всероссийской научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения профессора О. А. Харина. Проблемы организации лесоустройства и пути их решения. Мытищинский филиал МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2017. С. 91-98.

Исаев А.С., Коровин Г.Н., Сухих В.И., Титов С.П., Уткин А.И., Голуб А.А., Замолодчиков Д.Г., Пряжников А.А. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России. Москва, 1996. 159 с.

Сухих В.И., Черных В.Л. Лесоустройство: учебник – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2014. 400 с.

СЦЕНАРНЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ

**Д.Н. ТЕБЕНЬКОВА¹, Н.В. ЛУКИНА¹, А.Д. КАТАЕВ¹, Ю.Н. ГАГАРИН¹, А.И. КУЗНЕЦОВА¹,
М.А. ОРЛОВА¹**

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

В настоящее время подчеркивается важность лесов не только как источника древесины, но и как источника продуктов питания, механизма очистки воды, регуляции климата и биогеохимических циклов, мест отдыха и лечения (Nobre et al., 2016), поэтому лица, принимающие решения, должны учитывать в лесохозяйственной деятельности экологические, социальные, технологические и экономические аспекты (Schmolke et al., 2010). Сценарное моделирование при этом является подходящим инструментами для оценки последствия альтернативных политик и методов управления (Messier et al., 2003). Кроме того, оно позволяет учитывать влияние контекстуальных изменений – например, изменение климата (Duinker and Greig, 2007). Однако, в литературе мы не нашли обоснованных сценариев развития лесных участков в Российской Федерации, которые возможно использовать для сценарного математического моделирования.

Цель наших исследований – разработка сценариев для математического моделирования синергизма и компромиссов между различными услугами лесных экосистем на основе определения ключевых факторов влияния на режимы управления лесами.

В своей работе мы руководствовались следующим определением: «Сценарий» – это набор потенциально возможных, альтернативных, структурно разных ситуаций развития будущего, обусловленного сложившейся социально-экономической, политической, экологической ситуацией на территории исследования. Для разработки сценариев использовалась методика, предложенная в рамках проекта INTEGRAL (Guideline ...2016, Hengeveld et al., 2017). Модельные

объекты расположены в зоне смешанных хвойно-широколиственных лесах (Данковское лесничество Московской области), южной тайги (Воскресенское лесничество Нижегородской области), средней тайги (Прионежское и Пряжинское лесничество Республики Карелия).

На основе анализа литературных данных, экспертных мнений, мозгового штурма в исследовательской группе был выявлен круг заинтересованных лиц – стейкхолдеров, обладающих властью, мотивом или выраженной позицией в сфере лесных отношений и которые могут повлиять на изменение лесоуправления на территории объектов исследования. Выявлены ключевые факторы развития лесоуправления на объектах исследования – некие явления, процессы, переменные, параметры, тренды, которые влияют на дальнейшее развитие территории и на то, что сейчас на ней происходит. Из массива ключевых факторов с помощью структурного анализа (Glenn and Gordon, 2009) выявлены факторы, наиболее восприимчивы к изменениям, – факторы нестабильности среды, которые были сгруппированы в элементы по сходству направленности. Так для Данковского лесничества это: 1) застройка на землях лесного фонда, 2) выполнение лесом средообразующих, защитных функций; для Воскресенского лесничества: 1) рынок рекреационных услуг, 2) рынок древесины и 3) лесоуправление на уровне государственного регулирования; для лесных участков в Республике Карелия: 1) рынок древесной биомассы и 2) лесоуправление на уровне государственного регулирования. Вероятностные комбинации проявлений элементов в будущем (например, увеличивается или уменьшается площадь застройки) позволили выделить сценарии развития будущего для каждого объекта исследования. Для Данковского лесничества: (а) сокращение покрытой лесом площади, (б) сценарий с фокусом на выполнение лесом средообразующих, защитных, санитарно-гигиенических и др. функций; для Воскресенского лесничества: сценарии с различной вариацией доли использования лесов для целей заготовки древесины или для рекреации; для Республики Карелия: (а) сценарий, при котором деревья вырубаются определенного диаметра для нужд лесной промышленности, (б) сценарий, при котором лесное хозяйство ориентировано на получение выгод от экосистемных услуг не связанных с заготовкой древесины.

Работа выполнена в рамках проекта FP7 ERA - Net Sumforest-POLYFORES при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (уникальный идентификатор проекта RFMEFI61618X0101).

ЛИТЕРАТУРА

- Duinker P.N., Greig L.A.* Scenario analysis in environmental impact assessment: Improving explorations of the future //Environmental impact assessment review. 2007, V. 27, № 3, p. 206-219.
- Glenn J.C., Gordon T.J.* Update on the State of the Future. The Futurist. 2006, Vol. 40, № 1, p. 20.
- Guideline for the performance of participatory scenario processes in INTEGRAL. https://forestwiki.jrc.ec.europa.eu/integral/index.php/WP_3.2_Guideline.
- Hengeveld G. M., Schüll E., Trubins R., Sallnäs O.* Forest Landscape Development Scenarios (FoLDS) – A framework for integrating forest models, owners' behaviour and socio-economic developments. Forest Policy and Economics. 2017. V. 85. p. 245-255.
- Messier C., Fortin M.J., Schmiegelow F., Doyon F., Cumming S.G., Kimmins J.P., Nelson J.* Modelling tools to assess the sustainability of forest management scenarios //Towards sustainable management of the boreal forest. 2003. p. 531-580.

Nobre S., Eriksson L.O., Trubins R. The use of decision support systems in forest management: analysis of forsys country reports // *Forests*. 2016, V. 7, №. 3, p. 72.

Schmolke A., Thorbek P., De Angelis D.L., Grimm V. Ecological models supporting environmental decision making: a strategy for the future // *Trends in ecology & evolution*. 2010, V. 25. №. 8, p. 479-486.

РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ СБАЛАНСИРОВАННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСЛЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ «КАТАСТРОФ» ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЕЛЬНИКОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

Н.Г. УЛАНОВА¹

¹ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Естественный природный механизм распада древостоя ели, как конечный этап динамики еловых фитоценозов на заключительной стадии сукцессии в европейской части России, реализуется массовыми ветровалами, пожарами или очагами сухостоя при вспышках численности короеда-типографа. Только многолетние мониторинговые наблюдения позволяют дать прогноз и оценить риски использования разных технологий лесовосстановления после катастрофических нарушений леса.

Каковы причины гибели ельников за последние 15 лет? Экстремально теплые вёсны и лета, засухи способствуют ухудшению физиологического состояния елей, особенно если они растут на бедных сухих почвах. Именно климатические факторы служат триггерным механизмом, определяющим снижение устойчивости древостоев ели и их гибели. Избыток кормовой базы на свежих ветровальных участках и в лесу при благоприятных жарких условиях весны и лета создает условия для расширения локальных очагов размножения ксилофагов (короеда-типографа) и других стволовых вредителей ели в пандемические. В результате за 15 последних лет погибли ельники от Псковской области до Урала.

1. *Интенсивность нарушения фитоценозов после природных и антропогенных катастроф.* Катастрофические природные явления, вызывающие гибель ельников, создают разные по масштабу нарушения. При пожарах происходит гибель значительной части древостоя и подпологовой растительности, при этом диапазон почвенных повреждений очень велик. При массовых ветровалах происходит варьирование масштабов гибели древостоя и напочвенного покрова при незначительных нарушениях почвенного покрова. При частичном сохранении древостоя и подростов на ветровалах в травяно-кустарничком ярусе (ТКЯ) происходит лишь перераспределение доминирования видов с незначительным изменением видового. В очагах усыхания ели при вспышках численности короеда-типографа почва и напочвенный покров практически не страдает, однако доля погибших елей изменяется от 0 до 100%. Степень нарушения экосистемы при

катастрофах, ведущих к гибели ельников, и определяет скорость восстановления растительности на горельниках, ветровальниках и в очагах усыхания ели.

2. *Увеличение биоразнообразия: видового богатства и структурного разнообразия.* Природные и антропогенные катастрофы ведут к разной интенсивности трансформации исходных фитоценозов. В результате происходит увеличение биоразнообразия в новых сообществах, в очагах сухостоя ели незначительно, выше при массовых ветровалах. При полном уничтожении древостоя ели (не только погибшего) в ходе сплошной рубки происходит кардинальное изменение почвенного покрова и лесных сообществ в травяные и кустарниковые, что ведет к принципиальному изменению растительного покрова ельников.

Уникальные мониторинговые наблюдения в течение 35 лет на 28 постоянных площадях размером 2 га на сплошных вырубках в охранной зоне Центрально-лесного заповедника (Тверская область) позволили проанализировать динамический тренд изменения видового богатства растительности и интенсивность его варьирования по годам в течение первых 45 лет с момента вырубки коренных ельников черничных, кисличных и липняковых. Диапазон колебаний значений числа видов на ППП в пределах каждого возраста после вырубki оказался очень большим, что связано, вероятно, со значительными различиями флористического богатства исходных типов леса. Восстановление лесных фитоценозов происходит к 20 годам после уничтожения исходного ельника, а к 30 годам – флористического состава.

3. *Восстановительная динамика фитоценозов после катастрофических нарушений.* Изменения растительности зависят от исходного типа леса. Так, в очагах усыхания елей в Московской области в ельниках черничных, кислично-черничных флуктуации идут через рябиновый лес с подростом ели. В ельниках зеленчуковых и сложных демутация проходит через стадию липняков с кленом и подростом ели. В ельниках сложных с лещиной неполночленная вторичная сукцессия заканчивается лещинником.

Ведение лесного хозяйства в ельниках требует проведения сплошных санитарных рубок погибшего древостоя ели в случае вспышек короёда-типографа, расчистки массовых ветровалов и пожарищ. Массовое назначение сплошных рубок за последнее 10 лет привело к увеличению площади сплошных вырубок, на которых произошло образование луговых сообществ. В результате происходят вторичные сукцессии с формированием березняков или осинников, реже ельников и сосняков.

Альтернативный способ ведения лесного хозяйства (сохранение погибшего древостоя и естественное возобновление леса) возможен лишь в лесах, имеющих заповедный статус. Сохранение сухостоя и ветровальных участков ельников приводит к естественному ходу лесовосстановления, сохраняя лесные фитоценозы, изменяя лишь соотношение доминирующих пород в

древостое. В результате образуется смешанный древостой с широколиственными породами, который обладает повышенной устойчивостью к вредителям и болезням леса. Сложные по структуре леса замещают монокультуры ельников, что способствует восстановлению разнообразия лесов, характерных для зоны хвойно-широколиственных лесов. Именно такие естественные леса, вероятно, характерны для зоны хвойно-широколиственных лесов.

СЕКЦИЯ 3.

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА УПРАВЛЕНИЯ БАЛАНСОМ УГЛЕРОДА ЛЕСОВ

РОЛЬ ТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ В РЕГУЛИРОВАНИИ БЮДЖЕТА УГЛЕРОДА БИОСФЕРЫ

К.С. БОБКОВА¹, М.А. КУЗНЕЦОВ¹, А.Ф. ОСИПОВ¹, В.В. ТУЖИЛКИНА¹

¹Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар

На территории европейского Севера России леса являются доминирующими типами растительного покрова и выполняют важную роль в углеродном цикле биосферы Северного полушария, в том числе Арктики и Субарктики. Лесопокрытая площадь северного района составляет порядка 70 млн. га и включает лесные массивы Архангельской, Вологодской, Мурманской областей, Республик Карелия, Коми. Хвойные насаждения занимают 80% площади и сформированы в основном елью и сосной. На лиственницу, кедр и пихту приходится около 1% от площади хвойных. Леса с преобладанием в составе лиственных образуют береза и осина. Несмотря на интенсивное освоение территории, в рассматриваемом регионе сохранились значительные площади первичных хвойных. В докладе на основе анализа материалов многочисленных литературных источников и собственных исследований авторов обобщены результаты изучения роли лесов европейского Севера России в цикле углерода биосферы.

Формируемые лесами запасы и потоки углерода в лесных экосистемах северного региона составляют весомую долю от его глобальных запасов и потоков. Так, лесные массивы аккумулируют порядка 10.5 млрд. тонн углерода, из них примерно половина сосредоточена в почве. Используя для региона расчетные конверсионные коэффициенты прирост фитомассы/запас древесины Государственного учета лесного фонда, вычислен годичный сток углерода в лесные насаждения. В фитоценозах северного региона ежегодно формируется 310 млн. тонн фитомассы и депонируется 143 млн. тонн углерода. Основную роль в поглощении углерода в хвойных сообществах выполняют древостои, на долю которых приходится 60-80% от общего количества углерода, ежегодно накапливаемого в продукции фитомассы. В годичном приросте углерода органического вещества высока значимость нижних ярусов растительности. По северному району ежегодно в еловых насаждениях депонируется 48.5%, в сосновых – 26.7, лиственничных – 0.5, кедровых – 0.1, в пихтовых – 0.2, лиственных – 24% от общего углерода, накопленного в годичном приросте фитомассы лесных экосистем. В целом, лесные фитоценозы северного района ежегодно связывают в процессе фотосинтеза 20% атмосферного углерода депонируемого в лесах России. В Республике Коми и Архангельской области главная роль в его накоплении принадлежит еловым, в Республики Карелия – сосновым, в Вологодской области – лиственным

фитоценозам. В Мурманской области в стоке углерода сосновые, еловые и лиственные ценозы выполняют почти равноценную роль.

В лесных экосистемах, также, как и в других растительных сообществах, цикл углерода складывается из двух основных процессов: накопления органического вещества за счет поглощения углерода атмосферы в виде CO_2 при фотосинтезе и его разложение с освобождением углерода и возвратом атмосфере. Оценка соотношения этих процессов углеродного цикла позволяет определить, является ли та или иная экосистема поглотителем углерода или его источником. Данные по оценке величины годового баланса углерода в лесных сообществах весьма противоречивы. Определены пулы и потоки органического углерода в основных типах лесных экосистем северной и средней тайги. Показано, что старовозрастные еловые экосистемы ежегодно депонируют $2.0-4.0 \text{ тСга}^{-1}$. С опадом на поверхности поступает $1.6-3.2 \text{ тСга}^{-1}\text{год}^{-1}$. Приспевающие и спелые сосняки продуцируют $2.3-4.2$, а на поверхность почвы в них возвращается $1.7-2.7 \text{ тСга}^{-1}$. В хвойных насаждениях северной тайги за год разлагается менее 26, средней – менее 34% массы поступающего опада. Лиственные экосистемы характеризуются более интенсивным, чем хвойные, обменом веществ в системе почва-фитоценоз. В них отмечаются относительно высокие темпы депонирования углерода. В 45-летнем лиственно-хвойном насаждении NPP достигает 6.7, а в 90-летнем 4.9 тСга^{-1} . Соотношение поступающего потока и эмиссии CO_2 показывает, что большинство еловых и сосновых сообществ являются местом хотя и слабого, но стока углерода ($0.2-0.87 \text{ тСга}^{-1}$ в год). Лишь в отдельные периоды развития спелые и перестойные хвойные насаждения могут служить слабым его источником. В старовозрастных лесных экосистемах заметное место в общем объеме разлагающегося растительного материала составляют крупные древесные остатки (сухостой и валеж). Рубка древостоя приводит к существенному увеличению их запасов как на поверхности почвы в виде порубочных остатков, так и в ее толще в виде корней срубленных деревьев.

Таким образом, лесные массивы европейского Севера России имеют неоспоримое преимущество перед лесами других регионов. Они, занимая доминирующее положение в растительном покрове региона и формирующие мощный слой живого органического вещества в биосфере, играют ведущую роль в стабилизации и улучшении экологической среды Северного полушария.

Работа выполнена по теме ГБ НИР, регистрационный номер: АААА-А17-117122090014-8 и при поддержке Комплексной программы УрО РАН 18-4-4-29 регистрационный номер: АААА-А17-117122690104-0.

ЛЕСНЫЕ ПОДСТИЛКИ – ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ

Л.Г. БОГАТЫРЕВ¹, Ф.И. ЗЕМСКОВ¹, Н.И. ЖИЛИН¹, А.И. БЕНЕДИКТОВА¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения, г. Москва

Лесные подстилки традиционно относятся к одному из наиболее изучаемых объектов лесного почвоведения. Исторически это восходит к работам Г.Ф. Морозова, одним из первых подчеркнувшего роль подстилок в формировании «химизма» лесных почв. Классической остается проблема классификации подстилок. Шагом вперед можно считать рассмотрение подстилок в рамках общей теории детритогенеза по М.А. Глазовской, что позволяет рассматривать классические подстилки с профилем О1—О2—О3 в одной группе с торфянистыми и торфяными образованиями на основе использования термина *детритопрофиль*. Очевидно, на сегодняшний день неприемлемо приведение общих запасов органического вещества, сосредоточенного в подстилках, без указания типа подстилок, так как в этом случае остается неясной форма существования наземного детрита – опад прошлых лет, оторфованный детрит, или подстилка с классическим строением О1—О2—О3. В этом случае утрачивается информация о характере распределения углерода в системе подгоризонтов подстилки и ссылка на тип леса не может полностью прояснить этот вопрос, как и ссылка на типы лесного гумуса. Последние, несомненно, представляют собой фундаментальные понятия, но далеко не полностью описывают разнообразие детритопрофилей. Одна их причин слабого использования классификации Прусинкевича заключается не только в необходимости точного описания уровня увлажнения, но и в отсутствии обращения к морфологии подстилок.

В развитие классификации детритопрофилей совместно с А. В. Смагиным предложен функциональный критерий для разделения торфянистых и торфяных подстилок. К торфянистым относятся подстилки мощностью менее 25 см, т.к. оказалось, что на эту толщину приходится около 90% общего дыхания (Богатырев и др., 2013). Детализировано подразделение торфянистых и торфяных групп на консервированные, перегнойные и консервированно-перегнойные подгруппы. На основании этих разработок впервые проведен сравнительный анализ детритопрофилей для сложных территорий с широким распространением многолетнемерзлых пород. Так, на примере Приморья и Сахалина (Богатырев и др., 2014; 2016) показан характер связи между типами детритопрофилей, характером мерзлоты и типами леса.

В числе российских и зарубежных достижений значатся исследования скоростей деструкции наземного детрита с учётом региональных особенностей гидротермического режима и построение различного рода математических моделей. Собственные многолетние исследования подстилок и динамики поступления опада в условиях Ботанического сада МГУ и стационарных

почвенных лизиметров (Земсков и др., 2017) позволили высказать гипотезу о том, что в благоприятных экологических условиях скорости круговорота для хвойных и лиственных насаждений характеризуются тенденцией к сближению. За рубежом интересен аспект обращения к подстилке в качестве так называемого «top soil» с возможностью ее использования в классификационных целях. Для установления географических закономерностей формирования детритопрофилей предложено использовать анализ мертвопокровных участков сосняков (Сапожникова, 2000), приуроченных, как правило, к условиям песчаных отложений. Этот прием в максимальной степени исключает роль напочвенного покрова в генезисе детритопрофилей и позволяет выявить роль гидротермических условий, а в методологическом отношении соответствует принципу монофакторности (Соколов, 2004). Опыт исследования детритопрофилей и почв позволил установить основные благоприятные центры гумификации в широком географическом диапазоне - от тундровых до степных ландшафтов. Оказалось, что если в южной тайге основные центры гумификации приурочены к элювиальным ландшафтам, то в северной тайге они смещаются к транзитным ландшафтам, а в южных тундрах - к транзитно-аккумулятивным, хорошо прогреваемым участкам. К югу от южной тайги - в широколиственных экосистемах, например, в Тульских засеках, накопление углерода тяготеет к транзитным ландшафтам и происходит при близком залегании почвенно-грунтовых вод, а в степных - к аккумулятивным ландшафтам (Богатырев и др., 2013). К северу от южной тайги накопление органического вещества происходит при активном участии верховодки, тогда как к югу эту роль играют почвенно-грунтовые воды. Опыт картографического отображения типов подстилок показан на примере Карелии (Соломатова, 2004) и Костромской области (Богатырев и др., 1994). На основе использования ГИС (Богатырев и др., 2011) проведена оценка поведения углерода для различных биомов в пределах РФ.

ЛИТЕРАТУРА

- Богатырёв Л.Г., Алябина И.О.* Поведение органического углерода в почвах // Национальный атлас почв Российской Федерации. М.: АСТ. 2011. С. 226-228
- Богатырев Л.Г., Кунищук А.М.* Опыт использования картографического метода в изучении баланса углерода // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 1994. С. 26-30.
- Богатырев Л.Г., Малинина М.С., Самсонова В.П. и др.* Особенности морфогенеза детритопрофилей малоизученных экосистем Приохотья // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2014. № 1. С. 3-8.
- Богатырев Л.Г., Смагин А.В., Акишина М.М., Витязев В.Г.* Географические аспекты функционирования лесных подстилок // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2013. № 1. С. 30-36.
- Богатырёв Л.Г., Цветнова О.Б., Цветнов Е.В., Щеглов А.И.* Характеристика детритопрофилей в некоторых типах экосистем Южного Сахалина // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2016. № 1. С. 10-17.
- Земсков Ф.И., Галкин В.С., Анохина Н.А. и др.* Методические особенности исследования динамики поступления опада в условиях стационарных почвенных лизиметров // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2017. № 1. С. 9-15.
- Сапожникова В.А.* Особенности трансформации органического вещества в почвах сосновых биогеоценозов при различных экологических условиях. Дисс. на соискание уч. ст. кандидата биол. наук. М.: МГУ. 2000. 304 с.
- Соколов И.А.* Теоретические проблемы генетического почвоведения. Новосибирск: Гуманитарные технологии. 2004. 288 с.

Соломатова Е.А. Структура, состава и пространственная вариабельность лесных подстилок восточной фенноскандии. Дисс. на соискание уч. ст. кандидата биол. наук. М.: МГУ. 2004. 295 с.

ОБОБЩЕНИЕ МОДЕЛИ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЛЕСНЫХ ПОЧВ SCLISS НА СЛУЧАЙ СМЕШАННОГО ДРЕВОСТОЯ

С.С. БЫХОВЕЦ¹, П.В. ФРОЛОВ¹, В.Н. ШАНИН^{1,2}

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пущино

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

Разработанная нами ранее в составе системы моделей динамики лесных экосистем EFIMOD (Komarov et al., 2003, Моделирование..., 2007) модель-имитатор почвенного климата SCLISS (Быховец, Комаров, 2002) предназначена для обеспечения системы EFIMOD, и прежде всего – модели динамики органического вещества почв ROMUL (Chertov et al., 2001; Komarov et al., 2017) необходимой информацией о температуре и влажности верхних горизонтов почвы, в т.ч. лесной подстилки, по «стандартной» метеорологической информации о температуре воздуха и осадках месячного разрешения. С этой целью реализованы статистическая модель температурного режима почвы и простая балансовая модель водного режима. Статистические параметры температурного режима оцениваются на основе многолетних данных метеорологических станций о температуре воздуха и температуры почвы под «естественной поверхностью» (травой на метеорологической площадке), и разностей температуры «лес-метеоплощадка», полученных по литературным данным для различных доминант древостоя и типов леса (Моделирование..., 2007; Быховец, Linkosalo, 2013). Модель водного режима изначально учитывала, прежде всего, водно-физические свойства почвы, в последующем разработана версия, детализирующая влияние доминирующей породы древостоя и биомассы листьев на составляющие водного баланса (Моделирование..., 2007) и уточнена параметризация подстилки (Быховец, 2013), но модель по-прежнему учитывала только доминирующую породу.

Но стоящие перед нами задачи все чаще требуют моделирования почвенно-климатических условий смешанного леса, причем – с учетом динамики его состава. С этой целью необходимо оценить долю проекций крон разных видов в общей сомкнутости полога (система EFIMOD, моделирующая кроны отдельных деревьев это позволяет), и учесть «вес» разных пород в формировании режима температуры («средней» разности с метеостанцией), перехвата осадков и транспирации древостоя (зависящих от массы листьев каждой породы и видоспецифических коэффициентов). Эвапотранспирация напочвенного покрова считается функцией затенения (т.е., площади листьев древесного яруса) (Карпечко и Бондарик, 2010), но может быть уточнена в

зависимости от состава напочвенного покрова (Федоров, 1977; Книзе, Крестовский, 1993). Видоспецифические параметры (коэффициент транспирационной активности, параметры зависимости перехвата осадков от их количества) для основных древесных пород таежной зоны (ели, сосны, березы) детально исследованы в монографии (Карпечко и Бондарик, 2010). Достаточно многочисленные исследования водного режима дубрав (Молчанов, 1960 и др.) позволили оценить соответствующие параметры для дуба. Но для других наших широколиственных пород подобных исследований крайне мало, и оценка соответствующих параметров представляет отдельную задачу. Особенно это касается транспирации, т.к. зависимости перехвата осадков от массы, и особенно площади листьев для разных лиственных пород, по-видимому, различаются не столь существенно.

Модель протестирована на данных для еловых и сосново-еловых древостоев Валдайского стационара Государственного гидрологического института (Федоров, 1977), для дальнейшей верификации требуются данные по водному режиму смешанных лесов в сочетании с количественными характеристиками древостоя, к сожалению, также достаточно редкие.

Исследования выполняются в рамках темы гос. задания ИФХиБПП РАН № АААА-А18-118013190176-2 и проекта РФФИ №18-14-00362.

ЛИТЕРАТУРА

- Быховец С.С., Комаров А.С.* Простой статистический имитатор климата почвы с месячным шагом // Почвоведение. 2002. № 4. С. 443—452.
- Быховец С.С.* О параметризации влажности лесной подстилки в простой модели водного режима лесных почв // Материалы 3^й Национальной научной конференции с международным участием Математическое моделирование в экологии (ЭкоМатМод-2013). Пушино, 2013. С. 40-41.
- Быховец С.С., Linkosalo T.* Различия температурного режима лесных почв под разными древостоями и типами леса // Разнообразии лесных почв и биоразнообразии лесов. Сб. материалов 5^й Всероссийской научной конференции по лесному почвоведению с международным участием памяти проф. Л.О. Карпачевского и проф. А.С. Владыченского. Пушино: ИФХиБПП РАН, 2013. С. 63-65.
- Карпечко Ю.В., Бондарик Н.Л.* Гидрологическая роль лесохозяйственных и лесопромышленных работ в таежной зоне Европейского Севера России. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2010. 225 с.
- Книзе А.А., Крестовский О.И.* Определение влияния структуры лесного фонда на водность рек. Методические рекомендации. СПб.: СПбНИИЛХ, 1993. 74 с.
- Моделирование динамики органического вещества в лесных экосистемах. М.: Наука. 2007. 380 с.
- Молчанов А.А.* Гидрологическая роль леса. М.: Изд-во АН СССР, 1960. 488 с.
- Федоров С.Ф.* Исследование элементов водного баланса в лесной зоне Европейской территории СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 264 с.
- Chertov O.G., Komarov A.S., Nadporozhskaya M.A., Bykhovets S.S., Zudin S.L.* ROMUL – a model of forest soil organic matter dynamics as a substantial tool for forest ecosystem modelling // Ecological Modelling. 2001. V. 138. P. 289–308.
- Komarov A.S., Chertov O.G., Zudin S.L., Nadporozhskaya M.A., Mikhailov A.V., Bykhovets S.S., Zudina E.V., Zoubkova E.V.* EFIMOD 2 – a model of growth and elements cycling of boreal forest ecosystems // Ecological Modelling. 2003. V. 170. P. 373–392.
- Komarov A., Chertov O., Bykhovets S., Shaw C., Nadporozhskaya M., Frolov P., Shashkov M., Shanin V., Grabarnik P., Pripulina I., Zubkova E.* Romul_Hum model of soil organic matter formation coupled with soil biota activity. I. Problem formulation, model description, and testing. Ecological Modelling. 2017. Vol. 345. P. 113-124.

ДЕПОНИРОВАНИЕ УГЛЕРОДА ДРЕВЕСНЫМИ РАСТЕНИЯМИ – ИНТРОДУЦЕНТАМИ НА РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ЕГОРЬЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФОСФОРИТОВ

С.Б. ВАСИЛЬЕВ¹, О.В. ЧЕРНЫШЕНКО¹, П.С. АЛЕКСАНДРОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
Мытищинский филиал, г. Мытищи

Кафедра лесных культур Московского государственного университета леса (МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана) уже более 40 лет создает и исследует лесные культуры на рекультивируемых землях Егорьевского месторождения фосфоритов с использованием местных видов, а также интродуцентов – сосен сибирской кедровой, стланиковой, веймутовой, кедра корейского, лиственницы сибирской, березы карельской и других. Были использованы различные схемы посадок и смешения пород, применялись различные виды минеральных удобрений (Васильев, 2006). ЕМФ (Егорьевское месторождение фосфоритов), являющееся сырьевой базой ЗАО «Кварцит», располагается на юго-востоке Московской области площадью более 500 км² и включает районы – Воскресенский, Егорьевский, Коломенский и Орехово-Зуевский. Добыча фосфоритных руд ведётся открытым способом. ЕМФ находится рядом с г. Воскресенском, это крупный промышленный центр Московской области, предприятия города выбрасывают в атмосферу значительное количество вредных веществ, поэтому создание лесных культур в этом регионе помогает улучшению экологической обстановки. В условиях атмосферного загрязнения древесные растения могут усваивать двуокись серы, окислы азота, аммиак, ассимилируя их листьями подобно углекислому газу и накапливают в своих тканях (Чернышенко, 1999). Древесные растения поглощают углекислый газ во время процесса фотосинтеза, депонируя углерод в своих тканях, и улучшая тем самым качество природной среды.

Для определения углерододепонирующей способности лесных культур нами были заложены пробные площади в экспериментальных лесных культурах Воскресенского лесхоза Московской области на рекультивируемых землях в 2016-2018 гг. При этом анализировался возраст древесных растений, продуктивность, устойчивость к неблагоприятным факторам среды, почвенные условия и минеральное питание растений, использование различных минеральных удобрений. Для видов-интродуцентов характерно более сбалансированное питание, произрастающие в экстремальных условиях они приспособились эффективно поглощать и использовать минеральные элементы по сравнению с местными видами. Углерод является каркасным элементом древесных растений, в сухой биомассе растений его содержание колеблется от 49 до 53% (Замолдчиков, 2011). Образцы древесины (ствола, ветвей, корней) и хвоя для анализа брались с 10 деревьев в каждом варианте. Содержание углерода в каждой фракции определялось в

лаборатории физиологии растений МФ МГТУ методом мокрого сжигания.

Полученные экспериментальные данные могут быть использованы для формирования банка данных о запасах углерода в фитомассе древесных растений при лесной рекультивации нарушенных земель. Данная информация с использованием возрастной структуры насаждений, продуктивности и росте древесных растений в дальнейшем будет использована для определения способности к депонированию углекислого газа различных конструкций лесных культур в данном регионе.

ЛИТЕРАТУРА

Васильев С.Б. Минеральное питание древесных пород на рекультивируемых землях Егорьевского месторождения фосфоритов (ЕМФ) // Вестник Московского государственного университета – Лесной вестник, 2006. № 3. С. 92–94.

Замолодчиков Д.Г. Системы оценки и прогноза запасов углерода в лесных экосистемах // Устойчивое лесопользование, 2011. №4(29). С. 15.

Чернышенко О.В. Деревья в городе // Лесохозяйственная информация, 1999, №7 – 8. С. 15.

ДИНАМИКА БАЛАНСА УГЛЕРОДА В ЛЕСАХ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Д.Г. ЗАМОЛОДЧИКОВ^{1,2}, В.И. ГРАБОВСКИЙ¹, О.В. ЧЕСТНЫХ^{1,2}

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, биологический факультет, г. Москва

Оценка углеродного цикла лесов России на разных пространственных уровнях стала крайне популярным направлением исследований за последние 2 десятилетия. В научной литературе имеется множество публикаций с результатами экспериментально-полевых, информационно-аналитических, геоинформационных, дистанционных и модельных работ. При этом для обобщений национального уровня до сих пор характерен высокий уровень неопределенности и малая степень согласия.

Необходимо соблюдение ряда требований при формировании национальной отчетности по бюджету парниковых газов. Эти требования изложены в руководствах Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК В полной мере рекомендациям МГЭИК следует разработанная авторами система РОБУЛ (региональная оценка бюджета углерода лесов). С 2010 г. РОБУЛ используется в Национальном кадастре парниковых газов для формирования отчетности по сектору лесного хозяйства.

Предшествующие публикации результатов, полученных на основе РОБУЛ, охватывали либо территорию России в целом (Замолодчиков и др., 2013, 2017) либо субъектов РФ и более мелких территориальных объектов (Замолодчиков, Иванов, 2016; Замолодчиков и др., 2018). В

настоящей работе представлена характеристика пространственной изменчивости углеродного бюджета лесов на уровне федеральных округов (ФО). Этот уровень достаточен для выявления региональной специфики углеродного цикла лесов, определяемой как природными условиями, так и особенностями ведения лесного хозяйства.

По данным Государственного лесного реестра и архивным материалам государственных учетов лесного фонда проведены расчеты бюджета углерода лесов федеральных округов (ФО) России за 1988-2015 гг. Суммарные запасы углерода на покрытых лесом землях России по состоянию на 01.01.2015 г. составляли 123.77 ± 18.93 Гт С. По вкладу в национальный запас углерода лесов лидировали Сибирский (36.4%) и Дальневосточный (35.2%) ФО, далее следовали Северо-Западный (11.3%), Уральский (9.3%), Приволжский (4.4%), Центральный (2.8%), Северо-Кавказский (0.3%) и Южный (0.2%) ФО. Вклад в национальный лесной сток углерода (206.10 ± 66.86 Мт С год⁻¹) составляет по округам: Сибирскому 39.3%, Дальневосточному 15.1%, Северо-Западному 12.4%, Приволжскому 12.1%, Уральскому 11.0%, Центральному 8.8%. По средней величине стока углерода в леса можно выделить две группы округов: 1) с величиной $0.64-0.85$ т С га⁻¹ год⁻¹ (Центральный, Южный, Северо-Кавказский, Приволжский), 2) с величиной $0.11-0.33$ т С га⁻¹ год⁻¹ (Северо-Западный, Уральский, Сибирский, Дальневосточный). Величины стока углерода в леса ФО были минимальны в 1988-1993 гг. Снижение потерь при рубках в 1993-2000 гг. привело к повышению стока углерода подавляющей части федеральных округов. По уровню этого увеличения леса ФО могут быть подразделены на 2 группы: 1) со значительным увеличением стока углерода (на 86% и выше), а именно Северо-Западный, Уральский, Сибирский, Дальневосточный; 2) с умеренным ростом стока углерода (на 4-46%) в составе Центрального, Южного, Северо-Кавказского и Приволжского ФО.

Леса федеральных округов Российской Федерации отличаются по способности к поглощению атмосферного углерода, что связано с природно-климатическими характеристиками (на севере леса растут медленнее и меньше поглощают углерода), особенностями защиты лесов от пожаров (в Азиатской части России пожарная охрана менее эффективна, потому больше потери углерода от пожаров) и биологическими свойствами древесных пород. Учет этих факторов необходим для достижения оптимального баланса между использованием лесов как поставщиков ценного сырья – древесины, и их применением в качестве поглотителя парниковых газов.

ЛИТЕРАТУРА

- Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Шуляк П.П., Честных О.В.* Влияние пожаров и заготовок древесины на углеродный баланс лесов России // Лесоведение. 2013. № 5. С. 36-49.
- Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Шуляк П.П., Честных О.В.* Современное сокращение стока углерода в леса России // Доклады Академии наук. 2017. Т. 476. № 6. С. 719-721.
- Замолодчиков Д.Г., Иванов А.В.* Запасы и потоки углерода в лесах Уссурийского лесничества согласно оценке по системе РОБУЛ // Аграрный вестник Приморья. 2016. № 1. С. 12-15.

Замолодчиков Д. Г., Иванов А.В., Мудрак В.П. Запасы и потоки углерода на землях лесного фонда Приморского края при оценке по системе РОБУЛ // Аграрный вестник Приморья. 2018. № 2. С. 46-51.

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И Q_{10} С-МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ

М.С. ГРОМОВА¹, А.И. МАТВИЕНКО¹, О.В. МЕНЯЙЛО¹

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск

Почва выступает главным источником CO_2 в атмосфере, этот источник десятикратно превышает значения выбросов антропогенной природы. Повышение температуры из-за накопления в атмосфере CO_2 приводит к увеличению скорости дыхания почвенных микроорганизмов, приводя к дополнительному выделению CO_2 , увеличивая положительный обратный отклик экосистемы на глобальное потепление. Для количественной характеристики температурной чувствительности используют коэффициент Q_{10} , показывающий во сколько раз скорость реакции возрастает с повышением температуры на 10 градусов. Несмотря на многочисленные исследования температурной чувствительности С-минерализации в почвах, однозначной картины температурной чувствительности С-минерализации в разных почвах и её контролирующих экологических факторов не сложилось. В данном исследовании нами предложен новый метод быстрого расчета Q_{10} , что дало возможность изучения влияния нескольких экологических факторов и в разных образцах почв. Сначала для одного образца верхнего минерального горизонта А серой лесной почвы изучено влияние диапазона температуры, добавления глюкозы в разной концентрации и варьирование влажности на Q_{10} С-минерализации. Затем, изучено влияние добавления глюкозы и азота на Q_{10} С-минерализации в разных генетических горизонтах почвенных профилей в лесной поляне и сосняке.

Новая методология экспресс-оценки температурной чувствительности С-минерализации заключается в инкубации почвенных образцов при постоянной температуре (20 или 25°C) при высокочастотном измерении скорости образования CO_2 , с периодическим понижением температуры на 10°C на короткое время (2 ч). Значения Q_{10} при этом рассчитываются как соотношение средней скорости образования CO_2 при высокой температуре (перед и после понижения температуры) к скорости, измеренной при низкой. Концентрация вносимой глюкозы наиболее сильно влияла на Q_{10} С-минерализации только в низких диапазонах температур (20-10°C). Температурный диапазон оказывал большее влияние на Q_{10} , чем внесение глюкозы. Обнаружен эффект влажности почвы на температурную чувствительность: Q_{10} убывает при увеличении влажности.

В почвенных образцах двух разных экосистем инкубация проводилась при постоянной

температуре (20°C) при высокочастотном измерении скорости образования CO₂, с периодическим понижением температуры на 10°C на короткое время (2 ч). Выявили негативное воздействие вносимой глюкозы на Q₁₀ с тенденцией увеличения эффекта при увеличении глубины почвенных горизонтов. В целом, Q₁₀ уменьшался с глубиной в обеих экосистемах, Q₁₀ был выше в лесу, чем в лесной поляне, что согласуется с кинетической теорией вариации Q₁₀ в зависимости от качества органического вещества, и, наконец, Q₁₀ увеличивался во всех образцах почв при внесении минерального азота. Последнее позволяет предполагать, что при увеличении азотных поступлений в почвы как из атмосферных депозиций, так и с минеральными удобрениями, температурная чувствительность C-минерализации будет увеличиваться.

ИЗМЕНЕНИЕ СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ C:N:P В БИОМАССЕ РАСТЕНИЙ, ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКЕ, МИКРООРГАНИЗМАХ И ПОЧВЕ ПРИ ТЕПЛОМ ВЛИЯНИИ ФАКЕЛА ПОПУТНОГО ГАЗА

Д.М. ДУДАРЕВА¹, А.К. КВИТКИНА¹, И.А. ЮСУПОВ², И.В. ЕВДОКИМОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пушкино

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический сад Уральского отделения Российской академии наук, г. Екатеринбург

Данные о стехиометрическом соотношении между C, N и P в растениях, почве и почвенной микробной биомассе характеризуют особенности процессов накопления и деструкции биомассы в наземных экосистемах. Скорость этих процессов зависит от многих факторов, в том числе и погодных (абиотических). Глобальное изменение климата может привести к существенной трансформации структуры лесных экосистем, емкости и скорости малого биологического круговорота веществ. Сосновые леса, произрастающие в зоне теплового воздействия факелов попутного газа, могут быть использованы в качестве модельных объектов, имитирующих лесные экосистемы, развивающиеся в условиях глобального изменения климата. При сжигании попутного газа в факелах наблюдается повышение температуры воздуха и почвы, уменьшается влагообеспеченность корнеобитаемого слоя на прилегающей территории.

Цель исследований – оценка изменения стехиометрических индексов биофильных элементов C:N:P в хвое и в древесине ствола сосны, в почве и почвенной микробной биомассе в градиенте теплового и иссушающего влияния факела попутного газа. Мы предположили, что при тепловом и иссушающем воздействии (абиотическом стрессе) происходит сужение соотношений C:N, C:P и N:P в почве, вызванное интенсификацией процессов деструкции органического вещества.

На территории Покачевского участкового лесничества (ХМАО-Югра) в 2000 г. была

заложена пробная площадь (ПП) в сосняке лишайниковом в сухих дренированных условиях. ПП была разделена на 7 секций. На расстоянии 70 м от фронтальной границы ближайшей к факелу секции I находится действующий факел попутного газа. Объектами исследований были: почва (подзол иллювиально-железистый стратифицированный песчаный), хвоя, древесина ствола сосны и лесная подстилка. В июле 2017 г. проводили отбор образцов в 5-кратной повторности в I, III и VII секциях, а также на контрольной площадке, находящейся вне зоны действия факела.

При анализе полученных данных по секциям установлено, что содержание C, N и P в почве, водорастворимых формах и микробной биомассе зависит от действия абиотических факторов иссушения и нагрева. На ближайшей к факелу I секции в почве наблюдалось как минимальное содержание биофильных элементов, так и сужение величин C:N, C:P и N:P в почве и микробной биомассе в 1.5–3.0 раза по сравнению с остальными секциями. Таким образом, при тепловом воздействии факела почвенное органическое вещество (ПОВ) в целом, и её самый активный пул (биомасса почвенных микроорганизмов), в частности, подвержены наибольшей минерализации. Для водорастворимых форм была выявлена противоположная тенденция: увеличение стехиометрических соотношений при повышении теплового воздействия факела. Доля C и N в составе устойчивых пулов ПОВ снижается, а содержание углерода в лабильных (водорастворимых) пулах – увеличивается.

Содержание N и P в хвое и подстилке в I секции было в 2–6 раза выше, чем в остальных секциях. Это свидетельствует о накоплении биофильных элементов в надземной биомассе растений сосны при уменьшении влажности и повышении температуры почвы. Единственным исключением было содержание N и P в подстилке, где более высокое значение этих биофильных элементов было выявлено при отсутствии или минимальном тепловом и иссушающем воздействии факела – в секциях III и VII. Соотношения C:N в подстилке и почве были выше (76–422 и 18–30, соответственно), чем N:P в подстилке (<26), что указывает на возможный дефицит N для микроорганизмов.

По мере удаления от факела выявлена тенденция к увеличению соотношений C:N и C:P в древесине ствола сосны, а в подстилке – наоборот, к уменьшению. Стехиометрическое соотношение C:P в биомассе древесины варьирует в меньшей степени, чем в хвое. В целом, показатели стехиометрии растительной биомассы (древесина ствола и хвоя) и подстилки в I секции статистически значимо отличаются от соответствующих показателей в других секциях. Значительное сужение индексов C:N:P в хвое вблизи факела является дополнительным фактором интенсификации процесса минерализации органического вещества в почве.

Таким образом, полученные нами данные свидетельствуют о том, что рабочая гипотеза о сужении соотношений C:N, C:P и N:P при тепловом и иссушающем воздействии факела

подтвердилась для почвы, почвенной микробной биомассы и хвои. Для водорастворимых форм биофильных элементов наблюдалась обратная тенденция. Вероятно, при процессах минерализации и гумификации ПОВ, приводящих к обеднению устойчивого пула почвы по С и N, создаются условия для обогащения низкомолекулярными растворимыми формами углерода в лабильном пуле.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-04-01933-а).

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТУГАЙНЫХ ЛЕСОВ В ДОЛИНЕ РЕКИ ИЛИ: ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПОГЛОЩЕНИЯ УГЛЕРОДА

В.В. КАГАНОВ¹, Д.Г. ЗАМОЛОДЧИКОВ¹, О.Н. ЛИПКА²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

²Всемирный фонд дикой природы, г. Москва

В 2018 году на территории Республика Казахстан в Алматинской области был образован новый государственный природный резерват «Иле-Балхаш». Целью создания особо охраняемой природной территории является реинтродукция туранского тигра, исчезнувшего на территории Казахстана в конце 40-х годов XX века. Для обеспечения хищников кормовой базой предполагается интродуцировать в резерват бухарского оленя, а также использовать весьма многочисленные к настоящему моменту популяции дикого кабана. Наряду с восстановлением фауны на территории резервата запланированы меры по охране и восстановлению тугайных лесов, которые должны стать экологическим каркасом особо охраняемой территории. Мелиоративным влиянием лесных насаждений на территории проекта будут создаваться микроклиматические условия более мягкие, чем на прилегающих к дельте реки Или пустынных ландшафтах. Предполагается, что за счет обеспечения лучшей среды обитания станет возможным повысить устойчивость и продуктивность экосистем резервата и, тем самым, создать условия для успешного восстановления. Наряду с этими функциями лесные насаждения могут выступать в качестве инструмента для долговременного закрепления атмосферного углерода. Древесная растительность в ходе своего роста активно поглощает атмосферный углекислый газ, переводя его в форму углерода фитомассы и, впоследствии, при развитии лесных экосистем - в формы сухостоя, валежа и лесной подстилки. Для оценки эффективности мероприятий по облесению территории необходимо выполнить научно обоснованный учет поглощения атмосферного углерода созданными лесными насаждениями. К настоящему моменту работа запланирована в двух взаимосвязанных направлениях: меры по охране уже существующих тугайных лесов и меры по созданию лесных плантаций, как на землях лесного фонда, так и на территориях, находившихся ранее в

сельскохозяйственном использовании. На начальном этапе реализации проекта необходимо определение его географических границ, сроков реализации и продолжительности периода, в течение которого планируется учитывать поглощение углерода, а также перечня углеродных пулов, подлежащих учёту. Затем должно следовать определение условий, описывающих текущий сценарий развития ситуации (без реализации проекта) и обоснование действий, направленных на увеличение поглощения атмосферного углерода в случае реализации проекта. Итогом должна стать оценка изменений в поглощении углерода на территории проекта, как разница между текущим сценарием развития территории и сценарием, предполагающим реализацию проекта. На завершающем этапе предполагается разработка системы мониторинга за осуществлением мероприятий, которые запланированы к реализации при выполнении проекта для проведения текущей оценки действительных изменений в поглощении углерода, произошедших в результате реализации проекта. С методической точки зрения проект представляет интерес еще и потому, что при проведении оценки поглощенного углерода будут использоваться руководящие указания Межправительственной группы экспертов по изменению климата и недавно утвержденные Методические указания по количественному определению объема поглощения парниковых газов (распоряжение Минприроды России № 20-Р от 30.06.2017). Также к использованию предполагаются разработанные рабочей группой ЦЭПЛ РАН расчетные методики для оценки и прогнозирования запасов углерода на локальном и региональном уровнях. Апробация методик прямого учета поглощенного углерода и расчетных программ в условиях интразональных тугайных лесов, не являющихся ранее объектами пристального внимания специалистов по управлению лесами представляет несомненный научный интерес. Реализация проекта будет способствовать расширению географии применения предлагаемых методов и способствовать их совершенствованию.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В НАГОРНЫХ ДУБРАВАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ РУБОК УХОДА И МАССОВОГО УСЫХАНИЯ ДУБА

Н.Ф. КАПЛИНА¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лесоведения Российской академии наук, Московская обл., с. Успенское

Взаимоотношения дуба и сопутствующих пород (в т.ч. при нарушении сомкнутости полога) во многом определяют устойчивость и продуктивность дубрав. Смешанные дубравы более устойчивы и производительны, чем чистые по составу (Рожков, Козак, 1989; Бугаев и др., 2013). В дубово-буковых лесах Европы наблюдается снижение конкуренции и усиление взаимопомощи в неблагоприятных условиях и обратная тенденция в благоприятных, как в различных экотопах

(Pretzsch et al., 2013) так и при изменении климатических факторов (del Río et al., 2014). По конкурентоспособности дуб и ясень значительно превосходят клен остролистный и липу (Евстигнеев, 2004). В объекте исследования - нагорных лесах южной лесостепи без проведения рубок ухода дуб уступает позиции своим спутникам, в первую очередь ясеню. С 50 лет дуб при условии низкой плотности его популяции существует практически без отпада до 150-200 лет (Экосистемы..., 2004).

В 1954 г. под руководством А.А. Молчанова в кв. 3 Теллермановского опытного лесничества ИЛАН РАН (Воронежская область) заложены 8 постоянных пробных площадей (ППП), как опыт по влиянию рубок ухода на продуктивность нагорных дубрав (Соловьев, 1970). Площадь вариантов опыта: 4-е ППП - по 0.5 га и 4-е – по 0.25 га. Насаждение - естественного происхождения, осоково-снытевого типа леса на темно-серых тяжелосуглинистых почвах. Дуб черешчатый – семенного происхождения, в основном поздней фенологической формы. Прочие породы преимущественно порослевого происхождения. Рубки проведены 2-х кратные, комбинированные (от слабых до сильных) и низовые умеренные.

Изученная 60-летняя динамика дубрав включает три периода с различиями во взаимоотношениях дуба и его спутников: рубок ухода (1955-1975 гг.), массового усыхания дуба (1976-1985 гг.) и восстановления (1986-2015 гг.). Отпад дуба в период массового усыхания составил 20-67% его запаса на начало периода. Прирост по запасу вычисляли как сумму отпада и изменения запаса за расчетные периоды.

Рубки ухода сыграли заметную роль в повышении участия дуба в составе 1-го яруса. Это неблагоприятно отразилось на интенсивности его массового усыхания в связи с повреждением листогрызущими насекомыми. Усыхание дуба не зависело от полноты и состава древостоя. Его участие в составе резко снизилось в пользу ясеня. Тем не менее, положение древесных пород в ряду по убыванию доминирования (участию в запасе, средним диаметру и высоте) не изменилось: дуб – ясень – липа – клен.

Относительный прирост по запасу дуба исходно был выше, чем других пород, снижался до периода массового усыхания и не увеличился в среднем за восстановительный период. При этом в 1986-1998 гг. он был в 2 раза выше, чем в засушливые 1999-2015 гг. Относительный прирост сопутствующих пород достигал максимумов в годы разреженного полога (после рубок и в годы массового усыхания) и минимумов в последующие годы, что говорит об их подчиненном положении. В годы усыхания дуба относительный прирост всех пород был минимальным. Затем породы расположились по убыванию этого показателя в ряду: ясень– клен–дуб–липа и лишь в годы наиболее интенсивного усыхания дуба липа его опережала. Следовательно, ясень, а затем клен – успешные конкуренты дуба за освобождающееся пространство полога, а липа –

лишь при его ослаблении.

Прирост дуба по запасу в расчете на гектар на всех ППП в восстановительный период был ниже исходного. Прирост 1-го яруса на слабо и умеренно пострадавших ППП значительно выше исходного (в среднем на 17%)– 7.9-8.7 м³ га⁻¹ год⁻¹. На сильно пострадавших ППП прирост 1-го яруса значительно снизился (в среднем на 26%)– 4.4-6.3 м³ га⁻¹ год⁻¹.

Таким образом, в вариантах с исходным участием дуба в составе до 61% и его сумме площадей сечений до 15 м²га⁻¹ усыхание дуба было слабым и умеренным. Снижение прироста дуба с избытком компенсировалось сопутствующими породами, в первую очередь ясенем. При исходных показателях дуба от 72% и 18 м²га⁻¹ его усыхание было значительно интенсивней, а снижение прироста не было компенсировано. Успешное восстановление продуктивности дубрав согласуется с мнением, что уменьшение участия дуба в высокобонитетных дубравах не приводит к их деградации, а их устойчивость повышается (Лямцев, 2004).

ЛИТЕРАТУРА

- Бугаев В. А., Мусиевский А. Л., Царалунга В. В. Дубравы лесостепи. М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ВГЛТА». Воронеж, 2013. 247 с.
- Евстигнеев О.И. Популяционные стратегии видов деревьев // Восточноевропейские леса: История в голоцене и современность. М.: Наука, 2004. Кн. 1. С. 176-205.
- Лямцев Н.И. Влияние насекомых-фитофагов на состав и структуру лесов // Восточноевропейские леса: История в голоцене и современность. - М.: Наука, 2004. Кн. 1. С. 364-381.
- Рожков А.А., Козак В.Т. Устойчивость лесов. М.: Агропромиздат, 1989. 239 с.
- Соловьев А.А. Эффективность рубок ухода разной интенсивности в дубовых древостоях // Взаимоотношения компонентов биогеоценоза в лиственных молодняках. М.: Наука, 1970. С. 225-235.
- Экосистемы Теллермановского леса / под ред. В.В. Осипова. М.: Наука, 2004. 340 с.
- Pretzsch H., Bielak K., Block J., Bruchwald A., Dieler J., Ehrhart H.-P., Kohnle U., Nagel J., Spellmann H., Zasada M., Zingg A. Productivity of mixed versus pure stands of oak (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Quercus robur* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) along an ecological gradient // European Journal of Forest Research. 2013. Vol. 132. № 2. P. 263-280.
- del Río M., Schütze G., Pretzsch H. Temporal variation of competition and facilitation in mixed species forests in Central Europe // Plant Biology. 2014. Vol. 16. № 1. P. 166-176.

МОНИТОРИНГ ЭМИССИИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ПОЧВАМИ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ПОДЗОНЫ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ

Ю.В. КУПРИЯНОВА¹, Г.Н. КОПЦИК¹, С.В. КОПЦИК¹, Д.В. ИЛЬСОВ²

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лесоведения Российской академии наук, Московская обл., с. Успенское

Эмиссия диоксида углерода (CO₂) с поверхности почв является наиболее мощным среди потоков CO₂ в атмосферу на суше и в значительной степени определяет баланс углерода в лесных экосистемах (Пулы и потоки..., 2007; Valentini et al., 2000). Несмотря на интенсивное изучение эмиссии CO₂ почвами (Мониторинг потоков..., 2017; Lloyd, Taylor, 1994; Bond-Lamberty and Thomson, 2010) актуальной остается проблема уточнения ее оценок и пространственно-

временной изменчивости под воздействием абиогенных и биогенных факторов. Ситуация усугубляется современным сокращением стока углерода в леса России (Замолодчиков и др., 2017).

Объекты исследования. Исследования проводили на территории государственного природного заказника регионального значения «Звенигородская биостанция МГУ и карьер Сима» (ЗБС, Московская область), расположенном в подзоне хвойно-широколиственных лесов. Участки мониторинга были заложены в основных типах лесных биогеоценозов (БГЦ): сложном сосново-еловом лесу на глубокоподзолистой почве; елово-березовом лесу на слабодерново-глубокоподзолистой почве и сложном еловом лесу на слабодерново-мелкоподзолистой слабодифференцированной почве.

Методы исследования. Скорость выделения CO_2 из почв *in situ* измеряли методом закрытых камер с помощью ИК CO_2 -газоанализатора AZ 7752 ежемесячно в 2014-2017 годах в 9-кратной повторности в каждом БГЦ. Одновременно измеряли температуру, влажность и определяли свойства поверхностного слоя почв – общее содержание углерода и азота, их водорастворимых соединений (DOC, TN) и микробной биомассы (C_{micr} , N_{micr}). Метеорологические условия охарактеризованы на основании архивных данных ближайшей метеостанции Ново-Иерусалимская (WEB-сайт “Расписание погоды”). Температуру воздуха и поверхностного слоя почв (0 и 5 см) на участках мониторинга измеряли с помощью регистраторов Hygrochron (iButton DS1923). Скорость эмиссии CO_2 в зависимости от температуры рассчитывали путем аппроксимации экспериментальных данных уравнением Аррениуса в модификации Ллойда и Тейлора (Lloyd and Taylor, 1994).

Результаты и обсуждение. Поток CO_2 с поверхности почв характеризуется высокой временной и меньшей пространственной изменчивостью. Годовые потоки CO_2 из почв лесных БГЦ значительно не различаются, составляя в среднем 710-730 г/м². Полученные данные согласуются с современными оценками для почв лесных экосистем – 560-640 г С/м² в год (Пулы и потоки..., 2007), 610-680 г С/м² в год (Мониторинг потоков..., 2017).

Межгодовая, сезонная и суточная динамика эмиссии CO_2 почвами лесных экосистем ЗБС прямо или косвенно контролируется двумя важнейшими экологическими факторами – температурой и влажностью. В зависимости от погодных условий годовые потоки CO_2 изменяются от 460 до 940 г/м². Для всех БГЦ характерен классический для умеренной зоны ход изменения сезонных потоков CO_2 из почв с минимумом зимой и максимумом летом, в июле, когда складываются наиболее благоприятные погодные условия для функционирования микробных сообществ, усиления процессов минерализации растительных остатков и почвенного органического вещества, активного дыхания корневых систем растений. В целом, в холодный период (ноябрь-март) выделение CO_2 почвами в сумме составляет 22-32% годового потока в зависимости от типа

ценоза и погодных условий. Близкие величины получены ранее для почв лесной зоны – 18-26% (Пулы и потоки..., 2007; Мониторинг потоков..., 2017).

Суточная динамика выделения CO₂ определяется как их изменениями в верхнем слое почв в течение суток, так и суточным ритмом активности корней и почвенной биоты. Наиболее интенсивная эмиссия соответствует оптимальному сочетанию влажности и температуры в после-полуденные часы вследствие наибольшего прогревания верхнего слоя, то есть в значительной степени определяется температурной инерционностью почв.

Во всех БГЦ отмечен рост выделения CO₂ почвами с увеличением количества опада и DOC. Значимые корреляционные связи дыхания почв с биохимическими показателями – содержанием C_{micr} и N_{micr} – не обнаружены, что неудивительно, учитывая, что вклад микроорганизмов в дыхание почв ЗБС не превышает 55-75% (Копчик и др., 2018) и контролируется оно преимущественно лишь физиологически активными микроорганизмами, составляющими небольшую долю общей микробной биомассы (Пулы и потоки..., 2007).

Дальнейший мониторинг позволит проследить многолетнюю изменчивость годовых потоков CO₂ из почв лесных экосистем для корректной оценки углеродного баланса в условиях меняющихся природной среды и климата.

ЛИТЕРАТУРА

- Замолодчиков Д.Г., Грабовский В.И., Шуляк П.П., Честных О.В. Современное сокращение стока углерода в леса России // Доклады Академии наук. 2017. Т. 476. № 6. С. 719-721.
- Копчик Г.Н., Куприянова Ю.В., Кадулин М.С. Пространственная изменчивость эмиссии диоксида углерода почвами в основных типах лесных экосистем Звенигородской биостанции МГУ им. М.В. Ломоносова // Вестник Московского ун-та. Серия 17: Почвоведение. № 2. С. 40-47.
- Мониторинг потоков парниковых газов в экосистемах / Под ред. Замолодчикова Д.Г., Карелина Д.В., Гитарского М.Л., Блинова В.Г.. Саратов: Амирит, 2017. 279.
- Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России / Отв. ред. Г.А. Заварзин. М.: Наука, 2007. 315 с.
- Bond-Lamberty B., Thomson A. Temperature-associated increases in the global soil respiration record // Nature. 2010. V. 464. P. 579-582.
- Lloyd J., Taylor J.A. On the temperature dependence of soil respiration // Funct. Ecol. 1994. V. 8. P. 315-323.
- Valentini R., Matteucci G., Dolman A.J. et al. Respiration as the main determinant of carbon balance in European forests // Nature. 2000. V. 404. P. 861-865.

ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНОГО ОТКЛИКА ДЫХАНИЯ ПОЧВ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЮЖНОГО ПОДМОСКОВЬЯ: АНАЛИЗ ДАННЫХ 20-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА

И.Н. КУРГАНОВА¹, В.О. ЛОПЕС ДЕ ГЕРЕНЮ¹, В.А. ЖМУРИН¹, Т.Н. МЯКШИНА¹,
Д.В. САПРОНОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пушкино

Температура почвы (T_s) является одним из основных абиотических факторов, которые определяют временную динамику почвенного дыхания (soil respiration, SR), или эмиссии CO₂ из почв. Большинство эмпирических моделей используют температуру почвы в качестве главного

предиктора для численной оценки SR. Наиболее часто применяемой функцией для оценки температурного отклика дыхания почв в пределах его годовой динамики является функция Вант-Гоффа, именуемая температурным коэффициентом Q_{10} (Janssens and Pilegaard, 2003). Существуют доказательства, что для одной и той же экосистемы температурный отклик SR (или коэффициент Q_{10}) не является постоянным и зависит от температурного интервала и условий влагообеспеченности, в которых происходило эмпирическое определение SR. Цель представляемого исследования заключалась в анализе температурного отклика дыхания почв в двух лесных экосистемах южного Подмосковья, выполненном на основе данных 20-летнего круглогодичного мониторинга эмиссии CO_2 из почв, в течение которого наблюдались самые разные сочетания температурно-влажностных условий.

Лесные экосистемы, на которых, начиная с 1997 г., непрерывно ведутся наблюдения за интенсивностью выделения CO_2 из почв, располагаются на территории Приокско-Тerrasного государственного биосферного заповедника ($54^{\circ}55'N$, $37^{\circ}34'E$; зрелый смешанный лес, дерново-подзолистая супесчаная почва) и опытно-полевой станции ИФХиБПП РАН ($54^{\circ}20'N$, $37^{\circ}37'E$; вторичный лиственный лес, серая лесная суглинистая почва). Эмиссия CO_2 из почв (общее дыхание почвы) определялась круглогодично (3-5 раз в месяц) с использованием камерного статического метода. Параллельно с определением дыхания почв определяли температуру и влажность почвы в слое 0-5 см.

Оценка температурного отклика величины SR в исследуемых лесных экосистемах проводилась на базе 20-летнего ряда экспериментальных данных дифференцированно для различных временных интервалов, а именно для каждого из 20 лет и для совокупностей, объединяющих данные измерений за 2, 3, 4 и 5 лет. Для этой цели мы использовали температурный коэффициент Q_{10} , показывающий во сколько раз увеличивается интенсивность выделения CO_2 из почвы при повышении температуры на $10^{\circ}C$. Для вычисления температурных коэффициентов Q_{10} , использовали линейное регрессионное уравнение между натуральным логарифмом SR и температурой верхнего слоя почвы (Pavelka et al., 2007): $SR = k \cdot T_{п} + b$. Величина $Q_{10} = \exp(10 \cdot k)$.

Выполненные численные эксперименты показали, что в зависимости от года исследований величина температурного коэффициента изменялась от 1,57 до 5,27 в дерново-подзолистой почве и от 1,72 до 6,20 - в серой лесной. Согласно нашим оценкам, межгодовая вариабельность значений Q_{10} для дыхания почв в лесных экосистемах умеренной зоны за 20-летний период исследований составила 30-36%. Расчеты, проведенные для отдельных календарных сезонов, показали, что в теплый период года (май-октябрь) значения Q_{10} были минимальны (1,57-2,00), а в холодный (ноябрь-апрель) - максимальны (4,51-6,46). В зимний и летний периоды связь между температурой почвы и интенсивностью выделения CO_2 была более слабой и не всегда

достоверной, а весной и осенью температурные коэффициенты были близки между собой и изменялись от 2,07 до 3,40.

Таким образом, мы заключаем, что нужно очень с большой осторожностью использовать температурные коэффициенты Q_{10} для предсказания интенсивности выделения CO_2 из почв. Оценки, выполненные с использованием экспоненциальных моделей, могут дать искаженные величины реальных потоков CO_2 из почв. Так, использование температурных коэффициентов теплого периода для величины SR в холодное время (а это наиболее распространенный прием, используемый исследователями для оценки зимней эмиссии), по всей вероятности приведет, к заметному завышению (в 2-4 раза) потоков CO_2 из почв в холодный период года. И хотя, экспоненциальные модели с последующей оценкой температурного коэффициента Q_{10} являются в настоящее время наиболее популярными среди исследователей, их применение нельзя признать абсолютно правомерным для описания такого сложного процесса как дыхание почв.

Работа выполнялась в рамках государственного задания «Исследование почвенных предшественников, источников и стоков парниковых газов в связи с климатическими изменениями» (рег. № АААА-А18-118013190177-9) при финансовой поддержке полевых исследований из средств Программы Президиума РАН № 51 «Изменение климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования» (рег. № АААА-А18-118013190179-3).

ЛИТЕРАТУРА

Janssens I.A., Pilegaard K. Large seasonal changes in Q_{10} of soil respiration in a beech forest // *Global Change Biology*. 2003. Vol. 9. P. 911-918.

Kirschbaum M.U.F. The temperature dependence of organic matter decomposition – still a topic of debate // *Soil Biol. Biochem.* 2006. Vol. 38. P. 2510-2518.

Pavelka M., Acosta M., Marek M.V., Kutsch W., Janous D. Dependence of the Q_{10} values on the depth of the soil temperature measuring point // *Plant and Soil*. 2007. Vol. 292. N 1-2. P. 171-179.

ПРИМЕНЕНИЕ T&P МОДЕЛИ ДЛЯ ЧИСЛЕННОЙ ОЦЕНКИ ГОДОВЫХ ПОТОКОВ CO_2 ИЗ ПОЧВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

**И.Н. КУРГАНОВА¹, В.О. ЛОПЕС ДЕ ГЕРЕНЮ¹, И.В. РОМАШКИН², Т.Н. МЯКШИНА¹,
Д.В. САПРОНОВ¹**

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пущино

² Институт леса Карельского научного центра Российской академии наук Федеральный исследовательский центр "Карельский научный центр Российской академии наук", г. Петрозаводск

Эмиссионная составляющая углеродного цикла в лесных экосистемах (или дыхание почвы, SR) характеризуется высокой временной и пространственной вариабельностью, а ее величина в значительной степени определяется сочетанием гидротермических условий в регионе исследований. Экспериментальное определение годовых эмиссионных потоков CO_2 из почв весьма трудоемкий процесс, и поэтому более рациональным и перспективным способом

получения численных оценок дыхания почв является использование математических моделей разной сложности. Как правило, в большинстве из них в качестве независимых переменных выступают гидротермические параметры: температура воздуха и количество осадков, либо – температура и влажность почв. Один из подходов, позволяющих на основе климатических параметров описывать глобальное распределение SR на месячном уровне осреднения, был предложен американскими исследователями Райхом и Поттером в 1995 г. – T&P модель (Raich and Potter, 1995). Цель настоящей работы заключалась в параметризации, верификации и оценке точности различных версий T&P модели для оценки месячных и годовых потоков CO₂ из почв двух лесных экосистем в регионе южного Подмосковья на основе 20-летних экспериментальных данных круглогодичного определения эмиссии CO₂ из почв.

Лесные экосистемы, на которых, начиная с 1997 г., непрерывно ведутся наблюдения за интенсивностью выделения CO₂ из почв, располагаются на территории Приокско-Террасного государственного биосферного заповедника (54°55'N, 37°34'E; дерново-подзолистая супесчаная почва) и опытно-полевой станции ИФХиБПП РАН (54°20'N, 37°37'E; серая лесная суглинистая почва). Эмиссия CO₂ из почв (общее дыхание почвы) определялась круглогодично (3-5 раз в месяц) с использованием камерного статического метода. Величина среднемесячной интенсивности почвенного дыхания (SR_m) рассчитывалась как арифметическое среднее из всех измерений, проведенных за каждый месяц.

T&P модель для оценки среднемесячной интенсивности выделения CO₂ из почв (SR_m, г См⁻²сут⁻¹) на основе среднемесячной температуры воздуха (T_a, °C) и суммы осадков за соответствующий месяц (P, см) имеет следующий вид (Raich and Potter, 1995):

$$SR_m = R_0 \cdot e^{Q/T_a} \cdot (P/(K+P)) \quad (1),$$

где R₀ (г См⁻²сут⁻¹) – дыхание почвы при 0°C в отсутствие лимитирования влаги; Q (°C⁻¹) – экспоненциальное отношение между почвенным дыханием и температурой и K (см) – константа полунасыщения в гиперболическом отношении между SR и месячным количеством осадков. Климатические данные (среднемесячные температуры воздуха и месячные суммы осадков) за весь период наблюдений были любезно предоставлены сотрудниками Станции фонового мониторинга (м. Данки-Заповедник, Серпуховский район, Московская обл.), расположенной на территории Приокско-Террасного заповедника.

Для оценки годовых потоков CO₂ из почв, полученных суммированием месячных потоков (SR_m), были протестированы обе предложенные версии модели - T&P-1 (Raich and Potter, 1995) и T&P-2 (Raich et al., 2002), различающиеся по всем параметрам, входящим в модель. На базе 20-летних рядов экспериментальных данных с использованием программы R T&P модель была репараметризована по коэффициентам R₀, Q и K (версии T&P-1F и T&P-2F). Оценка точности

моделирования месячных потоков CO₂ из почв проводилась с помощью «коэффициента несовпадения» Тейла (Шитиков и др., 2003).

Выполненные численные эксперименты показали, что различные версии T&P модели адекватно описывают среднемесячную интенсивность дыхания почв в исследуемых лесных экосистемах: значения КНТ варьировали от 0,15 до 0,24 на дерново-подзолистых почвах и от 0,17 до 0,27 – на серых лесных. Самой высокой была точность параметризованных версий T&P модели (КНТ = 0,15-0,17). Качество численной оценки годовых потоков CO₂ из дерново-подзолистых почв с использованием версий T&P-1 и T&P-2 было удовлетворительным для лесного ценоза на дерново-подзолистой почве, где отклонение от среднегодовой экспериментально полученной величины (437 ± 21 г С м⁻² год⁻¹) составляло 11-12%. Для лесного ценоза на серой лесной почве со среднегодовой величиной годового потока CO₂ из почв, равной 613 ± 30 г С м⁻² год⁻¹, наблюдалась ее существенная недооценка (на 20-36%). Проведенная параметризация T&P модели давала полное совпадение экспериментальных и расчетных значений годовых потоков CO₂ из почв.

Работа выполнялась в рамках государственного задания “Исследование почвенных предшественников, источников и стоков парниковых газов в связи с климатическими изменениями” (рег. № АААА-А18-118013190177-9) при финансовой поддержке полевых исследований из средств Программы Президиума РАН № 51 «Изменение климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования» (рег. № АААА-А18-118013190179-3).

ЛИТЕРАТУРА

- Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
Raich J.W., Potter C.S., Bhagawati D. Interannual variability in global soil respiration, 1980-94 // Global Change Biol. 2002. V. 8. P. 800-812.
Raich J.W., Potter C.S. Global patterns of carbon dioxide emission from soils // Global Biogeochem. Cycles. 1995. Vol.9. P. 23-36.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАПАСОВ И ПОТОКОВ УГЛЕРОДА В СИСТЕМЕ ПОЧВА-ФИТОЦЕНОЗ СПЕЛЫХ ЕЛЬНИКОВ И НА ВЫРУБКАХ

Н.В. ЛИХАНОВА¹, К.С. БОБКОВА²

¹Государственное автономное учреждение дополнительного образования республики Коми «Республиканский центр дополнительного образования», г. Сыктывкар

²Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар

На европейском Севере России на протяжении всей истории развития лесной отрасли промышленности еловые леса были одним из основных объектов лесопользования. В настоящее время в ельниках ежегодно проводятся рубки главного пользования на площади 50-60 тыс. га⁻¹. После рубки в них происходят существенные изменения экологических условий среды, физико-химических свойств почв и в трансформации потоков вещества между почвой и фитоценозом (Казимиров и др., 1978; Holtsmark, 2017; Дымов, 2017).

Цель настоящей работы – дать сравнительную оценку запасов и потоков углерода в системе почва-фитоценоз в спелых насаждениях и на вырубках ельников на торфянисто-подзолисто-глееватых иллювиально-гумусово-железистых почвах. Исследования проведены на территории Чернамского лесного стационара Института биологии Коми НЦ УрО РАН (62°01' с.ш., 52°28' в.д.).

На вырубках ельников углерод фитомассы образуют тонкомерные деревья недоруба, семенники, подрост, самосев, растения живого напочвенного покрова. В фитоценозах 4-6-летних вырубок аккумулируется 55,35-72,96 тС га⁻¹. Содержание углерода органического вещества в древесных растениях недоруба, семенников на вырубке ельника черничного влажного составило 16,28, в растущих органах древесных растений самосева и подроста – 0,97, растений напочвенного покрова – 4,14 тС га⁻¹. На вырубке ельника долгомошно-сфагнового в фитомассе древесных растений аккумулируется 22,26, в растущих органов древесных растений самосева и подроста – 0,88, в растениях напочвенного покрова – 4,57 т га⁻¹. В крупных древесных остатках (КДО) на вырубке ельника черничного аккумулируется 21,96 тС га⁻¹, из них 23 % концентрируется в порубочных остатках, в валеже – 25, в сухостойных деревьях и сухих ветвях растущих деревьев – 1, в корнях – 51 %. На вырубке ельника долгомошно-сфагнового в КДО заключено 27,57 тС га⁻¹, из них в сухостойных деревьях и сухих ветвях – 8 %, в порубочных остатках – 24, в валеже – 15, в корнях – 53,0 %. Было отмечено (Коренные ..., 2006; Бобкова, 2007), что в депонировании углерода в фитомассе спелых ельниках основную роль (83-92%) выполняют древесные растения, а на вырубке, как показывают проведенные нами исследования, растения напочвенного покрова (75-79 %). В почве вырубки ельника черничного влажного аккумулируется 72,1 тС га⁻¹, из них 25,8 % концентрируется в органогенном горизонте. В почве вырубки ельника долгомошно-сфагновом запасы углерода органического вещества составляют 66,7 тС га⁻¹, из них в подстилке 41,0 %. В целом, в торфянисто-подзолисто-глеевой почве вырубки ельника черничного влажного запасы углерода гумуса (С_{орг}) в минеральной части метрового слоя составили 53,5, на вырубке ельника долгомошно-сфагнового – 38,7 т га⁻¹. Эти данные вписываются в пределы колебаний запасов углерода (от 44 до 151 т га⁻¹) в метровом слое почвы ельников средней тайги (Усольцев и др., 2005; Честных и др., 2007; Russel et al, 2015).

В годичном приросте фитомассы на вырубке ельника черничного влажного ежегодно накапливается 1,83, на вырубке ельника долгомошно-сфагнового – 2,19 тС га⁻¹. Следует отметить, что продукция углерода фитомассы на вырубках исследуемых ельников в 1.3-1.8 раза меньше, чем в спелых ельниках до рубки. В ее накоплении основную роль на вырубках выполняют растения напочвенного покрова, в спелых ельниках – древесные растения.

Масса углерода, поступающего в почву с растительным опадом, на вырубке ельника

черничного влажного равна 1,44, на вырубке ельника долгомошно-сфагнового – 1,68 т га⁻¹год⁻¹, что составляет 58-78 % от ежегодной ее продукции. На рубках ельников надземные органы растений занимают более половины от общей массы опада. Основную массу углерода растительных остатков опада формируют мхи и травянистые растения. В спелых еловых фитоценозах на полугидроморфных почвах масса углерода ежегодного поступающей в почву составляет 1,8-2,3 т га⁻¹, большая доля из нее (77-87 %) приходится на опад древесных растений (Казимиров и др., 1978; Бобкова, 2007).

ЛИТЕРАТУРА

- Бобкова К.С. Биологическая продуктивность и компоненты баланса углерода в заболоченных коренных ельниках Севера // Лесоведение. 2007. № 6. С. 45-54.
- Дымов А.А. Влияние сплошных рубок в бореальных лесах России на почвы (обзор) // Почвоведение. 2017. № 7. С. 787-798.
- Казимиров Н.И., Морозова Р.М., Куликова В.К. Органическая масса и потоки вещества в березняках средней тайги. Л.: Наука, 1978. 216 с.
- Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции. СПб.: Наука, 2006. 337 с.
- Усольцев В. А., Залесов С. В. Методы определения биологической продуктивности насаждений. Екатеринбург: Урал. лесотехн. ун-т. 2005. 147 с.
- Честных О.В., Лыжин В.А., Кокшарова А.В. Запасы углерода в подстилках лесов России // Лесоведение. 2007. № 6. С. 114-121.
- Holtmark B. Harvesting in boreal forests and the biofuel carbon debt // Climatic Change. 2012. V. 112(2). P. 415-428.
- Russel M.B., Fraver S., Aakala T. Gove J.H., Woodall C.W., D'Amato A.W., Ducey M.J. Quantifying carbon stores and decomposition in dead wood: A review // Forest Ecology and Management, 2015. V. 350. P. 107-128.

БИОГЕННОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ КОРЫ ОСИНЫ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА: ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК И ТЕМПЕРАТУРЫ

В.О. ЛОПЕС ДЕ ГЕРЕНЮ¹, И.Н. КУРГАНОВА¹, Е.А. КАПИЦА², Е.В. ШОРОХОВА^{2,3}

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пущино

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург

³Институт леса Карельского научного центра Российской академии наук Федеральный исследовательский центр "Карельский научный центр Российской академии наук", г. Петрозаводск

Являясь одной из самых распространенных древесных пород в лесах Северного полушария, осина обыкновенная (или тополь дрожащий, *Populus tremula*, L.) выступает в качестве ключевого вида для сохранения биоразнообразия в бореальных лесах: она обеспечивает среду обитания и пищу для самых разных млекопитающих, птиц, насекомых и грибов (Latva-Karjanmaa et al. 2007). Осина обыкновенная, как одна из самых быстрорастущих древесных пород, играет важную роль как в лесозаготовительной, так и в деревообрабатывающей промышленности: целлюлозно-бумажной, лесопильной и др. (Worrell, 1995). Перспективным способом использования больших объемов осинового коры, остающихся после утилизации древесины, может быть получение на их основе компостов с различными минеральными добавками для их последующего

применения в озеленении или садоводстве. Скорость разложения древесной коры, как и большинства природных органических материалов, зависит не только от факторов окружающей среды (температуры, влажности и др.), но и от качества субстрата.

В рамках настоящего исследования мы провели количественную оценку сопряженного влияния температуры и минеральных добавок на интенсивность биогенного разложения коры осины. С этой целью был заложен многофакторный модельный эксперимент по длительному (12 месяцев) инкубированию коры осины, подразумевающий разные сочетания температуры и минеральных добавок азота (N) и фосфора (P) при оптимальном увлажнении субстратов. Кору осины, снятую со свежесрубленного дерева, в состоянии естественной влажности измельчали с помощью секатора на небольшие кусочки (менее 2x2 см), и помещали во флаконы объемом 500 мл. Для проведения эксперимента готовили следующие варианты почвенно-коровых субстратов (ПКС): кора с почвой, *ПКС*; кора с почвой и N, *ПКС-N*; кора с почвой, N и P, *ПКС-NP*. К коре добавляли серую лесную суглинистую почву из расчета, что отношение кора:почва в каждом флаконе составит 10:1 по объему или 2:1 по сухому весу, и 5 мл дистиллированной воды, доводя влажность полученных ПКС до 80% их полной влагоемкости. Удобрения вносили в количестве, соответствующем 1% сухого веса коры для каждого элемента. Подготовленные таким образом флаконы с ПКС помещали в термостаты и инкубировали в течение 12 месяцев при трех контрастных температурах: 2, 12 и 22°C. Опыт проводили в трехкратной повторности. Скорость разложения ПКС (DecR , $\text{мг С кг}^{-1}\text{час}^{-1}$) определяли по выделению C-CO_2 при помощи инфракрасного газоанализатора Li-COR 820 (США) не реже 1-2 раз в неделю в течение всего эксперимента. Общие потери углерода (TotL-C , г С кг^{-1} коры) для каждого варианта опыта оценивали по интегральным кривым выделения C-CO_2 за 12 месяцев разложения ПКС. Константы разложения (k) коры в составе ПКС вычисляли на основе однокомпонентной экспоненциальной модели. Влияние температуры на величину DecR оценивали по величине температурного коэффициента Q_{10} . До и после эксперимента был проведен биохимический анализ ПКС в ходе которого определяли содержание углерода (C), азота (N), лигнина (Lig), целлюлозы (Cel) и спирторастворимых веществ (EtExt). Статистическую значимость различий между вариантами опыта оценивали, используя одно- и двух- факторный виды дисперсионного анализа (ANOVA).

Динамика DecR в течение 12 месяцев эксперимента зависела как от состава ПКС, так и от температуры компостирования. Внесение минерального N привело к наиболее заметному увеличению значений DecR по сравнению с ПКС без добавок только в течение 1-го месяца инкубации. При одновременном внесении минеральных форм N и P это влияние было более выражено, и наблюдалось в течение первых 2-5 месяцев компостирования. Потери C в форме CO_2 (TotL-C) из ПКС за 12 месяцев эксперимента варьировали от 173 до 373 г С кг^{-1} коры в

зависимости от температуры и состава субстрата, что соответствовало потерям 34-73% исходного (до инкубации) содержания С в коре осины (514 г С кг⁻¹). Максимальные значения TotL-C были характерны для ПКС-NP при 22°C. Добавки минеральных форм N и P к ПКС на основе коры осины уменьшали отношение C:N и увеличивали соотношение Lig:Cell во время длительной инкубации осиновой коры, что вызывало значительное увеличение значений DecR и TotL-C, величины k, и, следовательно, уменьшение времени разложения коры в составе ПКС. Увеличение температуры инкубации от 2 до 12°C и от 12 до 22°C оказывало сходное влияние на величину DecR в течение 12 месяцев эксперимента: значения Q₁₀ в разных вариантах опыта изменялись от 1.21 до 1.37. Влияние температуры было наиболее значительным только в течение первых 1-2 месяцев эксперимента, объясняя 83% дисперсии DecR, тогда как на поздних стадиях разложения осиновой коры (3-12 месяцы) 76-83% варьирования DecR объясняется минеральными добавками. Таким образом, влияние минеральных добавок на скорость разложения осиновой коры было более существенным, чем влияние температуры. Совместное внесение минеральных форм N и P на скорость разложения ПКС было более выражено, чем влияние только добавок минерального N.

Работа выполнена при поддержке РФФ № 15-14-10023 и программы Президиума РАН № 41 «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России».

ЛИТЕРАТУРА

Latva-Karjanmaa T., Penttil R., Siitonen J. The demographic structure of European aspen (*Populus tremula*) populations in managed and old-growth boreal forests in eastern Finland // *Can. J. For. Res.* 2007. V. 37(6). P. 1070-1081.

Worrell, R. European aspen (*Populus tremula*): a review with particular reference to Scotland 2: Values, silviculture and utilization // *Forestry.* 1995. V. 68. P. 231-244.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БАЛАНСА И ДИНАМИКИ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ

Е.Ю. МАКСИМОВА^{1,2}, Е.В. АБАКУМОВ^{1,2}, М.А. НАПОРОЖСКАЯ¹, О.Г. ЧЕРТОВ³, С.С. БЫХОВЕЦ⁴

¹Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

²Институт экологии Волжского бассейна Российской академии наук, г. Тольятти

³Бингенский политехнический университет, Германия, г. Бинген на Рейне

⁴Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пушкино

Леса нашей страны обладают огромными сырьевыми запасами и выполняют глобальные экологические функции, являясь стоком углекислого газа. Лесные пожары повреждают растительный покров, поверхностные органогенные горизонты почв, приводят к выбросу углекислого газа в атмосферу, могут нанести значительный ущерб лесному фонду. Пирогенные потери биогенных элементов, иссушение поверхностных горизонтов приводят к дистрофикации лесных почв и возврату экосистемы на более ранние стадии сукцессионного развития (Чертов, 1981).

Учет пирогенных нарушений и прогнозирование реабилитации лесных экосистем необходимы для разработки мер по восстановлению древостоя, напочвенного покрова и самих почв. Оценка непосредственного урона и долговременных последствий лесных пожаров является трудоемкой и сложной задачей, одним из решений которой может служить динамическое математическое моделирование, позволяющее оценить количественные аспекты функционирования и продуктивности лесов при дефиците экспериментальных данных (Chertov et al., 2009). Поэтому одной из задач исследования был анализ долгосрочной динамики пулов органического вещества сухих сосновых лесов под влиянием лесных низовых пожаров с помощью модели круговорота углерода и азота лесных экосистем EFIMOD.

Модель биологического круговорота углерода и азота в лесных экосистемах EFIMOD (Komarov et al., 2003) относится к классу математических динамических моделей биологического круговорота углерода и азота, реализуемых через описание продукционного и/или деструкционного звеньев циклов элементов. Модель представляет собой индивидуально-имитирующий, пространственно распределенный имитатор, рассчитывающий рост каждого дерева и его пространственные координаты, высоту, диаметр и густоту древостоя, запасы древесины, пулы (запасы) органического вещества и азота почвы, параметры баланса углерода и некоторые другие характеристики.

Ключевые участки, взятые для вычислительных экспериментов, находятся в пригородных лесах г. Тольятти Самарской области, которые горели в 2010 году. Продолжительность вычислительных экспериментов 140 лет. Вычислительные эксперименты по учету влияния частоты низовых пожаров проводили по следующим сценариям: 1) без пожара («контроль»); 2) 1 пожар в 70 лет; 3) 3 пожара в 35-70-105 лет.

При проведении вычислительных экспериментов были проанализированы параметры баланса общего углерода: нетто первичная продуктивность (NPP), дыхание почв и крупных древесных остатков и потери углерода после пожаров (сгоревшая древесина и подстилка). Баланс углерода рассчитывался как нетто первичная продуктивность (NEP-C).

Проведенные вычислительные эксперименты показали, что модель EFIMOD адекватно отражает развитие почв и древостоев островных сосновых боров степной зоны в отсутствие нарушений. Разовые низовые пожары не вызывают существенного ухудшения параметров древостоя, но приводят к сокращению запасов органического вещества почв на 10-11 %. Более частые пожары (35-70-105) уменьшают показатель NPP практически в 2 раза, запасы древесины сосны на 10%, а органического вещества почвы – на 30%. Необходимо отметить, что 70-летний интервал между низовыми пожарами оказывается почти достаточным для компенсации его экологического ущерба. Более того, обнаружилось некоторое повышение производительности леса в

конце имитации, по-видимому, за счёт мобилизации органического вещества почв минеральных горизонтов, хотя по средним значениям за 140-летний период отмечается только негативное влияние низовых пожаров.

Полученные данные по компонентам баланса углерода в моделируемых сосновых экосистемах позволяют заключить, что частые пожары приводят к отрицательному балансу углерода, и в целом, эти сосняки становятся источником углерода, который возвращается в атмосферу. Степные высокопродуктивные сосняки теряют достаточное количество углерода. Таким образом, пожары приносят значительный экологический урон для экосистемы, но не на ландшафтном и региональном уровне.

Моделирование динамики сукцессии лесных биогеоценозов и лесовосстановительных процессов является важной частью в вопросе изучения влияния лесных пожаров на почвенный покров, потому что представляет неотъемлемый элемент разработки лесохозяйственных мероприятий, ориентированных на поддержание устойчивости лесных экосистем.

Работа выполнена при поддержке РНФ, грант № 17-16-01030.

ЛИТЕРАТУРА

- Чертов О.Г.* Экология лесных земель (почвенно-экологическое исследование лесных местообитаний). Л.: Наука, 1981. 192 с.
- Chertov O., Bhatti J., Komarov A., Mikhailov A., Bykhovets S.* Influence of climate change, fire and harvest on the carbon dynamics of black spruce in Central Canada // *Forest Ecol. Manag.* 2009. V. 257. P. 941–950.
- Komarov A., Chertov O., Zudin S., Nadporozhskaya M., Mikhailov A., Bykhovets S., Zudina E., Zoubkova E.* EFIMOD 2 - A model of growth and elements cycling in boreal forest ecosystems // *Ecological Modelling* 2003.170 (2-3). P. 373-392.

СРАВНЕНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭМИССИИ CO₂ С КОРЫ И ДРЕВЕСИНЫ ВАЛЕЖА РАЗНЫХ СТАДИЙ РАЗЛОЖЕНИЯ

**А.В. МАМАЙ¹, Е.В. МОШКИНА¹, И.Н. КУРГАНОВА², В.О. ЛОПЕС ДЕ ГЕРЕНЮ², Е.В. ШОРОХОВА¹,
И.В. РОМАШКИН¹, Л.Д. СЕРДЮК³, А.Д. ЛИВИТЧУК³**

¹Институт леса - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук», г. Петрозаводск

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пущино

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург

В настоящее время в зарубежных и отечественных исследованиях для количественной оценки эмиссии CO₂ крупными древесными остатками (КДО) в полевых условиях широко используют камерный метод (камеры устанавливаются на поверхность валежного ствола либо фрагменты валежа помещают в герметичные камеры). Несмотря на большой интерес к дыханию КДО, отсутствуют данные об эмиссии CO₂ при разложении коры в естественных условиях. Для

оценки вклада дыхания коры и древесины в общий поток CO_2 с валежа до III класса разложения предложен методический подход (Мамай и др., 2016; Kurganova et. al., 2017), основанный на «методе разделения компонент». Однако необходимо модифицировать данный подход для использования на валеже поздних классов разложения.

Цель исследования – сравнение двух подходов по определению эмиссии CO_2 с коры и древесины валежа разных классов разложения. Объекты – валежные стволы III класса разложения (по классификации Шороховой, 1999), на которых возможно одновременно использовать два подхода (герметично установить камеры на поверхности стволов и подготовить образцы валежа для измерений в камерах). Первый подход (I) заключался в измерении эмиссии CO_2 с ненарушенной поверхности валежа с последующим разделением общего потока CO_2 на дыхание коры и древесины. Проводили три варианта измерений: 1) с ненарушенной поверхности валежа; 2) с оголенной древесины; 3) со срезанной коры. Второй подход (II) основан на измерении эмиссии CO_2 с крупных образцов валежа, помещенных в герметичную камеру. Аналогично I подходу использовали три варианта: 1) образец с корой; 2) образец без коры; 3) кора. Измерения проводили на 12 фрагментах ($l = 1\text{ м}$, $d \approx 23\text{ см}$) валежных стволов сосны, ели, березы и осины (по три ствола на породу) камерным методом (V камер 1.5 и 12 л) с использованием портативного инфракрасного CO_2 – газоанализатора.

В результате вырезания образцов валежа наблюдалось значительное увеличение их CO_2 – эмиссионной активности, которое с течением времени снижалось и стабилизировалось. Время снижения скорости потока CO_2 варьировало от 0.5 до 3.5ч, и было достоверно больше для древесины, чем для коры ($p=0.037$). Величина CO_2 –эмиссионной активности после стабилизации по I подходу выражалась в $\text{мг С/м}^2\text{ ч}$ (с учетом площади поверхности основания камер), по II подходу в мг С/кг ч (с учетом веса помещенных в камеру образцов). Для сравнения полученных результатов был произведен пересчет величины потока CO_2 с единицы площади/массы на потерю углерода с метровой секции модельных стволов (мг С/ч). При измерении с использованием I подхода отмечены различия по потере С при разложении валежа хвойных и лиственных пород (89 ± 4 и 24 ± 5 мг С/ч , соответственно), тогда как по II подходу таких различий не выявлено, и среднее значение для всех пород составило 46 ± 6 мг С/ч . Различия, полученные в I подходе возможно обусловлены особенностями физико-химических свойств коры разных древесных пород, определяющих диффузию CO_2 в валеже. Сходство результатов во II подходе мы связываем со значительным увеличением площади нарушенной поверхности древесины при выпиливании образцов, отсутствием барьерной функции коры, доступом большого количества O_2 и быстрым газообменом.

Для оценки вклада дыхания коры в общий поток CO_2 важно получить объективную

величину эмиссии CO₂ с ненарушенной поверхности валежа. Основным различием подходов I и II является наличие измерений с ненарушенной поверхности валежа в I подходе и отсутствие этого показателя во II-м, что вызывает необходимость расчета коэффициентов для получения сопоставимых результатов. Рассчитали поправочные коэффициенты, равные отношению потерь углерода с ненарушенной поверхности ствола (I-1) к показателю, полученному по II подходу (II-1). Полученные коэффициенты различались для лиственных и хвойных пород и составляли 0.9 и 2.2, соответственно. Вклад дыхания коры в общую эмиссию CO₂ при разложении валежа, рассчитанный по данным, полученным по I и II подходам составил для ели 14 и 16%, для осины и сосны – 5 и 8% , для березы – 1 и 4%, соответственно.

В целом, считаем возможным использование двух подходов для оценки вклада дыхания коры в общий поток CO₂ с валежа. Однако выпиливать фрагменты целесообразно на валеже IV-V классов с сильно разложившейся древесиной и фрагментированной корой, где влияние нарушения целостности ствола на величину эмиссии CO₂ минимальное, и расчет коэффициентов не потребуется. Использование предложенных подходов позволит оценить вклад дыхания коры в общий деструкционный поток и скорректировать уравнения баланса углерода в лесных экосистемах.

ЛИТЕРАТУРА

Kurganova I., Mamai A., Moshkina E., Shorohova E., Romashkin I., Lopes de Gerenyu V. Bark contribution to the total CO₂ fluxes from coarse woody debris in middle taiga: methodological aspect // BIOGEOMON 2017. Book of Abstract (Edited by Martin Novak, Pavel Kram and Marketa Stepanova). Krakov, 2017. P. 287-288.

Мамай А.В., Мошкина Е.В., Лопес де Гереню В.О., Шорохова Е.В., Курганова И.Н., Ромашкин И.В. Методический подход к определению вклада коры в общую эмиссию углекислого газа при разложении валежа // Стационарные исследования лесных и болотных биогеоценозов: экология, продукционный процесс, динамика: тезисы докладов Всероссийской научной конференции с международным участием. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2016. С. 88-90.

Шорохова Е.В., Шорохов А.А. Характеристика классов разложения древесного детрита ели, березы и осины в ельниках средней подзоны тайги // Труды СПбНИИЛХ. 1999. № 1. С. 17-24.

ПОТОКИ ТЕПЛА И CO₂ В НЕНАРУШЕННОМ ЕЛЬНИКЕ И НА СПЛОШНОЙ ВЫРУБКЕ В ЮЖНОЙ ТАЙГЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

**В.В. МАМКИН¹, Ю.А. КУРБАТОВА¹, В.К. АВИЛОВ¹, Д.Г. ИВАНОВ¹, А.В. ВАРЛАГИН¹,
А.В. ОЛЬЧЕВ^{1,2}**

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук, г. Москва

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет, г. Москва

Сплошная рубка леса оказывает существенное влияние на потоки энергии и парниковых газов между лесными экосистемами и атмосферой воздействуя на местный, региональный и глобальный климат. Это влияние во многом определяется локальными климатическими условиями, составом растительности, типом почв и видом проводимых лесохозяйственных мероприятий.

Данная работа посвящена анализу влияния сплошной рубки на потоки энергии, водяного пара и CO_2 на основе непрерывных экспериментальных наблюдений методом турбулентных пульсаций в ненарушенном неморальном ельнике и на сплошной вырубке первого года на территории Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника на Юго-Западе Валдайской возвышенности (Тверская обл.) в течение одного вегетационного периода. Объекты исследования были расположены на расстоянии около 8 км друг от друга, что позволило производить оценку потоков в одинаковых погодных условиях. Результаты исследования показали существенные отличия радиационного баланса и потоков CO_2 в экосистемах ненарушенного леса и вырубки. Кумулятивные суммы турбулентного потока тепла (H) и затрат тепла на суммарное испарение (LE) в лесу превышали кумулятивные суммы H и LE на сплошной вырубке. Отношение Боуэна ($\beta=H/LE$) значительно варьировало в течении периода измерений в обеих экосистемах. В то время как, H и LE были примерно одинаковыми весной, LE значительно превышало H летом ($\beta \approx 0.2$ – в лесу и $\beta = 0.4$ – на вырубке). Средняя величина β за весь период измерений была одинакова ($\beta \approx 0.5$) в обеих экосистемах. Анализ потоков CO_2 показал, что сплошная вырубка была источником CO_2 для атмосферы на уровне суточных сумм в течении всего периода измерений. Средняя величина чистого экосистемного обмена (NEE) на вырубке составила $3.3 \pm 1.3 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$, в то время как средний NEE ненарушенного леса было около нуля ($0.1 \pm 1.9 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$). Разница оценок NEE в основном определялись различиями валовой первичной продукции (GPP) между экосистемами ($7.0 \pm 4.1 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$ и $4.1 \pm 3.0 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$, в ненарушенном лесу и на сплошной вырубке соответственно) при незначительной разнице полного дыхания экосистемы (TER) ($7.1 \pm 3.6 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$ в ненарушенном лесу $7.4 \pm 3.4 \text{ гС} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{сут}^{-1}$ и на сплошной вырубке соответственно). TER ненарушенного леса продемонстрировало более заметную чувствительность к температуре верхнего горизонта почвы, а GPP на сплошной вырубке отличалось более высокими значениями коэффициентами использования фотосинтетической активной радиации. Оценки TER сплошной вырубки в южной тайге оказались выше большинства ранее полученных оценок исследований, проведённых в других экосистемах сплошных вырубок в лесах бореальных и умеренных широт.

Работа была выполнена при финансовой поддержке гранта Российского Научного Фонда РФ 14-14-00956-П, РФФИ и РГО в рамках научного проекта № 17-05-41127 РГО_а, а также при поддержке программы Президиума РАН № 41 «Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России» и программы президиума РАН №51 «Изменение климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования». Сбор и анализ данных полевых измерений на сплошной вырубке, а также обобщение результатов были выполнены Мамкиным В.В., Ивановым Д.Г., Ольчевым А.В. и Курбатовой Ю.А.

При поддержке гранта Российского Научного Фонда РФ 14-14-00956-П. Разработка дизайна полевого эксперимента, контроль работы измерительного комплекса, сбор и обработка первичных данных в ненарушенном ельнике был выполнен Авиловым В.К и Варлагиным А.В. при финансовой поддержке РФФИ и РГО в рамках научного проекта № 17-05-41127 РГО_а, программы Президиума РАН № 41 «Биоразнообразии природных систем и биологические ресурсы России» и программы президиума РАН №51 «Изменение климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования».

ОТКЛИК ЭМИССИИ CO₂ И ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ С-МИНЕРАЛИЗАЦИИ НА ВНЕСЕНИЕ АЗОТА В ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ

А.И. МАТВИЕНКО¹, М.С. ГРОМОВА², О.В. МЕНЯЙЛО¹

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский Федеральный Университет», г. Красноярск

Проблема глобального изменения климата и антропогенного влияния делает необходимым изучения взаимодействия биогеохимических циклов углерода и азота в различных лесных экосистемах (BassiriRad, 2015). В Сибири проведен трехлетний полевой эксперимент с внесением азота и последующим регулярным измерением эмиссии CO₂ из почв под лиственницей сибирской и сосной обыкновенной. Внесение азота привело к достоверному увеличению эмиссии CO₂, что связано с увеличением скорости минерализации органического вещества. Одноразовое внесение азотных удобрений стимулировало активность гетеротрофов и этот эффект проявляется 1–2 года в зависимости от древесной породы. Влияние азота на С-минерализацию под разными древесными породами отличалось не столько силой эффекта в отдельные времена, сколько его длительностью: влияние азота продолжалось 2 года под сосной и 1 год – под лиственницей.

С помощью серии инкубационных экспериментов было показано, что увеличенная эмиссия CO₂ при внесении азотных удобрений в полевых условиях происходит из-за повышения активности гетеротрофных микроорганизмов, минерализующих углеродсодержащие соединения. Причем, максимальный эффект азота проявился в органических горизонтах лесных почв (подстилках) и слабо зависел от концентрации вносимого азота, вероятно из-за иммобилизации азота микробной биомассой. Отрицательный эффект азота на С-минерализацию был достигнут только в годовом инкубационном эксперименте при внесении высокой дозы азотного удобрения в образцах минеральной почвы из-под сосны в результате полимеризации органических молекул почвенного вещества азотом.

Для выяснения влияния дополнительного источника углерода на гетеротрофную активность и температурную чувствительность С-минерализации был проведен лабораторный инкубационный эксперимент с внесением в образцы минерального слоя почвы и подстилки с участков с сосной и лиственницей глюкозы, азота, и глюкозы и азота вместе. Инкубация почвенных образцов и получение данных потока CO_2 из почв необходимых для вычисления значений Q_{10} , проводилась с использованием новой методики, включающей регулярное кратковременное понижение температуры на $10\text{ }^\circ\text{C}$. Это позволяет исключить как изменения в сообществе почвенных микроорганизмов при изменении температуры (острый эксперимент), так и лимитирование скорости реакции быстрым использованием микроорганизмами легкоминерализуемого органического вещества.

Как и ранее, эффект внесения азота на эмиссию CO_2 проявился в большей степени в подстилке сосны, чем лиственницы, а в минеральных горизонтах такового не было. Добавка глюкозы значимо увеличила скорость выделения CO_2 во всех почвенных горизонтах. Температурная чувствительность была больше в минеральных горизонтах почв, чем в подстилках. Глюкоза и внесение глюкозы совместно с азотом не оказало никакого эффекта на температурную чувствительность С-минерализации. Однако внесение только азота увеличило Q_{10} в минеральных горизонтах. Этот результат представляется важным, поскольку, увеличение азотных выпадений в лесных экосистемах в условиях потепления климата в долгосрочной перспективе может отрицательно повлиять на запас почвенного С.

ЛИТЕРАТУРА

BassiriRad H. Consequences of atmospheric nitrogen deposition in terrestrial ecosystems: old questions, new perspectives // *Oecologia*. 2015. V. 177 (1). P. 1-3.

МИКОРИЗА И СТАБИЛИЗАЦИЯ СВЕЖЕГО УГЛЕРОДА В ПОЧВЕ

О.В. МЕНЯЙЛО¹

¹Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Красноярск

Микориза играет важную роль в накоплении и стабилизации органического вещества почв. Предложено несколько механизмов влияния микоризы на почвенный углерод. Во-первых, микоризные гифы, потребляя значительную часть свежefиксированного углерода растений, сами являются источником почвенного углерода. Во-вторых, микоризы древесных растений – эктомикоризы могут потреблять органические азотсодержащие вещества, уменьшая содержание органического вещества почв. Наконец, микориза конкурирует за питательные вещества и воду с гетеротрофными микроорганизмами, уменьшая их активность минерализации почвенного

углерода (эффект Гадгила). Последний эффект особенно актуален в связи с увеличением концентрации атмосферного CO_2 и увеличением поступления углерода в почву с опадом. Увеличенное поступление свежего органического вещества в почву приводит к изменению, часто увеличению, скорости минерализации и потери старого углерода – эффект прайминга. Микориза, регулируя активность гетеротрофов, может повлиять на судьбу почвенного углерода при увеличении CO_2 в атмосфере.

Целью исследования являлось определение вклада эктомикоризы в прайминг органического вещества почвы. Работа проведена на серой лесной почве в культурах кедр сибирского, использован метод сетчатых колец – трубы с прорастанием микоризы и без. Для оценки прайминга вносился во все варианты раствор глюкозы, содержащую изотопную метку ^{13}C . Затем в течении двух суток измерялся поток CO_2 из всех колец и определялось содержание ^{13}C в CO_2 . Внесение глюкозы увеличивало поток CO_2 на 20-30%, однако вклад углерода внесенной глюкозы составлял лишь 15-20% от экстра- CO_2 . Т.е. большая часть увеличенного потока CO_2 объясняется праймингом. В присутствии микоризы, прайминг был в три-четыре раза больше, чем в почве без микоризы. Через два года после эксперимента, в почву была внесена обычная глюкоза, без изотопной метки. В образованном CO_2 все-таки регистрировался сигнал ^{13}C , происходивший из глюкозы, вносимой два года назад. Причем, больше углерода глюкозы стабилизировалось в почве без микоризы. Таким образом, эктомикориза лесных почв, увеличивает потери почвенного углерода при поступлении свежего лабильного органического вещества и уменьшает его стабилизацию. Обнаруженная в Швеции положительная связь содержания почвенного углерода и микоризных гиф указывает на преобладание первого механизма влияния микоризы на почвенный углерод, т.е. гифы – источник почвенного углерода.

ЭМИССИЯ CO_2 С ПОВЕРХНОСТИ СТВОЛОВ ЕЛИ И СОСНЫ

А.Г. МОЛЧАНОВ¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лесоведения Российской академии наук, Московская обл., с. Успенское

В связи с климатическими изменениями, наблюдаемыми в настоящее время, особую важность приобретают процессы, определяющие потоки CO_2 . В наземных экосистемах основным источником естественного поступления углерода в атмосферу считается дыхание почвы, определяемое активностью микроорганизмов и дыханием корней. В то же время дыхание надземной нефотосинтезирующей части биомассы также играет существенную роль в углеродном балансе природных экосистем. По разным оценкам вклад эмиссии CO_2 с поверхности стволов (дыхание

стволов) в общую эмиссию надземной фитомассы лесов составляет от 5 до 40% (Молчанов, 2007; Goulden et al., 1996; Law et al., 1999; Zha et al., 2004). В Подмоскowie интенсивность эмиссии CO_2 со ствола сосны в летний период составляла $2.5-5.0 \text{ мг } \text{CO}_2 \text{ дм}^{-2} \text{ ч}^{-1}$ или $1.6-3.2 \text{ мкмоль } \text{CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$. Интенсивность фотосинтеза ели составляет около $2 \text{ мкмоль } \text{CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$ (Молчанов, Татаринов, 1999), а сосны до $3 \text{ мкмоль } \text{CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$ (Молчанов, 2007). В Тверской области в спелом насаждении ели (Молчанов и др., 2011), зависимость дыхания от температуры у живых деревьев в неморальном ельнике в период с июня по начало августа одинакова, с изменением температуры от 10 до 20°C дыхание увеличивается примерно в 2 раза. Однако деревья разного класса роста ведут себя по-разному. Получены уравнения зависимости дыхания стволов от диаметра и температуры воздуха, как для всего вегетационного периода, так и по месяцам. В основном дыхание ствола обусловлено интенсивностью роста дерева по диаметру, и эта закономерность сохраняется независимо от того, в каком типе леса дерево находится (Молчанов, и др., 2011).

Цель настоящего исследования – сравнение интенсивности эмиссии CO_2 поверхности стволов сосны и у стволов ели произрастающих в одинаковых близких к оптимальным лесорастительных условиях.

Исследования дыхания стволов сосны обыкновенной и ели проводились в Серебряноборском опытном лесничестве Института лесоведения РАН в Московской области. В Серебряном Бору измерения проводились в 140-летнем сосняке разнотравно-черничном I бонитета и произрастающей рядом 60-летней куртине ели. В этом месте почва дерново-слабоподзолистая супесчаная, уровень почвенно-грунтовых вод 2.0-2.5 м. Для измерений нами были выбраны деревья сосны I класса роста высотой 26-29 м и диаметром 40-45 см. Дыхания стволов ели обыкновенной проводились там же на дереве 60 лет возраста I класса роста высотой 22 м и диаметром 30 см.

Измерение эмиссии CO_2 с поверхности стволов проводилось с помощью метода экспозиционных камер по открытой схеме (Edwards, Sollins, 1973). Эмиссия CO_2 с поверхности ствола рассчитывалась как функция разности концентраций CO_2 между выходящим из камеры и входящим в камеру наружным воздухом, скорости воздушного потока, и площади поверхности камеры прилегающей к стволу (Молчанов, 2010; Молчанов и др., 2017). Измерения концентрации CO_2 проводились с помощью портативного инфракрасного газоанализатора LI-820 (Li-Cor, США). Показания газоанализатора регистрировались каждые 5 секунд и сохранялись с 20 секундным осреднением на накопителе данных EMS (Чехия), с помощью автоматической системы переключения каналов, построенного на основе трехходового переключателя, позволяющей осуществлять прокачку воздуха через камеры в течение всего периода измерений, а также когда измерения газообмена через камеру не проводились.

При сравнении газообмена сосны и ели получили, что интенсивность фотосинтеза у сосны

значительно выше, чем у ели, примерно в 2-3 раза. Однако продуктивность этих видов практически одинакова. Такое различие можно объяснить значительным различием в массе хвои в этих древостоях. По этой причине можно было бы предположить, что дыхание с поверхности стволов должно быть одинаковым, (поверхность стволов в древостоях примерно одинакова). Однако по нашим данным оказалось, что интенсивность эмиссии CO₂ с поверхности стволов ели по сравнению с поверхности стволов сосны, весной в среднем на 50% выше, а в начале лета, когда предрассветный водный потенциал хвои ели становится -1.2 : -1.4 МПа эмиссия CO₂ с поверхности стволов обеих пород становится одинаковой. По-видимому, на супесчаной почве в верхнем слое запас почвенной влаги для ели, имеющие поверхностные корни, становится в какой-то мере недостаточным, а сосна может использовать влагу из более глубоких слоев почвы. Суточные изменения у обеих пород одинаковы.

ЛИТЕРАТУРА

- Молчанов А.Г. Баланс CO₂ в экосистемах сосняков и дубрав в разных лесорастительных зонах. Тула: Гриф и К., 2007. 284 с.
- Молчанов А.Г. Мониторинг эколого-физиологических показателей в экосистемах // Серебряноборское опытное лесничество: 65 лет лесного мониторинга. М.: КМК, 2010. С. 112-129.
- Молчанов А.Г. CO₂ древостоев в естественных условиях // Фотосинтетическая деятельность и продукционные процессы фитоценозов. Выпуск 1. Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2014. С. 63–88.
- Молчанов А.Г. Татаринов Ф.А. Изменчивость световых кривых фотосинтеза в пределах кроны ели // Лесоведение. 1993. № 3. С. 61-70.
- Молчанов А.Г., Татаринов Ф.А., Курбатова Ю.А. Эмиссия CO₂ стволами живых деревьев и валежом в еловых лесах юга-запада Валдайской возвышенности // Лесоведение. 2011. № 3. С.14-25.
- Молчанов А.Г., Курбатова Ю.А., Ольчев А.В. Влияние сплошной вырубki леса на эмиссию CO₂ с поверхности почвы // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2017. № 2. С. 190-196.
- Edwards N.T, Sollins P. Continuous measurement of carbon dioxide evolution from partitioned forest floor components // Ecology. 1973. V. 54(2). P. 406-412.
- Goulden M.L., Munger J.W., Fan S.-M. et al. Measurements of carbon sequestration by longterm eddy covariance: methods and a critical evaluation of accuracy // Global Change Biol. 1996. V. 2. P. 169-182.
- Law B.E., Ryan M.G., Anthoni P.M. Seasonal and annual respiration of a ponderosa pine ecosystem // Global Change Biol. 1999. V. 5. P. 169–182.
- Zha T., Kellomaki S., Wang K-Y., Ryyppo A., Ninisto S. Seasonal and Annual Stem Respiration of Scots Pine Trees under Boreal Conditions // Annals of Botany. 2004. V. 94(6). P. 889-896.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВНЕТРОПИЧНОЙ РЕКРЕАЦИИ НА НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ И ПОЧВЫ СУХИХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ

М.А. НАДПОРОЖСКАЯ¹, Д.М. МИРИН¹, А.Ю. БЕЛОЛИПЕЦКАЯ¹,
Ю.М. ЕРМАКОВИЧ¹, К.Л. ЯККОНЕН¹

¹Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург

В связи с ростом городского населения все более актуальными становятся исследования рекреационно-дигрессионных изменений пригородных лесов для нормирования их посещаемости. В Ленинградской области сосновые леса составляют около 40% от лесопокрытой площади. Сосна, хотя и адаптирована к широкому диапазону экофизиологических условий, но при

ухудшении режимов влажности и питания (из-за повреждения поверхностных почвенных горизонтов) уменьшает скорость роста. Особенно привлекательны для отдыхающих сухие сосновые леса, чувствительные к рекреации и поэтому нуждающиеся в контроле в первую очередь. Влияние нерегулярной внедорожной рекреации на лесные экосистемы почти не исследовано (Кузнецов и др., 2017). Цель работы – комплексная оценка изменения растительности и почв сухих сосняков на начальных стадиях рекреационной дигрессии. Объекты исследования – сосновые зеленомошные леса на подбурях иллювиально-железистых оподзоленных (Entic Podzol, WRB, 2014) Приозерского района Ленинградской области. Почвообразующие породы – плохо сортированные песчаные мелкозернистые водно-ледниковые отложения. Две пробные площадки (20x20 м) были заложены на верхней трети оза в сосняке зеленомошно-черничном: 1) фон (N 60,62851, E 30,09084), сплошной мохово-лишайниковый покров, редкие тропинки едва намечены; 2) рекреация (N 60,62578, E 30,08848), тропиновые сети хорошо проработаны. Изменение растительности и почв на пробных площадках оценили по 5 участкам, заложенным в межкороновых пространствах и вне дорожно-тропиночной сети. Учет запасов лесных подстилок проведен по подгоризонтам (L (O'), F (O''), H (O''')) (25x25 см, повторность 5). Пробы минеральных горизонтов почв также отобраны в пятикратной повторности. Статистическая обработка результатов проведена с помощью программы IBM SPSS Statistics по апостериорному критерию Стьюдента-Ньюмена-Келса.

По внешним признакам изученный массив соснового леса выглядит почти однородным по растительности и почвам. Различия параметров древостоя и степени нарушенности напочвенного покрова и поверхности почвы по пробным площадкам кажутся вызванными преимущественно рекреационной нагрузкой. Определение возраста деревьев (по годичным кольцам в кернах) и сроков прохождения лесных пожаров (низовых и верховых) выявило более сложную зависимость состояния лесной экосистемы и действующих факторов. На площадке рекреации возраст сосен вдвое больше, чем на фоне (128-138 лет и 63-68, соответственно), а средняя высота сосен 1 яруса меньше, чем на фоне на 7 м (15 м и 22 м, соответственно). На площадке рекреации отмечено наличие подроста сосны (550 шт/га) и ели (*Picea abies* 100 шт/га). Согласно нормативным документам (ОСТ 56-100-95) по выраженности тропиночной сети и состоянию растительности площадка рекреации отнесена ко второй стадии дигрессии. По проективному покрытию кустарничкового яруса статистически достоверных различий между фоном и рекреацией не выявлено. Проективное покрытие мохово-лишайникового покрова сократилось на треть. Исчезли виды кустистых лишайников плохо переносящие вытаптывание. Видовой состав живого напочвенного покрова показывает, что низовой пожар на площадке рекреации прошел 12-15 лет назад. На фоновой площадке низового пожара не было более 20 лет. Под влиянием рекреации

существенно изменены сложение и структура лесных подстилок. Влажность органогенных горизонтов площадки рекреации в 1,5-2 раза меньше, чем фона. Под влиянием рекреации увеличились отношения C/N в подгоризонтах лесных подстилок (с 25-35 до 36-45 для фона и рекреации соответственно). Отмечено пятикратное повышение зольности органогенных подгоризонтов Н, уменьшение степени насыщенности основаниями всех подгоризонтов лесных подстилок (с 25-30 до 5-20 для фона и рекреации соответственно). Запасы органического вещества поверхностных горизонтов изученных подбуров фона и рекреации статистически достоверно не различаются и не могут служить индикаторами сукцессионной стадии экосистемы, поскольку их формирование проходило под совокупным действием разнонаправленных факторов: верховых пожаров, определяющих возраст древостоев; низовых пожаров, сокращающих запасы органогенных горизонтов; рекреации, меняющей строение и водно-воздушные режимы лесных подстилок. При изучении влияния рекреационной дигрессии генетические названия лесных почв следует дополнить уточнением состояния органогенных горизонтов по классификации форм гумуса. Это дает возможность учесть рекреационно-дигрессионные изменения лесных подстилок. По классификации форм гумуса лесных почв (Чертов, Надпорожская, 2018) названия почв будут отражать произошедшие на второй стадии рекреационной дигрессии изменения. Почвы фона – подбуры оподзоленные сухие грубогумусные, почвы участка 2-й стадии рекреационной дигрессии – подбуры оподзоленные сухие малогумусные.

ЛИТЕРАТУРА

- Кузнецов В.А., Рыжова И.М., Стома Г.В. Изменение свойств почв лесопарков Москвы при высоком уровне рекреационной нагрузки // Почвоведение. 2017. № 10. С. 1270-1280.
Чертов О.Г., Надпорожская М.А. Формы гумуса лесных почв: концепции и классификации // Почвоведение. 2018. № 10. С. 1202-1214. DOI: 10.1134/S0032180X18100027

ЭМИССИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА С ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ СРЕДНЕТАЕЖНОГО СОСНЯКА БРУСНИЧНО-ЛИШАЙНИКОВОГО

А.Ф. ОСИПОВ¹

¹Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук, г. Сыктывкар

Эмиссия с поверхности почв является доминирующим потоком CO₂ в атмосферу из лесных экосистем (ArchMiller, Samuelson, 2015). Сосновые леса, занимая значительные площади на европейском Севере, выполняют важные биосферные функции. Оценки эмиссии CO₂ с поверхности почв сосняков единичны. Цель работы – дать оценку эмиссии диоксида углерода с поверхности подзола иллювиально-железистого сосняка бруснично-лишайникового в течение вегетационных периодов 2014 – 2017 гг.

Исследования выполнены в течение вегетационных периодов 2014 – 2017 гг. в производном сосняке бруснично-лишайниковом на территории Чернамского лесного стационара

Института биологии Коми НЦ УрО РАН. Древостой сосняка находится в стадии приспевания, характеризуется густотой деревьев 2533 экз. га⁻¹, запасом древесины 246 м³ га⁻¹, абсолютной полнотой 32 м² га⁻¹. Напочвенный покров отличается мозаичностью. В нем преобладают *Vaccinium vitis-idaea* L., *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. и лишайники рода *Cladonia* и *Cladina*. Профиль подзола иллювиально-железистого сложен песками, встречается большое количество камней. Мощность лесной подстилки в зависимости от парцеллярной структуры растительного покрова изменяется от 1 (лишайниковая) до 3 см (зеленомошная), а ее рН_(вод) варьирует в пределах 3,8–4,4. Используя инфракрасный газоанализатор LICOR 8100 (LI-COR Biosciences, США) с почвенной камерой 20 см выполняли регулярные (один-два раза в месяц) измерения эмиссии CO₂. Принципы и длительность циклов измерения описаны нами ранее (Осипов, 2015). Характеристика метеорологических характеристик в 2014–2015 гг. дана по данным Коми ЦГМС, а в 2016–2017 гг. используя функцию «Архив погоды» на сайте «Расписание погоды» (www.rp5.ru) для метеостанции «Сыктывкар», расположенной в 40 км на юго-восток от участка исследований. Статистическая обработка данных выполнена с использованием программ Microsoft Excell и Statistica (StatSoft, США).

За период наблюдений с 2014 по 2017 гг. более благоприятным по температурному режиму был 2016 г., когда средняя температура воздуха летних месяцев и в течение вегетационного периода превышала остальные года на 0.5–3.5 °С. Сумма эффективных и активных температур в этом году была больше в 1,1–1,3 раза. Кроме того, вегетационный период 2016 г. характеризовался и большим количеством осадков (445 мм), превышающим 1,1–1,5 раза остальные годы исследований.

Выявлено, что кривая сезонной динамики дыхания подзола иллювиально-железистого следует за ходом температуры верхних горизонтов. Более высокую (2,2 – 4,4 гСм²/сут.) эмиссию CO₂ наблюдали во второй половине июля – начале августа с более высокими показателями скорости потока в 2016 г. Довольно благоприятный гидротермический режим почв, вызванный теплой погодой и достаточным количеством влаги, способствовал смещению максимума потоков диоксида углерода с поверхности почвы в июне 2015 г. (4,50±0,78 г С м⁻² сут⁻¹) и конце августа 2016 г. (4,26±0,37 г С м⁻² сут⁻¹), которые были сопоставимы с наивысшими значениями.

Известно, что в таежной зоне температура почвы является ведущим фактором, влияющим на поток диоксида углерода с поверхности лесных почв (Кудеяров и Курганова, 2005). Расчет парных коэффициентов корреляции показал высокую (R=0,79–0,86; p<0,05) положительную взаимосвязь между эмиссией CO₂ и температурой почвы сосняка бруснично-лишайникового на глубине 10 см в годы исследований. Температурный коэффициент Q₁₀ изменялся от 2,23 до 3,67 с более низким его значением в 2017 г. и относительно высоким – в 2015 гг.

Используя данные по среднесуточной температуре почвы и значения коэффициента Q_{10} была проведена оценка количества углерода, выделяемого в форме CO_2 с поверхности подзола иллювиально-железистого. Установлено, что из почвы среднетаежного сосняка бруснично-лишайникового в течение вегетации выделялось 265 ± 30 г С м⁻², 244 ± 64 г С м⁻², 319 ± 88 г С м⁻² и 200 ± 39 г С м⁻² в 2014 г., 2015 г., 2016 г. и 2017 г., соответственно.

Работа выполнена при поддержке Комплексной программы УрО РАН № 18-4-4-29 «Зональные закономерности бюджета углерода в лиственно-хвойных экосистемах европейского Северо-Востока».

ЛИТЕРАТУРА

- Кудеяров В.Н., Курганова И.Н. Дыхание почв России: анализ базы данных, многолетний мониторинг, моделирование, общие оценки // Почвоведение. 2005. № 9. С. 1112-1121.
- Осинов А.Ф. Эмиссия диоксида углерода с поверхности почвы спелого сосняка черничного в средней тайге Республики Коми // Лесоведение, 2015. № 5. С. 356-366.
- ArchMiller A.A., Samuelson L.J. Intra-annual variation of soil respiration across four heterogeneous longleaf pine forests in the southeastern United States // Forest Ecology and Management. 2016. V. 359. P. 370-380.

ОЦЕНКИ НАЧАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ КУЛЬТУР *PINUS SILVESTRIS* L В ПОДМОСКОВЬЕ В РАМКАХ ЗАДАЧ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЦИКЛОВ АЗОТА И УГЛЕРОДА

И.В. ПРИПУТИНА¹, Г.Г. ФРОЛОВА¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пущино

В литературе по искусственному восстановлению лесов основное внимание уделяется таким показателям начальной стадии формирования древостоев как приживаемость и ход роста культур. Оценки запасов и соотношение фракций фитомассы древостоев, как интегрального показателя интенсивности продукционного процесса, для посадок возраста менее 10 лет крайне редки (Усольцев, 2007). И практически не исследован вопрос, как соотносятся эти показатели и пространственная структура искусственно создаваемых лесных экосистем, что необходимо учитывать при моделировании биогенных циклов элементов в рамках многих лесоводственных и экологических задач, включая оценки стока углерода лесами России или прогноз динамики плодородия лесных почв в условиях интенсивного лесопользования.

Целью наших исследований был анализ таксационных, морфометрических и фитогеохимических показателей молодых лесных культур *Pinus silvestris* L., заложенных в 2014-2017 гг. в Южном Подмоскowie в рамках программы искусственного восстановления лесов. В частности, изучался последовательный возрастной хроноряд культур сосны от 2 до 5 лет, которые были созданы в Серпуховском р-не Московской обл. Культуры заложены на участках площадью 2-4 га после сплошной санитарной рубки хвойно-лиственных древостоев на дерново-слабоподзолистых почвах легкого гранулометрического состава. Раскорчевка участков от пней не

проводилась; порубочные остатки складировались в крупные кучи и сожжены. Культуры сформированы весенней посадкой 2-летних саженцев в дно борозды. Расстояние между саженцами в ряду в среднем 70-80 см, размеры междурядий – 3-3.5 м.

В конце июля 2017 г. на исследуемых участках были заложены пробные площадки (далее ПП) размером 25x25 м, занимающие относительно выровненные поверхности (без явно выраженных уклонов или депрессий в рельефе). На всех ПП проведен пересчет деревьев, измерены их высоты (H) и диаметры ствола у корневой шейки (D_0). В непосредственной близости от ПП были отобраны модельные деревья (от 9 до 16 шт.) для определения массы и химического состава органов (включая корни). Статистическая обработка полученных данных проведена в среде статистического программирования R (R Core Team, 2015).

Средние значения таксационных показателей H и D_0 для исследуемых культур сосны закономерно возрастали от посадки 2017 к 2014 г., составив, соответственно: H – 23, 36, 49 и 92 см, D_0 – 0.4, 0.7, 0.9 и 2 см. Измеренные показатели сильно варьировали на всех ПП, и это варьирование усиливается по мере роста культур за счет того, что минимальные значения для посадок разного года сопоставимы, а максимальные – последовательно повышаются в более старших культурах, составив по высоте 4-х кратное превышение для посадки 2014 г. по сравнению с 2017 г. Это усиление дифференциации параметров роста культур в первые годы после посадки саженцев отражает известный в лесоводстве переход от стадии приживаемости к стадии индивидуального роста и для каждого саженца зависит от многих факторов, совместное влияние которых имеет, как правило, случайный характер (Гаврилова, Хлюстов, 2013). Как следствие, относительно однородная в морфометрическом отношении начальная структура древостоя нарушается, что отражается на его продукционных характеристиках и пространственном соотношении интенсивности биогенного цикла в пределах участков.

На момент полевых измерений, саженцы посадки 2017 г. были представлены преимущественно особями ювенильного онтогенетического состояния (у которых ветвление отсутствует) или переходными к имматурному (с зачаточным ветвлением), что определило близкую к линейной зависимость суммарной фитомассы модельных растений от их высоты. В культурах 2014-2016 гг., представленных особями имматурного состояния (с ветвями разного порядка), эта зависимость более сложная. Но у всех модельных саженцев доля хвои составила около половины от их суммарной фитомассы, что принципиально отличает их от деревьев старших классов возраста, у которых соотношение масс разных фракций перераспределяется в пользу стволовой древесины (Комаров и др., 2017). Преобладание массы хвои в суммарной фитомассе молодых саженцев по сравнению с массой древесных фракций наглядно отражает роль ассимилирующих органов в создании продукции древостоя и особенности жизненной стратегии на разных стадиях

роста древостоев. Выявленные зависимости требуют учета при моделировании динамики роста лесных культур.

Исследования проводятся при частичной финансовой поддержке РФФИ и Министерства инвестиций и инноваций Московской области (проект №17-45-500038) и РНФ (проект №18-14-00362).

ЛИТЕРАТУРА

Гаврилова О.И., Хлюстов В.К. Закономерности роста и продуктивности лесных культур сосны на стадии индивидуального роста (1-6 лет). *Resources and Technology*. 2013. № 10 (1). С. 44-72.

Комаров А.С., Гинжул Л.К., Шанин В.Н., Быховец С.С., Бобкова К.С., Кузнецов М.А., Манов А.В., Осипов А.Ф. Особенности распределения биомассы бореальных видов деревьев по фракциям // *Лесоведение*. 2017. № 6. С. 656-664.

Усольцев В.А. Биологическая продуктивность лесов Северной Евразии: методы, база данных и ее приложения. Екатеринбург: УрО РАН. 2007. 635 с.

R Core Team. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015. URL: <http://www.R-project.org/> (дата обращения – 29.08.2018).

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ НОРМАТИВОВ ОЦЕНКИ УГЛЕРОДНОГО БЮДЖЕТА ЛЕСОВ

Д.Г. ЩЕПАЩЕНКО^{1,2}, А.З. ШВИДЕНКО^{1,3}, Е. МОЛЧАНОВА⁴

¹ International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg

² Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»
Мытищинский филиал, г. Мытищи

³ Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук, Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»,
г. Красноярск

⁴ University of Canterbury, Christchurch, New Zealand

Структура фитомассы является важной характеристикой лесов. Показатели структуры фитомассы (соотношение отдельных фракций фитомассы, конверсионные коэффициенты) используются в оценке углеродного бюджета лесов, мониторинге динамики лесов, моделировании фитомассы, оптимального использования и управления лесами. В этой работе мы использовали базу данных пробных площадей (около 10 тыс.), где структура фитомассы измерялась деструктивными методами (Schepaschenko et al., 2017) для построения многомерных регрессионных моделей, которые описывают различные фракции фитомассы (ствол, ветви, зелёные части и корни) как функцию от возраста, полноты и бонитета древостоев основных лесобразующих пород России. Для оценки неопределенности и построения доверительных интервалов был использован бутстрап. Средняя ошибка между данными измерений и модельными оценками составила -1.0% для конверсионного коэффициента VCEF, - 0.6% для BEF и 11.6% для соотношения надземной и подземной частей.

Полученные регрессионные модели были применены к агрегированным данным государственного лесного регистра и к карте лесного покрова (Щепащенко и др., 2015; Schepaschenko et al., 2011) для получения пространственно распределенных оценок конверсионных

коэффициентов и доли подземной фитомассы для российских лесов. Уравнения и карты опубликованы в работе Schepaschenko et al. (2018) и могут быть использованы для преобразования запасов древостоев в фитомассу отдельных фракций. Преимущество вновь полученные результаты заключается в использовании всех доступных измерений фитомассы и оценка неопределённостей. Полученные конверсионные коэффициенты могут использоваться в различных приложениях, в частности для использования в национальной отчетности для UNFCCC (Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций об изменении климата) и FAO FRA (оценка лесных ресурсов Продовольственной и Сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций).

ЛИТЕРАТУРА

Щепащенко Д.Г., Швиденко А.З., Лесив М.Ю., Онтиков П.В., Щепащенко М.В., Кракнер Ф. Площадь лесов России и её динамика на основе синтеза продуктов дистанционного зондирования // Лесоведение. 2015. № 3. С. 163–171.

Schepaschenko D., McCallum I., Shvidenko A., Fritz S.; Kraxner F., Obersteiner M. A new hybrid land cover dataset for Russia: a methodology for integrating statistics, remote sensing and in situ information // Journal of Land Use Science. 2011. V. 6 (4). P. 245-259.

Schepaschenko D.G., Shvidenko A.Z., Usoltsev V., Lakyda P., Luo Y., Vasylyshyn R., Lakyda I., Myklush Y., See L., McCallum I., Fritz S., Kraxner F., Obersteiner M. A dataset of forest biomass structure for Eurasia // Scientific Data. 2017. V. 4. Art: 170070. DOI: 10.1038/sdata.2017.70.

Schepaschenko D., Moltchanova E., Shvidenko A., Blyshchyk V., Dmitriev E., Martynenko O., See L., Kraxner F. Improved Estimates of Biomass Expansion Factors for Russian Forests // Forests. 2018. V. 9(6), Art: 312. DOI: 10.3390/f9060312.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОСНОВНЫХ ЭКОСИСТЕМНЫХ ФУНКЦИЙ ЛЕСОВ СЕВЕРО-ЗАПАДА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РФ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

В.Н. ШАНИН^{1,2}, С.С. БЫХОВЕЦ³, О.Г. ЧЕРТОВ³

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов Российской академии наук, г. Москва

¹ Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, г. Пушкино

³ Технологический университет Бингена, Германия, г. Бинген

Цель исследования состояла в оценке комбинированного влияния нескольких внешних факторов (рост поступления соединений азота, изменение климата, пожары и режимы лесопользования) на продукцию фитомассы, динамику запасов углерода и азота в экосистеме и видового состава древостоя с учетом специфики типов леса для бореальных лесов северо-запада Европейской части РФ (Республика Карелия и Карельский перешеек) и объяснении прогнозируемых изменений с точки зрения представления экосистемных процессов в применяемой модели. Оценка должна учитывать совместное влияние перечисленных выше факторов и различия в физико-химических свойствах почвы, связанные с типом местообитания.

Основная гипотеза состояла в том, что изменения в видовом составе древостоя, как в процессе естественного развития, так и при разного рода нарушениях, определяют динамику экосистемных пулов углерода и азота.

В работе использовалась система моделей EFIMOD (Komarov et al., 2003), которая является индивидуально-ориентированной и описывает сопряженную динамику древостоя и пулов органического вещества почвы. Использование видоспецифичных коэффициентов в процедурах системы моделей позволяет имитировать рост и развитие смешанных древостоев, воспроизводя жизненные стратегии разных древесных видов в конкуренции за ресурсы с учетом пространственной неоднородности окружающей среды. Для инициализации модели использовались материалы описаний на 83 постоянных пунктах наблюдения (ППН), заложенных в 2008 году в рамках программы UNECE ICP Forests на Карельском перешейке и в Республике Карелия (Lukina et al., 2013). Леса сформированы главным образом елью обыкновенной (*Picea abies*), сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*) и, в меньшей степени, березой пушистой (*Betula pubescens*) (Доронина, 2007). Молодняки занимают более 36% от общей площади, средневозрастные – 33%, спелые и перестойные – около 31% (Крышень, 2010).

Моделирование осуществлялось по нескольким имитационным сценариям, имитирующим как ненарушенное развитие лесных экосистем, так и действие ряда факторов: роста загрязнения атмосферы соединениями азота в результате деятельности человека, низовых пожаров, сплошных рубок, а также совместного воздействия нескольких факторов. В дополнение к имитационным сценариям, использовались сценарии изменения климата RCP2.6, RCP4.5, RCP6.0 и RCP8.5, основанные на Пятом оценочном докладе МГЭИК (IPCC, 2014).

Показано, что деревья воздействовали на среду обитания посредством количества и качества опада, которые изменялись во времени вследствие изменения структуры полога. В свою очередь, окружающая среда также влияла на рост и возобновление различных древесных видов в лесных сообществах, при этом количество доступного азота и влажность почвы выступали как основные факторы, определяющие развитие древостоев. Кроме того, существующая структура древостоя также оказывала влияние на собственное дальнейшее развитие, благодаря процессам конкуренции за ресурсы. Внешние факторы воздействовали на древостои непосредственно или косвенно, через изменения в условиях местообитания. Обнаружено, что взаимодействия между факторами могут быть как положительными, так и отрицательными. В частности, эффекты от рубок и пожаров частично суммировались, в то время как поступление азота частично компенсировало негативное воздействие этих видов нарушений. И продукция биомассы, и накопление углерода и азота в органическом веществе почвы были ниже в бедных и сухих

лесных местообитаниях. Учет особенностей разных типов леса позволил экстраполировать прогнозы по локальным имитационным площадкам на уровень региона.

Работа выполнена в рамках проекта FP7 ERA-NET Sumforest – POLYFORES при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования (уникальный идентификатор проекта RFMEFI61618X0101).

ЛИТЕРАТУРА

Доронина А.Ю. Сосудистые растения Карельского перешейка (Ленинградская область). М: Товарищество научных изданий КМК, 2007. 574 с.

Крышень А.М. Типы лесорастительных условий на автоморфных почвах в Карелии // Ботанический журнал. 2010. Т. 95. № 3. С. 281-297.

IPCC: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / *Core Writing Team, Pachauri R.K., Meyer L.A.* (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland, 2014, 151 p.

Komarov A.S., Chertov O.G., Zudin S.L., Nadporozhskaya M.A., Mikhailov A.V., Bykhovets S.S., Zudina E.V., Lukina N.V., Orlova M.A., Gornov A.V., Kuznetsov P.V., Knyazeva S.V., Smirnov V.E., Isaeva L.G. Assessment of sustainable forest management criteria using indicators of the international programme ICP Forests // Contemporary Problems of Ecology. 2013. V. 6. No. 7. P. 734-745.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ.....	5
РАЗВИТИЕ ЛЕСНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА НА ПОСТСОВЕТСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ <i>А.И. Бондарев</i>	5
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ И АНАЛИЗ СТРУКТУРНОЙ СЛОЖНОСТИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ: РОЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ В ПОДДЕРЖАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ <i>П.Я. Грабарник, В.Н. Шанин, П.В. Фролов, И.В. Припутина, С.С. Быховец, Е.В. Зубкова, М.П. Шашков, Н.В. Иванова, Г.Г. Фролова, М.Н. Стаменов, О.Г. Чертов</i>	7
КЛИМАТИЧЕСКИЕ СТИМУЛЫ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ: ОЖИДАНИЯ И РЕАЛЬНОСТЬ <i>Д.Г. Замолодчиков</i>	9
НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В ЗАЩИТНЫХ ЛЕСАХ <i>Н.П. Савиных, О.Н. Пересторонина, А.Г. Гальвас</i>	11
СЕКЦИЯ 1. ОЦЕНКА ЭКОСИСТЕМНЫХ ФУНКЦИЙ И СОСТОЯНИЯ ЛЕСНОЙ БИОТЫ И ПОЧВ	13
ХАРАКТЕРИСТИКА РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ФЛОРЫ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕМИПАЛАТИНСКОГО РЕГИОНА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ <i>Г.С. Айдарханова</i>	13
ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ В ЯКШИНСКОМ ЛЕСНИЧЕСТВЕ ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО ЗАПОВЕДНИКА В 1936-2018 ГОДЫ <i>А.А. Алейников</i>	15
ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ПЫЛЫЦЫ ЕЛИ СИБИРСКОЙ (<i>PICEA OBOVATA</i> LEDEB.) В СРЕДНЕЙ СИБИРИ <i>Е.В. Бажина, М.И. Седаева, А.П. Пахомова</i>	17
«ДОМАШНИЕ ЭКЗОТЫ» ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ ЛЕСНОГО КАРАНТИНА В РОССИИ <i>Ю.Н. Баранчиков, А.А. Ефременко, А.А. Перцовая</i>	19
ПОТЕНЦИАЛ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА ДЛЯ НАЦИОНАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ УГЛЕРОДНОГО БЮДЖЕТА ЛЕСОВ РОССИИ <i>С.А. Барталев</i>	21
СИСТЕМА СООБЩЕСТВ КОЛЛЕМБОЛ В ЛЕСО-ЛУГОВОМ ЛАНДШАФТЕ <i>А.И. Бокова</i>	22
ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ КЛАССИФИКАЦИИ МЕСТООБИТАНИЙ EUNIS В СРЕДНЕЙ ПОЛОСЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ НА ПРИМЕРЕ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ» <i>Т.Ю. Браславская, Е.В. Тихонова, Е.А. Гаврилюк, И.М. Бавинин, Д.В. Еришов</i>	24
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ СОДЕРЖАНИЯ АЗОТА И УГЛЕРОДА В ЛЕСНОЙ ПОСТИЛКЕ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ И НАЗЕМНЫХ ДАННЫХ <i>Е.А. Гаврилюк, А.И. Кузнецова, А.В. Горнов</i>	26
ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В ХОДЕ СУКЦЕССИЙ В ХВОЙНО- ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА <i>А.П. Гераськина</i>	28
ОЦЕНКА СУКЦЕССИОННОГО СТАТУСА ЛЕСОВ НА ОСНОВЕ ПОПУЛЯЦИОННОГО ПОДХОДА (НА ПРИМЕРЕ БРЯНСКОГО ПОЛЕСЬЯ) <i>А.В. Горнов, М.В. Горнова, Е.В. Ручинская</i>	29
СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ <i>CYPRIPEDIUM CALCEOLUS</i> (ORCHIDACEAE) В ЕЛЬНИКЕ ВЫСОКОТРАВНОМ НА НИЗИННОМ БОЛОТЕ (БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ) <i>М.В. Горнова, А.В. Горнов, Е.В. Ручинская</i>	31
МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЕЛИ В ЗЕЛЕНОМОШНЫХ ТИПАХ ЛЕСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЧВЕННЫХ ФАКТОРОВ <i>Д.А. Данилов, Н.В. Беляева</i>	34

СРАВНИТЕЛЬНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И СТРУКТУРА МИКРОБНОГО СООБЩЕСТВА В РИЗОСФЕРНОЙ И НЕРИЗОСФЕРНОЙ ПОЧВАХ ПОД БОРЕАЛЬНЫМ ЛЕСОМ <i>И.В. Евдокимов, М.В. Семёнов, Т.А. Соколова, И.И. Толпецка</i>	36
ОЦЕНКА 25-ЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ЛЕСНОГО ПОКРОВА НА ЗАБРОШЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЛЯХ ПРИГРАНИЧНЫХ РАЙОНОВ РОССИИ И РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ <i>Д.В. Еришов, Е.В. Тихонова, Т.Ю. Браславская, Е.А. Гаврилюк, Н.В. Королева, Г.Н. Тихонов, Е.И. Белова</i>	37
ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ КАК ОБЪЕКТ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ И БИОРАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСНЫХ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РОССИИ <i>Т.Е. Галдина</i>	39
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЯНЦЕВ ХВОЙНЫХ ПОРОД <i>А.В. Егорова, Н.П. Чернобровкина, Е.В. Робонен, М.И. Зайцева</i>	41
ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (LUMBRICIDAE) ЛЕСОСТЕПНОГО ПРИОБЬЯ <i>С.А. Ермолов</i>	43
РОЛЬ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В РЕГУЛИРОВАНИИ МАССОПОТОКОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ (НА ПРИМЕРЕ МЕЩЕРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ) <i>О.С. Железнова, С.А. Тобратов</i>	45
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ <i>И.С. Журкова, Б.Л. Щербов</i>	47
ПРОБЛЕМЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ЛЕСНЫХ ПОДСТИЛОК РАЗЛИЧНЫХ ПРИРОДНЫХ ЗОН <i>Ф.И. Земсков, Л.Г. Богатырев, А.Н. Вартанов</i>	49
ТРОФИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ-КОНСУМЕНТОВ В ПОЧВЕННОМ ЯРУСЕ СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЛЕСОВ (НА ПРИМЕРЕ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ) <i>И.В. Зенкова, А.В. Тиунов, О.Л. Розанова, А.А. Колесникова</i>	51
ВЛИЯНИЕ ТРАДИЦИОННОЙ И СКАНДИНАВСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ЗАГОТОВКИ ДРЕВЕСИНЫ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ В СЕВЕРОТАЕЖНЫХ ЛЕСАХ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ <i>А.С. Ильинцев, Д.Н. Солдатова, Р.А. Еришов, Ю.С. Быков</i>	53
ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И ДИНАМИКИ ПОДРОСТА В ЕЛЬНИКАХ, ПОРАЖЁННЫХ КОРОЕДОМ ТИПОГРАФОМ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТРЁХЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА <i>А.А. Каплевский Н.Г. Уланова</i>	55
СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА БИОМАССЫ ЭКТОМИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ В ПОЧВАХ ЗАПОВЕДНИКА «БРЯНСКИЙ ЛЕС» <i>А.Д. Катаев, Н.В. Лукина, А.В. Тиунов, А.В. Горнов, Д.Н. Тебенькова, А.И. Кузнецова</i>	57
БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ И МИКРОБНАЯ БИОМАССА ВЕРХНЕГО ГОРИЗОНТА ПОЧВ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО ЗАПОВЕДНИКА <i>А.А. К. Квиткина, Н.С. Смирнов</i>	58
ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА НА ВЫРУБКАХ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ» <i>В.В. Киселева</i>	60
ДИНАМИКА ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ОЧАГА СИБИРСКОГО ШЕЛКОПРЯДА ПО МАТЕРИАЛАМ СЪЕМОК ВЫСОКОГО И СВЕРХВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ <i>С.В. Князева, Н.В. Королева, С.П. Эйдлина</i>	62
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДЕКСА ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЬЕВ И УСЛОВИЙ ИХ ПРОИЗРАСТАНИЯ <i>О.В. Кормилицына, В.В. Бондаренко, Д.В. Кормилицын</i>	64
ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ В ЛЕСАХ ВОЛОГОДСКОЙ И КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТЕЙ <i>И.Ю. Кудреватых</i>	66
ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ПРИВОЛЖСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ	

<i>А.Ю. Кудрявцев</i>	68
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЫНОСА РАСТВОРЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА С ПОЧВЕННЫМИ ВОДАМИ В СЕВЕРОТАЕЖНЫХ И ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ <i>А.И. Кузнецова, Н.В. Лукина, М.А. Орлова; А.В. Горнов, М.В. Горнова, Д.Н. Тебенькова</i>	70
ОТБОР СОРТОВ-ПОПУЛЯЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУРАХ И УТОЧНЕНИЕ ЛЕСОСЕМЕННОГО РАЙОНИРОВАНИЯ В СРЕДНЕЙ СИБИРИ <i>Н.А. Кузьмина, С.Р. Кузьмин</i>	72
ИССЛЕДОВАНИЕ СОЛЕВЫНОСЛИВОСТИ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (<i>Quercus robur</i>) В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ <i>Н.Ю. Кулакова</i>	73
ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ВИРГИНИЛЬНЫХ ОСОБЕЙ <i>PINUS SIBIRICA</i> В КРУПНОПАПОРОТНИКОВЫХ ЛЕСАХ СЕВЕРНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ <i>А.А. Лазников, А.А. Алейников</i>	75
ТРЕНДЫ В РАСПРОСТРАНЕНИИ ОЧАГОВ ХВОЕ- И ЛИСТОГРЫЗУЩИХ НАСЕКОМЫХ В ЛЕСАХ РОССИИ <i>Н.И. Лямцев</i>	77
ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПОКРОВА ПОЖАРООПАСНЫХ ТОРФЯНИКОВ: СРАВНЕНИЕ МУЛЬТИСПЕКТРАЛЬНЫХ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ <i>М.А. Медведева, А.Е. Возбранная, А.А. Сиринов, А.А. Маслов</i>	79
ЛИХЕНОБИОТА КАК ПОКАЗАТЕЛЬ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕННОСТИ ЛЕСНЫХ И ПАРКОВЫХ СООБЩЕСТВ ПРОЕКТИРУЕМОГО МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА «РОДИНА П.П. СЕМЕНОВА-ТЯН-ШАНСКОГО» <i>Е.Э. Мучник</i>	81
АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КУРШСКАЯ КОСА» НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ <i>А.Д. Никитина, С.В. Князева, С.П. Эйлина, Е.В. Тихонова, Е.А. Гаврилюк, Н.В. Королева</i>	83
РАЗМЕРНАЯ СТРУКТУРА ДРЕВОСТОЕВ ЛИШАЙНИКОВЫХ СОСНЯКОВ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ ТАЙГИ РЕСПУБЛИКИ КОМИ <i>А.Ф. Осипов, И.Н. Кутявин, Н.В. Торлопова, Е.А. Робакидзе, К.С. Бобкова</i>	84
К СОЗДАНИЮ КОНТРОЛИРУЕМОГО ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИНЦИПОВ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ТИПОВ ЛЕСА <i>Б.С. Петропавловский</i>	86
МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЖАРНЫХ РЕЖИМОВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ЛОКАЛЬНОМ УРОВНЕ <i>А.С. Плотникова, А.О. Харитонова, Д.В. Еришов</i>	88
СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ГИС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ НАЗЕМНОГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ К ОЧАГАМ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ <i>Е.С. Подольская, Д. В. Еришов, К. А. Ковганко</i>	89
К ВОПРОСУ ОБ ОЦЕНКЕ УСТОЙЧИВОСТИ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ <i>Ю.А. Полевщикова, Е.Н. Демешева</i>	91
ОХРАНА РЕДКИХ ЛЕСНЫХ МОХООБРАЗНЫХ В ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ <i>Н.Н. Попова</i>	93
НАСЕЛЕНИЕ ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ (OLIGOSCHAETA, LUMBRICIDAE) ЛЕСНЫХ ФОРМАЦИЙ С УЧАСТИЕМ САМШИТА КОЛХИДСКОГО СЕВЕРНОМ И ЮЖНОМ МАКРОСКЛОНЕ ЗАПАДНОГО КAVKAZA <i>И.Б. Рапопорт, Н.Л. Цепкова</i>	96
ВЛИЯНИЕ ОДИНОЧНЫХ ДЕРЕВЬЕВ НА ФЛОРИСТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ОСТЕПНЕННЫХ ЛУГОВ <i>Е.В. Ручинская</i>	97
СОСТОЯНИЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИИ <i>FILIPENDULA ULMARIA</i> В ЕЛЬНИКЕ ВЫСОКОТРАВНОМ НА НИЗИННОМ БОЛОТЕ (БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ) <i>Е.В. Ручинская, М.В. Горнова, А.В. Горнов</i>	99
СОСТАВ И СТРУКТУРА ЛЕСОВ ПРИРОДНОГО ЗАКАЗНИКА «ВОСТОЧНЫЙ» (ОСТРОВ САХАЛИН)	

<i>Р.Н. Сабиров, Н.Д. Сабирова</i>	101
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПОЛНОТОМЕРА БИТТЕРЛИХА	
<i>П.С. Серебрянников</i>	103
ВОЗДЕЙСТВИЕ МНОГООПЕРАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ НА ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ РАЗЛИЧНОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА В СЕВЕРОТАЕЖНОМ ЛЕСНОМ РАЙОНЕ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ	
<i>Д.Н. Солдатова, А.С. Ильинцев, А.П. Богданов, Ю.С. Быков, Р.А. Ершов</i>	104
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛЕСА И ОЦЕНКА СВОЙСТВ СЕРЫХ ПОЧВ ЗАЛЕЖЕЙ В СРЕДНЕЙ СИБИРИ	
<i>О.А. Сорокина</i>	106
РАЗНООБРАЗИЕ ЖИЗНЕННЫХ ФОРМ И ПОБЕГОВЫХ СИСТЕМ У ТРЕХ ВИДОВ ДУБА В СРЕДНЕГОРЬЕ СЕВЕРНОГО КAVКАЗА	
<i>М.Н. Стаменов</i>	108
МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ЗАПАСОВ ФИТОМАССЫ ЛЕСНЫХ ПОРОД ПО СПУТНИКОВЫМ ИЗОБРАЖЕНИЯМ ВЫСОКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАЗРЕШЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕСОВ ХАНТЫ-МАНСКИЙСКОГО АО)	
<i>Н.В. Сурков, Е.Н. Сочилова, Д.В. Ершов</i>	110
ЛЕСНЫЕ НАСЕКОМЫЕ: ФАКТОРЫ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ И РИСКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛЕС	
<i>В.Г. Суховольский, А.В. Ковалев, Е.Н. Пальникова О.В. Тарасова</i>	112
ОСОБЕННОСТИ ЕСТЕСТВЕННОГО ПОСТАГРОГЕННОГО ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЯ В ЮЖНОЙ ТАЙГЕ: ДИНАМИКА СОСТАВА И СТРУКТУРЫ РАСТИТЕЛЬНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ	
<i>В.М. Телеснина</i>	115
ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСОВНА СРЕДНЕМ УРАЛЕ	
<i>О.В. Толкач</i>	117
ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) В ЛЕСАХ, ПОСТРАДАВШИХ ОТ ПОЖАРА В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «МЕЩЁРСКИЙ»	
<i>О.С. Трушицына</i>	118
УДЕЛЬНАЯ ЛИСТОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ (SLA) В СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ	
<i>И.А. Уткина, В.В. Рубцов</i>	120
СУКЦЕССИОННАЯ ДИНАМИКА ПОСЛЕРУБОЧНЫХ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КAVКАЗА	
<i>Н.Е. Шевченко</i>	122
ОЦЕНКА РАСПРОСТРАНЕННОСТИ ФИТОПАТОГЕНОВ ТИПА ШЮТТЕ В ПИТОМНИКАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ МЕТОДАМИ ДНК-АНАЛИЗА	
<i>Е.А. Шилкина, М.А. Шеллер, А.А. Ибе, Т.В. Сухих</i>	124
СЕКЦИЯ 2. СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА ЛЕСНОГО ПОКРОВА	127
ОЦЕНКА ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ В ПРОСТРАНСТВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ИНСТИТУЦИОНАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ	
<i>Н.Е. Антонова</i>	127
ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ В СТРАНАХ БЫВШЕГО СССР	
<i>А.И. Бондарев</i>	129
ИМИТАЦИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ ДИНАМИКИ ЛЕСА И СОХРАНЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПРИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: ПОДХОДЫ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ	
<i>Н.В. Динкелакер, А.Т. Загидуллина</i>	131
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ ГОРЮЧИХ МАТЕРИАЛОВ В ЗАПОВЕДНИКАХ НА ГИС-ОСНОВЕ	
<i>А.В. Волокитина, М.А. Корец</i>	133
СИСТЕМА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ	
<i>В.Ф. Давыдов, Н.В. Гренц</i>	134
КЛАССИФИКАЦИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ СТВОЛОВ В МОЛОДНЯКАХ СОСНЫ	

<i>М.В. Ермакова</i>	136
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЛЕСОВОДСТВЕННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛЕСНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ И ЛЕСОУСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В СИСТЕМЕ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ <i>В.И. Желдак</i>	138
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И МОНЕТАРНАЯ ОЦЕНКА ОЖИДАЕМОГО УЩЕРБА УЯЗВИМЫМ ОБЪЕКТАМ БИОРАЗНООБРАЗИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ВЕДЕНИИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ <i>А.Т. Загидуллина, Н.В. Динкелакер, Т.А. Ситников</i>	140
УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ЛЕСАМИ: ОПЫТ ФИНЛЯНДИИ <i>Т.Е. Каткова</i>	142
КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ПОЧВ НА БАЗЕ ГИС <i>В.Н. Карминов, О.В. Мартыненко, П.В. Онтиков, Н.М. Минаков, А.А. Бараненкова, Е.Н. Крылова, Г.А. Мартусова</i>	143
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНЫХ СТРАТЕГИЙ ВЫБОРОЧНЫХ РУБОК В ЕЛЬНИКАХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЕГИОНА РОССИИ <i>А.Н. Колобов, Е.Я. Фрисман</i>	145
УСТОЙЧИВОСТЬ И УПРАВЛЯЕМОСТЬ ЛЕСОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ <i>С.А. Коротков, В.А. Липаткин</i>	147
ЛЕСОВОДСТВЕННЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ФОРМИРОВАНИЕМ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ <i>В.Д. Ломов</i>	149
О ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ ЛЕСОВ ПРИ ИХ ВОСПРОИЗВОДСТВЕ <i>В.М. Макеева, А.В. Смуров, Д.В. Политов, М.М. Белоконь, Ю.С. Белоконь, Е.Г. Сулова, И.Д. Алазтели</i>	151
ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОДХОД К ОРГАНИЗАЦИИ МНОГОЦЕЛЕВОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ГОРНЫХ ЛЕСАХ <i>Д.И. Назимова, М.Е. Коновалова, Е.И. Пономарев</i>	153
О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДДЗ ПРИ ЛЕСОИНВЕНТАРИЗАЦИИ ГОРНЫХ ЛЕСОВ НА ЮГЕ СИБИРИ: НОВЫЕ ЗАДАЧИ И ПОДХОДЫ К ИХ РЕШЕНИЮ <i>Д.И. Назимова, Е.И. Пономарев, М.Е. Коновалова</i>	155
ВЫЯВЛЕНИЕ КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ ПОРОДНОГО СОСТАВА НАСАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Е.В. Найденова, Л.В. Стоноженко, Д.Е. Румянцев</i>	157
О МЕРАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ СОРТИРОВАНИЯ ЛЕСНЫХ СЕМЯН ПРИ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИИ <i>А.И. Новиков</i>	159
ЭКОСИСТЕМНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ГОРНЫМИ ЛЕСАМИ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА ЗА ПРОФЕССИОНАЛАМИ <i>В.В. Онищенко, Н.С. Дега, Р.Р. Герюгов</i>	160
О КАПИТАЛИЗАЦИИ ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ <i>В.Н. Петров</i>	162
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПОДГОТОВКИ "ПРОГРАММЫ МНОГОЦЕЛЕВОГО И УСТОЙЧИВОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ, ОХРАНЫ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ КЕДРОВО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ" <i>Б.С. Петропавловский</i>	164
ОПТИМИЗАЦИЯ РУБОК И ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ ЗАУРАЛЬЯ <i>С.Н. Санников, Д.С. Санников</i>	166
БИОРЕСУРСЫ ЛЕСА КАК ОСНОВА НЕТРАДИЦИОННЫХ КОРМОВ ДЛЯ СКОТА <i>В.Ю. Сидорова</i>	167
О РЕОРГАНИЗАЦИИ ЛЕСОУПРАВЛЕНИЯ В РОССИИ <i>В.А. Соколов</i>	169
ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ <i>Л.В. Стоноженко, С.А. Коротков</i>	171
СЦЕНАРНЫЙ ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ РАЗВИТИЯ ЛЕСНЫХ УЧАСТКОВ	

<i>Д.Н. Тебенькова, Н.В. Лукина, А.Д. Катаев, Ю.Н. Гагарин, А.И. Кузнецова, М.А. Орлова</i>	173
РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ СБАЛАНСИРОВАННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ ПОСЛЕ ПРИРОДНЫХ И АНТРОПОГЕННЫХ «КАТАСТРОФ» ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА РАСТИТЕЛЬНОСТИ ЕЛЬНИКОВ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ	
<i>Н.Г. Уланова</i>	175
СЕКЦИЯ 3. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА УПРАВЛЕНИЯ БАЛАНСОМ УГЛЕРОДА ЛЕСОВ	178
РОЛЬ ТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ В РЕГУЛИРОВАНИИ БЮДЖЕТА УГЛЕРОДА БИОСФЕРЫ	
<i>К.С. Бобкова, М.А. Кузнецов, А.Ф. Осипов, В.В.Тужилкина</i>	178
ЛЕСНЫЕ ПОДСТИЛКИ – ДОСТИЖЕНИЯ И ПРОБЛЕМЫ	
<i>Л.Г. Богатырев, Ф.И. Земсков, Н.И. Жилин, А.И. Бенедиктова</i>	180
ОБОБЩЕНИЕ МОДЕЛИ ВОДНО-ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА ЛЕСНЫХ ПОЧВ SCLISS НА СЛУЧАЙ СМЕШАННОГО ДРЕВОСТОЯ	
<i>С.С. Быховец, П.В. Фролов, В.Н. Шанин</i>	182
ДЕПОНИРОВАНИЕ УГЛЕРОДА ДРЕВЕСНЫМИ РАСТЕНИЯМИ – ИНТРОДУЦЕНТАМИ НА РЕКУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЗЕМЛЯХ ЕГОРЬЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ФОСФОРИТОВ	
<i>С.Б. Васильев, О.В. Чернышенко, П.С. Александров</i>	184
ДИНАМИКА БАЛАНСА УГЛЕРОДА В ЛЕСАХ ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	
<i>Д.Г. Замолодчиков, В.И. Грабовский, О.В. Честных</i>	185
НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И Q ₁₀ С-МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ	
<i>М.С. Громова, А.И. Матвиенко, О.В. Меняйло</i>	187
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ТУГАЙНЫХ ЛЕСОВ В ДОЛИНЕ РЕКИ ИЛИ: ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ПОГЛОЩЕНИЯ УГЛЕРОДА	
<i>Д.М. Дударева, А.К. Квиткина, И.А. Юсупов, И.В. Евдокимов</i>	188
ИЗМЕНЕНИЕ СТЕХИОМЕТРИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ С:N:P В БИОМАССЕ РАСТЕНИЙ, ЛЕСНОЙ ПОДСТИЛКЕ, МИКРООРГАНИЗМАХ И ПОЧВЕ ПРИ ТЕПЛОМ ВЛИЯНИИ ФАКЕЛА ПОПУТНОГО ГАЗА	
<i>В.В. Каганов, Д.Г. Замолодчиков, О.Н. Липка</i>	190
ПРОДУКТИВНОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ ПОРОД В НАГОРНЫХ ДУБРАВАХ ПОД ВЛИЯНИЕМ РУБОК УХОДА И МАССОВОГО УСЫХАНИЯ ДУБА	
<i>И.Ф. Каплина</i>	191
МОНИТОРИНГ ЭМИССИИ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА ПОЧВАМИ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ПОДЗОНЫ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ	
<i>Ю.В. Куприянова, Г.Н. Копцик, С.В. Копцик, Ильясов Д.В.</i>	193
ОЦЕНКА ТЕМПЕРАТУРНОГО ОТКЛИКА ДЫХАНИЯ ПОЧВ В ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЮЖНОГО ПОДМОСКОВЬЯ: АНАЛИЗ ДАННЫХ 20-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА	
<i>И.Н. Курганова, В.О. Лопес Де Гереню, В.А. Жмурин, Т.Н. Мякина, Д.В. Сапронов</i>	195
ПРИМЕНЕНИЕ T&R МОДЕЛИ ДЛЯ ЧИСЛЕННОЙ ОЦЕНКИ ГОДОВЫХ ПОТОКОВ CO ₂ ИЗ ПОЧВ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ	
<i>И.Н. Курганова, В.О. Лопес Де Гереню, И.В. Ромашкин, Т.Н. Мякина, Д.В. Сапронов</i>	197
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЗАПАСОВ И ПОТОКОВ УГЛЕРОДА В СИСТЕМЕ ПОЧВА-ФИТОЦЕНОЗ СПЕЛЫХ ЕЛЬНИКОВ И НА ВЫРУБКАХ	
<i>И.В. Лиханова, К.С. Бобкова</i>	199
БИОГЕННОЕ РАЗЛОЖЕНИЕ КОРЫ ОСИНЫ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА: ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ДОБАВОК И ТЕМПЕРАТУРЫ	
<i>В.О. Лопес Де Гереню, И.Н. Курганова, Е.А. Капица, Е.В. Шорохова</i>	201
ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БАЛАНСА И ДИНАМИКИ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ	
<i>Е.Ю. Максимова, Е.В. Абакумов, М.А. Напорожская, О.Г. Чертов, С.С. Быховец</i>	203
СРАВНЕНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПРИ ОЦЕНКЕ ЭМИССИИ CO ₂ С КОРЫ И ДРЕВЕСИНЫ ВАЛЕЖА РАЗНЫХ СТАДИЙ РАЗЛОЖЕНИЯ	
<i>А.В. Мамай, Е.В. Мошкина, И.Н. Курганова, В.О. Лопес Де Гереню, Е.В. Шорохова, И.В. Ромашкин, Л.Д. Сердюк, А.Д. Ливитчук</i>	205

ПОТОКИ ТЕПЛА И CO ₂ В НЕНАРУШЕННОМ ЕЛЬНИКЕ И НА СПЛОШНОЙ ВЫРУБКЕ В ЮЖНОЙ ТАЙГЕ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ <i>В.В. Мамкин, Ю.А. Курбатова, В.К. Авилов, Д.Г. Иванов, А.В. Варлагин, А.В. Ольчев</i>	207
ОТКЛИК ЭМИССИИ CO ₂ И ТЕМПЕРАТУРНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ С-МИНЕРАЛИЗАЦИИ НА ВНЕСЕНИЕ АЗОТА В ЛЕСНЫХ ПОЧВАХ <i>А.И. Матвиенко, М.С. Громова, О.В. Меняйло</i>	209
МИКОРИЗА И СТАБИЛИЗАЦИЯ СВЕЖЕГО УГЛЕРОДА В ПОЧВЕ <i>О.В. Меняйло</i>	210
ЭМИССИЯ CO ₂ С ПОВЕРХНОСТИ СТВОЛОВ ЕЛИ И СОСНЫ <i>А.Г. Молчанов</i>	211
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВНЕТРОПИНОЧНОЙ РЕКРЕАЦИИ НА НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ И ПОЧВЫ СУХИХ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ <i>М.А. Надпорожская, Д.М. Мирин, А.Ю. Белолипецкая, Ю.М. Ермакович, К.Л. Якконен</i>	213
ЭМИССИЯ ДИОКСИДА УГЛЕРОДА С ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ СРЕДНЕТАЕЖНОГО СОСНЯКА БРУСНИЧНО-ЛИШАЙНИКОВОГО <i>А.Ф. Осипов</i>	215
ОЦЕНКИ НАЧАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ КУЛЬТУР <i>PINUS SILVESTRIS</i> L В ПОДМОСКОВЬЕ В РАМКАХ ЗАДАЧ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЦИКЛОВ АЗОТА И УГЛЕРОДА <i>И.В. Припутина, Г.Г. Фролова</i>	217
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ НОРМАТИВОВ ОЦЕНКИ УГЛЕРОДНОГО БЮДЖЕТА ЛЕСОВ <i>Д.Г. Щепаченко, А.З. Швиденко, Е. Молчанова</i>	219
МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ОСНОВНЫХ ЭКОСИСТЕМНЫХ ФУНКЦИЙ ЛЕСОВ СЕВЕРО-ЗАПАДА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РФ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ <i>В.Н. Шанин, С.С. Быховец, О.Г. Чертов</i>	220

ISBN 978-5-9905012-5-6



9 785990 501256