ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИОРАЗНООБРАЗИЯ
НАЗЕМНОЙ БИОТЫ ВОСТОЧНОЙ АЗИИ
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ВСЕРОССИЙСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

20–23 октября 2026 года

ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ

К 95-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ

ЮРИЯ ИВАНОВИЧА
МАНЬКО

доктора биологических наук,
профессора, заслуженного
лесовода Российской Федерации



ВЛАДИВОСТОК · 2026

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР БИОРАЗНООБРАЗИЯ
НАЗЕМНОЙ БИОТЫ ВОСТОЧНОЙ АЗИИ»
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
(ФНЦ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ДВО РАН)

Всероссийская конференция

«ЭКОЛОГИЯ И ДИНАМИКА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ»

приуроченная к 95-летию со дня рождения
доктора биологических наук, профессора,
заслуженного лесовода Российской Федерации
Юрия Ивановича Манько



20 – 23 октября 2026 г.
г. Владивосток

Место проведения – ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, пр-т 100-летия Владивостока, д. 159

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Председатель – Гончаров Андрей Анатольевич – чл.-корр. РАН, директор ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток.

Ответственный секретарь – Гладкова Галина Александровна – к.б.н., с.н.с. лаб. лесных экосистем ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН

Члены Комитета

Омелько Александр Александрович – к.б.н., с.н.с. лаб. лесных экосистем ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток;

Сибирина Лидия Алексеевна – к.с.-х.н., с.н.с. лаб. лесных экосистем ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток;

Тимофеева Яна Олеговна – к.б.н., в.н.с. лаб. почвоведения и экологии почв ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток;

Сундукова Елена Васильевна – к.х.н., гл. спец. по информации ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток;

Жабыко Елена Викторовна – к.б.н., начальник НОО ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ

Лукина Наталья Васильевна – чл.-корр. РАН, председатель Научного совета по лесу РАН, директор ЦЭПЛ РАН им. А.С. Исаева РАН, г. Москва.

Гончаров Андрей Анатольевич – чл.-корр. РАН, директор ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток;

Куприн Александр Витальевич – к.б.н., зам. директора по научной работе, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток;

Онучин Александр Александрович – д.б.н., ИЛ СО РАН, г. Красноярск;

Алексеенко Александр Юрьевич - к.с.-х.н., ФГУ ДальНИИЛХ, г. Хабаровск

УДК 630(571.6)
https://doi.org/10.25221/ecodynamics
https://elibrary.ru/hcxtnt

Экология и динамика лесных экосистем: Материалы Всероссийской конференции, посвященной 95-летию со дня рождения Заслуженного лесовода Российской Федерации Ю.И. Манько. – Владивосток: ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН. 2026. – 145 с.

В сборнике отражен широкий круг вопросов, касающихся структурно-функциональной организации лесных экосистем, естественной и антропогенной их динамики в условиях климатической нестабильности, биологии и экологии лесообразователей, потоках климатически активных веществ и бюджете углерода в лесах, а также общих вопросов лесоведения.

Сборник представляет интерес для специалистов, работающих в области изучения лесов, а также преподавателей и студентов биологических факультетов вузов.

Ecology and Dynamics of Forest Ecosystems: Proceedings of the All Russian Conference Dedicated to the 95th Anniversary of the Birth of Yu. I. Manko, Honored Forester of the Russian Federation. – Vladivostok: FSC Biodiversity FEB RAS. 2026. – 145 pp.

The collection of materials covers a wide range of issues related to the structural and functional organization of forest ecosystems, their natural and anthropogenic dynamics under climatic instability, the biology and ecology of forest forming organisms, the flows of climatically active substances and the carbon budget in forests, as well as general issues of forest science.

The collection is of interest to specialists engaged in the forest research, as well as to teachers and students of university biology departments.

© Коллектив авторов, 2026
© ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, 2026

ISBN 978-5-6055156-3-0

СОДЕРЖАНИЕ

Безкоровайная И. Н., Захарченко Л. П., Малышева Е. А.
Пирогенный фактор и биологическая активность почв таежных экосистем. 8

Богачева А.В.
Роль дискомицетов в хвойно-широколиственных лесах юга Дальнего Востока России 10

Бурдуковский М.Л.
Постпирогенное изменение элементного состава агротемногумусовых подбелов Приморского края 12

Бухарова Н.В.
Оценка современного состояния популяций *Truncospora ornata* Spirin et Bukharova (Basidiomycota) на Российском Дальнем Востоке 14

Виноградова Ю.А., Перминова Е.М., Ковалева В.А., Лаптева Е.М.
Микробиом в коренных еловых лесах и вторичных биоценозах 16

Волошина Е.Р.
Современное состояние и сукцессионная динамика ольховых насаждений в Национальном парке «Браславские озера» 18

Галанина И.А.
Rinodina Северо-Восточной Азии 20

Галанов А.Э., Чуба А.Ю.
Лесопатологические риски кедровых горельников в условиях климатической нестабильности 22

Гафицкая И.В., Наконечная О.В.
Введение древесных видов растений в условия *in vitro*: трудности, особенности культивирования 24

Гладкова Г.А., Сибирина Л.А.
Вклад Ю. И. Манько в изучение лесов российского Дальнего Востока 26

Грачев И.Г., Калашникова Д.А., Никонова Л.Г., Бисирова Э.М., Смирнов Н.А.
Моделирование запасов углерода в древесной фитомассе болотных экосистем (на примере болот Западной Сибири) 28

Гриднев А.Н., Швецов Д.В.
Тисовая роща на острове Петрова – таксационная характеристика стволовой древесины 30

Гришин С.Ю., Перепелкина П.А., Бурдуковский М.Л.
Леса из ели *Picea jezoensis* Siebold et Zucc. на вулкане Шивелуч (Камчатка): новые данные о распространении и динамике ельников 32

Дарман Ю.А., Пуреховский А.Ж.
Вековая динамика ареала кедра корейского (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) по данным исторических карт 34

Дударев И.М., Чернова О.Д.
Лимитирующие факторы естественного возобновления в светлохвойных лесах Сохондинского биосферного заповедника (Южное Забайкалье) 36

Жарикова Е.А., Голодная О.М.
Почвы северной части Национального парка «Земля Леопарда». 38

Замуруева В.В., Бикетов Е.Н., Петренко Т.Я.
Сосновые леса из *Pinus densiflora* на юге Приморского края: современное состояние и распространение 40

Иванов А.В.
Оценка точности метода Биттерлиха в зависимости от пространственной структуры насаждения 42

Иванова Е.А.
Многолетние исследования продукции древесного опада в сосновых лесах Мурманской области в условиях аэротехногенного загрязнения 44

Калугина О.В., Шергина О.В., Афанасьева Л.В.
Мониторинг состояния лесов в Байкальском регионе в условиях техногенного загрязнения . . . 46

Клинк Г.В., Леднев С.А., Барбашев А.И., Немцева А.А., Семенков И.Н.
Что общего у растений-гипераккумуляторов? 48

Ковалев А.П., Качанова Т.Г.
Критерии для назначения рубок реконструкции 50

Ковалева В.А., Виноградова Ю.А., Пристова Т.А.
Динамика видового разнообразия микромицетов подстилки в опытных культурах сосны скрученной (*Pinus contorta* Dougl.) 52

Кожевникова Н.К., Болдескул А.Г., Луценко Т.Н.
Вариативность содержания растворенных веществ в почвенных водах лесных экосистем Южного Сихотэ-Алиня 54

Колесников В.А.
Эколого-экономическая оценка ущерба лесным экосистемам как основа формирования экологического имиджа угледобывающего предприятия (на примере ООО «ГОФ ″Белореченская″» в составе ТЭК «Родина», ЛНР) 55

Колобов А.Н.
Оценка межвидовых конкурентных отношений в елово-пихтовых древостоях Дальнего Востока: пространственный анализ и моделирование. 57

Копанина А.В., Ершов В.В., Власова И.И., Яценко И.О., Яценко О.В.
Структурно-функциональный подход к изучению деревьев-лесообразователей в ботанико-географических градиентах Сахалина и Курильских островов 59

Корчагин О.М., Алексеенко А.Ю., Крупская Л.Т., Царев В.А., Филатова М.Ю.
Опыт выращивания сортовых тополей селекции “ВНИИЛГИСБИОТЕХ” в Хабаровском крае 61

Курдюков А.Б.
Уровни видового разнообразия населения птиц оробореальных таёжных и неморальных хвойно-широколиственных лесов Южного Сихотэ-Алиня 63

Кутявин И.Н.
Структурная организация древостоев сосняков под воздействием пирогенного и антропогенного факторов на европейском северо-востоке России 65

Лабунский А.Д.
Влияние защитных лесных насаждений на формирование углеродных запасов в чернозёмах типичной лесостепи Воронежской области 67

Липин В.А., Ахмедов С.Н., Козлов В.А.
Воздействие выбросов глиноземного производства на окружающие экосистемы 69

Макаренко Е.Л.
Ресурсная основа использования лесов на территории Азиатской России 71

Макаренко Е.Л.
Картографирование лесов: подходы и тематическое разнообразие 73

Макарченко Е.А.
Памяти Петра Александровича Хоментовского 75

Масютина Ю.А.
Пространственная изменчивость последствий пожаров в лесах Амурской области по данным спутникового мониторинга 77

Махныкина А.В., Панов А.В., Кукавская Е.А., Прокушкин А.С.
Эмиссия CO_2 с нарушенных территорий: последствия пожаров и вырубок в бореальных лесах Центральной Сибири 79

Москалюк Т.А.
Закономерности формирования травяного яруса в лесах на террасах северных склонов в Южном Приморье 80

Назимова Д.И.
Географо-климатические фации горных кедровников Южной Сибири 82

Насонова Н.Н.
Динамика сезонного развития древесных и кустарниковых растений сосновых лесов Национального парка «Браславские озера» в условиях современного изменения климата 84

Новицкий М.Л., Корсакова С.П., Багрикова Н.А.
Почвенно-геоботаническая характеристика особенностей сообществ с участием представителей рода *Quercus* L. в лесных и парковых ценозах Горного Крыма 86

Омелько А.М., Ухваткина О.Н., Жмеренецкий А.А.
Топографическая изменчивость дендроклиматического отклика ели аянской в южном Сихотэ-Алине 88

Парфенова Е.И., Чебакова Н.М.
Аэротехногенное загрязнение как фактор усыхания темнохвойных лесов Северной Евразии 90

Пахарькова Н.В.
Изменение верхней границы леса в горах Южной Сибири 92

Петренко Т.Я., Дудов С.В., Дзизюрова В.Д., Замуруева В.В., Белова С.К.
Современное состояние еловых лесов Камчатки в условиях климатических изменений 94

Петров И.А., Харук В.И., Демидко Д.А., Им С.Т., Шушпанов А.С.
Влияние изменений климата на сибирскую пихту (*Abies sibirica* ledeb.) в горах Кузнецкого Алатау 96

Подласкина С.Ю., Яковенко Н.В.
Антропогенная трансформация лесных экосистем при озеленении территорий олимпийских комплексов: опыт и экологические последствия 98

Полякова Г.Г., Соколова Н.В., Сенашова В.А., Пашенова Н.В.
Динамика состояния сосняков города Красноярска под влиянием промвыбросов 100

Пономарёва Т.В., Пономарёв Г.Е.
Почвообразование на отвалах в районах открытой добычи золота 102

Попова А.К.
Инициализация модели лесных ландшафтов LANDIS-II на основе открытых данных 104

Приходько О.Ю.
Создание лесных культур с использованием сеянцев с закрытой корневой системой: опыт Приморского края 106

Пуреховский А.Ж.
Карта лесов А.Ф. Будищева 1864 г. в изучении динамики лесных экосистем юго-западного Приморья 108

Сабиров Р.Н.
Некоторые аспекты повреждения лесных культур сосны обыкновенной на острове Сахалин . . 110

Сало М.А., Иванов А.В., Бондарчук С.Н.
Особенности динамики лесных экосистем под воздействием катастрофического ветровала (в контексте адаптивных циклов) 112

Семенков И.Н., Бавшин И.М., Бондарь А.И., Гаврилюк Е.А., Гераськина А.П., Енчилик П.Р., Клинк Г.В., Титовец А.В., Тихонова Е.В., Шопина О.В.
Характеристика постагрогенных технобиогеом Смоленского Поозерья 114

Семенков И.Н., Леднев С.А., Карпачевский А.М., Делеган Я.А., Болотник Т.А, Клинк Г.В., Трифонова В.А., Богун А.Г., Миронова О.А., Смоленков А.Д., Королева Т.В.
Долговременные последствия от падения первой ступени ракет-носителей «Протон» в Центральном Казахстане 116

Сибирина Л.А., Гладкова Г.А.
Опыт проведения геоботанических исследований на тестовом полигоне на территории Верхнеуссурийского стационара ФНЦ Биоразнообразия 118

Симонова Ю.В., Мельникова А.В.
Запасы углерода альфегумусовых почв лесов востока Ленинградской области 120

Соловьёв И.Д., Иванов А.В.
Размерная структура древостоев постпирогенных лиственничников Якутии и Амурской области 122

Станкевич Е.С.
Влияние придорожных полос на изменение лесного массива 123

Федина Л.А., Шихова Н.С., Маханьков В.В., Бурундукова О.Л.
Эколого-физиологические исследования *Panax ginseng* (Araliaceae) в природном заповеднике «Уссурийский» им. В.Л. Комарова (Приморский край, Россия) 124

Харук В.И., Петров И.А., Демидко Д.А., Им С.Т., Шушпанов А.С., Сенашова В.А.
Сравнительный анализ воздействия фитопатогенов и меняющегося климата на *Pinus sibirica* и *Abies sibirica* 126

Хатунцев А.Ю.
Роль древесных и кустарниковых фитоценозов в регуляции миграции тяжелых металлов (Zn, Cu, Pb, Cd) на рекультивированных отвалах КМА 128

Черных П.В., Тихонова Е.Н.
Влияние лесной рекультивации на эмиссию углекислого газа 130

Шабалина О.М., Мачанмаа О.А., Куценко Д.Д.
Естественное возобновление пихты сибирской в очагах массового размножения уссурийского полиграфа в Национальном парке «Красноярские Столбы» 132

Шамов В.В., Лебедева Л.С., Павлова Н.А., Тарбеева А.М., Христофоров И.И., Ефремов В.С., Данилов К.П.
Сосновые леса на песчаных массивах Центральной Якутии как ландшафтные индикаторы надмерзлотных субаэральных водоносных таликов 134

Шергина О.В.
Адсорбция взвешенных частиц древесными растениями как показатель загрязнения городских лесов 138

Шихова Н.С.
К разработке регионального фитогеохимического фона лесных экосистем Приморского края 140

Щеглова И. П.
Влияние умеренной антропогенной нагрузки на изменение природной флоры побережья залива Советская Гавань 142

Авторский указатель 144

ПИРОГЕННЫЙ ФАКТОР И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Безкоровайная И. Н., Захарченко Л. П., Малышева Е. А.
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Красноярск,
ibezkorovaynaya@sfu-kras.ru

Таежные леса Сибири имеют особое экологическое значение в сохранении биологического разнообразия и регулировании климата планеты. Ожидаемое возрастание приземной температуры и увеличение активного слоя почв лесных экосистем становится одним из ведущих факторов, определяющих не только их состояние и продуктивность, но и частоту и площадь лесных пожаров. Тренд повышения активности пожаров и горимости лесов Сибири подтверждается данными разных лет (Швиденко и Щепащенко, 2013; Ponomarev et al., 2016).

Прогнозируемые изменения климата совместно с пирогенной трансформацией экологических условий отражаются на направленности почвенных гетеротрофных процессов. Отмечается снижение аккумулирующей роли лесных почв, увеличение доступности органического вещества, активизация процессов микробиологической деструкции и, соответственно, рост эмиссий парниковых газов в атмосферу (Карелин, Замолодчиков, 2008).

Леса Красноярского края занимают 164 млн. га, из них на лиственничники приходится около 50%, на сосняки – 12% всей площади лесов региона. Исследования проводятся в послепожарных северотаежных лиственничниках (Центральная Эвенкия) и южнотаежных сосняках (Приангарье) на территории Красноярского края.

Северотаежные лиственничники представлены гарями разного возраста (1, 2 и 24 года). Пожары были высокоинтенсивными с полной гибелью древостоя. Лиственничники кустарничково-зеленомошные, не затронутые пожаром более 100 лет, приняты за контрольные участки, отражающие фоновое состояние. Почвы –подбуры и криоземы тяжелосуглинистые.

Послепожарный возраст южнотаежных сосняков составляет 4 года после высокоинтенсивного пожара с гибелью древостоя и 11 лет после пожара средней интенсивности с сохранением древостоя. Контролем является сосняк разнотравный не затронутый пожаром. Почва – дерново-подзолистая суглинистая.

Основное внимание в данной работе уделяется интегральному показателю биологической активности почв – активности целлюлозоразложения. Она характеризует напряженность биологических процессов и скорость деструкции растительных остатков, поступающих в почву.

Оценку актуальной целлюлозоразлагающей активности проводили аппликационным методом Е.Н. Мишустина и А.Н. Петровой (Звягинцев, 1991) *in situ* и оценивали по потере веса хлопчатобумажного полотна в процессе разложения за вегетационный период, выраженную в % от первоначального веса полотна. Полотна устанавливали горизонтально в подстилку и вертикально в минеральный слой почвы 0–20 см. Все варианты выполнены в 5-кратной повторности. Во всех биотопах проведен учет подстилок, измерения почвенных условий температуры, влажности и pHводн.

Криогенные почвы под лиственничниками кустарничково-зеленомошными в зоне сплошного распространения многолетней мерзлоты характеризуются крайне низкой актуальной активностью целлюлозоразложения: за три месяца экспозиции полотен в естественных условиях разлагается не более 7% целлюлозы. На свежих гарях (1 и 2 года после пожара) потеря целлюлозы за вегетационный период составила в пирогенном слое 51–58 %, в минеральном слое – 62–64%. На 24-летней гари только в подстилках активность целлюлозоразлагателей более чем в три раза превышает таковую контрольного лиственничника, в минеральном слое почвы 0–20 см за три месяца экспозиции разложилось около 5% целлюлозы.

Анализ целлюлозоразлагающей активности дерново-подзолистой почвы южнотаежных сосняков показал, что за вегетационный период активность целлюлозоразложения на однолетней гари составила 61%, на десятилетней гари и контрольном участке она не превышает 40%.

Основные процессы разложения происходят в подстилке и в минеральном слое почвы 0–5 см.

Целлюлозоразлагающая активность почв может служить чувствительным интегральным индикатором послепожарных изменений, отражающим текущую напряженность биологических процессов и глубину постпирогенных изменений не только в почве, но и в экосистеме в целом. Проведенные исследования выявили общие закономерности и межзональные различия активности биологических процессов почв таежных экосистем в послепожарный период. Вне зависимости от почвенно-климатических условий в первые годы после пожара уровень целюлозоразлагающей активности значительно превышает фоновый. Дальнейшее восстановление допожарного уровня биологических процессов зависит от лесорастительных условий и интенсивности пирогенного фактора.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 16-04-00796А «Отклик почвенной биоты лесных экосистем Средней Сибири на суммарное воздействие климата и пирогенного фактора в условиях многолетней мерзлоты» и Министерства науки и высшего образования РФ (проект № FSRZ-2026-0009).

Литература

Карелин Д.В., Замолодчиков Д.В. Углеродный обмен в криогенных экосистемах. М.: Наука, 2008. 344 с.

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

Ponomarev E., Kharuk V., Ranson K. Wildfires dynamics in Siberian larch forests // Forests. 2016. Vol. 7. No 6. P. 125.

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

PYROGENIC FACTOR AND SOIL BIOLOGICAL ACTIVITY IN TAIGA ECOSYSTEMS

Bezkorovaynaya I.N., Zakharchenko L.P., Malysheva E.A.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk

РОЛЬ ДИСКОМИЦЕТОВ В ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСАХ ЮГА ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

Богачева А.В.
ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, bogacheva@biosoil.ru

Дискомицеты присутствуют практически во всех растительных сообществах. Их изучение как компонентов лесных фитоценозов было инициировано ещё в 1922 г. А. А. Ячевским и нашло многочисленных сторонников. Микобиота дискомицетов южной части российского Дальнего Востока включает более 700 видов, что делает этот регион одним из наиболее богатых или, точнее сказать, наиболее изученным в отношении данной группы.

Эти грибы характеризуются четко выраженной трофической структурой. Согласно многолетним исследованиям, основу дальневосточной микобиоты составляют три главные группы: сапротрофы (их доля на территории ООПТ составляет 82% общего количества видов), симбиотрофы (малоизученная группа видов, способных вступать в симбиоз с высшими древесными растениями, составляет около 10%) и патогенные виды, поселяющиеся на живых частях растений и вызывающие различные заболевания — 8%.

В процессе изменения структуры субстрата (его деградации) опосредованно меняется состав его микобиома в пределах выявленного разнообразия экологической группы. В этой связи нами применен термин синузия. Возраст растительного сообщества отражается на широте видового спектра дискомицетов. В молодых вторичных лесных сообществах среди деструкторов превалируют филлофильные и напочвенные виды. В старовозрастных лесах комплекс деструкторов значительно пополняется дереворазрушающими и гербофильными грибами. Климаксовое сообщество характеризуется невысоким видовым разнообразием дискомицетов и паритетным участием всех экогрупп.

В результате кластерного анализа видового разнообразия изучаемой группы грибов в регионе выделены пять основных микосинузий как структурных частей лесного фитоценоза.

Филлофильные дискомицеты утилизируют ежегодно накапливающуюся листовую подстилку. На перепревшем 2–3 годичном опаде развивается в среднем 42 вида, тогда как на опаде прошлого года – 25 видов. Наибольшим разнообразием филлофильных дискомицетов отличается Уссурийский флористический район, особенно его южная часть (56 видов), тогда как в районах с более контрастными температурами (Буреинский флористический район) микосинузии листового опада включают около 10.

Богатое видовое разнообразие подлеска в южной части Дальнего Востока обусловливает широкий спектр гербофильных дискомицетов. В микосинузии остатков травянистых растений к началу наших исследований отмечалось 37 видов, в настоящее время — 121 вид. Наиболее разнообразно представлены гербофилы в Южно-Сахалинском и Южно-Курильском флористических районах благодаря сахалинскому высокотравью, высокой влажности и оптимальному температурному режиму. В этой группе, как и в предыдущей, незначительным составом участвуют фитопатогенные виды. Вызывая гибель растения, они выполняют и заканчивают свой цикл развития уже на следующий год и на мертвых тканях. Возможно, доля их участия выше, но исследований циклов развития хозяйственно незначимых видов не ведется.

Синузию в группе эдафофильных грибов выделить сложно. В микобиоте региона эту группу, по нашим данным, составляют 135 видов. С их участием протекают био- и геохимические процессы разрушения горных пород и минералов, оструктуривание почвы и формирование ее поверхностного слоя. В лесных сообществах с сильным задернением почвы уровень участия напочвенных дискомицетов низок. В местах с техногенным (прокладка нефте-газопроводов, противопожарные полосы и т.д.) или природным (пирокластический поток, наводнение, пожар и т.д.) нарушенным почвенным покровом дискомицеты этой группы выступают пионерными видами.

Еще одна специфическая группа объединяет грибы, разлагающие продукты жизнедеятель-

ности различных животных. На сегодняшний день в регионе ее составляют 54 вида дискомицетов. Копрофильные грибы широко распространены по всей территории Дальнего Востока, особо концентрируясь на территориях ООПТ и пастбищах. На помете травоядных отмечается более широкий видовой спектр по сравнению с плотоядными.

Доля дереворазрушающих дискомицетов в экологической структуре наиболее значительна — 277 видов. Функциональная специфика этой группы заключается в расщеплении органических веществ, не разлагаемых другими гетеротрофными организмами. Осуществляя первую стадию разложения отмершей древесины, дискомицеты подготавливают субстрат к заселению его базидиальными грибами. Процесс деструкции проходит поэтапно: на начало разложения и на завершающую его стадию приходится максимум участия дискомицетов.

Все вышеизложенное кратко описывает сложную структуру грибного населения, обеспечивающую вовлечение в биологический круговорот максимального количества органики в лесных экосистемах региона. С приходом в науку новых методов исследования границы выделенных групп должно воспринимать весьма схематично. Тем не менее, дискомицеты – одни из главных связующих и уравновешивающих участников в жизнедеятельности растительных сообществ юга Дальнего Востока.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012400285-7).

THE ROLE OF DISCOMYCETES IN CONIFEROUS-BROADLEAF FORESTS OF THE SOUTHERN RUSSIAN FAR EAST

Bogacheva A.V.
Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

ПОСТПИРОГЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА АГРОТЕМНОГУМУСОВЫХ ПОДБЕЛОВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Бурдуковский М.Л.
ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, mburdukovskii@gmail.com

Пожары являются одним из наиболее значимых факторов трансформации почвенного покрова, оказывающих комплексное воздействие на физические, химические и биологические свойства почв. Воздействие огня на почву проявляется в изменении кислотно-основных условий, трансформации органического вещества, перераспределении макро- и микроэлементов по профилю (Certini, 2005; Жарикова, 2015; Казеев и др., 2020). В условиях Приморского края, где травяные палы являются регулярным сезонным явлением, изучение постпирогенных изменений почв приобретает особую практическую и экологическую значимость.

Цель работы: изучить постпирогенные изменения элементного состава верхних горизонтов агротемногумусовых подбелов.

Объектами исследования служили почвы полей, находящиеся в залежном состоянии около 20 лет. Исследуемые почвы относятся к агротемногумусовым подбелам и, согласно международной классификации (WBR, 2014), наиболее близки к Luvisols. Во второй половине апреля 2023 г. по полям прошел неконтролируемый травяной пал. Образцы отбирались через 1 месяц после пожара. На участках было заложено 2 полнопрофильных почвенных разреза и выполнена серия прикопок глубиной до 50 см. Всего было отобрано 15 образцов (из верхнего слоя почвы 0–20 см). Растительное сообщество злаково-разнотравное, встречается подрост *Salix* sp. Высота сухого травостоя 50–60 см.

Валовое содержание макро- (P, Fe, K, Al, Ca, Mg) и микроэлементов (Ni, Co, Cr, Pb, Zn, Cu, V) определено рентгенофлуоресцентным методом. Анализ проб выполнен на энергодисперсионном рентгенофлуоресцентном спектрометре Shimadzu EDX-800HS (Япония). Для оценки влияния пирогенного фактора на элементный состав почв был использован коэффициент обогащения (EF).

В верхнем горизонте постпирогенных почв зафиксировано повышение содержания K и P на 41 и 33% соответственно. Содержание Al и Fe увеличилось на 20 и 18%, а Mg и Ca возросло незначительно – на 10 и 13%. Относительно контрольного варианта наблюдается следующая закономерность накопления элементов: K > P > Al > Fe > Ca > Mg.

Рост содержания K, P, Ca, Mg, вероятно, обусловлен поступлением золы, образующейся при сгорании растительного опада (Certini, 2005; Alcaniz et al.,2016). Повышение концентраций литогенных элементов (Al, Fe), напротив, связано с концентрационным эффектом: при пирогенном разрушении органического вещества минеральная часть почвы сохраняется, что приводит к относительному росту их содержания в пересчёте на единицу массы (Czimczik et al. 2003).

Также отмечено повышение валового содержания ряда микроэлементов относительно контроля: Cr – на 24%, V – на 25%, Pb – на 16%, Ni – на 15%, Zn – на 9%. Содержание Cu и Co, напротив, снизилось на 22 и 17% соответственно. Подобная разнонаправленная динамика, вероятно, обусловлена различиями в поведении элементов при термическом воздействии, их исходным содержанием в почвообразующем материале и растительном опаде, а также последующим перераспределением между органической и минеральной частями почвы.

Для оценки пирогенного влияния на содержание элементов в исследуемой почве был рассчитан коэффициент обогащения почв (Enrichment Factor, EF) (Krzysztof et al., 2003) как соотношение между: содержанием металла в почве, подверженной пожару к референтному (эталонному) металлу в этой же почве к аналогичному отношению на контроле. В качестве референтного элемента использовался алюминий (Al), поскольку он чаще всего встречается в виде оксида или силиката, относится к литофильным элементам, обладает высокой химической стабильностью при атмосферных воздействиях.

Результаты показали, что значения EF для Pb, Ni, Cr, V, Fe близки к единице, что свидетельствует об отсутствии значимого пирогенного привноса элементов в почву. Для K и P получены несколько более высокие значения EF – 1,17 и 1,11 соответственно, что согласуется с предположением о поступлении этих элементов с золой и перекликается с тенденциями, отмеченными для постпирогенных почв (Certini, 2005; Alcaniz et al., 2016).

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации: тема № 124012400285-7.

Литература

Certini G. Effects of fire on properties of forest soils: A review. // Oecologia. 2005. No 143. P. 1–10.

Жарикова Е.А. Влияние пожаров на свойства подзолов восточного побережья Северного Сахалина // Вестник ДВО РАН. 2015. №5. С. 9–14.

Казеев К. Ш., Одабашян М. Ю., Трушков А. В., Колесников С. И. Оценка влияния разных факторов пирогенного воздействия на биологические свойства чернозема // Почвоведение. 2020. №11. С. 1372–1382.

World Reference Base for Soil Resources 2014, Update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 3rd. Rome: FAO, 2015. 203 p.

Alcaniz M., Outeiro L., Francos M., Farguell J., Ubeda X. Long-term dynamics of soil chemical properties after a prescribed fire in a Mediterranean forest // Science of The Total Environment. 2016. Vol. 572. P. 1329–1335.

Czimczik, C.I., Schmidt, M.W.I., Schulze, E.-D. How surface fire in Siberian Scots pine forests affects soil organic carbon: Stocks, molecular structure, and conversion to black carbon (charcoal) // Global Biogeochemical Cycles. 2003. Vol. 17. No 1. P. 1022.

Krzysztof L., Wiechula D., Korus I. Metal contamination of farming soils affected by industry // Environment International. 2004. Vol. 30. No 2. P. 159–165.

POST-PYROGENIC CHANGES OF THE CHEMICAL COMPOSITION OF AGRO-DARK-HUMUS PODBELS OF PRYMORYE TERRITORY

Burdukovskii M.B.

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИЙ *TRUNCOSPORA ORNATA* SPIRIN ET BUKHAROVA (BASIDIOMYCOTA) НА РОССИЙСКОМ ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Бухарова Н.В.
ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, nadya808080@mail.ru

Truncospora ornata Spirin et Bukharova (Трункоспора красивенькая) – это редкий древоразрушающий гриб (ксилотроф) из семейства Polyporaceae, восточноазиатский эндем, выполняющий важную роль редуцента в лесных экосистемах. Он участвует в деструкции мертвой древесины, разлагая сложные органические соединения и способствуя круговороту углерода в почве. *Truncospora ornata* приурочена к ценным нетронутым массивам. Из-за узкой экологической ниши и чувствительности к вырубкам этот вид внесен в Красную книгу Приморского края со статусом уязвимого (VU) и нуждается в охране в местах своего произрастания (Постановление.., 2023).

Вид *Truncospora ornata* был описан в результате ревизии группы видов *Truncospora ohiensis*, типовой образец был собран в заповеднике «Большехехцирский» Хабаровского края в 2013 г. на валеже *Fraxinus mandshurica* (Spirin et al., 2015). Впервые на российском Дальнем Востоке он был собран Л.В. Любарским в Шкотовском районе Приморского края и описан А.С. Бондарцевым как трутовик огайский *Fomitopsis ohiensis* (Berk.) Bondartsev et Singer (Бондарцев, 1953). Морфологической особенностью *T. ornata* являются плодовые тела небольших размеров (в отличие от обычно крупных и копытных плодовых тел *T. ohiensis*); кроме того, эти виды, безусловно, различаются по молекулярным данным (Spirin et al., 2015).

Это один из самых маленьких многолетних трутовиков. Внешне он очень похож на однолетний трутовик *Cerioporus scutellatus* (Schwein.) Zmitr., но отличается от него по экологическим и морфологическим признакам, а также по данным ДНК-анализа.

Родовое название *Truncospora* происходит от латинского «trunco», что означает «усекать», «обрезать». Название связано с характерной микроскопической особенностью спор этих грибов: они имеют цилиндрическую или эллипсоидную форму, при этом их вершина выглядит плоской, будто аккуратно срезанной или усеченной.

В мире Tr*uncospora ornata* известна только в северо-восточной части Китая и на юге российского Дальнего Востока: в Приморском крае этот гриб встречается в заповедниках «Уссурийский» и «Кедровая Падь» и на острове Рикорда, а в Хабаровском крае он известен из заповедника «Большехехцирский» (Spirin et al., 2015; Бухарова и др., 2021, 2023; Бухарова, 2023). Кроме того, известны две точки обнаружения этого вида в заказнике «Хехцирский» Хабаровского края в августе 2017 г. (по данным Кочуновой Н.А.), но эти данные еще не опубликованы (гербарий ABGI, г. Благовещенск).

В микологическом гербарии Биоресурсной коллекции ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН № 2797657 (VLA, г. Владивосток) хранится восемь образцов *Truncospora ornata*: Приморский край, заповедник «Кедровая падь», на валеже *Quercus* sp., собр. Рыффа Л., 05.09.1958, VLA M-14235; заповедник «Уссурийский», елово-широколиственный лес, собр. Смекалина, 27.08.1964, VLA M-14234; там же, на валежных ветках, собр. Назарова М.М., 19.07.1964, 07. 08 1964, VLA M-14236, 14237, 14238; там же, окр. домика В.Л. Комарова, на валеже *Acer mandshuricum*, собр. Бухарова Н.В., 25.08.2021,VLA M-27737; там же, пойма ручья Покорский, на валежном стволе лиственного дерева, 26.08.2021, собр. Бухарова Н.В., VLA M-27725; остров Рикорда, на валеже лиственного дерева, 15.09.2022, собр. Бухарова Н.В., VLA M-28214.

Таким образом, к настоящему времени на российском Дальнем Востоке известно пять точек местонахождений *T. ornata* (Шкотовский, Уссурийский и Хасанский районы Приморского края, а также Владивостокский городской округ и южная часть Хабаровского края).

Дереворазрушающие грибы служат богатейшим источником уникальных биологически активных соединений. Вторичные метаболиты базидиомицетов зачастую проявляют выражен-

ные антиоксидантные, антимикробные, иммуномодулирующие и противоопухолевые свойства (Zjawiony, 2004). В связи с этим биотехнологический потенциал таких грибов представляет высокий исследовательский интерес. Виды рода *Truncospora* остаются слабо изученными в данном аспекте, что делает их перспективным объектом для поиска и анализа новых биологически активных веществ.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012400285-7).

Литература

Бондарцев А. С. Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1953. 1106 с.

Бухарова Н.В., Змитрович И.В., Псурцева Н.В., Кияшко А.А., Волобуев С.В. Афиллофоровые грибы (Basidiomycota) Уссурийского заповедника (Приморский край, Дальний Восток России) // Биота и среда природных территорий. 2021. №.3. С. 35–55.

Бухарова Н.В., Псурцева Н.В., Кочунова Н.А. Новые сведения об афиллофоровых грибах (Basidiomycota) заповедника «Уссурийский» (Приморский край, Россия) // Новости систематики низших растений. 2023. Т. 57, ч. 2. С. 1–12.

Бухарова Н.В. Первые сведения об афиллофоровых грибах (Basidiomycota) острова Рикорда (Приморский край) // Комаровские чтения. 2023. Вып. 71. С. 154–162.

Постановление Губернатора Приморского края. Об утверждении перечня объектов растительного мира и перечня объектов животного мира, занесенных в Красную книгу Приморского края. От 14.05.2002 N272 (ред. от 18.04.2023 г.). Владивосток, 2023. 53 с.

Spirin V., Kout J., Vlasák J. Studies in the *Truncospora ohiensis – T. ochroleuca* group (Polyporales, Basidiomycota). Nova Hedwigia 2015. 100(1): 159–175.

Zjawiony J. K. Biologically Active Compounds from Aphyllophorales (Polypore) // Fungi Journal of Natural Products. 2004. V. 67 (2). P. 300-310.

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF *TRUNCOSPORA ORNATA* SPIRIN ET BUKHAROVA (BASIDIOMYCOTA) POPULATIONS IN THE RUSSIAN FAR EAST

Bukharova N.V.

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

МИКРОБИОМ В КОРЕННЫХ ЕЛОВЫХ ЛЕСАХ И ВТОРИЧНЫХ БИОЦЕНОЗАХ

Виноградова Ю.А., Перминова Е.М., Ковалева В.А., Лаптева Е.М.
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, vinogradova@ib.komisc.ru

Естественное восстановление лесных фитоценозов после рубки леса, сопровождающееся изменением качества и количества растительного опада, приводит к изменениям в составе и структуре почвенных микробиомов. В Республике Коми, 87% территории которой относится к землям лесного фонда, объем вырубаемой древесины ежегодно составляет около 10 млн. м3 (Государственный доклад…, 2024 (по РК)). Необходимо отметить, что пик изъятия древесных ресурсов в России в целом и в Республике Коми, в частности, пришелся на вторую половину 20 века. В период с 1960 по 1990 гг. сплошными концентрированными рубками было пройдено 20% лесопокрытой площади республики (Паутов, 2000). В результате интенсивной эксплуатации лесных массивов площадь хвойных древостоев значительно сократилась, при этом увеличился удельный вес березовых и осиновых насаждений (Дёгтева и др., 2001), которые в настоящий момент находятся на разных стадиях сукцессионного развития. Анализ литературных данных свидетельствует о том, что особое значение в системе индикаторов состояния природных экосистем занимает микробиом. Являясь ключевым компонентом почв лесных экосистем, микроорганизмы участвуют в преобразовании органического вещества (Добровольская и др., 2015) и биологическом круговороте веществ, тем самым определяя питательный режим (Yang et al., 2020) и биохимические условия почв (Терехова, 2007).

В настоящей работе, которая проводилась на территории Республики Коми, представлены результаты исследований видового разнообразия и таксономической структуры сообществ почвенных микромицетов коренного елового леса (КЕ) и растительных сообществ, характеризующихся различным периодом с момента проведения лесозаготовительных мероприятий – 1(2) года, 17(18) лет, 49(50) лет. Сообщества почвенных микромицетов исследуемых биоценозов характеризуются высоким видовым разнообразием (H=2.67), выравненностью (E=0.59) и высокими значениями индекса Симпсона (S=0.93). Таксономический список культивируемых микромицетов включает 92 вида из 21 рода. В структуре грибного сообщества доминируют представители отдела Ascomycota (81 вид из 18 родов. Наибольшей видовой насыщенностью характеризуется род *Penicillium* (38 видов, что составляет 41% от общего количества видов). Максимальным видовым разнообразием почвенных микромицетов (85 видов из 18 родов, H=2.76, E=0.63, S=0.94) характеризуются органогенные горизонты коренного ельника. В первые годы восстановительной сукцессии (1(2)–летний участок) наблюдается обеднение видового состава микромицетов в органогенных и минеральных горизонтах почвы (23 и 18 видов соответственно) и снижение видового богатства (H=2.57, E=0.82, S=0.89). Процессы развития вторичных мелколиственных фитоценозов и формирования травяно-кустарничкового яруса обуславливают увеличением видового богатства почвенных микромицетов (H=2,93 и H=3,03для участков 17(18)–летней и 49(50)–летней вырубок соответственно) с появлением новых видов, таких как *Alternaria alternata, Cladosporium oxysporum, Penicillium lineatum, Penicillium multicolor*.

В ряду почв разновозрастных растительных сообществ выявлен тренд восстановления разнообразия сообществ микромицетов, однако комплекс микромицетов почвы 49(50)–летнего сообщества сохраняет свою специфичность и отличается от коренного ельника количественными и качественными характеристиками. Видоспецифичность почвенных микоценозов коренного ельника и разновозрастных фитоценозов, сформировавшихся в процессе естественного лесовозобновления на вырубках, четко индицируется при оценке бета-разнообразия методом кластеризации, при этом оценка альфа-разнообразия на основе расчета индексов Шеннона, Симпсона и Пиелоу не позволила выявить статистически значимых различий между рассмотренными участками. Полученные результаты свидетельствуют о том, что состав и воз-

раст древостоя в ряду послерубочных фитоценозов в первую очередь находят свое отражение в изменении состава минорных компонентов видовой структуры почвенных микоцензов и их бета-разнообразия, в то время как ведущую роль в формировании комплекса доминантных видов и показателей альфа-разнообразия играет биоклиматический фактор. Выявление функциональной значимости доминантных и минорных групп почвенных микромицетов на каждой сукцессионной стадии развития фитоценозов на вырубках еловых лесов в подзоне средней тайги требует проведения дополнительных исследований.

Литература

Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Коми в 2023 году». Сыктывкар: Минприроды Республики Коми, 2024. 162 с.

Дегтева С.В., Железнова Г.В., Пыстина Т.Н. Ценотическая и флористическая структура лиственных лесов европейского Севера. СПб.: Наука, 2001. 269 с.

Добровольская Т.Г., Звягинцев Д.Г., Чернов И.Ю., Головченко А.В., Зенова Г.М., Лысак Л.В., Манучарова Н.А., Марфенина О.Е., Полянская Л.М., Степанов А.Л., Умаров М.М. Роль микроорганизмов в экологических функциях почв. Почвоведение. 2015. № 9. С. 1087–1096.

Yang B., Qi K., Bhusal D.R., Huang J., Chen W., Wu Q., Pang X.S. Soil microbial community and enzymatic activity in soil particle-size fractions of spruce plantation and secondary birch forest // European Journal of Soil Biology. 2020. No. 99. P. 103–196. ttps://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2020.103196

MICROBIOME IN OLD-GROWTH SPRUCE FORESTS AND SECONDARY BIOCENOSES

Vinogradova Yu.A.., Perminova E.M., Kovaleva V.A., Lapteva E.M.

Institute of Biology FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И СУКЦЕССИОННАЯ ДИНАМИКА ОЛЬХОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «БРАСЛАВСКИЕ ОЗЕРА»

Волошина Е.Р.
Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк «Браславские озера», г. Браслав, Беларусь, voloshinaer_braslav@mail.ru

Ольховые леса играют ключевую роль в поддержании экологического баланса на переувлажненных территориях, выполняя средообразующие и азотнакопительные функции. На территории Национального парка «Браславские озера» (Республика Беларусь) ольшаники занимают 9% покрытых лесом земель, при этом за период с 2007 по 2017 год площадь черноольховых насаждений увеличилась на 65,1%, а сероольховых – на 49,0% (Лесоустроительный проект, 2018). Несмотря на это, вопросы естественного возобновления и сукцессионной динамики ольховой и сероольховой формаций в регионе остаются изученными незначительно, что определяет актуальность настоящего исследования.

Исследование проводилось на четырех постоянных пробных площадях (ППП), заложенных в 2025 году на территории Браславского и Замошского лесничеств Национального парка «Браславские озера». Площадь участков составила от 1005 до 1260 м². На каждой пробной площади осуществлялся сплошной перечет деревьев с определением категории санитарного состояния по шкале Б.И. Ковалева, проводился учет подроста на учетных площадках, заложенных по диагональным трансектам, а также выполнялось геоботаническое описание живого напочвенного покрова с оценкой проективного покрытия по шкале Браун-Бланке. Возраст насаждений на исследованных участках варьирует от 43 до 58 лет. Заложенным пробным площадям присвоены номера № 2–5.

В результате сбора и анализа полученной на пробных площадях информации получен срез данных, позволяющий сформулировать первичные выводы о возможном направлении сукцессии в исследуемых формациях леса на территории Национального парка «Браславские озера».

На пробной площади № 2 в черноольшанике хвощовом, где ольха черная доминирует во всех древесных ярусах (состав 10Олч), подрост представлен преимущественно ею же (8Олч2Олс) с густотой 1010 штук на гектар. Данное сообщество является устойчивым и самоподдерживающимся, а сукцессия носит циклический характер. При сохранении существующего гидрологического режима смена данного типа леса маловероятна.

На пробной площади № 3 в черноольшанике кисличном (состав 8Олч2Олс) отмечено полное отсутствие возобновления ольхи черной. Подрост здесь представлен на 90% ольхой серой и на 10% кленом остролистным при общей густоте 1133 штуки на гектар, что указывает на начавшуюся смену пород-эдификаторов. Доля деревьев без признаков ослабления здесь составляет 60,9%, однако 15,8% деревьев уже отнесены к категории свежего сухостоя (VI категория), что подтверждает активную стадию деградации.

На пробной площади № 4 в сероольшанике кисличном (состав 10Олс) подрост имеет смешанный состав: 50% ольха серая, 40% клен остролистный и 10% ясень обыкновенный. Общая густота подроста достигает 2300 штук на гектар – максимальный показатель среди всех исследованных участков. Такая структура свидетельствует о прогрессивной сукцессионной смене, где сероольшаник выступает промежуточной стадией. Санитарное состояние здесь наилучшее среди исследованных ольховых насаждений: 58,4% здоровых деревьев и средневзвешенная категория состояния 1,8.

Наиболее продвинутая стадия сукцессии зафиксирована на пробной площади № 5 в черноольшанике папоротниковом (состав первого яруса 6Олч4Олс). В подросте абсолютно преобладают клен остролистный (50%) и ясень обыкновенный (20%) при доле ольхи серой 30%, тогда как ольха черная в подросте полностью отсутствует. Густота подроста составляет 2950

штук на гектар – самая высокая среди всех пробных площадей. Данный участок представляет собой заключительную серийную стадию перед переходом к широколиственным формациям.

Санитарное состояние всех древостоев оценено как ослабленное: средневзвешенная категория составляет от 1,8 до 2,2, доля здоровых деревьев варьирует от 35,2% до 60,9%. На всех участках обнаружены симптомы инвазивных заболеваний – фитофтороза ольхи и халарового некроза ясеня, способные радикально изменить траектории сукцессий в будущем. Доля деревьев с признаками болезней (III и IV категории состояния) варьирует от 5,8% на ППП № 4 до 27,9% на ППП № 2.

Проведенные исследования на четырех постоянных пробных площадях позволили выявить полный спектр сукцессионных стадий ольховой и сероольховой формаций – от циклически устойчивых сообществ до заключительных этапов смены пород. Обнаруженные симптомы заболеваний, вызванные инвазивными патогенами, выступают мощным дестабилизирующим фактором, способным не только ускорить, но и изменить направление сукцессионных процессов, исключая ключевые виды–преемники. Полученные данные обосновывают необходимость долгосрочного мониторинга с периодичностью 5 лет для верификации прогнозов и разработки адаптивных мер управления лесными экосистемами Национального парка «Браславские озера» в условиях естественной динамики и патогенных рисков.

Литература

Лесоустроительный проект государственного природоохранного учреждения «Национальный парк «Браславские озера» Управления делами Президента Республики Беларусь на 2019–2028 годы.

THE CURRENT STATE AND SUCCESSIONAL DYNAMICS OF ALDER FORESTS IN THE BRÁSLAV LAKES NATIONAL PARK

Voloshina E.R.

Bráslav Lakes National Park, Braslav, Belarus

RINODINA СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ АЗИИ

Галанина И.А.
ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, gairka@yandex.ru

В Голарктике не проводилась ревизия ни одного рода накипных лишайников, которая бы охватывала все основные сектора бореальных или неморальных лесов. Восточная Азия долгое время оставалась «белым пятном» в биогеографии лишайников, особенно накипных.

Род *Rinodina* (Ach.) Gray относится к семейству Physciaceae Zahlbr. и насчитывает около 300 видов, распространенных по всему миру (Sheard, 2010; Hyde et al., 2024). Род является полифилетическим, для его видов характерны накипные слоевища, леканориновые апотеции, двуклеточные коричневые аскоспоры с утолщениями внутренней стенки и сумки *Lecanora*-типа (Nadyeina et al., 2010).

Род *Rinodina* — один из наиболее известных в Голарктике, для него существуют современные монографические работы: для Пиренейского п-ова (Giralt, 2001), Скандинавии (Mayrhofer, Moberg, 2002), Северной Америки (Sheard, 2010), Старого Света, (Mayrhofer, 1984). Особую ясность в вопросы биогеографии внесло появление молекулярных данных из различных регионов мира (Resl et al. 2016). Наша работа (Sheard et al., 2017) представляет собой первую попытку комплексной обработки материалов по этому роду для территории Северо-Восточной Азии. В результате нами было подтверждено присутствие на исследуемой территории 43 видов, включая два новых для науки: *R. hypobadia* Sheard и *R. orientalis* Sheard и ряд новых видов для территорий разного ранга. Было показано наличие восточноазиатской специфики в видовом составе рода, а также наличие группы видов с дизъюнктивными восточноазиатско-североамериканскими ареалами, ранее считавшиеся эндемиками Северной Америки. Были представлены списки видов *Rinodina* для Российского ДВ, Японии и Южной Кореи. Тогда многие регионы РДВ не были представлены в исследовании. Эта работа послужила началом многолетнего изучения рода на территории Северо-Восточной Азии, которое продолжается и по сей день.

За это время были проведены ревизии образцов в различных гербариях (ALTB, LE, MAG, SAK, SASY, TNS, UUH, VLA), а также сборы свежих образцов, с которыми были начаты молекулярные исследования в рамках отдельных групп видов.

На данный момент ревизии рода *Rinodina* проведены в Магаданской и Сахалинской областях, Якутской и Бурятской Республиках (Galanina, Ezhkin, 2019; Galanina et al., 2021a, 2023, в печати), изучены тысячи образцов. Продолжается работа с материалами из Приморского, Хабаровского, Забайкальского и Алтайского краев, Амурской и Иркутской областей, а также ряда азиатских стран: Казахстан, Монголия, Таджикистан, Узбекистан и др.

В целом наши результаты подтверждают, что видовое разнообразие рода *Rinodina* в странах данного региона ранее было недооценено, оно специфично и регулярно пополняется новыми видами, в том числе новыми для науки. Двигаясь в изучении рода с востока на запад, мы видим, как далеко идет влияние восточноазиатской лихенобиоты, какие существуют дизъюнкции в ареалах видов, как меняется представление об ареалах видов, ранее считавшихся редкими или эндемичными.

На данный момент список рода *Rinodina* в Северо-Восточной Азии только на территории России насчитывает более 60 видов. Описано еще два новых для науки вида *R. jacutica* и *R. galaninii*, найдены новые для Евразии, а также России, Китая, Южной Кореи и Японии. Пополнился список дизъюнктивных восточноазиатско-североамериканских видов, существенно дополнены ареалы ряда видов (Galanina et al., 2021б, 2024 и др.).

Литература.

Galanina I. A., Chesnokov S. V., Gimelbrant D. E., Davydov E. A., Ezhkin A. K., Kharpukhaeva T. M., Konoreva L. A., Kuznetsova E. S., Poryadina E. N., Stepanchikova I. S., Yakovchenko L. S., Zheludeva E. V. Distribution of *Rinodina sibirica* (Physciaceae, lichenized Ascomycota) in Eurasia // Novosti sistematiki nizshikh rastenii. 2021б. Vol. 55. No 2. P.393–404. https://doi.org/10.31111/nsnr/2021.55.2.393

Galanina I. A., Ezhkin A. K. The genus *Rinodina* in the Kuril Islands (Russian Far East) // 2019. Turczaninowia. Vol. 22. No 4. P. 5–16. https://doi.org/10.14258/turczaninowia.22.4.1

Galanina I. A., Ezhkin A. K., Ohmura Y. The genus *Rinodina* (Physciaceae, Lichenized Ascomycota) of the Sakhalin Island (Russian Far East) // Botanicheskii zhurnal. 2021a. Vol. 106. No 2. P. 147–165. https://doi.org/10.31857/S0006813621020034

Galanina I. A., Kharpukhaeva T. M., Poryadina L. N. *Rinodina riparia* (Physciaceae, lichenized Ascomycota) new to Eurasia from China and Russia // Phytotaxa. 2024. Vol. 652. No 2. P. 165–170. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.652.2.9

Galanina I. A., Chesnokov S. V., Konoreva L. A., Poryadina L. N., Davydov E. A., Paukov A. G. The genus *Rinodina* (Physciaceae, lichenized Ascomycota) in the Republic of Sakha (Yakutia) with a key to the species // Novosti sistematiki nizshikh rastenii. 2023. Vol. 57. No 2. L49–L85. https://doi.org/10.31111/nsnr/2023.57.2.L49

Giralt M. The Lichen genera *Rinodina* and *Rinodinella* (lichenized Ascomycetes, Physciaceae) in the Iberian Peninsula // Bibliotheca Lichenologica. 2001.No 79. P. 1–160.

Hyde K. D., Noorabadi M. T., Thiyagaraja V., et al. The 2024 Outline of Fungi and fungus-like taxa // Mycosphere. 2024. Vol. 15. No 1. P. 5146–6239. https://doi.org/10.5943/mycosphere/15/1/25

Mayrhofer, Die saxicolen Arten der Flechtengattungen Rinodina und Rinodinella in der Alten Welt // J. Hattori Bot. 1984. No. 55. P. 327–493.

Mayrhofer H., Moberg R. *Rinodina*. Nordic lichen flora. 2002. Vol. 2. Uddevalla: 41–69.

Nadyeina O., Grube M., Mayrhofer H. A contribution to the taxonomy of the genus *Rinodina* (Physciaceae, lichenized Ascomycotina) using combined ITS and mtSSU rDNA data // The Lichenologist. 2010. Vol. 42. No 5. P. 521–531. https://doi.org/10.1017/S0024282910000186

Resl P., Mayrhofer H., Clayden S. R., Spribille T., Thor G., Tønsberg T., Sheard J. W. Morphological, chemical and species delimitation analyses provide new taxonomic insights into two groups of *Rinodina* // The Lichenologist. 2016. Vol. 48. No 5. P. 469–488. https://doi.org/10.1017/S0024282916000359

Sheard J. W. The lichen genus *Rinodina* (Ach.) Gray (Lecanoromycetidae, Physciaceae) in North America, North of Mexico. 2010. Ottawa: 246 p.

Sheard J. W., Ezhkin A. K., Galanina I. A., Himelbrant D. E., Kuznetsova E., Shimizu A., Stepanchikova I., Thor G., Tønsberg T., Yakovchenko L. S., Spribille T. The lichen genus *Rinodina* (Physciaceae, Caliciales) in north-eastern Asia // The Lichenologist. 2017. Vol. 49. No 6. P. 617–672. https://doi.org/10.1017/S0024282917000536

RINODINA OF NORTHEAST ASIA

Galanina I.A.

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

ЛЕСОПАТОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ КЕДРОВЫХ ГОРЕЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ

Галанов А.Э.[1], Чуба А.Ю.[2,3]

[1] Филиал ФБУ «ВНИИЛМ» «Сибирская лесная опытная станция», г. Тюмень, galanov@vniilm.ru

[2] Тюменский государственный университет, г. Тюмень,

[3] Филиал Уральского государственного университета путей сообщения, г. Тюмень

На территории кедровых горельников Вагайского сельского участкового лесничества Вагайского лесничества Тюменской области Российской Федерации на северо-западной границе 4 и 9 выделов 161 квартала с декабря 2025 г. по февраль 2026 г. было произведено изъятие комлевой и верхушечной древесины в виде круглых спилов по 10 см в толщину и корневых поверхностных лап у средневозрастных *Pinus sibirica* (Du Tour, 1803) (табл.).

Таблица. Таксационное описание кедровых одноярусных лесов до лесного пожара

Выдел	S, га	Состав	Подрост	Подлесок	Элемент леса	Acp., лет	hcp., м	dcp., см	ТЛ	p	Ncp., м3/га
4	10,8	4К3Е3Б+П+Ос	7Е2П1К	ШП редкий	К	120	22	32	РТ	0,5	260
9	8,8	3К3Е3Б1Ос+П	8Е1К1П	ЧР редкий	К	100	23	30	РТ	0,4	210

S – площадь, ТЛ – тип леса, ШП – шиповник, ЧР – черемуха, p – относительная полнота; средние показатели: Acp. – возраст, hcp. – высота, dcp. – диаметр, Ncp. – запас

На период 2023 года было зарегистрировано поблизости минимум 22 лесных пожара, как небольшие, так и крупные от 2 до 23211 га, согласно ИСДМ-Рослесхоз. За это время лесные пожары превратили ценные кедровые леса в действующие горельники (рис. 1), сплошные санитарные рубки которых на изучаемых участках проводились одновременно с отбором спилов в зимний период 2026 г.

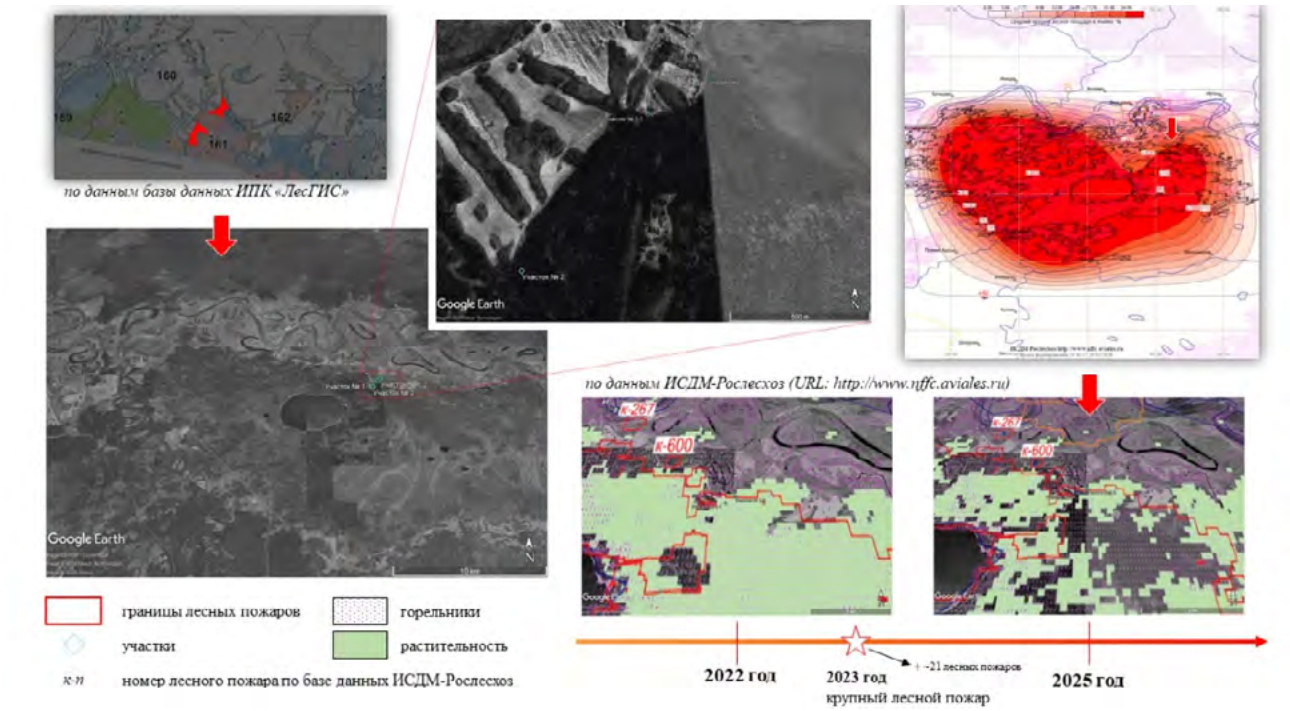


Рисунок 1. Локализация лесных пожаров и обследуемых участков (по данным ИСДМ-Рослесхоз и ИПК «ЛесГИС»)

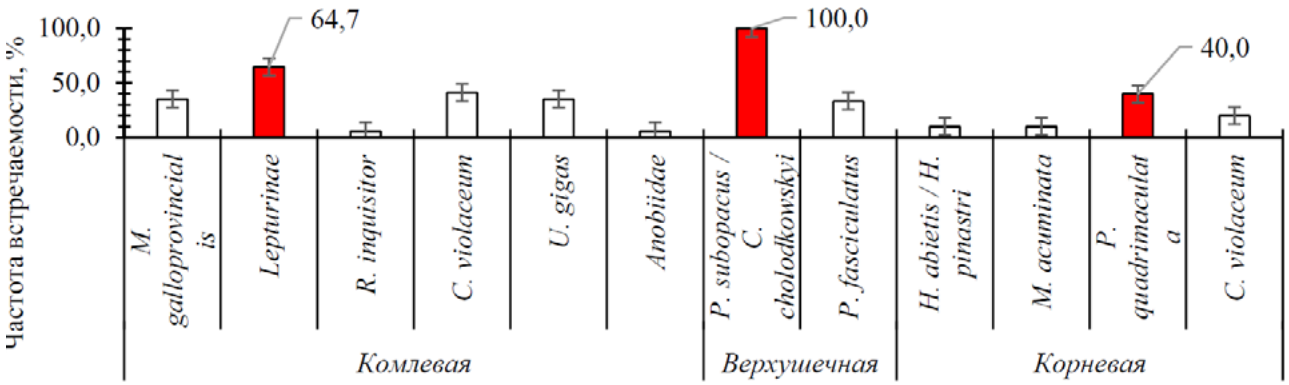


Рисунок 2. Частота встречаемости стволовых вредителей в кедровых горельниках

Сравнивая 2022 с 2025 гг. на рис. 1, закономерно отмечается снижение зеленой массы растительности с увеличением площади горельников. Образцы спилов отбирались при описанных выше условиях.

Произведено вскрытие спилов для проведения идентификации вредителей 2-х комплексов: развивающихся на стволе и корневых лапах и на мертвой древесине (рис. 2).

В спилах комлевой части древесины отмечаются: единичные и множественные ходы *Monochamus galloprovincialis* (Olivier, 1795), ходы личинок усачей из подсемейства Lepturinae или *Rhagium inquisitor* (L., 1758), ходы личинок *Callidium violaceum* (L., 1758), ходы личинок *Urocerus gigas* (L., 1758), остатки *C. violaceum*, единичное маленькое круглое отверстие, напоминающее вид из семейства Anobiidae (Fleming, 1821).

На верхушечной части ствола фиксируются: вылетные отверстия вершинных короедов, среди которых *Polygraphus subopacus* (Thomson, 1871) или *Carphoborus cholodkowskyi* (Spessivtsev, 1916), ходы личинок, визуально напоминающие *Pogonocherus fasciculatus* (De Geer, 1775).

Внутри корневых лап были обнаружены: повреждения видом из рода *Hylobius* (Germar, 1817), скорее всего, H. abietis (L., 1758) или H. pinastri (Gyllenhal, 1813), вылетные отверстия в количестве 2 шт. *Melanophila acuminata* (De Geer, 1774), 4 живые личинки 1-го рода *Pachyta quadrimaculata* (L., 1758), 1 личинка *C. violaceum* и колыбелька с ее куколкой глубоко в древесине.

Лесопатологические риски в виде лесных пожаров способны видоизменять природные ландшафты и ослаблять живые деревья *P. sibirica* для потенциального заселения их стволовыми вредителями, представленных, преимущественно, семействами Cerambycidae (Latreille, 1802) для всей древесины и Curculionidae (Latreille, 1802) – для верхушечной и корневой древесины. Действующие комплексы вредителей указывают на естественные процессы изреживания горельников и их вторичную сукцессию.

Большую благодарность в идентификации насекомых авторы выражают к. б. н. Галичу Д. Е. из филиала ФБУ ВНИИЛМ «Сибирская ЛОС».

FOREST PATHOLOGY RISKS IN BURNT CEDAR STANDS UNDER CONDITIONS OF CLIMATE INSTABILITY

Galanov A.E.[1], Chuba Al.Yu.[2,3]

[1] Branch of FBI «VNIILM» «Siberian Forest Experimental Station», Tyumen, galanov@vniilm.ru

[2] University of Tyumen, Tyumen

[3] Branch of the Ural State University of Railway Transport in Tyumen

ВВЕДЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯ *IN VITRO*: ТРУДНОСТИ, ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ

Гафицкая И.В., Наконечная О.В.
ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, markelova@biosoil.ru

Действующие подходы освоения лесных ресурсов Приморского края ведут к их истощению в ближайшей перспективе. Во избежание уничтожения уникального мирового биома с последующей экологической катастрофой, для адаптации среды обитания человека к изменениям климата и сохранения рентабельности лесной индустрии необходим радикальный пересмотр стратегии, планирования и управления лесным хозяйством. Меры по интенсификации отрасли, такие как глубокая и вторичная переработка древесины, действительно снизят нагрузку на экосистемы, но станут лишь временной отсрочкой или даже катализатором надвигающихся проблем, так и не решив их корневую причину. Основополагающим решением может стать последовательное замещение заготовки древесных пород природных лесных массивов на промышленное плантационное выращивание для дальнейшей вырубки. Это обеспечит гарантированное финансирование плантационного выращивания древесины и эффективное внедрение современных биотехнологических разработок для создания пород с заданными параметрами — ускоренным ростом ствола или ранним вступлением в фазу плодоношения.

Использование метода микроклонального размножения является необходимым инструментом для получения оздоровленного посадочного материала, который трудно или невозможно получить консервативными методами размножения (семенным или вегетативным). Однако существует ряд трудностей при работе с древесными видами.

1. Выброс полифенолов тканями эксплантов в питательную среду, которые под действием полифенолоксидазы, пероксидазы и кислорода воздуха окисляются. Образующиеся хиноны оказывают воздействие на клетки, вызывают некроз тканей и гибель эксплантата. *Методы борьбы*: частые пересадки, добавление антиоксидантов (аскорбиновая кислота, активированный уголь, ПВП).
2. Высокая степень инфицированности материала внутритканевыми грибами и бактериями, которые не удаляются поверхностной стерилизацией. Инфицированность эксплантов может достигать 95–100%, что приводит к массовому загрязнению культуры. Эндофитная микрофлора, активированная в питательной среде, подавляет рост растительных тканей и приводит гибели экспланты. *Методы борьбы*: сложные многоэтапные и длительные режимы стерилизации, приводящие к повышению риска повреждения тканей экспланта.
3. Сложность индуцирования морфогенеза, низкая способность к побегообразованию и каллусогенезу отмечена у древесных видов. Скорость роста регенеранта может зависеть от генотипа: внутри одного вида клоны разных генотипов могут развиваться с разной интенсивностью. Требуются условия подбора состава среды, концентрации фитогормонов (ауксинов, цитокининов), условий освещения и температуры для каждого вида, сорта, иногда генотипа.
4. Определенное влияние вносит сомаклональная изменчивость (риск генетических и эпигенетических изменений), которая может появиться при развитии микрорастений через стадию каллуса или при длительном культивировании в условиях *in vitro*. Клоны могут потерять ценные признаки материнского растения.
5. Проблемы укоренения микропобегов усложняют процесс успешного размножения. Процент укоренения бывает низким или нестабильным, поэтому необходим подбор условий для успешного укоренения с добавлением ауксинов (ИУК, ИМК, НУК) и подбором их концентраций.
6. Трудности адаптации к условиям *ex vitro* — акклиматизация растений после извлечения из пробирки. Особенности строения микроклонов: слабая кутикула, недоразвитые устьица, слабая корневая система, а также испытываемый стресс от изменения влажности, освещения, питания и патогенной нагрузки приводят к массовой гибели регенерантов (50–100%). Необходим подбор условий для успешной акклиматизации для каждого вида и сорта.

7. Экономические и технологические ограничения, среди которых высокая трудоемкость и стоимость процесса (стерильные условия, частные пересадки, индивидуальная подборка протоколов), часто длительное получение стерильного материала и срочное тиражирование товарных клонов при массовой адаптации к условиям *ex vitro*.

Несмотря на ряд трудностей, применение полученных технологий, по микроклональному размножению ценных пород для плантационного выращивания способны обеспечить сохранение лесных экосистем от уничтожения. Проводимая работа вписывается в государственную программу в области сохранения природных ресурсов (лесов) и обеспечения экологической безопасности (федеральный проект «Сохранение лесов», входящий в состав нового национального проекта «Экологическое благополучие», определенный Указом Президента Российской Федерации В.В. Путина № 309 от 07.05.2024 г.).

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации: тема № 124012400285-7.

INTRODUCTION OF WOODY PLANT SPECIES *IN VITRO* CONDITIONS: DIFFICULTIES AND FEATURES OF CULTIVATION

Gafitskaya I.V., Nakonechnaya O.V.
Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

ВКЛАД Ю. И. МАНЬКО В ИЗУЧЕНИЕ ЛЕСОВ РОССИЙСКОГО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Гладкова Г.А., Сибирина Л.А.
ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, gladkova@biosoil.ru

Имя Юрия Ивановича Манько вписано в историю дальневосточной науки как выдающегося исследователя лесов. Научное наследие Юрия Ивановича превышает 330 публикаций по лесоведению, ботанике, ботанической географии, почвоведению, истории науки, вопросам охраны природы (в том числе автор 6 и соавтор 6 монографий).

Ю.И. Манько попал во Владивосток в 1954 г. после окончания лесохозяйственного факультета Сибирского лесотехнического института (Красноярск) во время бурного становления самобытного генетического (географо-генетического) направления в лесной типологии, основы которого были заложены трудами проф. Б.А. Ивашкевича и блестяще развиты Б.П. Колесниковым. Он был зачислен в лабораторию лесоведения и лесоводства Дальневосточного филиала СО АН СССР им. В.Л. Комарова, возглавляемую проф. Борисом Павловичем Колесниковым.

Лесоводственно-географическое изучение лесов российского Дальнего Востока (РДВ). С 1955 г. Юрий Иванович занимался изучением лесов в труднодоступных местах бассейна р. Амур – оз. Большое Кизи, Де-Кастри, бассейны рек Анюй и Хор, горная система Шаман-Тиуль, в конце 1950-х – начале 1960-х годов были проведены работы в бассейнах рек Урми, Амгунь, Бичи, Хурмули, Харпин и др. По материалам, собранным в бассейне оз. Кизи, на побережье Татарского пролива, а также в бассейнах рек Хор и Анюй, в 1962 г. им была защищена кандидатская диссертация, легшая в основу монографии «Пихтово-еловые леса Северного Сихотэ-Алиня» (Манько, 1967).

С 1968 г. в сфере его интересов были наименее изученные в лесоводственном отношении территории: Аяно-Майский район Хабаровского края, верхняя часть бассейна р. Селемджа, Шантарские острова, Камчатка, районы, примыкающие к Байкало-Амурской магистрали. В эти годы им были написаны многочисленные обзорные очерки растительного покрова РДВ (некоторые в соавторстве), имеющие большую научную ценность.

В 1985 г. Ю.И. Манько была успешно защищена докторская диссертация «Ель аянская (распространение, биология, классификация типов леса, особенности возрастного строения и динамики фитоценозов)». По материалам диссертации издана монография «Ель аянская» (Манько, 1987).

Лесообразовательный процесс (ЛОС) и классификация лесов. Ю.И. Манько были охарактеризованы географические особенности ЛОС в лесах с преобладанием ели аянской, показано, что зональный ЛОС формируется из частных процессов, спектр которых специфичен для различных субформаций и географических фаций. Показано своеобразие ЛОС в областях современного вулканизма. Разработана классификация смен растительности и охарактеризована динамика растительности под влиянием вулканизма, последствия которого на лесной покров и в целом на растительность могут быть катастрофическими, сукцессионными и инпульверизационными.

Девственные леса. Вслед за Б.А. Ивашкевичем и Б.П. Колесниковым, Ю.И. Манько на протяжении всей своей научной деятельности проявлял большой интерес к девственным лесам. Возрастная структура и динамика девственных лесов из ели аянской была охарактеризована в ряде работ (Манько, 1967, 1987 и др.; Man'ko, 1991).

Массовое усыхание лесов. В XX веке пихтово-еловые леса, образуемые елью аянской и пихтой белокорой, неоднократно подвергались массовому усыханию. В 1960-е годы Юрию Ивановичу приходилось заниматься этой проблемой, обследуя усыхающие ельники в нижней части левобережного Приамурья, где усыхание древостоев было вызвано засухой 1954–1955 гг. (Манько, 1965). С конца 1980-х годов под руководством Ю.И. Манько началась большая рабо-

та, связанная с мониторингом усыхания пихтово-еловых лесов и с изучением естественного возобновления на сплошных вырубках на севере Приморского края. В монографии «Усыхание ели в свете глобального ухудшения темнохвойных лесов» (Манько, Гладкова, 2001) критически обобщены материалы по деградации пихтово-еловых лесов и предпринята попытка увязать региональное усыхание лесов с глобальными процессами.

История лесного дела на РДВ. Последние годы своей жизни Юрий Иванович всецело посвятил изучению литературных и архивных документов, связанных с лесными делами на РДВ. В его книгах (Манько, 2008, 2011, 2018) были охарактеризованы все направления лесного дела с начала заселения РДВ и до установления советской власти. Им были открыты новые имена исследователей лесов. Прослежено становление самобытного дальневосточного направления в лесоведении. Серия работ была посвящена отдельным выдающимся и малоизвестным исследователям: Б.А. Ивашкевичу, М. Пястушкевичу, О.В. Маркграфу, А.А. Строгому и другим.

Под руководством Ю.И. Манько защищено 18 кандидатских диссертаций, кроме того, он консультировал соискателей докторских диссертаций. До конца своих дней Юрий Иванович много сил отдавал научно-общественной работе и популяризации лесной науки. Юрий Иванович оставил нам в память о себе книгу «Шаги по тайге» (Манько, 2009), где отразил романтику путешествий, радости и заботы каждодневного труда, связанного с познанием природы, где с теплотой вспоминал об учителях, коллегах и помощниках.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации: тема № 124012400285-7.

Литература

Манько Ю.И. Материалы к изучению усыхания пихтово-еловых лесов левобережного Приамурья // Лесоводственные исследования на Дальнем Востоке. Владивосток: ДВФ СО АН СССР, 1965. Вып. 1. С. 21–73.

Манько Ю.И. Пихтово-еловые леса Северного Сихотэ-Алиня. Л: Наука, 1967. 244 с.

Манько Ю.И. Ель аянская. Л.: Наука, 1987. 280 с.

Манько Ю.И., Гладкова Г.А. Усыхание ели в свете глобального ухудшения темнохвойных лесов. Владивосток: Дальнаука, 2001. 228 с.

Манько Ю.И. Очерки по истории лесного дела на Дальнем Востоке России (досоветский период). Владивосток: Дальнаука, 2008. 152 с.

Манько Ю.И. Шаги по тайге. Вдадивосток: Дальнаука, 2009. 284 с. (Сер. «Наука в лицах»).

Манько Ю.И. Лесное дело на российском Дальнем Востоке (1859–1922). Владивосток: Дальнаука, 2011. 383 с.

Манько Ю.И. История лесного хозяйства на российском Дальнем Востоке. 1859–1922. Владивосток: ТИГ ДВО РАН. 2018. 660 с.

Man'ko Y.I. Urwälder in der Sibirischen Tajga und im Sowjetischen Fernen Osten mit *Picea obovata* (*P. abies* var. *obovata*) und *P. ajanensis* (*P. jezoensis*) // H. Schmidt-Vogt. Die Fichte. Bd. II/III. 1991. S. 139–163.

THE CONTRIBUTION OF YU.I. MAN'KO TO THE STUDY OF FORESTS IN THE RUSSIAN FAR EAST

Gladkova G.A., Sibirina L.A.

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ДРЕВЕСНОЙ ФИТОМАССЕ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ БОЛОТ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ)

Грачев И.Г., Калашникова Д.А., Никонова Л.Г., Бисирова Э.М., Смирнов Н.А.
Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск,
grachevimces@gmail.com

Актуальность исследования связана с необходимостью определения роли древесной фитомассы в депонировании углерода болотными экосистемами. Несмотря на значительный вклад древесного яруса в формирование углеродных запасов, особенно в зрелых и нарушенных болотных сообществах (Головацкая, 2010; Peregon, 2024), его участие часто не учитывается при оценке углеродного баланса. Поэтому изучение и моделирование запасов углерода в древесной фитомассе является важной задачей для повышения точности оценки углеродного потенциала болотных экосистем.

Исследования проводились на территории стационара «Васюганье» (ИМКЭС СО РАН, Западная Сибирь, Россия) в пределах трех болотных фитоценозов: естественного, осушенного и постпирогенного ряма, восстановленного естественным путем. Запасы фитомассы и углерода древесного яруса определяли для доминирующей породы *Pinus sylvestris* L. методом модельных деревьев (Косых, Коронатова, 2010; Головацкая, 2017; Peregon et al., 2024). Для каждого дерева измеряли диаметр у основания (D0), диаметр на высоте 1,3 м (DBH), высоту (H) и массу отдельных фракций (ствол, ветви, корни, хвоя). Образцы высушивали при 105°C для определения влажности и дальнейшего пересчета. Статистическую обработку и моделирование проводили в среде RStudio. Содержание углерода в фракциях определяли в трёхкратной повторности на элементном анализаторе CHNS-O (VELP Scientifica, Italy). По результатам моделирования фитомассы модельных деревьев было протестировано 12 моделей оценки общей фитомассы древостоев. Сравнительный анализ показал, что наиболее надежными являются две модели линейного типа, параметры которых представлены в таблице. Дальнейший анализ проведен на двух указанных моделях.

Представленные модели оценки фитомассы древостоя характеризуются высоким качеством аппроксимации: средняя ошибка прогнозирования (RMSE_log) при сопоставлении наблюдаемых и расчетных значений фитомассы составляет ±12%. Сравнительный анализ показал, что модель (1) имеет несколько лучшие показатели RMSE ($\Delta = 0.002$), MAE ($\Delta = 0.009$), MAPE ($\Delta = 45.12$) и R^2 ($\Delta = 0.0014$) по сравнению с моделью (2), однако уступает ей по значениям информационных критериев AIC ($\Delta = 0.74$) и BIC ($\Delta = 2.39$).

Сравнительный пофракционный анализ фитомассы модельных деревьев показал, что для всех типов рямов характерен схожий вклад фракций в общую фитомассу древесного яруса. Основная доля приходится на стволовую часть и составляет в среднем 59 ± 20%. Значительно

Таблица. Показатели качества моделей *P. sylvestris* для болотных экосистем.

	Модель 1	Модель 2
Модель	M=a+b*(D_0*H)	M=b*(D_0*H)
a (свободный член)	-0,0252	-
b (коэффициент наклона)	0,0932	0,0914
RMSE (квадратный корень из среднеквадратичной ошибки)	0,1163	0,1183
MAE (средняя абсолютная ошибка)	0,0617	0,0707
MAPE (средняя абсолютная процентная ошибка)	45,69	70,81
R2 (коэффициент детерминации)	0,9590	0,9576
AIC (Критерии Акаике)	-49,66	-50,40
BIC (Байесовский критерий)	-44,74	-47,13

меньший вклад в общую фитомассу вносят корни (~22 ± 19%), ветки (~12 ± 8%) и хвоя (~12 ± 10%).

Оценка депонированного углерода проводилась по данным перечета деревьев *P. sylvestris* на пробных площадях (n = 255 в естественном ряме, n = 86 в восстановленном ряме и n = 84 в осушенном ряме) с последующим пересчетом на 1 га. Результаты, полученные по моделям (табл.), практически совпадали для восстановленного и осушенного рямов (расхождение менее 0,1 и 0,6% соответственно). Для естественного ряма различие составило около 9%, что связано с отрицательными оценками фитомассы для деревьев малых размеров в модели 1. Поэтому при оценке не были учтены 20 деревьев с наименьшими D0 и H. Следовательно модель не обеспечивает корректную оценку деревьев, для которых $D0*H \leq 0.27$, так как при этих условиях фитомасса принимает отрицательные значения.

Апробация обеих моделей показала: наименьшие запасы фитомассы и углерода – в олиготрофном ряме (5,26–5,77 и 2,72–2,99 т/га); в восстановленном – в 1,76–1,94 раза выше (до ~10,21 т/га фитомассы, 5,25 т/га углерода); максимальные – в осушенном ряме (14,52–14,60 т/га вещества, 7,53–7,57 т/га углерода). Постпирогенное восстановление увеличивает запасы углерода вдвое, осушение – почти втрое относительно естественных экосистем.

Работа выполнена при государственной финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (FWRG-2025-0002) Регистрационный номер 1024100800092-1.

Литература

Головацкая Е.А., Волознева М.В., Порохина Е.В. Запасы и продукция древесного яруса Кирсановского болота // Болота и биосфера: Мат. VII Всерос. науч. школы, 13–15 сент. 2010 г., Томск. Томск: Томский государственный педагогический университет, 2010. С. 162–166.

Головацкая, Е. А. Биомасса и продукция древесного яруса сосново-кустарничково-сфагновых болот южной тайги Западной Сибири // Лесоведение. 2017. № 2. С. 102-110.

Косых Н.П., Коронатова Н.Г. Запасы общей фитомассы и чистая первичная продукция болотных экосистем Сургутского Полесья // Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата. 2010. Т. 1, № 2. С. 4.

Peregon A.M, Kosykh N.P, Mironycheva-Tokareva N. P [et al.] Production and Destruction of Plant Organic Matter in Bog Ecosystems in the South of Western Siberia / // Ecology and Diversity. 2024. Vol. 1, No. 1. P. 10004.

MODELING CARBON STOCKS IN THE WOODY PHYTOMASS OF OLIGOTROPHIC BOG (A CASE STUDY OF WEST SIBERIAN PEATLANDS)

Grachev I.G., Kalashnikova D.A., Nikonova L.G., Bisirova E.M., Smirnov N.A.
Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, SB RAS, Tomsk

ТИСОВАЯ РОЩА НА ОСТРОВЕ ПЕТРОВА – ТАКСАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТВОЛОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Гриднев А.Н., Швецов Д.В.

Приморский ГАТУ, Уссурийск

Введение. Принято считать, что на Дальнем Востоке существует две популяции тиса остроконечного – материковая и островная. Ярким представителем островной популяции является тисовая роща на острове Петрова, входящая в состав Лазовского заповедника. Изучением тисовой рощи занимался ряд ученых, исследователи в основном касались лесоводственных и биолого-экологических особенностей тиса [1–3]. При проведении очередного лесоустройства заповедника в 2021 году выяснилось отсутствие нормативно-справочных материалов по оценке объемных характеристик стволов тиса, а имеющиеся таблицы [4] не подошли по габитусным характеристикам. Поэтому целью данной работы явилась попытка решить обозначенную проблему, исходя из особенностей заповедного режима (без рубки модельных деревьев).

Методика и объем исследования. Исследование проводилось способом фотофиксации стволов тиса с мерной рейкой длиной 1,5 м (рис.). Всего было случайным способом подобрано 30 моделей для фотофиксации из разных ступеней толщины. Далее камерально по данным фотофиксации у каждой модели с помощью ГИС программы измерялись: общая высота ствола; диаметры в коре на различных высотах (рис. А); высоты до каждого замера диаметра (рис. Б), а затем в программе Excel рассчитывались следующие таксационные показатели стволов – диаметр на высоте груди (Д1,3) высота (Н), сбег, полнодревесность и объем (подробно методика расчетов описана ранее [5]).

Результаты исследования. Объем ствола дерева зависит от формы ствола и его размеров (высоты и диаметра). На форму ствола дерева в лесу оказывают влияние многочисленные факторы как внутренней, так и внешней среды, учесть которые в полной мере задача довольно трудная, а порой невозможная. Основным показателем, характеризующим форму ствола, является сбег, который здесь представлен вторым коэффициентом формы (q_2), а тот в свою очередь влияет на величину полнодревесности ствола, описанную здесь – старым видовым числом (f). Результаты проведенных измерений и вычислений приведены в таблице.

Вывод. Приведенные в таблице данные расширяют сведения таксационного характера о деревьях тиса остроконечного, произрастающих в тисовой роще на острове Петрова, что будет способствовать более качественной оценке биоресурсов Лазовского заповедника.



Рисунок. Замеры диаметров (А) на различных высотах (Б) у стволов тиса остроконечного с помощью ГИС программы ArcGIS

Таблица. Таксационные характеристики стволов тиса остроконечного

№	$Д_{1,3}$, см	Н, м	V, м³	q_2	f	№	$Д_{1,3}$, см	Н, м	V, м³	q_2	f
1	30	6,8	0,204	0,57	0,424	16	23	9,2	0,208	0,74	0,545
2	22	7,0	0,135	0,61	0,507	17	28	9,2	0,339	0,79	0,599
3	19	7,3	0,13	0,89	0,630	18	16	5,7	0,086	0,91	0,753
4	15	5,0	0,072	0,97	0,820	19	36	8,7	0,474	0,75	0,535
5	30	5,7	0,242	0,65	0,600	20	26	8,6	0,246	0,69	0,538
6	37	7,8	0,363	0,53	0,432	21	10	5,0	0,030	0,70	0,753
7	26	7,4	0,207	0,69	0,527	22	39	7,7	0,507	0,85	0,551
8	40	7,9	0,414	0,59	0,417	23	23	7,0	0,145	0,70	0,497
9	21	7,5	0,159	0,86	0,612	24	17	7,0	0,113	0,85	0,708
10	25	8,7	0,283	0,88	0,664	25	14	5,9	0,052	0,71	0,575
11	24	8,3	0,203	0,75	0,541	26	18	6,2	0,091	0,83	0,574
12	44	7,6	0,558	0,57	0,483	27	27	9,8	0,337	0,74	0,600
13	13	6,0	0,06	0,85	0,753	28	34	8,7	0,438	0,82	0,554
14	24	8,3	0,202	0,83	0,539	29	33	9,8	0,363	0,85	0,433
15	32	9,7	0,359	0,72	0,460	30	40	9,9	0,512	0,40	0,412

Литература

1. Васильев, Н. Г. Тис остроконечный (*Taxus cuspidata* Sieb. et Zucc.) и его возобновление на о-ве Петрова (Приморский край) / Н. Г. Васильев, Л. А. Ивлиев, Н. В. Хавкина // Лесовосстановление в Приморском крае. – Владивосток: БПИ ДВФ СО АН СССР, 1969. – С. 37–50.
2. Кабанов, Н. Е. Растительность острова Петрова на Дальнем Востоке / Н. Е. Кабанов // Бюллетень МОИП. Отд. Биологии. – 1946. – T.LI. – Вып.4–5. – С. 146–154.
3. Кабанов, Н. Е. Тисовые рощи на о. Петрова в Японском море / Н. Е. Кабанов // Записки Приморского фил. Гос. геогр. общ. - Заповедники Дальневосточного края. T.VI(XXIII). – Хабаровск, 1936. – С. 63-65.
4. Нормативно-справочные материалы для таксации дальневосточных древесных пород: березы шерстистой (б. каменной), березы даурской (б. черной), тиса остроконечного, маакии амурской, диморфанта, тополя душистого, тополя Максимовича, чозении, ивы сердцелистной, черемухи обыкновенной, черемухи Маака, клена маньчжурского, ольхи волосистой, рябины амурской / сост. В. С. Грек, Н. В. Романова, Д. В. Павлов. – Хабаровск: ФБУ «ДальНИИЛХ», 2021. – 56 с.
5. Гриднев, А. Н. Размерная характеристика стволовой древесины сосны густоцветковой в условиях Николаевского участкового лесничества / Гриднев А. Н., Гриднева Н. В., Приходько В. В., Леневич О. В. // Аграрный вестник Приморья. – 2024. – № 3 (35). – С. 59–64.

YEW GROVE ON PETROV ISLAND – TAXATION CHARACTERISTICS OF TREE TRUNK

Gridnev A. N., Shvetsov D. V.
Primorsky State Agrarian-Technological University, Ussuriysk

ЛЕСА ИЗ ЕЛИ *PICEA JEZOENSIS* SIEBOLD ET ZUCC. НА ВУЛКАНЕ ШИВЕЛУЧ (КАМЧАТКА): НОВЫЕ ДАННЫЕ О РАСПРОСТРАНЕНИИ И ДИНАМИКЕ ЕЛЬНИКОВ

Гришин С.Ю., Перепелкина П.А., Бурдуковский М.Л.
ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, grishin@biosoil.ru

Хрупкая экосистема вечнозеленых хвойных лесов на активном вулкане, известном своими катастрофическими извержениями – природный феномен, необычный для всего Курило-Камчатского региона. Авторами, работавшими на вулкане в 1960–1970-х гг. (Н.Г.Васильев, К.Д.Степанова, Л.О.Карпачевский, В.Г.Турков, Ю.И.Манько), распространение ели в пределах массива Шивелуча не изучалось. По опубликованным данным известно, что ельники образуют островной массив на юго-западных склонах этого гиганта. Воздействие вулканизма на ельники специально не изучалось; описана динамика еловых лесов под воздействием «сухих» речек (Манько, Ворошилов, 1978). В первой четверти XXI века на Шивелуче произошла серия разрушительных извержений, которые привели к погребению и поражению лесов на площади в десятки квадратных километров, причем под воздействием ранее не изучавшихся на Камчатке форм, таких как пирокластические потоки и волны.

В нашем сообщении приводятся данные по распространению ели на склонах вулкана Шивелуч, кратко перечисляются формы и эффект вулканических воздействий, приводящий к разрушению еловых лесов. Исследования проведены в юго-западном секторе (долины рек Байдарная и Каменская) и юго-восточном секторе (р. Кабеку), в зонах поражения лесов извержениями; отдельно изучалось поражение ельников пирокластическими волнами и начавшиеся сукцессии (Гришин и др., 2018; и др.). Для выявления лесов из ели использованы спутниковые снимки Sentinel-2, сделанные в межсезонье, при отсутствии снега и вегетации. Минимальный размер распознаваемых участков леса – 40–50 м.

Основной массив ельников расположен широкой полосой на юго-западном склоне вулкана. Протяженность этой полосы поперек склона составляет ~20 км, ширина по склону – от 3 до 9 км. Наиболее широкой полоса является между долинами «сухих» рек Байдарная и Каменская. Высотные пределы массива – от 70 до 420 м н.у.м., нижняя граница ельников резкая, проходит на высоте ~100–150 м; ельники контактируют с лесами, в которых преобладает лиственница. У верхней границы (450–480 м) участие ели постепенно падает до 30–50%; преобладать в древостое начинает лиственница, а выше – береза каменная. Ель поднимается до 500–530 м, ее верхний предел ограничен вулканическим бедлендом, сформированным отложениями обвальной лавины и пирокластических потоков извержений Шивелуча в 1964, 2005 и 2023 гг.

Основной массив ельников с северо-западной и юго-восточной окраин окружают островки леса размером 50–500 м в поперечнике. Скопления островков протягиваются на 8–10 км по обе стороны от окраин массива, образуя вытянутый контур длиной 38 км. К юго-западу (вниз по склону) от основного контура островки встречаются на расстоянии 2–3 км, редко до 4 км. В итоге, зона распространения ельников на Шивелуче с примыкающими островками вытянута в виде линзовидного контура размером ~10×38 км.

Северный рубеж ели на Шивелуче находится на его западном склоне, по левому берегу р. Карина, на высоте 100–120 м. Представлен островками размером 50–100 м. Юго-восточный рубеж образует остров размером ~500 м, расположенный на высоте 60 м. Восточная граница проходит по левобережью р. Кабеку, на высоте 240–250 м. Она же является восточной границей ареала ели на Камчатке.

Выявлены основные формы поражения и погребения еловых лесов вулкана Шивелуч: обвалы постройки вулкана и погребение лесов холодными материалами постройки, погребение раскаленными материалами пирокластических потоков (наибольшие масштабы потерь); воздействие пеплопадов, пирокластических волн и лахаров, замывание лесов переотложенными материалами недавних извержений, а также отложениями регулярно действующих «сухих» речек.

Район расположения ельников изолирован от ближайших массивов ели (до них, как выявлено нами, 22 км и 66 км) и неуклонно сокращается. Серия сильных извержений последних десятилетий заметно сократила по площади леса вулкана. Прямое вулканическое воздействие идет сверху, при этом самый разрушительный фактор гибели лесов Шивелуча – пирокластические потоки – глубоко внедряются в лесной пояс, проходя до 20 км от активного купола. Снизу происходит наступление человека: рубки леса в последние десятилетия сократили площади ельников. Так, последняя вырубка ельников, как мы выявили по спутниковым снимкам, появилась в 2021 г. на площади ~37 га. По-видимому, воздействие вулкана, а также работа лесозаготовителей в обозримом будущем будут продолжаться, приводя к дальнейшему сокращению площади еловых лесов.

SPRUCE FORESTS (*PICEA JEZOENSIS* SIEBOLD ET ZUCC.) ON SHIVELUCH VOLCANO (KAMCHATKA): NEW DATA ON THE DISTRIBUTION AND DYNAMICS OF SPRUCE FORESTS

S. Yu. Grishin, P. A. Perepelkina, M. L. Burdukovskii
Federal Scientific Center of the East Asian Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

ВЕКОВАЯ ДИНАМИКА АРЕАЛА КЕДРА КОРЕЙСКОГО (*PINUS KORAIENSIS* SIEBOLD ET ZUCC.) ПО ДАННЫМ ИСТОРИЧЕСКИХ КАРТ

Дарман Ю.А.[1], Пуреховский А.Ж.[2]
[1] Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток, ydarman@mail.ru
[2] Институт географии РАН, г. Москва, purekhovskii@igras.ru

Кедр корейский (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) — эдификатор кедрово-широколиственных лесов, образующих ядро биоразнообразия уссурийской тайги. Кедровый урожай формирует кормовую базу кабана, изюбря, белогрудого медведя и кедровки, а через копытных трофическая цепь замыкается на амурском тигре (*Panthera tigris*) и дальневосточном леопарде (*Panthera pardus orientalis*). Именно этим лесам посвятил многолетние исследования Юрий Иванович Манько, заложив фундаментальную основу понимания их экологии и динамики (Манько и др., 2016). Между тем согласованной количественной оценки изменений ареала кедра корейского по всей его области распространения до настоящего времени не существовало.

Цель настоящей работы — впервые количественно реконструировать изменение ареала кедра корейского в России и Северо-Восточном Китае между срезом начала–середины XX в. и современностью на единой картографической основе с приведением разновременных источников к сопоставимому уровню генерализации.

Исторический срез восстановлен по трём первичным источникам: (1) геоботаническая карта Приморского края под ред. Б.П. Колесникова (ДВФ АН СССР, 1956, съёмки с 1935 г., масштаб 1:500 000); (2) лесные карты В.Б. Сочавы (1931–1934) для Хабаровского края, ЕАО и Приамурья; (3) лесотаксационная карта провинции Хэйлунцзян (1937). Современный ареал восстановлен по данным государственного лесоустройства: Приморский край – 1995–2001 гг., Хабаровский край – 1993 г., Китай – 1981 г. Оба среза приведены к единому масштабу 1:1 000 000, минимальный картируемый контур — 400 га. Для коррекции на рубки и гари 2001–2025 гг. применены данные Hansen Global Forest Change v1.13 (Hansen et al., 2013), обработанные в Google Earth Engine.

Ареал кедра корейского сократился с 15,58 до 2,70 млн га, т.е. на 82% за столетие (рисунок). Наибольшие потери понесли Хабаровский край, ЕАО и Амурская обл.: 88% площади (с 4,39 до 0,52 млн га). Северо-Восточный Китай лишился 82% ареала (с 5,97 до 1,08 млн га), Приморский край – 79% (с 5,22 до 1,10 млн га). Оценка устойчива к пороговому значению

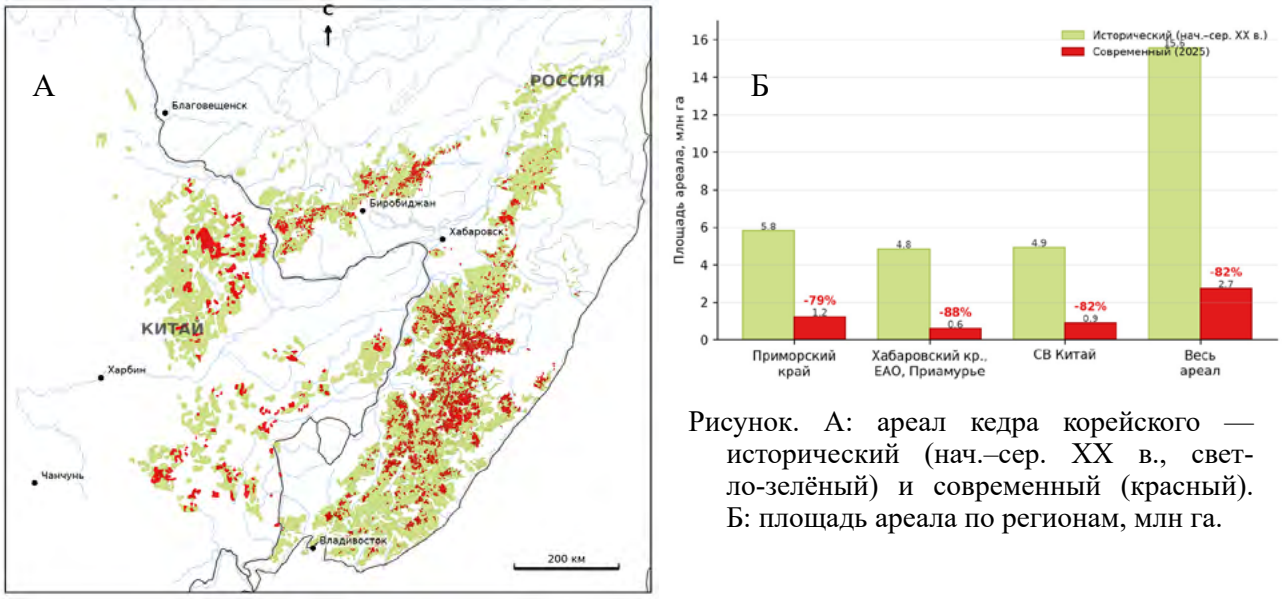


Рисунок. А: ареал кедра корейского — исторический (нач.–сер. XX в., светло-зелёный) и современный (красный). Б: площадь ареала по регионам, млн га.

минимального контура: при ММК 100 га убыль составляет 80%, при 400 га – 82%, при 1000 га – 85%. Спутниковая поправка невелика — около 45 тыс. га на фоне 12,9 млн га суммарной убыли, – что свидетельствует о концентрации потерь в XX в., до начала регулярного дистанционного мониторинга. Независимые данные подтверждают полученную величину: в районе Чанбайшань около 85% зрелых и старовозрастных кедрово-широколиственных лесов преобразованы во вторичные насаждения (Ma et al., 2015), что близко к нашим −82% по Китаю.

Главный фактор деградации российских кедровников снят: промышленная рубка кедра прекращена с 1990 г. (федеральный запрет подтверждён Приказом Минприроды № 102 от 14.03.2025). Однако восстановление кедровников остаётся процессом векового масштаба: возобновление кедра исключительно зоохорно – семена разносят кедровка и поползень на расстояние до 5 км, – а максимальное семеношение приходится на возраст 250–270 лет. По прогнозным моделям (Petrenko et al., 2022), изменение климата дополнительно сожмёт площадь пригодных местообитаний. Выполненная реконструкция задаёт количественную базовую линию для планирования охраны и восстановления кедровников в масштабе, соответствующем реальной глубине произошедшей утраты.

Литература

Геоботаническая карта Приморского края / под ред. Б.П. Колесникова. ДВФ АН СССР, 1956. Масштаб 1:500 000. (Съёмки с 1935 г.)

Манько Ю.И., Гладкова Г.А., Сибирина Л.А. Леса на полуострове Муравьев-Амурский 150 лет назад // Вестник ДВО РАН. 2016. № 1 (185). С. 5–14.

Hansen M.C., Potapov P.V., Moore R. et al. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change // Science. 2013. V. 342. P. 850–853. DOI: 10.1126/science.1244693.

Ma L., Qu Y., Sun G., Wan J., Li J. Exploring conservation options in the broad-leaved Korean pine mixed forest of the Changbai Mountain region // Mountain Research and Development. 2015. V. 35 (2). P. 171–179. DOI: 10.1659/MRD-JOURNAL-D-14-00069.1.

Petrenko T.Y., Korznikov K.A., Kislov D.E., Belyaeva N.G., Krestov P.V. Modeling of cold-temperate tree *Pinus koraiensis* (Pinaceae) distribution in the Asia-Pacific region: Climate change impact // Forest Ecosystems. 2022. V. 9. 100015. DOI: 10.1016/j.fecs.2022.100015.

CENTURY-SCALE CONTRACTION OF KOREAN PINE (*PINUS KORAIENSIS* SIEBOLD ET ZUCC.) RANGE BASED ON HISTORICAL CARTOGRAPHIC SOURCES

Darman Yu.A.[1], Purekhovsky A.Zh.[2]

[1] Pacific Institute of Geography, FEB RAS, Vladivostok

[2] Institute of Geography RAS, Moscow

ЛИМИТИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ ЕСТЕСТВЕННОГО ВОЗОБНОВЛЕНИЯ В СВЕТЛОХВОЙНЫХ ЛЕСАХ СОХОНДИНСКОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА (ЮЖНОЕ ЗАБАЙКАЛЬЕ)

Дударев И.М., Чернова О.Д.
Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, duda_2000_rev@mail.ru

Устойчивость светлохвойных лесов Забайкалья в долговременной перспективе определяется, в том числе успешностью естественного возобновления главных лесообразующих пород. Особый интерес представляют насаждения особо охраняемых природных территорий (ООПТ), длительно развивающиеся без нарушений, поскольку они позволяют оценить, способны ли светлохвойные формации самовосстанавливаться и сохранять устойчивость в отсутствие пирогенного фактора.

Исследования выполнены в 2025 г. в двух насаждениях (пробные площади), 2500 м^2 каждое (50×50), нижнего лесного пояса (1300–1400 м над уровнем моря) бассейна р. Агуца Сохондинского биосферного заповедника: Хэнтей-Чикойское нагорье в лиственнично-берёзовом разнотравно-кустарниковом лесу на надпойменной террасе (состав насаждения 7Л3Б) и лиственнично-сосновом рододендроновом лесу на склоне северо-восточной экспозиции (состав насаждения 6С4Л+Б). Лесообразующие породы: *Larix gmelinii* (Rupr.), *Pinus sylvestris* (L.), *Betula platyphylla* (Sukachev). Нами, как и другими исследователями (Галанин, Беликович, 2004), определено, что на двух пробных площадях пожары отсутствуют более 40 лет, что даёт редкую возможность наблюдать возобновительный процесс в условиях естественного и длительного беспожарного развития.

Установлено, что активное семенное возобновление хвойных пород на обоих участках отсутствует. Самосев *Larix gmelinii* и *Pinus sylvestris* появляется локально, однако в большинстве случаев не формирует жизнеспособный подрост и отмирает на ранних этапах онтогенеза. Возобновление *Betula platyphylla* (семенное и порослевое) идёт по всей территории, но сомкнутых молодняков не образует. При этом взрослые древостои жизнеспособны: за 2008–2025 гг. они развивались по типу естественного изреживания, сомкнутость крон возросла до 70%, ярусная структура усложнилась.

Анализ позволил выделить комплекс взаимосвязанных лимитирующих факторов. Первый - плотный кустарниковый полог *Rhododendron dauricum* (L.), перехватывающий значительную часть солнечной радиации и оказывающий выраженное конкурентное воздействие на самосев, что согласуется с представлениями о средообразующей роли кустарникового яруса в светлохвойных лесах Забайкалья (Галанин, Беликович, 2004). Второй – мощный мохово-дернинный покров и накопившаяся подстилка, препятствующие контакту семян с минеральной почвой – всходы не достигают своими корнями минерального слоя почвы (Беляева и др. 2025). Третий – представленные лесообразующие древесные породы относятся к светолюбивым, вследствие чего всходы угнетаются сомкнутым пологом, а формирование устойчивого подроста возможно лишь в достаточных просветах (окнах).

Все три фактора являются прямым следствием длительного беспожарного периода. В светлохвойных лесах Сибири именно низовые пожары умеренной интенсивности периодически устраняют описанные выше барьеры, так как огонь является естественным механизмом, благодаря которому поверхность уничтожается мохово-дернинный покров (Ковылин, Ковылина, 2006; Чучалина, Санникова, 2013) и минеральный слой почвы оголяется, обогащаются и верхние горизонты зольными элементами в следствии сгорания хвои, листвы и древесных остатков, снижает кислотность почвы, улучшает её прогревание и ослабляет корневую конкуренцию, а также разреживает кустарниковый ярус (Доржсурэн, Краснощеков, 2007). *Pinus sylvestris* охарактеризована как типичный пирофит, массовые вспышки возобновления которого приурочены к гарям с минерализованным субстратом (Ковылин, Ковылина, 2006;

Чучалина, Санникова, 2011). *Larix gmelinii* показана высокая пирофитность – способность успешно заселять гари при слабом возобновлении под пологом, вплоть до того, что в ряде типов леса лиственница без обжига поверхности почвы практически не возобновляется (Ковылин, Ковылина, 2006; Доржсурэн, Краснощеков 2007).

Наблюдаемая нами картина – жизнеспособные средневозрастные и старовозрастные древостои при почти полном отсутствии молодого поколения хвойных – соответствует «межпожарной» стадии развития пирогенно обусловленных светлохвойных формаций.

Литература

Галанин А.В., Беликович А.В. Постоянные геоботанические площади Сохондинского биосферного заповедника. Чита: Поиск, 2004. 228 с.

Доржсурэн Ч., Краснощеков Ю.Н. Послепожарные сукцессии в псевдотаёжных лиственничных лесах Центрального Хангая в Монголии // Хвойные бореальной зоны. 2007. № 4–5. С. 391–397.

Ковылин Н.В., Ковылина О.П. Возобновление в сосновых насаждениях Восточной Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2006. № 3. С. 96–101

Чучалина А.А., Санникова Н.С. Влияние низовых пожаров на возобновление хвойных видов в сосняке брусничнo-чернично-зеленомошном // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2013. № 3 (41), ч. 1. С. 13–16.

Беляева Н.В. Особенности естественного возобновления сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) в Приозерском участковом лесничестве Ленинградской области / Н.В. Беляева, Т.А. Ищук, М.Б. Фоминых // Journal of Agriculture and Environment. 2025. №9(61). URL: https://jae.cifra.science/archive/9-61-2025-september/10.60797/JAE.2025.61.6 (дата обращения: 30.08.2026). DOI: 10.60797/JAE.2025.61.6.

LIMITING FACTORS OF NATURAL REGENERATION IN LIGHT CONIFEROUS FORESTS OF THE SOKHONDINSKY BIOSPHERE RESERVE

Dudarev I.M., Chernova O.D.

National Research Tomsk State University, Tomsk

ПОЧВЫ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «ЗЕМЛЯ ЛЕОПАРДА»

Жарикова Е.А., Голодная О.М.
ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, ejarikova@mail.ru

В условиях возрастающей антропогенной нагрузки лесным экосистемам принадлежит главенствующая роль в сохранении окружающей среды и поддержании биоразнообразия, а почвы являются базовым компонентом всех биогеоценозов суши. В национальном парке «Земля леопарда» исследования почв были проведены преимущественно в заповеднике «Кедровая падь» (Крейда, 1970; Бояркин, Костенков, 2009; Костенков и др. 2013), почвы остальной территории практически не изучены.

Северная часть национального парка представляет собой труднодоступную территорию в западной части Борисовского базальтового плато (плоскогорное среднегорье и низкогорье Восточно-Маньчжурских гор), на границе с Китаем. Это зона мусонно-континентального климата с холодной малоснежной зимой, и жарким влажным летом. Сумма активных температур составляет 2300–2800º, количество осадков – 500–700 мм за год. Получения новых сведений о почвах этого района особенно актуально с точки зрения научных задач по изучению трансграничных территорий.

Разрезы были заложены в различных типах леса в отрогах хребта Валунного и в долине р. Лиственничной (таблица) (Атлас лесов…, 2005). Физико-химические анализы почв выполняли по общепринятым методикам.

Среди элементарных почвенных процессов, формирующих почвенный покров обследованной территории, основную роль играют аккумулятивно-гумусовый и оглинивания.

Всем почвам присущи небольшая мощность профиля и сильная скелетность срединных и нижних горизонтов. Почвы хорошо гумусированы по всей толще: под кедровниками, дубняками лещинными равнинными и дубняками пойменными высокотравно-кустарниковыми содержание гумуса до глубины 60 см оценивается как среднее. Данные почвы характеризуются как средне- и слабокислые, обладают повышенной и высокой степенью насыщенности

Таблица. Почвы и условия почвообразования

Мощность гумусового слоя, см	Высота над ур. моря, м,	Положение в рельефе	Проективное покрытие, %	Тип леса
Бурозем типичный мощный легкосуглинистый слабоскелетный на элюво-делювии плотных пород (разрез 1)				
25	612	Средняя часть склона средней крутизны западной экспозиции	60	Кленово-лещинный кедровник с липой и дубом травянисто-кустарниковый
Бурозем типичный маломощный легкосуглинистый слабоскелетный на элюво-делювии плотных пород (разрез 4)				
6	547	Пологий склон восточной экспозиции	10	Дубняк с липой и березой даурской
Бурозем типичный маломощный легкосуглинистый слабоскелетный на элюво-делювии плотных пород (разрез 5)				
5	496	Пологий склон восточной экспозиции	10	Дубняк с липой и березой даурской
Бурозем типичный среднемощный среднесуглинистый слабоскелетный на элюво-делювии лотных пород (разрез 2)				
16	463	Пойма р. Лиственничной, высокий левый берег	70	Дубняк лещинный равнинный высокотравно-кустарниковый
Аллювиальная темногумусовая среднемощная среднесуглинистая слабоскелетная почва на аллювии (разрез 3)				
57	426	Пойма р. Лиственничной, низкий правый берег	100	Дубняк пойменный высокотравно-кустарниковый

основаниями. Содержание элементов питания варьирует: доступного фосфора – от низкого до высокого, а подвижного калия – от повышенного до очень высокого.

Низкое проективное покрытие, отсутствие подстилки, кустарников и подроста в дубняках с даурской березой на пологих склонах, являющиеся следствием выпаса значительного поголовья диких копытных на данном участке резко снижают поступление щелочных и щелочноземельных элементов с растительным опадом. Это может являться причиной малой мощности гумусового слоя, очень низкой степени насыщенности основаниями почвенного поглощающего комплекса, очень сильнокислой реакции среды в профиле почв и очень низкого содержания доступного фосфора.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012400285-7).

Литература

Атлас лесов Приморского края. Владивосток: ДВО РАН, 2005. 76 с.

Бояркин Р.В., Костенков Н.М. Почвенный покров государственного заповедника «Кедровая падь» // Вестник КрасГАУ. 2009. № 11. С. 34–38.

Костенков Н.М., Жарикова Е.А., Качур А.Н. Почвенный покров национального парка “Земля леопарда” // Вестник ДВО РАН. 2013. № 5. С. 105-112.

Крейда Н.А. Почвы хвойно-широколиственных лесов Приморского края // Учен. записки Дальневосточн. ун-та. Владивосток, 1970. Т. 27. Ч.2. 229 с.

SOILS OF THE NORTHERN PART OF THE LEOPARD LAND NATIONAL PARK

Zharikova E.A., Golodnaya O.M.

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

СОСНОВЫЕ ЛЕСА ИЗ *PINUS DENSIFLORA* НА ЮГЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ

Замуруева В.В., Бикетов Е.Н., Петренко Т.Я.
Ботанический сад-институт ДВО РАН, г. Владивосток

Сосна густоцветковая (*Pinus densiflora* Siebold & Zucc.) – один из характерных хвойных видов Восточной Азии, естественный ареал которого охватывает Корейский полуостров, Японский архипелаг, отдельные районы северо-восточного Китая и южную часть российского Дальнего Востока. Наиболее широко вид представлен в Корее и Японии, тогда как на северной границе ареала в России его распространение имеет локальный и фрагментарный характер (Farjon, 2010; Choung и др., 2020). Согласно современным таксономическим базам, северо-восточная граница естественного распространения *P. densiflora* проходит через юг Приморского края, что делает данный регион важным для изучения пространственной структуры и динамики ареала вида (Plants World Online). В связи с этим, цель настоящего исследования заключалась в построении актуальной пространственно детализированной карты современного распространения *P. densiflora* в южной части Приморского края на основе многовременных данных Sentinel-2 и алгоритмов машинного обучения.

Карта сосновых лесов из *P. densiflora* на юге Приморского края построена на основе многовременных композитов мультиспектральных изображений Sentinel-2 за вегетационный сезон 2025 г. с разрешением 20 м. Классификация выполнена по бинарной схеме «сосна / не сосна» с использованием алгоритма градиентного бустинга. Для классификации были использованы все спектральные каналы (B02-B8A, B11 и B12), а также вегетационные (NDVI, NDWI) и почвенный (BSI) индексы и высота местности в пределах маски лесной и кустарниковой растительности (McFeeters, 1996). Обучающая выборка и валидационные данные созданы на основе собственных полевых наблюдений и экспертного дешифрирования спутниковых снимков. Точность классификации оценивалась в соответствии с методикой Olofsson et al. 2014, основанной на стратифицированной случайной выборке и построении матрицы ошибок в долях площади (area-based error matrix) (Olofsson и др., 2014).

Всего на территории Приморского края площадь сосновых лесов из *Pinus densiflora* занимает 2,9 тыс. га, что составляет около 0,05% от лесопокрытой территории юга Приморского края

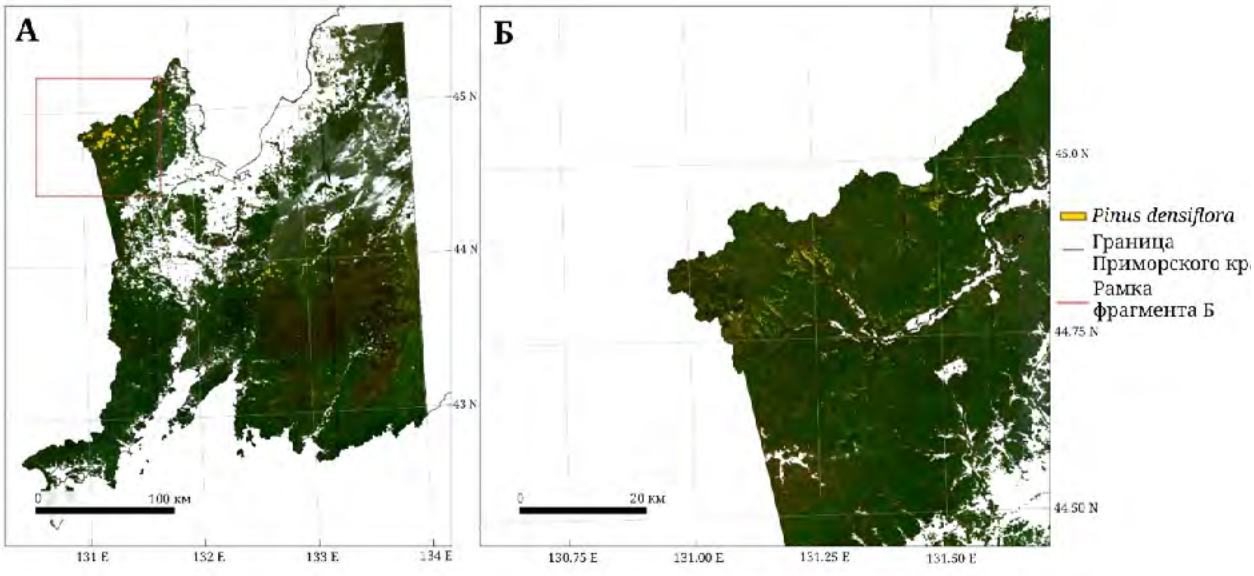


Рисунок. Карта распространения *Pinus densiflora* на территории Приморского края

(130,0–134,0° в.д., 42,0–45,5° с.ш.). Точность пользователя составила 90%, точность производителя – 86%, что свидетельствует о высокой достоверности отнесения к классу «сосна» при умеренной полноте выявления. Согласно анализу значимости признаков, наибольший вклад в разделение классов внесли спектральные показатели ранневесеннего периода и абсолютная высота над уровнем моря. Участки лесов распределены фрагментарно и неравномерно. Почти 50% участков представлены небольшими фрагментами площадью 1–5 га, наибольший участок занимает 83 га. Наибольшие массивы древостоев приурочены к западной части края – Пограничному муниципальному округу (примерно 44,5–45,0° с.ш., 131,0–131,5° в.д.), 60% от всех выявленных сосняков. Далее следуют Ханкайский округ (запад и юго-запад побережья озера Ханка), Михайловский округ и запад Уссурийского городского округа. В остальных районах отмечены лишь небольшие участки массивов.

На территории Приморского края сообщества *P. densiflora* фрагментарны. Несмотря на существующие благоприятные прогнозы о распространении *P. densiflora* дальше на север, основанные на климатических моделях, площадь сосняков остается ограниченной (Duan и др., 2022). Помимо климата, одним из важнейших факторов, который оказывает воздействие на распространение деревьев *Pinus densiflora* являются пожары. Таким образом, будущая динамика *P. densiflora* в Приморском крае, вероятно, будет определяться комплексом факторов, включающим и природные, и антропогенные.

Исследование выполнено в рамках государственного задания БСИ ДВО РАН (№ 122040800089-2).

Литература

Choung, Yeonsook, Jongsung Lee, Soyeon Cho, и Jaesang Noh. Review on the Succession Process of Pinus Densiflora Forests in South Korea: Progressive and Disturbance-Driven Succession // Journal of Ecology and Environment. 2020. 44 (1): 16. https://doi.org/10.1186/s41610-020-00157-8.

Duan, Xiangguang, Junqing Li, и Shuhong Wu. MaxEnt Modeling to Estimate the Impact of Climate Factors on Distribution of Pinus Densiflora // Forests. 2022. 13 (3): 402. https://doi.org/10.3390/f13030402.

Olofsson, Pontus, Giles M. Foody, Martin Herold, Stephen V. Stehman, Curtis E. Woodcock, and Michael A. Wulder. Good Practices for Estimating Area and Assessing Accuracy of Land Change // Remote Sensing of Environment. 2014. 148 (May): 42–57.

Farjon, Aljos. A Handbook of the World's Conifers. Brill. 2010.

McFeeters, S. K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features // International Journal of Remote Sensing. 1996. 17 (7): 1425–32. https://doi.org/10.1080/01431169608948714.

Plants World Online (Plants of the World Online). б. д. «Pinus Densiflora Siebold & Zucc. | Plants of the World Online | Kew Science». Просмотрено 24 август 2026 г. http://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:262894-1.

PINE FORESTS OF *PINUS DENSIFLORA* IN THE SOUTH OF THE PRIMORSKY KRAI: CURRENT STATE AND DISTRIBUTION.

Zamurueva V.V., Biketov E.N., Petrenko T.Ya.

Botanical Garden-Institute FEB RAS, Vladivostok

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ МЕТОДА БИТТЕРЛИХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ НАСАЖДЕНИЯ

Иванов А.В.
Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск, aleksandrgg86@mail.ru

Метод круговых реласкопических площадок (метод Биттерлиха) (Bitterlich, 1987) является мировым стандартом лесной инвентаризации, однако его точность существенно зависит от пространственной структуры насаждений (Yang et al. 2017). В настоящем исследовании на основе эмпирических данных сплошного подеревного картирования пяти пробных площадей 50×50 м выполнена оценка точности реласкопического метода в лиственнично-березовых лесах Приамурья на разных стадиях сукцессии.

Для анализа пространственной гетерогенности лесов использовался коэффициент вариации площадей полигонов Вороного (CVvor), построенных на основе картирования стволов древостоя с зеркальной буферной зоной 15 м. Во внутренних узлах сетки с шагом 10×10 м в натуре выполняли определение полноты с помощью полнотомера Биттерлиха. Затем полнота определялась в симуляциях на построенном плане. Определение оптимального числа реласкопических площадок (Nopt) для достижения 10-процентной точности оценки абсолютной полноты проводилось методом Монте-Карло с применением алгоритмов виртуальной таксации (BAF = 1) и краевой коррекции (буферизации). В ходе вычислительного эксперимента оценивалась реакция метода на два вектора структурной трансформации: имитацию выборочной рубки (удаление крупных деревьев) и низового пожара (выгорание тонкомерного подроста) (рис.).

Установлено, что точность метода Биттерлиха лимитируется пространственной мозаичностью леса ($p < 0.001$). При удалении крупных деревьев лес приобретает агрегированную (куртинную) структуру, а число необходимых реласкопических площадок увеличивается до 15–16. Напротив, имитация низового пожара сохраняет равномерное распределение крупных деревьев, и Nopt стабилизируется на минимальном уровне (3–6 площадок).

В высокомозаичных насаждениях, пройденных интенсивными рубками, применение полнотомера нецелесообразно, тогда как в поспирогенных лесах высокой густоты с крупными деревьями метод демонстрирует высокую надежность.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 26-16-20006, https://rscf.ru/project/26-16-20006/

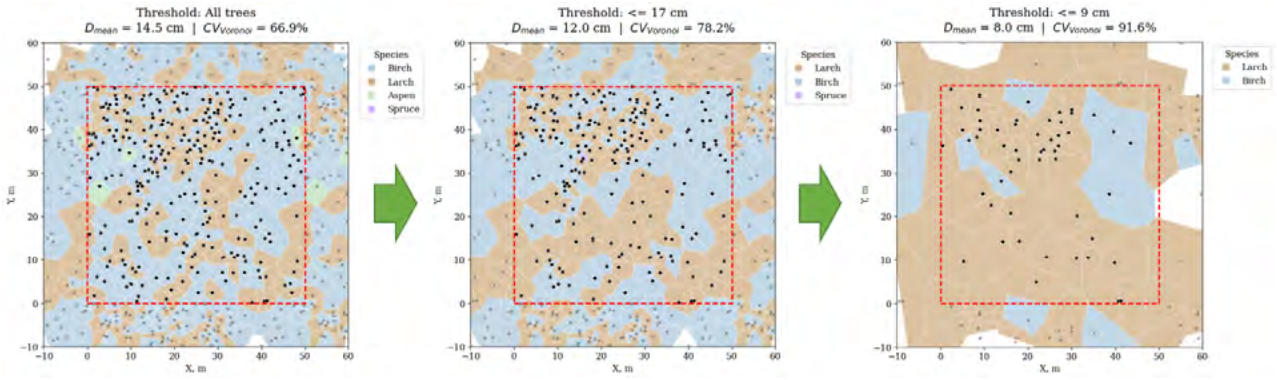


Рисунок. Пример имитационного эксперимента с последовательным удалением крупных деревьев

Литература
1. Bitterlich, W. The Relascope Idea. Relative Measurements in Forestry; Commonwealth Agricultural Bureau: Slough, UK, 1984; p. 242.
2. Yang, W.; Kobayashi, H.; Nasahara, K.N.; Suzuki, R.; Kondoh, A. Quantitative Evaluation of Bitterlich Sampling for Estimating Basal Area in Sparse Boreal Forests and Dense Tropical Forests. Open J. For. 2017, 7, 143–156. https://doi.org/10.4236/ojf.2017.72009

ACCURACY ASSESSMENT OF THE BITTERLICH METHOD IN RELATION TO FOREST STAND SPATIAL STRUCTURE

A.V. Ivanov
Institute of Geology and Nature Management, FEB RAS, Blagoveshchensk

МНОГОЛЕТНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОДУКЦИИ ДРЕВЕСНОГО ОПАДА В СОСНОВЫХ ЛЕСАХ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Иванова Е.А.
Институт проблем промышленной экологии Севера ФИЦ КНЦ РАН, Апатиты,
ekatrn.iva@yandex.ru

Опад древесных растений выполняет роль связующего звена между древесным пологом и почвой в биогеохимических циклах в лесных экосистемах. Многолетние исследования продукции древесного опада представляют ценность для понимания функционирования лесов в условиях изменчивости воздействия природных и антропогенных факторов, могут быть использованы для модельной оценки участия мортмассы в биологическом круговороте (Иванова, 2022; Ярмишко, Лянгузова, 2013; Brovkin et al., 2012; De Weirdt et al., 2012; Lenthonen et al., 2008; Ťupek et al., 2015).

Мурманская область является одной из самых индустриально развитых территорий российской Арктики. С 30-х годов XX века в регионе функционирует крупнейший в Северной Европе источник воздушного загрязнения сернистым газом и тяжелыми металлами – медно-никелевый комбинат АО «Кольская ГМК» (площадка «Североникель», г. Мончегорск). Цель данной работы – продемонстрировать результаты многолетнего мониторинга массы и структуры древесного опада в северотаежных сосняках Мурманской области, подверженных влиянию аэротехногенного загрязнения.

Исследования проводятся с 1994 года по настоящее время на постоянных пробных площадях (ППП) сети биогеохимического мониторинга ИППЭС КНЦ РАН, созданной в 1990-х гг. под руководством д.б.н. проф. В.В. Никонова. Объекты – сосняки кустарничково-лишайниковые (10С), произрастающие на иллювиально-железистых подзолах (Rustic podzols) в автоморфных условиях; расположены по направлению распространения факела загрязнения в ЮЮЗ направлении от комбината «Североникель»; представляют собой стадии дигрессионной сукцессии: техногенные редколесья (10 км), дефолиирующие леса (31 км), фоновые условия (175 км) (Лукина, Никонов, 1998).

Сбор опада проводится с учетом международной методики ICP Forests (Ukonmaanaho et al., 2020) в воронкообразные опадоуловители глубиной до 90 см и площадью принимающей поверхности 0.13–0.5 м^2. С 1994 г. опадоуловители располагались равномерно на ППП, с 2013 г. коллекторы распределены в межкроновых (6–8 шт. на ППП) и подкроновых (4–5 шт.) пространствах. Отбор образцов проводится дважды в год: в октябре и июне. В лабораторных условиях растительный материал разбирается на фракции: хвоя, кора, ветки (d≤0.5 см), шишки, микростробилы, семена сосны, листья берёзы, семена берёзы, чешуйки сережек березы, хвоя ели, листья ивы, листья осины, эпифитные лишайники, верхушечные побеги и пылевидная фракция «неидентифицированные остатки». Каждая фракция взвешивается, все расчеты проводятся на абсолютно сухую массу.

По среднегодовым значениям валовое поступление древесного опада в фоновых условиях составляет 65 и 137 г/м^2 между крон и под кронами, соответственно. В общей массе древесного опада на всех изученных территориях преобладают хвоя, кора и шишки сосны, однако, основу опада составляет все же хвоя: 63–68% между крон и 42–57% под кронами деревьев. На стадиях дигрессии валовое поступление опада между крон деревьев оказалось меньше, чем в фоновых условиях, тогда как под кронами общая масса опада возрастает до 210 г/м^2 в техногенных редколесьях за счет более интенсивного опадения хвои сосны (118 г/м^2), что связано с усиленной дефолиацией деревьев в условиях высокого уровня воздушного загрязнения.

Таким образом, результаты многолетнего мониторинга показывают, что продолжительное действие воздушного загрязнения привело к изменению продукции древесного опада в сосновых лесах северотаежной лесной зоны, что может сказываться на поступлении элементов

в почвы и отражаться на состоянии и функционировании лесных экосистем Севера.

Работа выполнена в рамках Госзадания ИППЭС КНЦ РАН (рег. № 125021402277-1).

Литература

Иванова Е.А. Формирование и разложение древесного опада в сосновых лесах на северном пределе распространения при аэротехногенном загрязнении: дисс. … канд. биол. наук. Москва-Апатиты, 2022. 114 с.

Лукина Н.В., Никонов В.В.Питательный режим лесов северной тайги: природные и техногенные аспекты. Апатиты: Изд-во Кольского НЦ РАН, 1998. 316 с.

Ярмишко В.Т., Лянгузова И.В.Многолетняя динамика параметров и состояния хвои *Pinus sylvestris* L. в условиях аэротехногенного загрязнения на Европейском Севере // Известия СПбЛТА. 2013. № 2 (203). С. 30−46.

Brovkin V., van Bodegom P.M., Kleinen T., Wirth C., Cornwell W.K., Cornelissen J.H.C., Kattge J. Plant-driven variation in decomposition rates improves projections of global litter stock distribution // Biogeosciences. 2012. Vol. 9. Iss. 1. P. 565–576.

De Weirdt M., Verbeeck H., Maignan F., Peylin P., Poulter B., Bonal D., Ciais P., Steppe K. Seasonal leaf dynamics for tropical evergreen forests in a process-based global ecosystem model // Geoscientific Model Development.2012. Vol. 5. Iss. 5. P. 1091–1108.

Kouki J., Hokkanen Y. Long-term needle litterfall of a Scots pine *Pinus sylvestris* stand: relation to temperature factors // Oecologia. 1992. No. 89. P. 176–181.

Lenthonen A., Lindholm M., Hokkanen T., Salminen H., Jalkanen R. Testing dependence between growth and needle litterfall in Scots pine – a case study in northern Finland // Tree Physiology. Canada: Heron Publishing–Victoria. 2008. Vol. 28. P. 1741–1749.

Ťupek B., Mäkipää R., Heikkinen J., Peltoniemi M., Ukonmaanaho L., Hokkanen T., Nöjd P., Nevalainen S., Lindgren M., Lehtonen A. Foliar turnover rates in Finland – comparing estimates from needle-cohort and litterfall-biomass methods // Boreal Environment Research. 2015. Vol. 20. No. 2. P. 283–304.

Ukonmaanaho L., Pitman R., Bastrup-Birk A., Breda N., Rautio P. Part XIII: Sampling and Analysis of Litterfall. Version 2020-1 // Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Eberswalde: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre Germany, 2020. 19 p.

LONG-TERM RESEARCH ON TREE LITTERFALL PRODUCTION IN PINE FORESTS OF THE MURMANSK REGION UNDER AEROTECHNOGENIC POLLUTION

Ivanova E.A.

Institute of North Industrial Ecology Problems, FRC KSC RAS, Apatity

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЛЕСОВ В БАЙКАЛЬСКОМ РЕГИОНЕ В УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Калугина О.В.[1], Шергина О.В.[1], Афанасьева Л.В.[2]
[1] Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск, phytotox@sifibr.irk.ru
[2] Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, г. Улан-Удэ

В Азиатской части России уникальные природные ресурсы все еще сохранились на ряде территорий, в том числе в Байкальском регионе. Это один из наиболее многолесных регионов России, где лесистость, по данным государственного лесного реестра на 2024 г, превышает 70%. По породному составу преобладают хвойные леса, с доминированием *Larix sibirica* и *Pinus sylvestris*. Леса являются важнейшим природным ресурсом в Байкальском регионе, выполняя средообразующие, водоохранные, водорегулирующие, защитные, санитарно-гигиенически функции. Вместе с тем их структурная целостность и устойчивость определяются воздействием ряда неблагоприятных факторов природного и антропогенного происхождения. В регионе существенный ущерб хвойным лесам наносит техногенное загрязнение. Здесь располагается ряд крупных промышленных центров, относящихся к разным отраслям промышленности: теплоэнергетики, цветной металлургии, топливной, химической и нефтехимической промышленности. Весомый вклад в загрязнение атмосферы, особенно на южном побережье оз. Байкал, вносят также локальные стационарные и передвижные источники. Техногенные выбросы характеризуются высокой токсичностью, вследствие присутствия оксидов серы, азота, углерода, фтористого водорода аэрозолей тяжелых металлов, органических соединений, что обусловливает необходимость систематического мониторинга их загрязнения и состояния (Михайлова и др., 2008).

Для исследований создана сеть мониторинга лесов (более 150 пробных площадей) охватывающая бóльшую часть территорий региона, особое внимание уделено Байкальской природной территории (БПТ). На основе собранного большого фактического материала проведена комплексная оценка жизненного состояния лесов по токсикологическим, физиолого-биохимическим и биогеохимическим показателям (Михайлова и др., 2020). Показано, что в результате неконтролируемого поступления техногенных поллютантов в хвое значительно увеличивается количество элементов, входящих в состав выбросов. При этом воздействие поллютантов инициирует окислительный стресс, подавление фотосинтеза и снижение адаптационного потенциала хвойных древостоев. Наибольшее повреждение лесов вызывают выбросы алюминиевого и химического производства, где отмечается максимальное снижение интенсивности фотосинтеза (до 60%) и увеличение уровня дефолиации крон (до 60%). На основе кластерного анализа данных о содержании органических и неорганических поллютантов в хвое сосны, вида-индикатора, а также индекса жизненного состояния деревьев все пробные площади были сгруппированы в четыре кластера, соответствующие сильному, среднему, слабому уровням загрязнения/угнетения древостоев. Отдельный кластер образовали древостои на фоновых (незагрязненных) территориях. Проведя картографическое обобщение результатов в среде QGIS, были составлены среднемасштабные карты, отражающие степень техногенного загрязнения лесов (рис. 1А) и угнетения их жизненного состояния (рис. 1В) на территории БПТ. Результаты исследования имеют практическое значение, поскольку могут служить базой для разработки и реализации природоохранных мероприятий с учетом пространственного распределения экологических проблем.

Работа выполнена в рамках государственных заданий Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, рег. № 125021702332-4 (СИФИБР СО РАН), рег. № 126021217233-0 (ИОЭБ СО РАН).

Литература

Михайлова Т.А., Калугина О.В., Шергина О.В., Афанасьева Л.В. Создание баз данных о состоянии сосновых лесов Байкальского региона // Сибирский лесной журнал. 2020. № 3. С. 3-11.

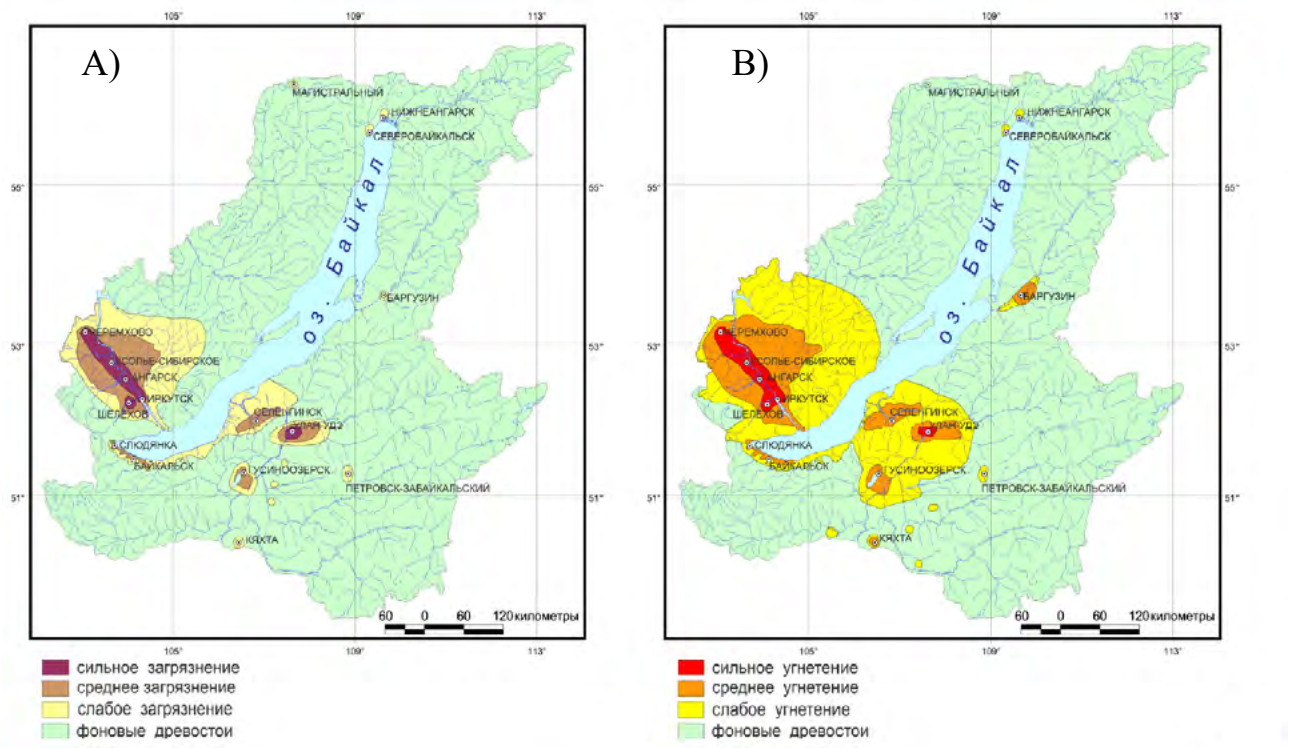


Рисунок 1. Карты загрязнения (А) и угнетения (В) сосновых лесов Байкальской природной территории.

Михайлова Т.А., Плешанов А.С., Афанасьева Л.В. Картографическая оценка загрязнения лесных экосистем Байкальской природной территории техногенными эмиссиями // География и природные ресурсы. 2008. № 4. С. 18-23.

MONITORING FOREST STATE IN THE BAIKAL REGION UNDER TECHNOGENIC POLLUTION

O.V. Kalugina[1], O.V. Shergina[1], L.V. Afanasyeva[2]

[1] Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, SB RAS, Irkutsk

[2] Institute of General and Experimental Biology, SB RAS, Ulan-Ude

ЧТО ОБЩЕГО У РАСТЕНИЙ-ГИПЕРАККУМУЛЯТОРОВ?

Клинк Г.В.[1,2], Леднев С.А.[1,3], Барбашев А.И.[1,4], Немцева А.А.[1,4], Семенков И.Н.[1,3]
[1] Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов им. А.С. Исаева РАН, Москва, semenkov@seogr.msu.ru
[2] Высшая школа экономики, Москва, gklink@hse.ru
[3] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва
[4] Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону

Цель нашей работы – систематизация существующей информации об элементном статусе покрытосеменных растений для последующего предсказания *in silico* наиболее вероятных видов-гипераккумуляторов метал(лоид)ов. По материалам оригинальных статей, индексируемых в «Scopus», создана самая обширная на данный момент база данных о содержании химических элементов в покрытосеменных растениях. Она содержит информацию о 631 виде-гипераккумуляторе из 381 рода 106 семейств Покрытосеменных растений по POWO (2026).

Для получения однородных и стабильных результатов мы ограничили наш дальнейший анализ уровнем родов. Род считался гипераккумуляторным, если содержал хотя бы один вид, для которого в какой-либо публикации была показана способность к гипераккумуляции метал(лоид)а. По набору данных из базы (Chase et al., 2016), содержащей наиболее полный список видов и семейств растений, реконструированы филогенетические деревья на уровне родов и семейств с использованием пакета «V.PhyloMaker2» для R и опцией «сценарий 3». Чтобы выяснить, насколько связаны между собой способности к гипераккумуляции разных металл(оид)ов (в одну группу объединены все редкоземельные элементы – РЗЭ), проведен перестановочный тест. Для каждой пары элементов рассчитано фактическое количество общих родов-гипераккумуляторов и ожидаемое распределение этого числа при 100.000 перестановок. Каждый раз отбирали из филогенетического дерева то же количество родов, что и в двух наблюдаемых группах, а затем вычисляли количество общих родов между двумя полученными псевдогруппами. Уровни значимости скорректированы по методу Бенджамини – Хохберга. Чтобы понять, сгруппированы ли роды-гипераккумуляторы на филогенетическом дереве, рассчитывали индексы филогенетической кластеризации: NRI (индекс чистого родства) и NTI (ближайшего таксона).

Способность к гипераккумуляции большинства рассмотренных металл(оид)ов сильно скоррелирована. Сильнее всего у As и Pb. Гипераккумуляция Ag, РЗЭ и Mo коррелировала меньше всего. Отрицательных корреляций не наблюдалось.

Из 417 семейств 48 значительно обогащены гипераккумуляторными родами хотя бы одного элемента. Среди этих семейств 25 обогащены гипераккумуляторными более одного элемента (наиболее выражено у Phytolaccaceae, Pontederiaceae и Portulacaceae: 8 из 16 элементов). Согласно филогенетическому анализу, на филогенетическом дереве Покрытосеменных семейства со значительным обогащением гипераккумуляторными родами абсолютного большинства элементов располагаются случайно ($p > 0,1$) за исключением Cu (кластеризуются).

Для 9 (Ag, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Se, Zn) из 16 рассматриваемых элементов среднее филогенетическое расстояние до ближайшего рода-гипераккумулятора значимо меньше для известных родов-гипераккумуляторов, чем для родов без известных гипераккумуляторов. Однако филогенетические расстояния сильно перекрывались. То есть расстояние до ближайшего известного гипераккумулятора – плохой предиктор гипераккумуляции, по крайней мере, на уровне родов. После ограничения анализа родами из одного семейства, для большинства элементов среднее филогенетическое расстояние между двумя гипераккумуляторными всё ещё было меньше, чем расстояние между гипераккумулятором и не-аккумулятором. Но только для Se эта разница значима.

Способность к гипераккумуляции является легко приобретаемым лабильным

фенотипическим признаком, требующем предрасположенности, которая развивается поэтапно: сначала глубоко на эволюционном дереве, а потом – на уровне популяции. Филогенетическое положение растения может быть использовано для скринингового поиска гипераккумуляторов Ag, Cd, Cr, Cu, Mn, Ni, Pb, Zn и особенно – Se, зная уже известные виды-гипераккумуляторы: растение, эволюционно близкое к известному гипераккумулятору, с большей вероятностью является гипераккумулятором.

Исследование выполнено в рамках проекта РНФ № 25-24-00343.

Литература

Chase M.W., Christenhusz M.J.M., Fay M.F., Byng J.W., Judd W.S., Soltis D.E., Mabberley D.J., Sennikov A.N., Soltis P.S., Stevens P.F. et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV // Botanical Journal of the Linnean Society. 2016. V. 181. P. 1–20.

POWO. 2026. Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Board of Trustees of the Royal Botanic Gardens, Kew.

WHAT DO HYPERACCUMULATOR PLANTS HAVE IN COMMON?

Klink G.V.[1,2], Lednev S.A.[1,3], Barbashev A.I.[1,4], Nemtseva A.A.[1,4], Semenkov I.N.[1,3]

[1] Isaev Centre for Problems of Forest Ecology and Productivity of the Russian Academy of Sciences, Moscow

[2] Higher School of Education University, Moscow

[3] Lomonosov Moscow State University, Moscow

[4] Southern Federal University, Rostov-on-Don

КРИТЕРИИ ДЛЯ НАЗНАЧЕНИЯ РУБОК РЕКОНСТРУКЦИИ

Ковалев А.П., Качанова Т.Г.
Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства, dalniilh.fbu@yandex.ru

В результате длительного применения в лесах Дальнего Востока сплошнолесосечной системы хозяйствования, систематического прогорания насаждений и естественных смен образовались миллионы гектаров расстроенных низкотоварных древостоев и древесно-кустарниковых зарослей. Их структура, продуктивность, динамика развития не укладываются в общие закономерности, характерные для модальных основных лесных формаций региона. Решение проблемы в первую очередь, здесь возможно путем реконструкции сформировавшихся малоценных насаждений с коренным изменением древостоев молодыми поколениями целевых пород.

Основоположниками работ по реконструкции в нашей стране являются известные русские лесоводы В.Д. Огиевский (Огиевский, 1912) и Б.И. Гузовский (Гузовский, 1899), которые не только определили цели и задачи реконструкции, но и провели практические мероприятия.

На Дальнем Востоке повышение продуктивности лесов реконструктивными методами впервые было обосновано А.А. Цымеком (Цымек, 1955).

Критерии для назначения рубок реконструкции напрямую связаны с характерными особенностями малоценных насаждений и условиями их произрастания. В большей степени это насаждения сформировавшиеся на вырубках и гарях, состоявшие из березы, осины и дуба. Реконструктивными методами занимались многие ученые-дальневосточники. Реконструкцию порослевых древесно-кустарниковых зарослей на вырубках Г.А. Трегубов рекомендует проводить коридорным способом с шириной коридоров не менее трех метров на склонах крутизной до 150 и гнездовыми посадками по методу В.Д. Огиевского на склонах более 150 (Трегубов, 1960). Исследование малоценных лиственных пород в Хабаровском и Приморском краях группой сотрудников ДальНИИЛХ позволило предложить классификацию молодняков с учетом преобладающей породы в составе, наличия ценных деревьев и полноты древостоя (Соловьев и др., 1964). В.А. Розенберг и Б.П. Колесников предложили классификацию малоценных молодняков для малолесных районов Приморья – Приханкайской равнины, в основу которой положили лесоводственно-топологический принцип с системой мероприятий по восстановлению лесов в безлесных районах Приморского края (Розенберг и др., 1958).

В Амурской области свои особенности малоценных насаждений предложили Ю.П. Зубов и И.А. Павленко. На основании обобщения производственного опыта и собственных исследований Ю.П. Зубовым предложена классификация площадей, занятых малоценными насаждениями и кустарниковыми зарослями и предложены рекомендации по реконструкции малоценных насаждений лиственных пород в Амурской области (Зубов, 1965). Однако, реконструкции предложены только для равнинных условий и не учитывают насаждения в горах. Дополнением этих рекомендаций послужили исследования И.А. Павленко, предложившего специальную формулу для расчета оптимальной ширины коридоров и необходимости расположения их в широтном направлении (Павленко, 1965).

Л.А. Ершовым и Ф.Ф. Мишковым составлена классификация лесокультурных площадей Дальнего Востока с учетом крутизны склонов, влажности и каменистости почв, а также характера подстилающих пород. Отдельно отмечены малоценные насаждения под реконструкцию.

Проведенные исследования позволили четко выделить критерии по которым можно определить реконструктивный фонд в лесном фонде Дальнего Востока. К нему, прежде всего, относятся: заросли кустарников с редким древостоем; малоценные насаждения I класса возраста, произрастающие на богатых почвах; редкостойные молодняки ценных пород в возрасте до 20 лет; средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные малоценные насаждения не обеспеченные хвойным подростом и расстроенные лесные культуры. Реконструкция осуществляется путем полной (сплошная) реконструкции или частичной

Таблица. Рубки реконструкции в малоценных лесных насаждениях по Дальневосточному федеральному округу

Год	Хвойное		Твердолиственное		Мягколиственное		Итого	
	*S**, га	*V**, тыс. м^3	*S*, га	*V*, тыс. м^3	*S*, га	*V*, тыс. м^3	*S*, га	*V*, тыс. м^3
2019	7970,7	376,9	249,7	6,1	1097,7	60,7	9318,1	443,7
2020	2504,3	93,7	257,5	7,2	202,4	8,7	2964,2	109,6
2021	1483,0	55,7	81,6	2,4	142,0	5,5	1706,6	63,6
2022	1279,4	41,9	50,4	0,5	115,0	4,2	1444,8	46,6
2023	845,4	30,9	44,9	0,8	53,0	1,1	943,3	32,8
2024	599,9	28,8	11,2	8,8	202,0	15,8	813,1	53,4
Итого	**14682,7**	**627,9**	**695,3**	**25,8**	**1812,1**	**96,0**	**17190,1**	**749,7**

* *S* – площадь, га; *V* – объем ликвидной древесины, тыс. м^3

(коридорный и куртинно-групповой способы) замены малоценных пород.

При коридорном способе целевая порода размещается в 1–2 ряда в коридорах шириной до 6 м, в зависимости от применяемого орудия и числа его проходов, с оставлением такой же ширины кулис. Куртинно-групповой способ рекомендуется для реконструкции насаждений с очень неравномерной полнотой.

Для подготовки почвы под реконструкцию в настоящее время используется бульдозер или оставшаяся в лесничествах лесохозяйственная техника в виде корчевателей-собирателей Д-496А или плугов ПКЛ-70, ПЛП-135.

Объемы работ по реконструкции малоценных насаждений на Дальнем Востоке в настоящее время заметно снижаются, что ведет к накоплению низкопродуктивных и малоценных древостоев (таблица).

Конечно, в большей степени, это связано с одинаковой подготовкой почвы под лесные культуры, которая осуществляется теми же методами и механизмами, что и для реконструкции насаждений.

В целом, исследования показывают высокую изученность и разработанные рекомендации по повышению продуктивности и целевого назначения дальневосточных пород за счет реконструкции насаждений. Осталось лишь четко соблюдать параметры и критерии реконструктивных рубок и своевременно проводить лесохозяйственные мероприятия в лесном фонде Дальнего Востока.

Литература

Зубов Ю.П. Реконструкция малоценных молодняков, низкотоварных насаждений, редин и кустарниковых зарослей лиственных пород в Амурской области // Сб. тр. / ДальНИИЛХ. 1965. Вып.7. С. 202–212.

Гузовский Б.И. О культурах дуба в Ильинском лесничестве Казанской губернии // Лесной журнал. 1899. Вып. 2. С. 320–332.

Огиевский В.Д. Возобновление дуба посредством густой культуры местами. С.-Пб., 1912. 37 с. (Труды по лесному опытному делу в России. Вып. 46).

Павленко И.А. Динамика зарастания коридоров порослью в зависимости от способа подготовки почвы при реконструкции малоценных лиственных молодняков // Сб. тр. / ДальНИИЛХ. 1965. Вып.7. С. 213–224.

Павленко И.А. Динамика зарастания коридоров порослью в зависимости от способа подготовки почвы при реконструкции малоценных лиственных молодняков // Сб. тр. / ДальНИИЛХ. 1965. Вып.7. С. 213–224.

Павленко И.А. Динамика зарастания коридоров порослью в зависимости от способа подготовки почвы при реконструкции малоценных лиственных молодняков // Сб. тр. / ДальНИИЛХ. 1965. Вып.7. С. 213–224.

Павленко И.А. Динамика зарастания коридоров порослью в зависимости от способа подготовки почвы при реконструкции малоценных лиственных молодняков // Сб. тр. / ДальНИИЛХ. 1965. Вып.7. С. 213–224.

Цымек А.А. Повышение продуктивности лесов Дальнего Востока // Лесное хозяйство. 1955. №8. С. 14–19.

CRITERIA FOR DESIGNING RECONSTRUCTION FIRES

Kovalev A.P., Kachanova T.G.

Far Eastern Research Institute of Forestry

ДИНАМИКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ МИКРОМИЦЕТОВ ПОДСТИЛКИ В ОПЫТНЫХ КУЛЬТУРАХ СОСНЫ СКРУЧЕННОЙ (*PINUS CONTORTA* DOUGL.)

Ковалева В.А., Виноградова Ю.А., Пристова Т.А.
Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, г. Сыктывкар,
kovaleva.vera2011@yandex.ru

Использование быстрорастущих древесных пород, одной из которых является сосна скрученная (*Pinus contorta* Dougl.), позволяет за относительно короткие сроки привести к восстановлению лесных экосистем на нарушенных территориях. При этом использование видов-интродуцентов способно привести не только к их натурализации и внедрению в естественные биоценозы (Загурская, 2022), но и к изменениям качества опада и свойствам подстилки, что в свою очередь может привести к изменению экосистемных процессов. Даже если интродуцированные и местные виды функционально схожи, но различаются темпами роста, это все равно приведет к изменениям в свойствах и процессах экосистем (McIntosh et.al., 2012), важнейшим из которых является круговорот органического вещества, где почвенные микроорганизмы определяют направление и скорость преобразования растительного опада (Добровольская и др., 2015). Лесная подстилка имеет оптимальные условия для таксономического и функционального разнообразия микроскопических грибов. Сообщества микромицетов искусственных насаждений отличаются от естественных качественными и количественными показателями, но при этом грибы подстилки искусственных насаждений сосны, а также лесных культур, созданных с использованием интродуцированных видов, исследуются редко.

Объектом исследования послужили экспериментальные культуры сосны скрученной, расположенные на территории Краснозатонского участкового лесничества (кв. 34) Сыктывкарского лесничества Республики Коми (N 61°40' E 51°03'). Изучение микромицетов в лесной подстилке проводилось в течение вегетационного периода 2023 г. Из образцов подстилки исследуемых культур сосны выделено 34 вида микромицетов из 8 родов, 7 порядков и 2 отделов, включая стерильный мицелий.

Отдел Mucoromycota немногочислен и представлен тремя видами: *Mortierella alpina, Mucor hiemalis* и *Umbelopsis vinacea*, что составляет 8.8% от всего видового состава. Подавляющее число видов микромицетов относится к отделу Ascomycota – 30 видов из 5 родов, что составляет 88.2% от общего видового состава. На долю грибов рода *Penicillium*, который является доминирующим в почвах средней тайги, приходится 51% от общего количества выделенных видов. Грибы рода *Penicillium* в основном принадлежат к типичным гидролитикам, которые способны развиваться при низкой доступности питательных веществ и усваивать трудно разлагаемые полимерные субстраты в местах с низкой скоростью минерализационных процессов, поэтому грибы данного рода составляют основу комплекса микромицетов подстилки в начале вегетационного периода, поскольку участвуют в процессе минерализации прошлогоднего опада. Роды *Trichoderma* и *Talaromyces* насчитывают по 4 вида, остальные роды представлены единичными видами.

Во все сроки отбора в образцах подстилки по частоте встречаемости и обилию доминирует вид *Penicillium thomii.* Кроме *P. thomii* общими для всех дат отбора проб являются следующие виды: *Penicillium jensenii, P. lividum, Trichoderma viride*, а также *Mycelia sterilia*. Стерильный мицелий выделялся во всех образцах с разными показателями частоты встречаемости и относительного обилия.

В мае сообщество микромицетов характеризовалось относительно низкими количественными и качественными показателями (12 видов из 3 родов). Все виды относятся к аскомицетам, абсолютное большинство (8 видов) – к роду *Penicillium*. В конце вегетационого периода численность микромицетов возрастает, вместе с этим увеличивается и их видовое разнообразие. Поступление свежего растительного опада стимулирует развитие микромицетов и увеличение видового разнообразия за счет появления новых видов: *Penicillium aurantiogriseum, P. canes-*

cens, P. citreonigrum, P. dierckxii, P. lanosum, P. raistrickii, P. simplicissimum, Talaromyces funiculosus, T. variabilis, Trichoderma hamatum, T. polysporum, Umbelopsis vinacea и др. Помимо этого, в конце вегетационного периода численность и видовое разнообразие микоценоза подстилки исследуемого искусственного насаждения увеличивается за счет видов фитопланы, которые попали в подстилку вместе с опадом (*Cladosporium herbarum, Mucor hiemalis)*.Из образцов подстилки в августе–сентябре выделено 24–25 видов микромицетов, включая стерильный мицелий.

Работа выполнена при финансовой поддержке тем госзадания Института биологии Коми НЦ УрО РАН «Средообразующая роль и продуктивность лесных и болотных экосистеме европейского северо-востока России», 2025–2029 гг. (№ 125020501547-8) и «Микробные сообщества экосистем Севера, их биотехнологический потенциал и технологии его реализации» регистрационный номер (№ 125021201993-3).

Литература

Загурская Ю.В. Основные аспекты изучения инвазийных видов рода *Solidago* // Трансформация экосистем.2022. № 5 (2). С. 102–115.

McIntosh A.C.S., Macdonald S.E., Gundale M.J. Tree species versus regional controls on ecosystem properties and processes: an example using introduced *Pinus contorta* in Swedesh boreal forests // Canadian Journal of Forest Research. 2022. No 42. P. 1228–1238.

Добровольская Т.Г., Звягинцев Д.Г., Чернов И.Ю., Головченко А.В., Зенова Г.М. и др. Роль микроорганизмов в экологических функциях почв // Почвоведение.2015. № 9. С. 1087–1087.

DYNAMICS OF LITTER MICROMYCETES SPECIES DIVERSITY IN EXPERIMENTAL CULTIVATIONS OF *PINUS CONTORTA* DOUGL.

V.A. Kovaleva, Yu.A. Vinogradova, T.A. Pristova
Institute of Biology, Komi Science Center, UB RAS, Syktyvkar

ВАРИАТИВНОСТЬ СОДЕРЖАНИЯ РАСТВОРЕННЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕННЫХ ВОДАХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

Кожевникова Н.К.[1], Болдескул А.Г.[2], Луценко Т.Н.[2]
[1] ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, nkozhevnikova@biosoil.ru
[2] Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток.

Растворимые компоненты почвенных вод играют важную роль в почвообразовании, питании растений, формировании химического состава грунтовых и поверхностных вод. В разнообразных по видовому и возрастному составу лесах почвенные воды приобретают особые черты, определяемые различным сочетанием биотических, абиотических и антропогенных факторов.

Объектами данного исследования послужили почвенные воды, отобранные в типичных для Сихотэ-Алиня коренных и вторичных лесах. Для характеристики состава почвенных вод использовались данные теплого сезона 2016–2022 годов. Гравитационные лизиметры устанавливались под подстилку, гумусово-элювиальный (10–50 см) почвенные горизонты. Закладка лизиметров осуществлялась в пределах речных бассейнов, находящихся в одних и тех же климатических условиях, но отличающихся составом почвообразующих пород и структурной организацией лесной растительности. Коренные типы леса представлены кедровником мертвопокровным, кедрово-широколиственными и пихтово-еловыми сообществами. Вторичные леса характеризовали участки на вырубках 40–60-летней давности с доминированием в составе лиственных пород. В почвенных водах определяли электропроводность, щелочность, pH, растворимый органический углерод (РОУ), основные анионы и катионы, фосфор, алюминий, железо и марганец.

Воды подстилок и верхних почвенных горизонтов относятся к гидрокарбонатно-кальциевому типу. С глубиной в растворах возрастает содержание сульфат- и нитрат-ионов. Наиболее заметные изменения в анионном составе вод установлены в кедровнике мертвопокровном. В водах, формирующихся в корнеобитаемом слое почвы под пихтово-еловыми и кедрово-широколиственными насаждениями, установлено высокое содержание нитратного азота – 1,4 и 3,5 мгN/л соответственно. Содержание микроэлементов в водах низкое (десятые и сотые доли мг/л), что связано с передвижением их по почвенному профилю (особенно алюминия и железа) в составе органо-минеральных соединений. Преобладающим компонентом почвенных вод является органический углерод, концентрации которого гораздо выше в местообитаниях с доминированием хвойных в составе древостоев. Низкая скорость минерализации обусловливает здесь формирование максимальной мощности подстилок и наибольшие концентрации РОУ. Медианные значения в подстилочных водах на участках с пихтово-еловыми древостоями и в кедровых мертвопокровных лесах составили около 70 мг/л. Разовые концентрации РОУ в них достигали еще более высоких пиковых значений – 144 и 135 мг/л соответственно. С устойчивостью к биоразложению подстилок в пихтово-еловых лесах связаны также самые высокие концентрации растворенных элементов минерального питания. Это особенно заметно в водах органогенных горизонтов почвы. Почвенные воды, отобранные на склонах с производными лесами, имели самую низкую концентрацию определяемых компонентов, что указывает на более высокую скорость круговорота веществ в лиственных лесах.

VARIABILITY OF DISSOLVED SUBSTANCE CONTENT IN SOIL WATERS OF FOREST ECOSYSTEMS IN THE SOUTHERN SIKHOTE-ALIN

N.K.Kozhevnikova[1], A.G.Boldeskul[2], T.N. Lutsenko [2]
[1] Federal Scientific Center for Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok
[2] Pacific Institute of Geography, FEB RAS, Vladivostok.

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УЩЕРБА ЛЕСНЫМ ЭКОСИСТЕМАМ КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ИМИДЖА УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ (НА ПРИМЕРЕ ООО «ГОФ ″БЕЛОРЕЧЕНСКАЯ″» В СОСТАВЕ ТЭК «РОДИНА», ЛНР)

Колесников В.А.
Луганский государственный университет имени Владимира Даля, г. Луганск,
zilliandorra@gmail.com

Введение. Луганская Народная Республика – новый субъект Российской Федерации (принят 4 октября 2022 г., ФКЗ № 6-ФКЗ). В переходный период интеграции в российское правовое поле актуальна апробация федеральных экологических стандартов на промышленных предприятиях. Объект исследования – ООО «ГОФ «Белореченская» (пгт Белореченский, Лутугинский муниципальный округ), входящее в ООО «ТЭК «РОДИНА» (управляется АО «Промышленная группа «Родина»). Фабрика перерабатывает 1 млн т/год углей марок Г, Ж, К (грохочение, дробление, отсадка, обезвоживание). Компания прозрачна: инвестиции за 2025 г. – 778 млн руб., рост зарплат горняков на 55–65%, плановая сдача новой лавы в ноябре 2026 г.

Цель – эколого-экономическая оценка ущерба прилегающим лесам и превращение этой оценки в основу экологического имиджа.

Методы. В 2024–2025 гг. заложено 15 пробных площадей (0,25 га) по восьми румбам от источника выбросов. Определяли проективное покрытие травостоя, линейный прирост *Robinia pseudoacacia*, суховершинность, санитарное состояние древостоя. В почве (0–10, 10–20 см) измеряли V, Cr, Ni, Pb, Cd (атомно-абсорбционная спектрометрия), pH, плотность. Ущерб рассчитан по методике Минприроды РФ (Приказ № 507 от 08.07.2019) [2] с адаптацией для ЛНР. Социологический опрос жителей (n=120), индекс экологической репутации (ИЭР) по 12 параметрам, контент-анализ СМИ (320 сообщений), корреляция Спирмена.

Результаты. На границе СЗЗ угольная пыль превышает ПДК в 2,3–4,1 раза. В почве накопление V – 2,6 фона, Cr – 2,1, Ni – 1,8 ($p<0,05$). Ряд: V > Cr > Ni > Pb > Cd. В лесной подстилке металлов в 1,3–1,7 раза больше, чем в минеральном слое. Проективное покрытие снижено на 45–60%, прирост акации – на 30–35%, суховершинность – 18% деревьев. Доля здоровых и ослабленных (I–II категории) упала с 82% до 41%. Прямой ущерб за 2023–2025 гг. – 12,7 млн руб. (46% – восстановление почв, 31% – углерододепонирование, 23% – рекреация). Косвенный ущерб (потеря водоохранной и ветрозащитной функций) – 4,2 млн руб./год.

Формирование имиджа. До 2024 г. компания не публиковала оценок ущерба. Исходный ИЭР = 0,32, 78% жителей считали фабрику опасной, доверие = 0,23. С 2024 г. внедрён механизм: (1) ежегодная верифицируемая оценка ущерба (публикуется с привлечением независимой лаборатории); (2) компенсационная программа (4,5 млн руб./год на лесовосстановление 35 га, создание 2,1 км лесополос, рекультивацию 2,8 га); (3) общественный совет и выездные собрания; (4) медийные отчёты. Через два года: ИЭР = 0,61, доверие = 0,58, доля считающих предприятие опасным снизилась до 34%, жалоб на леса – на 67%. Позитивные упоминания в СМИ выросли с 4% до 52%. Компания включена в перечень экологически ответственных предприятий ЛНР (приказ №45 от 10.03.2025). Корреляция Спирмена между деградацией лесов и доверием до 2024 г.: $r_s = –0,74$ ($p<0,05$), после – $r_s = –0,31$ ($p>0,05$). Имидж формируется прозрачностью и адресной компенсацией, а не отсутствием вреда.

Выводы. Эколого-экономическая оценка ущерба лесным экосистемам становится основой для экологического имиджа при пяти условиях: публичность, верификация, компенсационная программа, диалог с населением, медийное сопровождение. Для ООО «ГОФ «Белореченская» это повысило репутационный индекс в 1,9 раза и дало статус экологически ответственного предприятия. Механизм тиражируем для других угледобывающих предприятий новых регионов РФ.

Литература
1. Методика исчисления размера вреда, причиненного лесам: утв. Приказом Минприроды России от 08.07.2019 № 507.
2. Петров В.В., Сидоренко А.Л. Эколого-экономическая оценка ущерба в угледобывающих регионах // Экология и промышленность. 2023. № 4. С. 45–51.
3. Официальный сайт ТЭК «Родина». URL: https://tek.pgrodina.ru/ (дата обращения: 12.06.2026).

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF DAMAGE TO FOREST ECOSYSTEMS AS A BASIS FOR FORMING THE ECOLOGICAL IMAGE OF A COAL MINING COMPANY

V.A. Kolesnikov
Lugansk State University named after Vladimir Dal, Lugansk

ОЦЕНКА МЕЖВИДОВЫХ КОНКУРЕНТНЫХ ОТНОШЕНИЙ В ЕЛОВО-ПИХТОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА: ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ И МОДЕЛИРОВАНИЕ

Колобов А.Н.
Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан,
alex_0201@mail.ru

Темнохвойные елово-пихтовые леса имеют широкое распространение и являются коренными сообществами Дальневосточного региона, уступая по площади и запасу только лиственничникам. Формирование таких устойчивых климаксовых фитоценозов предполагает, что виды-эдификаторы имеют схожую конкурентоспособность, исключающую вытеснение одного из них в результате конкуренции за ресурсы.

Для проверки этого предположения было проведено исследование конкурентных отношений ели и пихты с использованием методов пространственной статистики (Грабарник, 2010; Wiegand, Moloney, 2013). Поскольку структура фитоценоза отражает результаты многолетних взаимодействий, анализ взаимного расположения деревьев позволяет выявить наличие или отсутствие конкуренции и определить тенденции развития древостоя. Используемый метод предполагает, что при наличии межвидовой конкуренции вероятность обнаружить дерево второго вида в окрестности первого ниже, чем при их случайном размещении (эффект пространственного отталкивания). Эмпирической базой исследования послужили данные картирования пробной площади, заложенной в разновозрастном елово-пихтовом древостое Облученского района ЕАО (рис. 1). Согласно результатам пространственного анализа, исследуемые виды обладают схожей конкурентоспособностью, поскольку межвидовое подавление в сообществе не превосходит внутривидовое. Деревья разных видов располагаются независимо друг от друга, не образуя выраженных структур отталкивания.

Далее на основе полученных эмпирических данных моделировали возможные сценарии развития елово-пихтового древостоя. Для этого использовали имитационную компьютерную модель, в которой основным системообразующим фактором формирования и развития древесных сообществ является конкуренция за свет (Колобов, 2014; Kolobov, Frisman, 2016). Она позволяет прогнозировать динамику запаса, численности, видового состава и

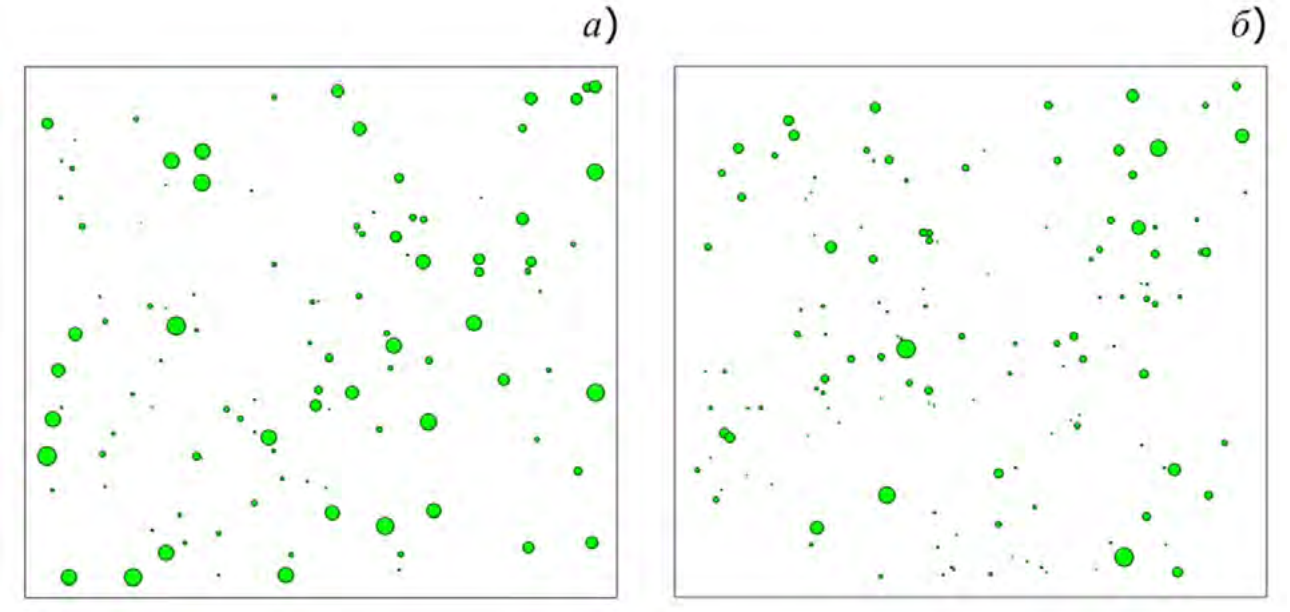


Рис. 1 Пространственное размещение деревьев, включая подрост на временной пробной площади: а) ель, б) пихта. Размер круга соответствует диаметру ствола дерева.

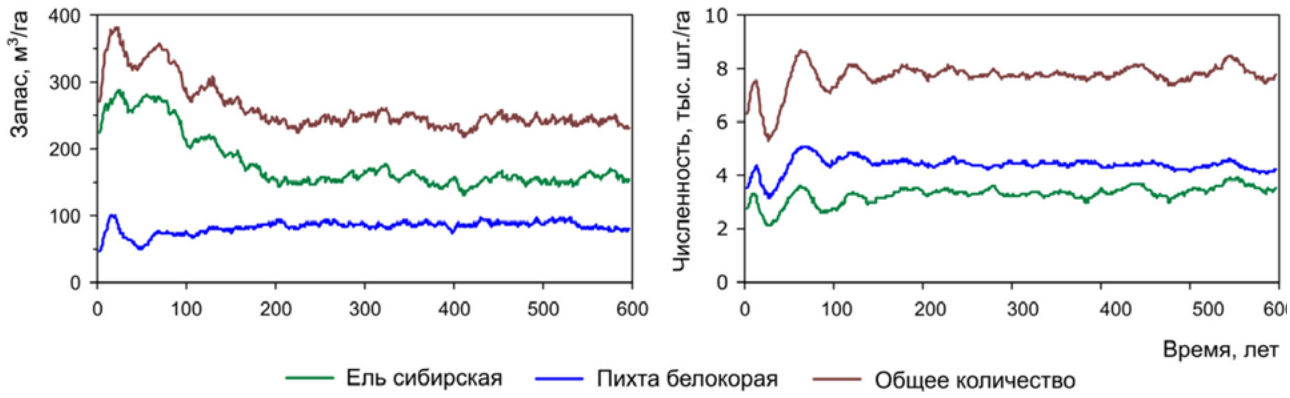


Рис. 2 Модельный сценарий динамики запаса и численности в елово-пихтовом древостое на рассматриваемой пробной площади

пространственной структуры древостоя. В качестве начальных условий моделирования использовали эмпирические данные картированного участка: координаты и диаметры стволов ели и пихты.

Результаты имитационного моделирования показали, что в долгосрочной перспективе ель и пихта устойчиво сосуществуют в данных лесорастительных условиях без признаков взаимного вытеснения (рис. 2). Таким образом, полученные модельные сценарии также отражают симметричную межвидовую конкуренцию, что полностью согласуется с результатами пространственного анализа. При этом установлено, что древостой на исследуемом участке находится в квазистационарном состоянии, так как в процессе моделирования не возникает длиннопериодических колебаний запаса и качественных изменений структуры фитоценоза.

Литература

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

Колобов А.Н. Моделирование пространственно-временной динамики древесных сообществ: индивидуально-ориентированный подход // Лесоведение. 2014. № 5. С. 72–82.

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.

Wiegand T., Moloney K.A. Handbook of Spatial Point-Pattern Analysis in Ecology. Boca Raton: CRC Press. 2014. 538 p.

EVALUATING INTERSPECIFIC COMPETITION IN RUSSIAN FAR EASTERN SPRUCE-FIR STANDS: SPATIAL ANALYSIS AND MODELING

Kolobov A.N.

Institute for Complex Analysis of Regional Problems, FEB RAS, Birobidzhan

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОДХОД К ИЗУЧЕНИЮ ДЕРЕВЬЕВ-ЛЕСООБРАЗОВАТЕЛЕЙ В БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ГРАДИЕНТАХ САХАЛИНА И КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

Копанина А.В.[1,2], Ершов В.В.[2], Власова И.И.[2], Яценко И.О.[2,3], Яценко О.В.[2,3]
[1] Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, anna_kopanina@mail.ru
[2] Сахалинский государственный университет, г. Южно-Сахалинск
[3] Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН, г. Москва

Полуостров Крильон расположен в зоне наложения крупных ботанико-географических градиентов Сахалина. Здесь сходятся два лесных биома – бореальные и неморальные хвойно-широколиственные леса, а линия Шмидта маркирует переход между Циркумбореальной и Восточно-Азиатской флористическими областями. Флористические и геоботанические рубежи при этом не полностью совпадают. Последние данные о растительном покрове восточного Крильона выявляют сохраняющееся выраженное участие восточноазиатских элементов в составе дендрофлоры и разнообразие лесных сообществ, подтверждая особое положение полуострова в растительном покрове юга Сахалина (Яценко, Яценко, 2025).

Другой уровень исследований связан с реакциями лесообразующих видов и отдельных деревьев на условия среды. На Дальнем Востоке это направление во многом развивалось в работах Ю.И. Манько, который наряду с изучением лесообразовательного процесса исследовал влияние экстремальных природных факторов, включая вулканизм, на рост, морфологию и индивидуальные особенности деревьев-лесообразователей (Манько, Сидельников, 1989). Развитие этого направления позволяет поставить вопрос: проявляются ли экологические и ботанико-географические градиенты Сахалина и Курильских островов не только в смене флор и сообществ, но и в структурно-функциональных стратегиях слагающих их древесных растений?

Деревья-лесообразователи рассматриваются нами как центральный организующий компонент лесного биома. Анализ их роста, покровных и транспортных тканей, активности вторичных меристем, элементного состава и взаимодействия с эпифитами позволяет исследовать функциональные стратегии в системе «ткань – дерево – сообщество – биом».

Подход апробирован прежде всего на каменной березе (*Betula ermanii*) в фоновых, вулканических и грязевулканических ландшафтах Сахалина и Курильских островов. Вулканогенные местообитания служат природными моделями длительного многофакторного воздействия, сочетающего геохимические аномалии, водный стресс, газогидротермальные, температурные и механические факторы (Kopanina et al., 2022, 2025). Ключевым методическим приемом стало рассмотрение средовых различий в онтогенетическом контексте. Возрастные ряды продолжительностью более ста лет позволили отделить возрастные изменения от реакции на среду и выявить изменения траектории структурного развития дерева – роста и жизненной формы, формирования коры, организации ситовидных элементов и флоэмной паренхимы. Эти перестройки отражают долговременные изменения транспортно-запасающей системы и распределения ассимилятов в теле дерева (Kopanina et al., 2022, 2025). Анализ деятельности сосудистого камбия и феллогена у ряда островных древесных растений вулканических ландшафтов выявил изменения радиального роста, проводящих и защитных тканей, а в экстремальных условиях – нарушения или периодическое подавление активности вторичных меристем (Kopanina, Vlasova, 2019 и др.).

Отдельное направление включает биоминерализацию и многоэлементный анализ многолетних тканей древесных растений в контрастных условиях среды. У *B. ermanii* выявлены тканеспецифическая локализация и особенности накопления оксалата кальция, гипераккумуляция маркерных для грязевулканических вод химических элементов в коре и древесине, что может быть охарактеризовано как адаптивная реакция к сложным условиям этих уникальных ландшафтов (Sokol et al., 2024).

Сахалин и Курильские острова представляют систему естественных экспериментов, где

одни и те же лесообразующие виды произрастают в резко различающихся океанических, высотных, геохимических и вулканогенных условиях. Это позволяет разграничивать общие онтогенетические закономерности, пластические реакции и устойчивые структурно-функциональные стратегии растений и оценивать их значение для устойчивости лесных экосистем в меняющейся среде.

Литература

Манько Ю.И., Сидельников А.Н. Влияние вулканизма на растительность. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. 161 с.

Яценко О.В., Яценко И.О. Растительный покров восточного побережья полуострова Крильон // Полуостров Крильон: история и современность на берегах залива Анива. М.: Паулсен, 2025. С. 80–108.

Kopanina A.V., Vlasova I.I. Structural changes of bark of the woody liana *Toxicodendron orientale* Greene (Anacardiaceae) in the extreme environments of gas-hydrothermal volcanic activity // Botanica Pacifica. 2019. Vol. 8. No 2. P. 3–17.

Kopanina A.V., Talskikh A.I., Vlasova I.I., Kotina E.L. Age-related pattern in bark formation of *Betula ermanii* growing in volcanic environments from southern Sakhalin and Kuril Islands (Northeast Asia) // Trees. 2022. Vol. 36. No 3. P. 915–939.

Kopanina A.V., Talskikh A.V., Vlasova I.I. Ontogenetic trends in the structure of the phloem rays of *Betula ermanii* (Betulaceae) in volcanic and nonvolcanic environments: adaptive and functional implications // Botanica Pacifica. 2025. Vol. 14. No 2. P. 11–34.

Sokol E.V., Deviatiiarova A.S., Kopanina A.V., Filippova K.A., Vlasova I.I. Morphology and composition of calcium oxalate monohydrate phytoliths in the bark of *Betula ermanii* (stone birch): case study from Sakhalin Island // Microscopy Research and Technique. 2024. Vol. 87. No 11. P. 2666–2680.

A STRUCTURAL AND FUNCTIONAL APPROACH TO THE STUDY OF FOREST-FORMING TREE SPECIES ALONG BOTANICAL-GEOGRAPHICAL GRADIENTS OF SAKHALIN AND THE KURIL ISLANDS

A.V. Kopanina[1,2], V.V. Ershov[1,2], I.O. Yatsenko[2,3], I.I. Vlasova[1,2], O.V. Yatsenko[2,3]

[1] Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk

[2] Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk

[3] N.V. Tsitsin Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences, Moscow

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ СОРТОВЫХ ТОПОЛЕЙ СЕЛЕКЦИИ “ВНИИЛГИСБИОТЕХ” В ХАБАРОВСКОМ КРАЕ

Корчагин О.М.[1], Алексеенко А.Ю.[2], Крупская Л.Т.[2], Царев В.А.[1], Филатова М.Ю.[2]
[1] Всероссийский НИИ лесной генетики, селекции и биотехнологии,
[2] Дальневосточный НИИ лесного хозяйства,

В Российской Федерации выведены новые сорта тополей, которые представляют интерес для научно-практической деятельности в области структурной и функциональной организации лесных экосистем. В том числе новые сорта тополей важны и для плантационного лесоразведения различного целевого назначения и в разнообразных природно-климатических зонах Российской Федерации.

В различных странах мира государственные службы лесного хозяйства уделяют большое внимание плантационному ведению лесного хозяйства и, в первую очередь, плантационному тополеводству, и достигли в этом направлении, как в КНР, значительных научных и практических результатов (Царев, Царева, 2017).

Абсолютным лидером по селекции и выведению новых сортов тополей в РФ является “Всероссийский НИИ лесной генетики, селекции и биотехнологии” (г. Воронеж), где зарегистрировано и размножено 7 новых сортов тополей – ‘Болид’, ‘Ведуга’, ‘Степная Лада’ (автор Царев А.П.), ‘Бриз’, ‘Сюрприз’ (авторы Царева Р.П. и Царев В.А,), ‘Белар’ (авторы Царев А.П. и Царева Р.П.) и ‘Э.с.-38’ (авторы Вересин М.М. и Царев А.П.) и более 40 культиваров различных морфолого-систематических групп отечественной и зарубежной селекции (Царев А.П. и др., 2024; Царев В.А. и др., 2024). В целях изучения роста ранее отселектированных культиваров и новых сортов, тополей в условиях Дальнего Востока, был спланирован долгосрочный опыт. В 2016 году “ВНИИЛГИСбиотех” передал в “Дальневосточный НИИ лесного хозяйства” (г. Хабаровск) более 500 черенков 16-ти клонов, гибридов и сортов тополей, которые были высажены в лесном питомнике Хабспецхоза для укоренения и последующего создания маточной плантации.

Дальнейшие исследования были продолжены в питомнике ООО “Растим лес” Хабаровского края, на рекультивированном участке хвостохранилища Кавалеровского ГОКа в Приморском крае и в лесном питомнике Приморского аграрно-технологического университета в Уссурийском лесничестве Приморского края. На созданных опытных объектах проводились наблюдения за состоянием, сохранностью и ростом переданных тополей, в т.ч. определялись диаметр, высота, объем ствола и другие биометрические показатели. Также изучалось влияние биоактивных веществ на рост и развитие тополей (Korchagin O.M., Alekseenko A.Yu., Krupskaya L.T., Tsarev V.A., 2025).

Лучшими качествами отличались новые сорта “Всероссийского НИИ лесной генетики, селекции и биотехнологии” ‘Э.с.-38’, ‘Ведуга’ и некоторые другие сорта и гибриды

Лучшие показатели роста и сохранности в данном регионе в 5-летнем возрасте были отмечены среди белых тополей у т. ‘Ведуга’, среди черных тополей лучшими были ‘Мариландика’ и ‘Сакрау-59’, среди бальзамических – т. китайский, среди межсекционных гибридов – ‘Версия’ и ‘Э.с.-38’. Полностью выпали из насаждения в ювенильном возрасте белый тополь ‘Болид’, ‘Пирамидально-осокоревый Камышинский’, волосистоплодный, и межсекционные гибриды ‘Борей’ и ‘Ивантеевский’.

На основе проводимых исследований были сформулированы цель и задачи разработанной “Технологической концепции создания лесных плантаций на примере Дальневосточного федерального округа России”, основные положения которых базируются на технологии выращивания различных клонов и сортов тополей селекции “ВНИИЛГИСбиотех” и других быстрорастущих древесных пород в соответствующих почвенно-климатических условиях.

Литература

Царев А.П., Царева Р.П. Некоторые аспекты развития плантационного лесоразведения в Китайской Народной Республике // Леса России: политика, промышленность, наука, образование : Материалы второй Междуна-

родной научно-технической конференции [Под ред. Г.М. Гедьо]. – СПб: СПбГЛТУ им. С.М. Кирова, 2017. – С. 168–171. – URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=30090231.

Царев А.П., Царева Р.П., Царев В.А. Результаты интеллектуальной деятельности на примере создания новых сортов тополей // "Продуктивность лесов в условиях меняющегося климата" : Всероссийская научная конференция с международным участием, посвященная 100-летию со дня рождения Н.И. Казимирова и 8-е Международное совещание "Сохранение и рациональное использование лесных генетических ресурсов" 2-7 сентября 2024 г. : тезисы докладов : научное электронное издание. – Петрозаводск: Институт леса КарНЦ РАН и ЦЭПЛ РАН, 2024. – С. 114. – URL: https://disk.yandex.ru/d/fuwz1EjlRqHWow.

Царев В.А., Сергеев А.А., Царев А.П., Царева Р.П., Милигула Е.Н. Промышленное выращивание посадочного материала отселектированных тополей в условиях ЦЧР // Материалы IV Международного биотехнологического форума "BIOAsia-Altai 2024" 23-28 сентября 2024 г. – Т. 4, № 4. – Барнаул: Изд-во Алтайского государственного университета, 2024. – С. 258-262. – URL: https://disk.yandex.ru/i/QehQ_YiMs5Szog).

Korchagin O.M., Alekseenko A.Yu., Krupskaya L.T., Tsarev V.A. Experience in cultivating varietal Poplars by the All-Russian Research institute of Forest genetics, breeding and biotechnology in the Russian Far East // В сборнике: Renewable Resources: Forest Biomass processing technologies, chemistry, medicine. Conference proceedings of the International Conference. St. Petersburg State Forest Technical University, St. Petersburg, 2025. – P. 81.

EXPERIENCE IN CULTIVATING SELECTED POPLAR VARIETIES DEVELOPED BY VNIILGISBIOTEKH IN KHABAROVSK KRAI

Korchagin O.M.[1], Alekseenko A.Yu[2], Krupskaya L.T.[2], Tsarev V.A.[1], Filatova M.Yu.[2]

[1] All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology,

[2] Far East Research Institute of Forestry.

УРОВНИ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПТИЦ ОРОБОРЕАЛЬНЫХ ТАЁЖНЫХ И НЕМОРАЛЬНЫХ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ ЮЖНОГО СИХОТЭ-АЛИНЯ

Курдюков А.Б.
ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, Certhia2007@yandex.ru

Лесная среда является доминирующим типом растительности горной страны Сихотэ-Алиня, раскинувшись здесь почти непрерывным покровом (нередко – более 90% площади). В её пределах, в связи с ярко выраженной высотной поясностью, в зоне контакта двух крупных флористических областей, какими являются неморальные хвойно-широколиственные леса, распространённые в низкогорье, и оробореальные таёжные пихтово-еловые леса, занимающие верхние пояса гор, на Южном Сихотэ-Алине в районе отметок 650–850 м над ур. м., наблюдаются наиболее существенные изменения в распределении и численности популяций птиц. Среди 83 представленных здесь дендрофильных видов, 50% – будучи многочисленными в поясе неморальных хвойно-широколиственных лесов, совершенно игнорируют темнохвойную тайгу; 28% – одинаково широко представлены как в неморальных, так и в оробореальных лесах, максимум их обилия обычно приходится на консолидированные елово-кедрово-широколиственные леса; 22% – населяют почти исключительно оробореальные елово-пихтовые леса.

Сведения о видовом разнообразии населения птиц в пределах этих двух лесных экосистем, противоречивы. В одних случаях, в наиболее продуктивных экотопах, количество обнаруживаемых на гнездовании видов птиц в елово-пихтовой тайге почти не уступает тому, что наблюдается в неморальных хвойно-широколиственных лесах. В других, сильно снижается в высокогорных темнохвойных лесах – в среднем, на 26–32 до 40%, либо заметно падает уже в зоне контакта широколиственно-кедровых и темнохвойных лесов (Назаренко, 1984; Елсуков, 1987, 2005, Курдюков, 2009, Харченко, 2015). Сложность заключается в том, что число обнаруживаемых на гнездовании видов имеет чётко выраженную функциональную зависимость от объёма выборки, к тому же выделяются разные категории видового разнообразия – α-, β-разнообразие (Krebs, 1999), напрямую не связанные друг с другом. Это объясняет необходимость более строгой стандартизации используемых методов, направленных на определение этого важного экологического параметра.

Уровень α-разнообразия в рамках строго локальных точек, в соответствующих поясах растительности на Южном Сихотэ-Алине, определён на основании точечных учётов большой продолжительности (≥ 90 мин.), заложенных в ночные и ранние утренние часы в 2001–2026 гг. Полнота учёта в таком случае приближается к 100%. Он соотносится с населением птиц, участки которых перекрываются на индивидуальном уровне. В оробореальных таёжных лесах на точку (n=40) приходится 15–50, в среднем 29,3±5,6 (среднее±SD) особей, принадлежащих к 12–37, в среднем 21,9±5,6 видам. В неморальных хвойно-широколиственных лесах (n=145) – 9–46, в среднем 28,3±7,4 особей принадлежащих к 8–31, в среднем 21,7±4,7 видам. Различия в распределении данных для этих лесов – статистически недостоверны (критерий Колмогорова - Смирнова, D = 0,09; p = 0,94) (рисунок, слева).

Оценка уровней α-разнообразия населения птиц в масштабе ландшафтного урочища проводилась по материалам маршрутных учётных в 2020–2025 гг. в оробореальных елово-пихтовых и производных от них лесах на Шкотовском (Майхе-Даубихинском) плато (750–900 м над ур. м.), и в поясе неморальных хвойно-широколиственных лесов заповедника «Уссурийский» и его окрестностей (200–500 м над ур. м.) (длина взятых в расчёты учётных маршрутов – 337 и 538 км, соответственно). Определялась зависимость, отображающая накопление числа учтённых видов от количества учтённых особей (рисунок, справа). По этим данным, видовое разнообразие в оробореальных темнохвойных лесах оказалось несколько выше – от 38 до 51, в среднем 43,2 видов/600 особей, чем в неморальных хвойно-широколиственных лесах – от

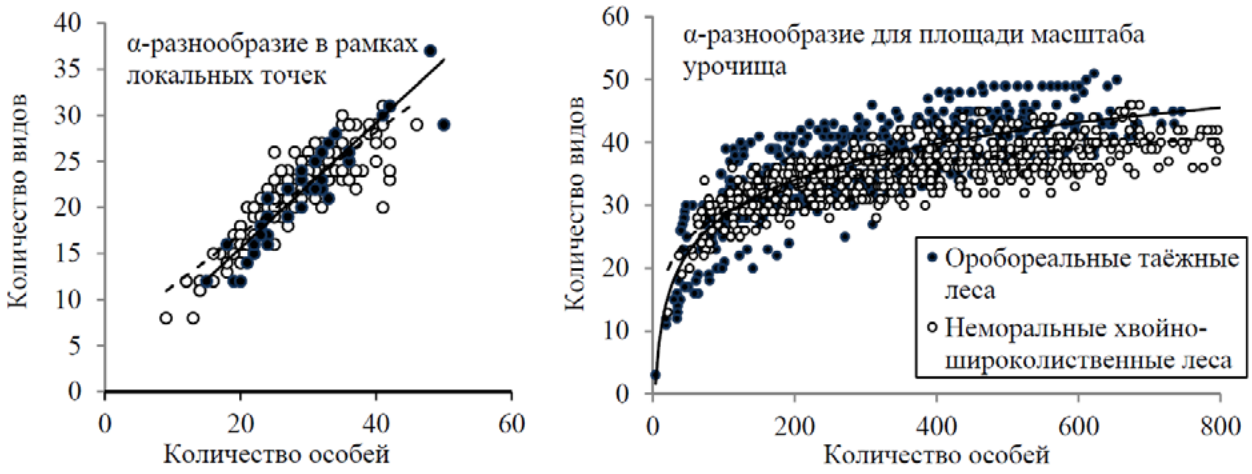


Рисунок. Уровни α-разнообразие в рамках локальных точек (слева) и на площади масштаба урочища (10×10 км) (справа)

33 до 45, в среднем 39,1 видов/600 особей. Различия между ними слабые, но статистически достоверные (D = 0,16; p < 0,01). При этом, отмечена сильная межгодовая изменчивость облаков точек графиков накопления, которая в оробореальных темнохвойных лесах была почти в два раза выше, статистически достоверными (p<0.05) оказались 13 из 15 (87%) тестов, D – от 0,29 до 0,9, в среднем 0,5±0,19, чем в неморальных хвойно-широколиственных лесах, статистически достоверны 7 из 10 (70%) тестов, D – от 0,18 до 0,35, в среднем 0,26±0,06.

Уровни β-разнообразия, измеренные через коэффициент обмена видами с учётом численности (SERa), в пределах лесной среды имели близкий диапазон вариаций, как в оробореальных таёжных – от 0,42 до 0,52, в среднем 0,46±0,04, так и в неморальных хвойно-широколиственных лесах – от 0,41 до 0,58, в среднем 0,48±0,09. Однако сравнение основных лесных местообитаний с полуоткрытыми экотонными, такими как елово-пихтовая тайга и лиственничная марь на месте верхового болота – в одном случае, и чернопихтово-широколиственные леса и пирогенный саваноидный ландшафт – в другом, демонстрирует более высокий уровень β-разнообразия в поясе неморальных смешанных лесов (SERa = 0,85), по сравнению с поясом оробореальной тайги (SERa = 0,61–0,7).

Литература

Елсуков С.В. Летнее население птиц в кедровниках Сихотэ-Алинского заповедника // Сихотэ-Алинский биосферный район: фоновое состояние природных компонентов. Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. С. 109-116.

Елсуков С.В. Орнитофауна (биотопическое распределение птиц северо-восточного Приморья в гнездовой период) // Структурная организация и динамика природных комплексов Сихотэ-Алинского биосферного заповедника. Владивосток: Издательство ОАО «Примполиграфкомбинат», 2005. С. 133-143.

Назаренко А.А. Птичье население смешанных и темнохвойных лесов Южного Приморья, 1962-1971 гг. // Фаунистика и биология птиц юга Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 60-70.

Курдюков А.Б. Население птиц Верхнеуссурийского биогеоценотического стационара, пояса среднегорий Южного Сихотэ-Алиня // Русский орнитологический журнал. 2010. Т. 19. Вып. 548. С. 191-221.

Харченко В.А. Население птиц основных лесных биотопов Южного Сихотэ-Алиня // Сибирский экологический журнал. 2015. №4. С. 563-569.

Krebs C.J. Ecological Methodology. 2nd Ed., Addison Wesley Longman, Menlo Park. 1999. 620 p.

SPECIES DIVERSITY LEVELS OF BREEDING BIRD COMMUNITIES OF THE OROBOREAL TAIGA AND NEMORAL MIXED DECIDUOUS-CONIFEROUS FORESTS AT THE SOUTHERN PART OF SIKHOTE-ALIN MOUNTAIN

Kurdyukov A.B.

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

СТРУКТУРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЯКОВ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ПИРОГЕННОГО И АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРОВ НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРО-ВОСТОКЕ РОССИИ

Кутявин И.Н.
Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, kutjavin-ivan@rambler.ru

Изучение процессов развития нарушенных лесных территорий, позволяет оценить масштабы и продолжительность лесообразовательных процессов (Цветков, 2008; Манько, 2004; Šumichrast et al., 2020; Kutyavin, Manov, 2022 и др.). Систематический мониторинг за развитием лесного покрова под влиянием различных экзогенных факторов (пожары, ветровалы, рубка леса, вспышки насекомых и др.), требует определенных разработок системного слежения за их развитием и состоянием (Седых, 2011). Увеличение пирогенной и антропогенной активности в XX, начале XXI столетия приводит к дестабилизации структурного функционирования лесов, а также росту выделения углерода, накопленного в лесных экосистемах (Фуряев, Фуряев, 2008).

Исследования структурной организации сосняков выполнены на территории таежной зоны Республики Коми (Кутявин, 2022). В фитоценозах сосняков, пройденных пожарами различной интенсивности, и сосняках, пройденных сплошными рубками, была заложена серия постоянных пробных площадей (ППП) с целью ведения длительного мониторинга за состоянием формирования структуры и продуктивности сосновых фитоценозов.

В естественных условиях развития сосновых экосистем (Печоро-Илычский заповедник) находящихся под воздействием пирогенного фактора, древостои формируют до четырех типов возрастной структуры. Так, условно-разновозрастные сосняки состоят из одного разновозрастного поколения, чаще всего формируясь на месте пожаров высокой интенсивности и ветровалов. Ступенчато-разновозрастные сосняки, как правило, развиваются под воздействием пожаров, образуя от двух до шести разновозрастных отдельных поколений сосны. Относительно-разновозрастные древостои состоят из одного выраженного старшего или младшего поколений с небольшим количеством деревьев сосны распадающихся старших поколений или формирующегося молодого поколения сосны. Циклично-разновозрастный тип возрастной структуры формируется, также как и выше приведенные сосняки под воздействием периодически повторяющихся лесных пожаров, однако, носит «волнообразный» тип распределения деревьев по возрасту без образования разрывов между поколениями.

На поствырубочных территориях сосняков формируются преимущественно древостои, состоящие из одного поколения сосны. Они представлены условно-разновозрастным типом возрастной структуры с амплитудой колебания возраста от 30 до 60 лет и условно-одновозрастными сосняками с более коротким циклом заселения вырубок менее 20 лет. Реже на вырубках формируются относительно-разновозрастные сосняки состоящие в основном из двух поколений: небольшого количества деревьев первого, состоящего из семенных или оставленных в недорубе деревьев и второго сформированного на вырубке поколения сосны.

Ступенчато-разновозрастные древостои характеризуются большой вариабельностью коэффициентов варьирования возврата и диаметра (>30%). В условно-одновозрастных и -разновозрастных древостоях изменчивость возраста не выходит за пределы 15% и преимущественно имеет малые показателями (C.V. < 10%), однако коэффициент вариации диаметра имеет средние и высокие значения (17–45%). В относительно-разновозрастных сосняках вариация возраста и диаметра характеризуются средними и высокими значениями (20–40%). В данных типах возрастной структуры с преобладанием молодого поколения и активным распадом старых деревьев, ряды распределения по возрасту и по диаметру сузятся, тем самым древостои с большой вероятностью перейдут в условно-разновозрастные. В древостоях сосняков с преобладанием старших поколений сосны, при длительном отсутствии пожаров и накоплении деревьев новых поколений перейдут в ступенчато-разновозрастный

тип структуры. Абсолютно-разновозрастные сосняки характеризуются относительно высокой вариабельностью возраста и диаметра.

Наблюдения за динамикой развития древостоев сосновых экосистем, под воздействием периодически повторяющихся пожаров и на вырубках, показали лабильность в структуре древостоев сосняков. Основным движущим фактором в развитии сосны являются низовые пожары различной интенсивности, способствующие ее дальнейшему сохранению позиций коренных сообществ.

Работа выполнена при поддержке проекта РНФ № 25-17-00054 “Природоподобные и антропогенные технологии для аккумулирования стабильных форм углерода в лесных почвах”, https://rscf.ru/project/25-17-00054/.

Литература

Седых В.Н. Леса и нефтегазовый комплекс. Новосибирск: Наука, 2011. 138 с.

Манько Ю. И. Лесообразовательный процесс и классификация лесной растительности // Лесоведенение. 2004. №5. С. 3–9.

Фуряев В. В., Фуряев Е. А. Пироэкологические свойства сосны обыкновенной в Средней Сибири // Хвойные бореальной зоны. 2008. Т. 25. №1–2. С. 103–108.

Цветков В. Ф. Лесовозобновление: природа, закономерности, оценка, прогноз. Архангельск: Арханг. гос. техн. ун-т, 2008. 212 с.

Kutyavin I. N., Manov A. V. Spatial relationships of trees in middle taiga post-pyrogenic pine forest stands in the European North-East of Russia // Journal of Forest Science. 2022. N. 6. Vol. 68. P. 228–240.

Sumichrast L., Vencurik J., Pittner J., Kucbel S. The long-term dynamics of the old-growth structure in the National Nature Reserve Badinsky prales // Journal of Forest Science. 2020. 66 (12). P. 501–510.

STRUCTURAL ORGANIZATION OF PINE STANDS UNDER THE INFLUENCE OF PYROGENIC AND ANTHROPOGENIC FACTORS IN THE EUROPEAN NORTH-EAST OF RUSSIA

Kutyavin I.N.

Institute of Biology, IB FRC Komi SC UB RAS, Syktyvkar

ВЛИЯНИЕ ЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ НА ФОРМИРОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ ЗАПАСОВ В ЧЕРНОЗЁМАХ ТИПИЧНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ

Лабунский А.Д.
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, г. Воронеж, alex-30-a@yandex.ru

В современных условиях климатических изменений, особую актуальность приобретает оценка способности наземных экосистем к аккумуляции и долговременному депонированию углерода. Наземные экосистемы, а в частности леса и защитные лесные насаждения (далее ЗЛН) являются значимыми компонентами наземного цикла углерода. Современные исследования показывают положительное влияние лесных полос на свойства чернозёмов, мощность гумусового горизонта, содержание органических веществ и пространственную устойчивость почвенного покрова (Чендев и др., 2020).

В условиях типичной лесостепи Воронежской области, где активно развито сельское хозяйство, ЗЛН являются важным элементом агролесомелиоративного комплекса.

Для условий Центрального Черноземья особый интерес представляет оценка связи между характеристиками ЗЛН и углеродными запасами агроэкосистем при сочетании чернозёмных почв, древесной растительности и интенсивного сельскохозяйственного использования прилегающий территорий.

В качестве факторов, потенциально связанных с формированием углеродных запасов, рассматриваются породный состав, возраст, ярусность, а также сомкнутость древостоя. Рабочая гипотеза исследования состоит в том, что от видовой и структурной сложности ЗЛН может зависеть увеличение показателей запасов углерода, по сравнению с менее сложными, за счёт более развитой фитомассы, поступления растительных остатков и формирования специфических условий трансформации органического вещества в почве.

Цель исследования – оценить влияние структурно-видовых особенностей защитных лесных насаждений на формирование углеродных запасов в почвах, а также в биомассе агроэкосистем типичной лесостепи Воронежской области.

Объекты исследования – защитные лесные насаждения типичной лесостепи Воронежской области, различающиеся по породному составу, возрасту и структурному строению, а также почвы под лесополосами и прилегающих к ним пахотных участков. Комплексная оценка углерододепонирующей функции ЗЛН должна учитывать как запасы углерода непосредственно в пределах насаждений, так и возможные изменения почвенных углеродных запасов на прилегающих пахотных участках.

Для условий южной части лесостепной зоны Центрального Черноземья уже получены данные, свидетельствующие о существенном влиянии древесной растительности на формирование углеродных запасов в старовозрастной защитной лесной полосе Каменной степи запасы общего углерода составляют 165 т/га в слое 0–30 см и 272 т/га в слое 0–60 см, при этом около 6 % запасов углерода слоя 0–60 см сосредоточенно в лесной подстилке (Голядкина и др., 2025). Исследования лесных фитоценозов Воронежской области также показали различия, связанные с характером растительности: содержание углерода в верхнем минеральном слое почв соснового фитоценоза преимущественно составляет 1,5–2,0%, тогда как в дубраве достигает 2,8–3,0, а максимальные запасы углерода – 25 т С/га (Шешницан Т. Л. И др., 2025).

Исследования в агроландшафтах Каменной степи показали, то содержание общего углерода под лесной растительностью значимо превышает его содержание на прилегающих почвах пахотных участков. (Шешницан и др., 2026). При этом выявлена зависимость пространственного распределения углерода не только от типа землепользования, но и от микрорельефа, направления господствующих ветров и условий снегозадерживания.

Имеющиеся данные подтверждают влияние ЗЛН и древесной растительности на содержа-

ние и запасы углерода в почвах Центральной лесостепи. Вместе с тем в рассмотренных исследованиях преимущественно оценивается влияние самого факта наличия лесной растительности, отдельных компонентов углеродного пула, либо контрастных фитоценозов. Вопрос о связи запасов углерода в чернозёмах со структурно-видовыми-характеристиками ЗЛН – породным составом, возрастом, ярусностью и сомкнутостью – остаётся недостаточно изученным. Его решение позволит перейти к общей оценке влияния лесополос к выявлению характеристик ЗЛН, наиболее значимых для формирования углеродных запасов в условиях типичной лесостепи Воронежской области.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1025032000060-3-1.5.1 "Биогеохимические закономерности динамики пулов и потоков углерода в репрезентативных экосистемах Центральной лесостепи в условиях климатических изменений и антропогенных воздействий" (FZUR-2026-0004)

Литература

Чендев Ю.Г., Геннадиев А.Н., Лукин С.В., Соэр Т.Д., Заздравных Е.А., Белеванцев В.Г., Смирнова М.А. Изменение лесостепных черноземов под влиянием лесополос на юге Среднерусской возвышенности // Почвоведение. 2020. № 8. С. 934–947. DOI: 10.31857/S0032180X20080031.

Шешницан С.С., Горбунова Н.С., Бахтин А.М. Влияние защитных лесных насаждений на содержание углерода и азота в черноземах Каменной степи // Овощи России. 2026. № 1. С. 119–123. DOI: 10.18619/2072-9146-2026-1-119-123.

Голядкина И.В., Горбунова Н.С., Шешницан С.С., Бахтин А.М., Царегородцев А.В. Особенности формирования лесной подстилки в условиях старовозрастной лесной полосы Каменно-степного опытного лесничества // Лесотехнический журнал. 2025. Т. 15. № 1 (57). С. 6–22. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2025.1/1.

Шешницан Т. Л., Матвеев С. М., Шешницан С. С. Влияние фитоценоза на пространственную изменчивость запасов углерода в лесных почвах Центральной лесостепи // Лесотехнический журнал. 2025. Т. 15. № 1 (57). С. 38–58. DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2025.1/3.

INFLUENCE OF PROTECTIVE FOREST PLANTATIONS ON CARBON STOCK FORMATION IN CHERNOZEMS OF TYPICAL FOREST-STEPPE OF THE VORONESH REGION

Labunsky A. D.

Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov, Voronezh

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВЫБРОСОВ ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОКРУЖАЮЩИЕ ЭКОСИСТЕМЫ

Липин В.А.[1,2], Ахмедов С.Н.[3], Козлов В.А.[3]

[1] Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II, г. Санкт-Петербург

[2] Высшая школа технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, г. Санкт-Петербург, vadim.lipin@rambler.ru

[3] ООО «Алкорус Консалтинг», г. Санкт-Петербург

Деятельность практически любого производства связанного с переработкой природного сырья сопровождается сбросами и выбросами в окружающую среду, что соответственно оказывает на нее негативное влияние. Задача экологических служб предприятий не устранить влияние полностью (это физически невозможно), а свести интегральный риск для экосистем к уровню, при котором природа успевает компенсировать антропогенную нагрузку за счет ассимиляционного потенциала. При этом устойчивость промышленного сектора в долгосрочной перспективе определяется не только эффективностью очистных технологий, но и способностью окружающей среды к самовосстановлению и нейтрализации антропогенного воздействия.

Государственное регулирование выступает важнейшим инструментом, позволяющим согласовать экономические интересы предприятий с экологическими требованиями. В юридическом смысле регулирование охватывает разработку нормативно-правовых актов, систематический контроль за их исполнением, а также механизмы принуждения к соблюдению установленных стандартов. На глобальном уровне природоохранное законодательство постоянно эволюционирует, отражая новые вызовы, возникающие вследствие интенсификации хозяйственной деятельности и накопления негативных изменений в биосфере. Приоритетное значение приобретает минимизация влияния промышленных эмиссий на лесные экосистемы и растительные сообщества в зонах размещения производственных объектов. Наиболее показательно данная проблема проявляется на примере предприятий алюминиевой промышленности, в частности глинозёмных заводов, которые характеризуются значительными объёмами выбросов и сложным химическим составом загрязнителей. В связи с этим на законодательном уровне предлагается закрепить обязанность таких предприятий осуществлять комплексные проекты лесовосстановления и лесоразведения – как в пределах санитарно-защитных полос, так и на прилегающих территориях, где лесная растительность подвергается устойчивой антропогенной деградации вследствие длительного аэротехногенного прессинга (Липин и др., 2026).

Специфика состава выбросов отечественных глинозёмных заводов обусловлена историческими и сырьевыми факторами: на территории бывшего СССР отсутствовали крупные месторождения высококачественных бокситов, что стимулировало разработку технологических схем, ориентированных на переработку бедных алюминийсодержащих руд (нефелиновые руды и низкосортные бокситы). Ключевым этапом таких процессов является спекание шихты во вращающихся трубчатых печах, работающих на углеводородном топливе – угле, мазуте или природном газе. Именно стадии обжига и спекания обеспечивают основную долю валовых выбросов загрязняющих веществ: твёрдых частиц (пыли), оксидов азота, диоксида серы и продуктов неполного сгорания углерода. Эти компоненты, поступая в атмосферу, подвергаются переносу и рассеиванию, а затем оседают на подстилающую поверхность, формируя зоны устойчивого техногенного загрязнения (Шепелев и др., 2019).

При комплексной оценке экологической опасности глинозёмных предприятий необходим учёт мультимедийного воздействия – на атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды, почвенный покров, а также на здоровье населения, проживающего в ближайших населённых пунктах. Почвы выступают в роли конечного аккумулятора большей части поллютантов, и накопление химических соединений в токсичных концентрациях приводит к угнетению биохимических процессов, снижению ферментативной активности и подавлению роста растений. Длительное загрязнение сопровождается деградацией почвенной структуры, изменением кислотно-щелочного баланса и экотоксическим эффектом в отношении почвенной мезо- и микрофауны, а также микробиоценозов. В импактных зонах глинозёмных производств

регулярно фиксируются аномально высокие содержания алюминия, меди, марганца, цинка и щелочных металлов, что свидетельствует о полиметаллическом характере загрязнения. Так, на расстоянии 1–5 км от АГК отмечается максимальная концентрация металлов в почве. Она может превышать фоновый уровень от 10 до 100 раз. На расстоянии 15–20 км от предприятия содержание вредных веществ уже не превышает ПДК (Немеров, 2021).

Важной особенностью многих техногенных поллютантов является их способность к длительному удержанию в приповерхностных горизонтах почв и донных отложениях, что создаёт эффект "экологической памяти" – даже после прекращения деятельности предприятия очаги устойчивого загрязнения сохраняются десятилетиями. Атмосферные выбросы, осаждаясь на снежный покров и растительный опад, постепенно вовлекаются в процессы вертикальной миграции с инфильтрационными водами. При прохождении через почвенный профиль часть токсикантов задерживается в иллювиальном горизонте, богатом глинистыми минералами и органическим веществом, где происходит их сорбция и накопление. В дальнейшем эти соединения могут высвобождаться при изменении окислительно-восстановительных условий, оказывая вторичное токсическое воздействие на корневые системы растений и почвенных гетеротрофов.

Воздействие пылевых частиц, содержащих оксиды алюминия, железа и кремния, на растительные сообщества проявляется не только через механическое закупоривание устьиц и снижение интенсивности фотосинтеза, но и через химическое поражение тканей листьев и хвои. В результате снижается видовое разнообразие как фито-, так и зооценозов, перестраиваются доминантные комплексы, сокращается численность фоновых видов, изменяются возрастные и половые структуры популяций животных, нарушаются миграционные коридоры. На уровне биоценозов наблюдается замена первичных сообществ на вторичные, более устойчивые к техногенезу, а также упрощение трофических связей, что ведёт к снижению общей биологической продуктивности экосистем.

Для объективной оценки масштабов аэротехногенного загрязнения и разработки природоохранных мероприятий ключевое значение имеет систематический мониторинг содержания приоритетных загрязнителей в почвах и снеговом покрове, в том числе с использованием аэрокосмических средств. Такие наблюдения позволяют установить количественные зависимости между уровнем эмиссии, расстоянием от источника и степенью накопления токсичных элементов в растениях и лесных подстилках. По концентрациям основных поллютантов в различных горизонтах почвы и в талой снеговой воде определяются границы санитарно-защитной зоны и зоны выраженного негативного воздействия. Полученные массивы данных могут быть использованы в дальнейшем для биоиндикационных исследований, оценки фитотоксического эффекта на метаболические пути – например, для выявления нарушений дыхательной функции корней, снижения эффективности поглощения минеральных элементов, падения содержания хлорофилла и каротиноидов, подавления синтеза запасных углеводов (крахмала) и других физиологических отклонений у деревьев и кустарников. Это, в свою очередь, служит основой для принятия управленческих решений по реабилитации нарушенных земель и оптимизации режимов природопользования в регионах расположения глиноземных заводов.

Литература

Липин В.А., Воробьев А.Ю., Коларж В.В., Ахмедов С.Н., Козлов В.А. Воздействие выбросов предприятий алюминиевой промышленности на окружающие экосистемы // Бутлеровские сообщения. 2026. Т. 85. № 2. С. 37-58. EDN: OCARSY

Немеров А.М. Экотоксикологическая оценка земель, нарушенных шламовыми водами, в импактной зоне АО «РУСАЛ Ачинск»: Дис. канд. биол. наук: Красноярск: 2021. 166 с. EDN: QJGAOS

Шепелев И.И., Пиляева О.В., Еськова Е.Н., Кирюшин Е.В., Стыглиц И.С. Повышение эффективности процессов очистки газов глиноземного производства // Экология и промышленность России. 2019. Т. 23, № 11. С. 10-14. EDN: NNXAKE

IMPACT OF ALUMINA PRODUCTION EMISSIONS ON ENVIRONMENTAL ECOSYSTEMS

Lipin V.A.[1,2], Akhmedov S.N.[3], Kozlov V.A.[3]

[1] Empress Catherine II Saint Petersburg Mining University, St. Petersburg

[2] Higher School of Technology and Energy, St. Petersburg State University of Industrial Technology and Design, St. Petersburg

[3] Alcorus Consulting LLC, St. Petersburg

РЕСУРСНАЯ ОСНОВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСОВ НА ТЕРРИТОРИИ АЗИАТСКОЙ РОССИИ

Макаренко Е.Л.
Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, elmakarenko@bk.ru

По данным материалов Лесных планов (2018–2022 гг.) леса на территории Азиатской части России занимают 971937,3 тыс. га, в том числе доля лесопокрытой площади составляет почти 64% Почти все леса (97,4%) находятся на землях лесного фонда. Наибольшей долей лесопокрытых земель в составе лесных обладают Приморский край (96,2 %) и Кемеровская область (92,4%), а наименьшей – Магаданская область (37,9 %) и Чукотский АО (17,7%). В общей площади лесных земель преобладают эксплуатационные – 48,7%, доли защитных и резервных лесов – 23,9 и 27,4% соответственно. По субъектам соотношение их площадей значительно варьирует. Доли площади защитных лесов колеблются от 5,8% (Томская область) до 100% (Чукотский АО), эксплуатационных – от 7,6% (Камчатский край) до 94,2% (Томская область). Наибольшая площадь резервных лесов – в Камчатском крае (61,5%) и Республике Тыва (58,9%).

В лесах осуществляется самые разнообразные виды деятельности/лесопользования, имеющие, однако, особенности и ограничения в развитии, связанные с природными условиями и природоохранными нормами. В соответствии с планами территориального развития они различаются по степени своего приоритетного развития. В пределах зон лесоэкономического освоения определены типы приоритетного лесопользования: лесозаготовительный, промыслово-заготовительный, охотничье-промысловый, агролесной, рекреационный и пр.

Наиболее приоритетное развитие в большинстве регионов имеет лесозаготовка. Основной объем древесины вывозится при освоении эксплуатационных лесов. За период с 1990 по 2023 г. ежегодное производство деловой древесины в Азиатской России составляло в среднем 50358,5 тыс. пл. м^3 или более 41% от общероссийского показателя [Регионы России…, 2009, 2024]. Наибольший ежегодный удельный вклад в общий объем произведенной деловой древесины за этот период вносили Иркутская область и Красноярский край – соответственно, 36,2 и 20,2%. Вклад остальных регионов колебался в пределах 1–3%. Основой развития лесозаготовительной деятельности является пригодный для эксплуатации древесно-сырьевой потенциал, его объемы и качественные характеристики. Его основные оценочные показатели – средние запас и годовой прирост древесины на единицу лесопокрытой площади; удельный вес категорий лесов, в частности, эксплуатационных, рассчитаны в разрезе 26 лесных районов.

Средний годовой прирост древесины – основной показатель продуктивности древостоев, который имеет высокую и прямую связь с зонально-климатическими, почвенными и иными характеристиками. Показатель относительно устойчив во времени и характеризует, прежде всего, потенциал лесопродуцирования, что важно при расчете скорости и объемов лесовозобновления, оборотов рубки. Максимальные значения прироста (> 2 м^3/га в год) наблюдаются на территории Западно-Сибирского подтаежно-лесостепного и Среднеангарского таежного районов, а минимальные (< 0,5 м^3/га в год) – на территории районов зоны притундровых лесов и редкостойной тайги.

Средний запас древесины, как и показатель прироста, зависит от почвенных и гидроклиматических условий и имеет тесную связь с бонитетом, возрастом, породным составом древесных насаждений. Для лесозаготовителей, например, он находится в числе тех, которые говорят о рентабельности лесосечных работ. Очень высокий запас древесины (> 160 м^3/га) характерен для лесных районов – Верхнеленского таежного, Алтае-Новосибирского лесостепного и ленточных боров, а низкий и очень низкий (< 80 м^3/га) – для всех районов с экстремальными гидроклиматическими условиями, например, для северных и горных территорий.

Удельный вес площади эксплуатационных лесов характеризует потенциал для развития лесозаготовительной отрасли и тех отраслей, например, лесопильной, для которых важна бли-

зость лесосырьевых баз. Очевидно, что наибольшими эксплуатационными возможностями обладают большая часть лесных районов таежной зоны, за исключением Камчатского и Среднесибирского плоскогорного, а также часть горных лесов Забайкальского края и леса хвойно-широколиственной зоны. Достаточно высока доля эксплуатационных лесов в ряде лесных районов лесостепной зоны.

Анализ перечисленных ресурсно-сырьевых характеристик в пределах 26 лесных районов показал, что самыми большими по площади являются Восточно-Сибирский район притундровых лесов и редкостойной тайги, Дальневосточный таежный и Восточно-Сибирский таежный мерзлотный район. Они отражают преимущественно таежный характер Азиатской России, суровость лесорастительных условий, определяющих относительно низкие значения показателей лесопродуцирования и запаса древесины на значительной ее части, а также ограничения в развитии тех или иных лесоориентированных видов деятельности. В целом, качественные характеристики лесов и социально-экономические особенности регионов предоставляют возможности для развития, прежде всего, лесозаготовки, рекреации, заготовки пищевых лесных ресурсов и лекарственных растений, охотничьего промысла, некоторых видов агролесного хозяйства (например, пасечного, сенокосного, оленеводческого).

Работа выполнена при финансовой поддержке НИР № АААА-А21-121012190063-2.

Литература

Регионы России. Социально-экономические показатели. 2009: Стат. сб. – М.: Росстат, 2009. – 990 с.
Регионы России. Социально-экономические показатели. 2024: Стат. сб. – М.: Росстат, 2024. – 1081 с.

RESOURCE BASIS FOR THE USE OF FORESTS IN ASIAN RUSSIA

Makarenko E. L.
V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛЕСОВ: ПОДХОДЫ И ТЕМАТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ

Макаренко Е.Л.
Институт географии им. В.Б. Сочавы, СО РАН, Иркутск, elmakarenko@bk.ru

Под «лесными картами» согласно ст. 93.3 Лесного кодекса РФ, действующей 2021 г., понимаются публичные и служебные карты, «… составленные на картографической основе, на которой воспроизведены сведения, содержащиеся в государственном лесном реестре». Карты содержат сведения согласно ст. 93.2 Лесного кодекса РФ и приказа Минприроды России № 533 от 2023 г. Несмотря на тематическое разнообразие карт в рамках понятия, считаем его достаточно узким, направленным на решение задач лесного хозяйства. В широком смысле под лесными картами понимаем те, содержание которых связано с многоаспектным характером лесов и является предметом природного (леса как биологическая среда), социально-экономического (лесное хозяйство и лесная промышленность) и экологического картографирования. Учитывая характер лесного комплекса как гетерогенной системы, их можно подразделить на семь групп.

Карты лесов и их основных характеристик отражают размещение лесонасаждений по преобладающим древесным породам и группам возраста – при крупномасштабном картографировании и размещение и состав леса по преобладающим породам, иногда с указанием сомкнутости древесного полога или полноты, а также текущего состояния, характеризуемого наличием гарей, вырубок, сухостоя и пр. – при средне- и мелкомасштабном картографировании.

Карты территориально-хозяйственной организации лесов отражают совокупность территориальных кластеров, выделенных на нормативно-правовой основе для ведения лесного хозяйства в рамках лесного и природоохранного законодательств. Тематика и содержание карт связаны с отображением административно-хозяйственных территорий, лесоустроительных мероприятий, функциональных категорий и видов использования лесов, зонально-типологического и природно-экономического разнообразия и пр.

Карты продуктивности, функций лесов и лесных ресурсов. Карты объединены в группу на основе единых для них исходных показателей, характеризующих продукционные свойства лесов, влияющие на их функциональные свойства леса и ресурсный потенциал. Продуктивность отражает влияющие на нее силы природы, определяемые тепло- и влагообеспеченностью, и хозяйственные мероприятия. Для оценки используют прирост по запасу в $м^3$ на единицу лесопокрытой площади. Продуктивность определяет бонитет древостоев и при условии их ненарушенности – общий или накопленный к возрасту запас древесины (в $м^3$), объем фитомассы (в тоннах) на единицу покрытой ими площади. Она может быть рассчитана для отдельных ресурсов леса – древесных, недревесных (коры, древесной зелени и пр.), пищевых (грибов, ягод и др.), лекарственных.

Картографирование функций лесов основывается на теории их полифункциональных свойств – сырьевых, экологических (гидрологических и др.) и социальных (рекреационных и др.). Картографируются отдельные функции лесов и их комплексы. На картах сырьевых функций лесов используют подход, основанный на их взаимосвязи с продуктивностью и запасами лесных ресурсов. В составе сырьевого потенциала лесов иногда оценивают эксплуатационный. В соответствии с экосистемным подходом картографируются экосистемные услуги леса (обеспечивающие, регулирующие, культурные).

Карты лесных ресурсов – комплексные карты, дающие представление о лесохозяйственной деятельности в целом, лесах и их потенциале для развития лесоориентированных видов деятельности. Карты основаны на оценке показателей, большей частью связанных с сырьевым потенциалом лесов.

На картах лесной промышленности одни из основных элементов содержания – сгустки лесопромышленных предприятий, картографируемые в зависимости от масштаба на уровнях

пункта, центра, узла, группировки, района с характеристикой основных подотраслей (лесозаготовительной и др.). Размер их может определяться исходя из объемов выпускаемой продукции, объемов выручки, числа работников. Объектами картографирования могут быть типы организации лесопромышленного сектора, товарно-сырьевые связи, объекты инфраструктуры, пункты лесоперевалочные и отгрузки, лесосырьевые базы и пр.

На картах охраны, защиты и воспроизводства лесов отображаются: виды (естественное, искусственное (посадка саженцев леса или посев семян), комбинированное) и объемы лесовосстановления; объемы и виды рубок (рубки санитарные, ухода, спелых и перестойных древостоев, прочие); границы охраны лесов различными способами (наземная, аэро- и космонавигационная, комбинированная), объекты противопожарной охраны, экономические затраты на ведение лесоохранной деятельности, интенсивность лесовосстановления и др. В качестве элемента территориально-хозяйственной

На картах лесоэкологических (лесохозяйственно-экологических) ситуаций отображаются как участки с неблагоприятной лесоэкологической ситуацией, так и прямые потери лесных ресурсов в результате негативных факторов природного (болезни леса, насекомые-вредители, ветровалы), природно-антропогенного (пожары) и антропогенного (незаконные рубки древостоев, заготовки или уничтожение иных лесных ресурсов), в том числе техногенного (например, загрязнение лесов) воздействия. Количественные показатели ущербов в результате факторов неблагоприятного воздействия на леса могут быть отображены как в абсолютных (площадь, объем, стоимость), так и в относительных единицах

Карты истории изучения и освоения лесов являются малоразработанными, что связано, прежде всего, с трудностями поиска архивных картографических или статистических материалов, а также обработки, анализа и оценки исследуемых показателей. Однако такие карты представляют интерес, связанный с реконструкцией географических знаний о лесах прошлых исторических периодов. К этой группе относятся, например, карты лесистости Европейской части России, начиная со второй половины XVI в. и до второй половины XIX в.

Работа выполнена при финансовой поддержке НИР № АААА-А21-121012190063-2.

FOREST MAPS: APPROACHES AND THEMATIC DIVERSITY

Makarenko E. L.
V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk

ПАМЯТИ ПЕТРА АЛЕКСАНДРОВИЧА ХОМЕНТОВСКОГО

Макарченко Е.А.
ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, makarchenko@biosoil.ru



(16.04.1947–29.07.1998)

Пётр Александрович Хоментовский родился 16 апреля 1947 года в Оренбурге в семье выдающегося геолога Александра Степановича Хоментовского, члена-корреспондента АН СССР. Отец, возглавлявший Дальневосточный филиал АН СССР (1960–1964), сыграл решающую роль в формировании научного мировоззрения сына, привив ему любовь к экспедиционной работе. Ещё в школьные годы Пётр Александрович участвовал в полевых исследованиях на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке, что предопределило его дальнейший путь.

В 1965 году он окончил школу во Владивостоке и поступил на факультет лесного хозяйства Московского лесотехнического института, который окончил в 1970 году. Ещё студентом опубликовал первые работы по лесопатологии Хопёрского заповедника. После службы в армии с августа 1972 года работал в Биолого-почвенном институте ДВНЦ АН СССР, а в 1973 году поступил в аспирантуру. Объектом его исследований стали хвойные леса Камчатки — региона, который он полюбил на всю жизнь. Проявляя выдающуюся выносливость, он в одиночку исследовал центральную часть полуострова, закладывая основы будущих научных обобщений.

В 1978 году в Красноярске П.А. Хоментовский защитил кандидатскую диссертацию по насекомым-ксилофагам хвойных пород Камчатки. До 1982 года совмещал работу во Владивостоке с ежегодными экспедициями на полуостров, а затем окончательно переехал на Камчатку. До 1986 года работал в Камчатской лесной опытной станции, где главной темой его исследований стал кедровый стланик (*Pinus pumila*) – его экология, эволюция и роль в тундролесьях. Интересы учёного выходили далеко за пределы региона: он изучал весь ареал стланика, работал на Байкале, Аляске и в Альпах.

В 1986 году П.А. Хоментовский возглавил лабораторию экологии растений в Камчатском отделе природопользования Тихоокеанского института географии. Благодаря его настойчивости в 1991 году это подразделение было преобразовано в Камчатский институт экологии и природопользования (КИЭП) ДВО РАН, где он стал заместителем директора по научной работе. В 1990-е годы под его руководством выполнены исследования притундровых лесов, воздействия газоразведки на экосистемы Западной Камчатки и проблем горнодобычи в Центральной Камчатке.

Вершиной научного творчества стала монография «Экология кедрового стланика на Камчатке: общий обзор» (1995), где на основе обобщения значительного литературного материала и результатов собственных исследований показано место кедрового стланика в современном и верхнекайнозойском растительном покрове Камчатки, рассмотрены стратегические и тактические аспекты экологических адаптаций, соотношение и эффективность влияния зональных, региональных и локальных факторов среды. Книга вызвала большой интерес среди учёных в России и за рубежом; в 2004 году она была переиздана на английском языке. Им была задумана серия монографий, посвящённых тундролесью Северо-Востока Азии, однако рукопись второй книги осталась незаконченной.

В 1996 году он защитил докторскую диссертацию в Московском государственном университете леса.

П.А. Хоментовский вёл активную общественную деятельность: возглавлял Камчатское от-

деление Географического общества, участвовал в государственной экологической экспертизе, помогал создавать систему особо охраняемых природных территорий. Его гражданская позиция позволяла эффективно защищать природу полуострова от непродуманных хозяйственных решений. Автор почти 80 научных работ, он скоропостижно скончался 29 июля 1998 года.

Дело П.А. Хоментовского продолжают ученики и последователи. В 2017 году XVIII международная конференция «Сохранение биоразнообразия Камчатки» была посвящена его 70-летию. Организованный им научный стационар «Болгит» в селе Эссо до сих пор служит базой для полевых исследований учёных, а его труды остаются фундаментом для изучения экологии северо-востока Азии.

IN MEMORY OF PETR ALEXANDROVICH KHOMENTOVSKY

Makarchenko E.A.
Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПОСЛЕДСТВИЙ ПОЖАРОВ В ЛЕСАХ АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА

Масютина Ю.А.
Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск, ellada308@mail.ru

Введение. Лесные пожары в Амурской области являются одной из наиболее острых экологических и социально-экономических проблем. Несмотря на высокую горимость лесов региона, последствия пожаров характеризуются значительной пространственной изменчивостью. Оценка этой изменчивости позволяет определить внутрирегиональные закономерности в выраженности пирогенных нарушений и выявить территории наиболее уязвимые к воздействию огня. В настоящем исследовании на основе многолетних данных спутников MODIS и Landsat проведена оценка пространственной изменчивости последствий пожаров в лесах Амурской области за период с 2001 по 2025 гг.

Материалы и методы. Учитывая значительную площадь территории исследования (>20 млн га) и продолжительность периода наблюдений, анализ проводился для пожаров площадью >2000 га, формирующих значительную долю пройденных огнем площадей региона. Данные о ежегодных площадях пожаров за 2001–2025 гг. получены из коллекции MCD64A1 v061 на основе MODIS (Giglio et al., 2021), а оценка пирогенных повреждений проводилась по данным Landsat 5 TM и 8-9 OLI.

Степень пирогенного повреждения оценивалась по нормализованному индексу гари NBR (Key & Benson, 2006) и его разности до и после пожара (dNBR). Для расчета NBR использовались медианные композиты Landsat за июнь-июль года, предшествующего пожару, и года, следующего за ним. Для каждого пикселя рассчитывалось среднемноголетнее значение dNBR, характеризующее среднюю выраженность пирогенного повреждения за период наблюдений.

Для анализа пространственной изменчивости dNBR сформирована регулярная сетка с шагом 5 км. Для 5907 точек, расположенных на территориях, пройденных пожарами, были получены значения dNBR и географической широты. Зависимость dNBR от широты оценивалась методом регрессионного анализа; для выявления пороговых значений широты применялся метод рекурсивного дерева решений (CART).

Результаты. Регрессионный анализ выявил выраженную нелинейную зависимость dNBR от географической широты ($R^2 = 0,46$; $p < 0,001$): степень пирогенного повреждения возрастает с юга на север, причем скорость роста увеличивается с широтой. Анализ CART выявил два пороговых значения – 52,77° и 54,29° с.ш., разделяющих территорию на три зоны. Южнее 52,77° с.ш. среднее значение dNBR составило 0,04, в диапазоне 52,77–54,29° с.ш. – 0,135, а севернее 54,29° с.ш. – 0,49. Таким образом, с увеличением широты наблюдается переход от слабовыраженных к значительно более выраженным пирогенным повреждениям лесов (рис. 1).

Выводы. Полученные результаты показывают, что северная часть Амурской области характеризуется значительно более выраженными послепожарными изменениями лесного покрова по сравнению с центральной и южной частями региона. Выделенные широтные границы могут рассматриваться как пространственные ориентиры для дальнейшего анализа факторов, определяющих различия в последствиях пожаров, и для региональной оценки уязвимости лесных экосистем к пирогенному воздействию.

Исследование выполнено в рамках проекта РНФ № 26-16-20006.

Литература

Giglio L., Justice C., Boschetti L., Roy D. MODIS/Terra+Aqua Burned Area Monthly L3 Global 500 m SIN Grid V061 [Dataset] // NASA EOSDIS Land Processes Distributed Active Archive Center. 2021. – URL: https://doi.org/10.5067/MODIS/MCD64A1.061 (дата обращения: 25.06.2026).

Key C. H., Benson N. C. Landscape Assessment: Ground measure of severity, the Composite Burn Index; and Remote sensing of severity, the Normalized Burn Ratio // FIREMON: Fire Effects Monitoring and Inventory System / eds.

D. C. Lutes, R. E. Keane [и др.]. – Fort Collins, CO : USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 2006. P. LA-1–LA-55.Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-164-CD.

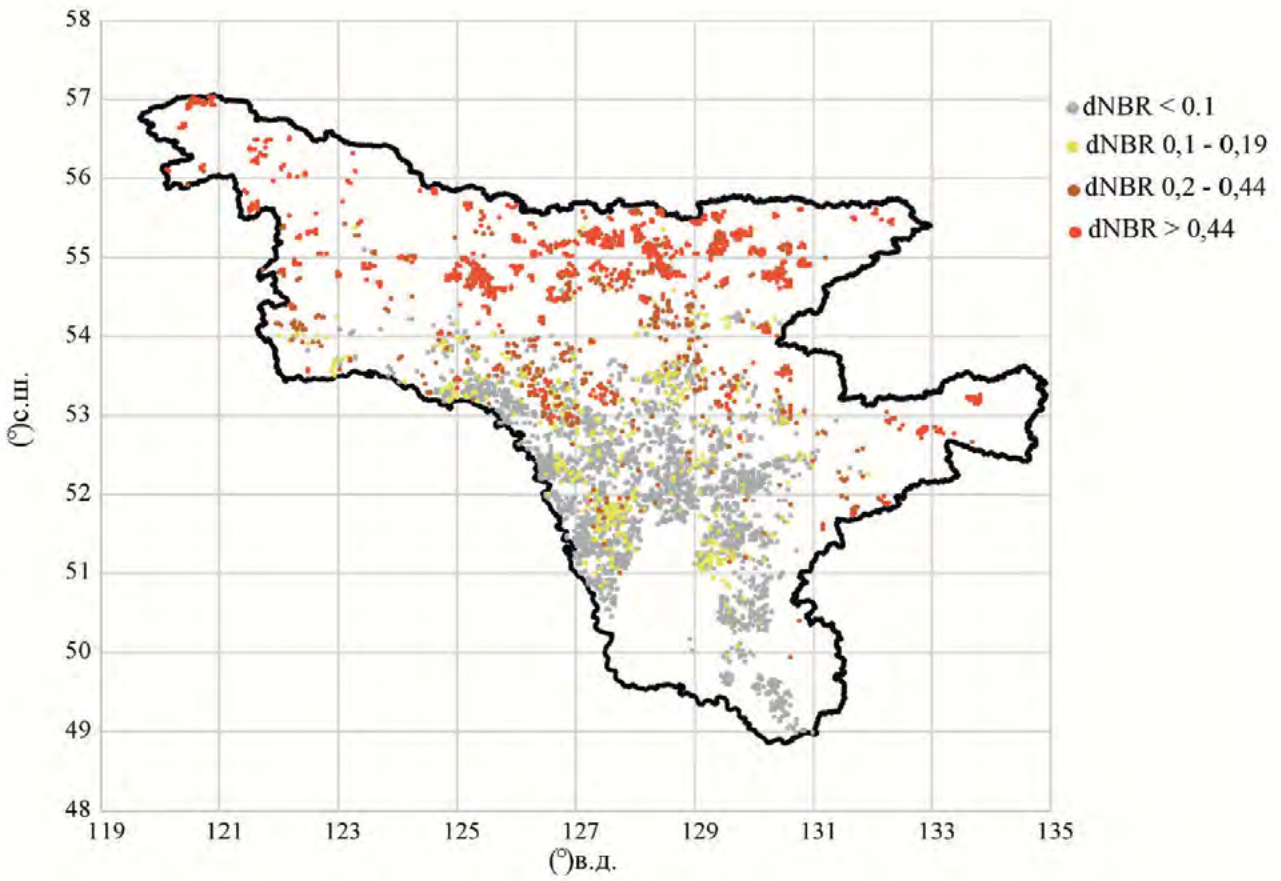


Рис. 1 Значения dNBR после лесных пожаров, прошедших по территории Амурской области в период 2001–2025 гг.

SPATIAL VARIABILITY OF FIRE EFFECTS IN THE FORESTS OF AMUR REGION BASED ON SATELLITE MONITORING DATA

Masyutina Yu. A.
Institute of Geology and Nature Management FEB RAS, Blagoveshchensk

ЭМИССИЯ CO_2 С НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ: ПОСЛЕДСТВИЯ ПОЖАРОВ И ВЫРУБОК В БОРЕАЛЬНЫХ ЛЕСАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ СИБИРИ

Махныкина А.В.[1,2], Панов А.В.[1], Кукавская Е.А.[1], Прокушкин А.С.[1,2]
[1] Институт леса им. В.Н. Сукачева, ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, makhnykina.av@ksc.krasn.ru
[2] Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Современные наблюдения демонстрируют существенное истощение запасов углерода в наземных экосистемах. Количественно, поглощение углерода в бореальных экосистемах сократилось на 35% в год за период с 1990 по 2020 (Pan et al., 2024). Известно, что в почвах лесных экосистем, которые являются основным наземным резервуаром углерода, законсервированы огромные запасы углерода, существенно превышающие другие резервуары в атмосфере и фитомассе живых растений (Georgiou et al., 2022, Moinet et al., 2022). Однако, до сих пор достоверно не установлено, какие изменения произойдут с экосистемами высоких широт при наблюдающихся климатических изменениях (повышение температуры, сокращение осадков и др.) и интенсификации антропогенной нагрузки (интенсивное развитие лесного и сельского хозяйства). В нашей работе был проведен анализ эмиссионных потоков CO_2 с поверхности напочвенного в нарушенных и интактных экосистемах подзоны средней тайги Центральной Сибири с учетом синузиальной структуры участков. В качестве нарушений были выбраны сплошная рубка леса и низовой пожар.

Установлено, что максимальная эмиссионная активность среди моховых синузий зафиксирована в насаждении, пройденном пожаром (зеленомошная синузия). В данном случае близкая расположенность обводненной территории и функционирование в условиях постоянной повышенной влажности, и существенные запасы органики в поверхностных горизонтах способствовали развитию потоков CO_2. Что касается лишайниковых синузий, то здесь максимальные эмиссионные потоки CO_2 отмечены в ненарушенном насаждении. Среди нарушенных участков наибольшие эмиссионные потоки зафиксированы на вырубке, пройденной пожаром. Анализ влияния факторов среды показал, что на эмиссионный поток CO_2 в большей степени зависит от типа напочвенного покрова ($r = 0.51$), содержания азота в почве ($r = 0.56$), концентрации нитратов ($r = 0.58$), а также содержания физической глины в почвенном профиле ($r = 0.46$). Также, в рамках работы также была выявлена некоторая особенность: эмиссионные потоки CO_2 с нарушенных участков после сплошной рубки леса моховых синузий на 50% меньше, чем с лишайниковых; для горевшего участка наблюдается противоположная ситуация – эмиссионные потоки CO_2 с моховой синузии на 60% выше, чем с лишайниковой. Таким образом, анализ эмиссионных потоков с территорий нарушенных лесных экосистем позволил выявить наиболее губительный тип нарушения для каждого из изученных типов напочвенного покрова.

Работа поддержана грантом РНФ №24-74-00159.

Литература

Pan Y., Birdsey R.A., Phillips O.L., Houghton R.A., Fang J., Kauppi P.E., Keith H., Kurz W.A., Ito A.; Lewis S.L., et al. The enduring world forest carbon sink // Nature. 2024. 631. 563–569.

Georgiou K., Jackson R.B., Vindušková O., Abramoff R.Z., Ahlström A., Feng W., Harden J.W., Pellegrini A.F.A., Polley H.W., Soong J.L., et al. Global stocks and capacity of mineral-associated soil organic carbon // Nat. Commun. 2022. 13. 3797.

Moinet G.Y.K, Hijbeek R., van Vuuren D.P., Giller K.E. Carbon for soils, not soils for carbon // Glob. Change Biol. 2023. 29. 2384–2398.

CO_2 EMISSIONS FROM DISTURBED LANDS: CONSEQUENCES OF FIRES AND DEFINING IN BOREAL FORESTS OF CENTRAL SIBERIA

Makhnykina A.V.[1,2], Panov A.V.[1], Kukavskaya E.A.[1], Prokushkin A.S.[1,2]
[1] Sukachev Institute of Forestry, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Krasnoyarsk
[2] Siberian Federal University, Krasnoyarsk

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАВЯНОГО ЯРУСА В ЛЕСАХ НА ТЕРРАСАХ СЕВЕРНЫХ СКЛОНОВ В ЮЖНОМ ПРИМОРЬЕ

Москалюк Т.А.
Горнотаежная станция – филиал ФНЦ биоразнообразия ДВО РАН, г. Уссурийск

Травяный ярус (ТЯ) – самый зависимый компонент фитоценоза (ФЦ), структура которого формируется под воздействием как комплекса экотопических условий, так и древесно-кустарниковых ярусов. Структура ТЯ является высоким информационным показателем и надежным индикатором всех процессов, протекающих в растительном сообществе. В лесах склонов северных экспозиций с равномерным распределением тепла и влаги и высокой сомкнутостью кронового полога формируется многовидовой разреженный ТЯ со сходной структурой в пределах всей поверхности склона. Исключение составляют леса на террасах этих склонов, обладающие высоким сходством с сухими дубняками на склонах южных экспозиций (Колесников, 1961). К ним относится один из редких условно-коренных (по определению Ю.И. Манько (1984) типов леса – дубняк с кленом ложно-Зибольдовым спиреевый осоково-разнотравный, в водосборном бассейне р. Комаровка (левосторонний приток р. Раздольной), расположенном в лесных угодьях Горнотаежной станции ФНЦ ДВО РАН (Уссурийский район). Ширина занимаемой им террасы не превышает 60 м, протяженность – 70–80 м, высота от подножия склона – около 50 м. Характерна четкая приуроченность видов и структурных ценоэлементов фитоценоза (ФЦ) к конкретным экотопам террасы: дренированной полосе, экотону и полосе, расположенной вдоль линии перегиба.

Наиболее высоко сходство описываемого дубняка с сухими дубняками в дренированной полосе (15–20 м) вдоль края террасы. Древостой полосы образован *Quercus mongolica* и *Acer pseudosieboldianum* с единичными деревьями *Betula davurica* и *Micromeles alnifolia*. Разреженный подлесок образуют *Spiraea betulifolia* и *Lespedeza bicolor*, единичные особи *Rhododendron mucronulatum*. С удалением от края террасы и ухудшением дренажа облик ФЦ меняется: возрастает число видов, типичных для влажных широколиственных лесов: в древостое – до 12, в подлеске – до 13, включая *Deutzia amurensis* и *Lonicera maximowiczii*, растущих только на террасе; в экотоне появляются лианы (*Actinidia kolomikta, Schisandra chinensis, Vitis amurensis*). Одновременно увеличиваются размеры деревьев и сомкнутость крон.

Аналогичные закономерности прослеживаются и в ТЯ. На террасе выявлено 55 видов травянистых растений. Благодаря ажурной архитектуре крон кленов и хорошему боковому освещению со стороны террасы, ТЯ достаточно хорошо развит. Его проективное покрытие в среднем составляет 70–75 %. Травы отсутствуют только под кронами куртин подлеска. В видовом составе господствуют разнотравье и осоки. Хвощи и папоротники, за исключением *Pteridium aquilinum*, на террасе отсутствуют. Одни и те же виды растут в разных местах, но доминируют там, где условия для них наиболее подходящие.

Ближе к краю террасы, на дренированной полосе растут или доминируют виды, характерные для периодических сухих дубняков, обычных на шлейфах и пологих подножиях южных склонов: *Melampyrum roseum* (до cop2), *Lathyrus humilis* (cop1), *L. komarovii* (sp), с обилием от *un* до *sol*: *Atractylodes ovate, Vicia unijuga, Doellingeria scabra, Solidago pacifica, Pteridium aquilinum* и др. Ближе к лощинам стока образует достаточно крупные микрогруппировки *Anemonoides udensis. Melampyrum roseum*, ксеро-мезофильный однолетник, отличается высоким обилием не только на дренированной полосе, но и в экотоне между сухими и влажными фрагментами ФЦ террасы. С удалением от края террасы ухудшаются световые условия и увеличивается влажность почв. В видовом составе снижается обилие видов, характерных для сухих типов леса, и увеличивается обилие видов-мезофитов *Galium davuricum, Stellaria bungeana, Asarum sieboldii, Maianthemum bifolium, Moehringia lateriflora, Aruncus dioicus.* Особенность ФЦ на террасе – наличие нескольких куртинок *Cypripedium calceolus* и *C. ventricosum.* На сопредельных участках склона этих видов нет.

Виды ТЯ объединены в 54 микрогруппировки (МКГР), и далее в 5 комплексов по доминированию жизненных форм: разнотравный (62,7 % от площади фитоценоза), осоковый (21,8 %), эфемероидный (8,6 %), мелкотравный (5,8 %) и крупнотравный (1,0 %). Самое большое число МКГР, как и занимаемая площадь, приходится на разнотравный комплекс – 19, в осоковом – 8, в мелкотравном – 7, в эфемероидном – 5 МКГР. МКГР разнотравного комплекса распределены по всему ФЦ, но преобладают на дренированной полосе и в экотоне. Доминируют в них *Melampyrum roseum* и виды *Lathyrus* в сочетании с осоками. Вдоль линии перегиба склона в МКГР разнотравного комплекса доминантами и содоминантами выступают *Stellaria bungeana, Galium davuricum, Campanula punctata*, и большую, чем в остальных комплексах, площадь занимает разнотравная редкопокровная МКГР. В осоковом комплексе с приближением к линии перегиба склона осоки средних размеров (*Carex* cf *reventa*) сменяются влаголюбивыми *C. campylorhina* и *C. siderosticta*. Основу мелкотравного комплекса образуют василистниковые МКГР с *Thalictrum filamentosum*. Они тяготеют к влажным местообитаниям и располагаются на значительном удалении от края террасы. Аналогичные микросайты занимает единственная в крупнотравном комплексе МКГР с доминированием *Aruncus dioicus.* Аспектирующий в широколиственных лесах на юге региона *Hylomecon vernalis* в ФЦ террасы образует всего одну куртинку в МКГР с волжанкой.

Литература

Колесников Б.П. Растительность // Дальний Восток. М.: Наука, 1961. С. 183–245.

Манько Ю.И. Классификация лесов в зависимости от их происхождения и влияния экзогенных факторов // Динамические процессы в лесах Дальнего Востока. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. С. 3–19.

PATTERNS OF THE HERBACEOUS LAYER FORMATING IN FORESTS AT THE TERRACES OF NORTHERN SLOPES IN SOUTHERN PRIMORYE

Moskalyuk T.A.

Mountain Taiga-Station – Branch of the Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Ussuriisk

ГЕОГРАФО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ ФАЦИИ ГОРНЫХ КЕДРОВНИКОВ ЮЖНОЙ СИБИРИ

Назимова Д.И.
Институт леса им. В.Н. Сукачева, ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, inpol@mail.ru

Кедр сибирский (*Pinus sibirica* Du Tour), произрастающий в горах Сибири, признан особо ценным видом генофонда лесных ресурсов России, и забота о его сохранении в настоящем и будущем является важнейшей задачей для всех органов управления лесами и природоохранных организаций. Доступные массивы низкогорных, среднегорных и даже высокогорных кедровников на юге Сибири уже вырублены к концу 1980-х гг. Те лесные массивы, что остались к настоящему времени, имеют высокое водоохранное и средозащитное значение. Особо ценные кедровые массивы выделены в ОЗУ и не подлежат рубке. Все вышесказанное дает основание для включения кедра сибирского в число охраняемых видов, категория 2 (V) – сокращающиеся в численности виды и популяции, которые при дальнейшем воздействии неблагоприятных факторов, включая климат и нарушения, в короткие сроки могут перейти в категорию 1 (E) (Красная книга Кр. края, 2012, 2022).

С учетом принятой в России концепции экосистемного управления лесами, главная функция кедровых лесов в горах – не сырьевая (древесина и орех), а экосистемная ресурсосберегающая, включающая средозащитные (охрана вод, почвы, защита горных склонов от эрозии), сохранение биоразнообразия животного и растительного мира. Кедр сибирский не имеет себе равных видов-лесообразователей по многофункциональной значимости в жизни экосистем (Кедровые леса Сибири, 1985).

Проблема рационального использования кедровников решалась в ИЛ им В.Н. Сукачева СО РАН на протяжении более 60 лет, начиная с 1959 года. За это время решены все основные вопросы, дано районирование, классификация, решаются проблемы генетики и селекции кедра, выявлены структура и динамика естественных лесов и антропогенных насаждений на месте старых и девственных кедровников, вырубленных в середине XX века. В данном сообщении акцент на классификацию кедровников сделан потому, что в горах Южной Сибири мы столкнулись с целым рядом закономерностей формирования кедровых лесов, аналогичных дальневосточным, хотя кедр сибирский – порода бореальная, а кедр корейский – неморальная (субнеморальная).

Классификация. В горах Южной Сибири, как и на Дальнем Востоке (см. работы Б.П. Колесникова, Ю.И. Манько и других лесоводов конца XX века), выделяются географо-климатические фации кедровников, обусловленные макроклиматом и историей формирования в голоцене. Но в отличие от Дальнего Востока, где на первом месте стоит теплообеспеченность, на юге Сибири первенство в дифференциации типологического состава принадлежит влагообеспеченности и континентальности климата. Соответственно, четко различаются избыточно-влажная, влажная, умеренно-влажная и недостаточно-влажная климатические фации темнохвойных лесов; в последней кедр не господствует, а примешивается к лиственнице сибирской в роли субдоминанта.

На схемах климатической ординации горных лесов Южной Сибири (Назимова и др., 1977, Поликарпов и др., 1986) представлены климаареалы основных хвойных формаций на осях тепло- и влагообеспеченности и континентальности, а также ареалы географо-климатических фаций горных темнохвойных лесов. Две первые, наиболее влажные (гумидные) имеют менее континентальный климат, остальные – резко и крайне континентальный. В верхних поясах континентальность снижается, поэтому кедр оказывается господствующим видом-лесообразователем в высокогорьях почти повсеместно. Лишь в наиболее сухой (субаридной) фации (Тувинское нагорье, ЮВ Алтай), где господствуют степи и горные лиственничники, кедр и ель сибирская могут найти себе локальные экологические ниши.

Каждая из фаций характеризуется целым спектром высотных поясов, подпоясов и их

вариантов – высотно-поясных комплексов, или ВПК. На среднемасштабных картах юга Сибири в каждом горном лесничестве по данным лесоустройства выявляется от 3-х до 7 ВПК и до 10-15 эколого-хозяйственных групп типов леса. Часть кедровников на территории юга Красноярского края входит в число особо охраняемых массивов. Наибольший интерес представляет географическая популяция черневого кедра, представленная целостным ареалом в ряде лесничеств юга края, на территории Присаянского рефугиума третичной флоры («Красная книга…», 2022; Nazimova et al., 2011 и др.).

Опыт прошлых лет показал несостоятельность любых вмешательств, даже санитарных рубок в горных кедровниках – из-за масштабных злоупотреблений, обнаруженных при дистанционном мониторинге лесов Сибири в последние десятилетия благодаря космоснимкам высокого разрешения. Поэтому мы считаем необходимым сохранение режима полного запрета на рубку кедра сибирского на горном юге Сибири. В целом, оценивая устойчивость кедра в горах, можно уверенно считать, что в лесах второй (влажной) климатической фации кедр наиболее устойчив, особенно в высотной полосе от 800 до 1600 м абс. выс. (типы леса кустарничково- и разнотравно-зеленомошной групп, с хорошим возобновлением кедра (на 1 га около 1 тыс. экземпляров подроста высотой 0.7-1.0 м и более). Высокогорные леса (не только кедровые) имеют особо защитные функции, и их следует беречь от пожаров и других деструктивных факторов, такова главная функция мониторинга лесов и лесного хозяйства.

Остается немало районов на равнинах в Сибири, где кедр можно было бы рубить, например, для улучшения санитарного состояния лесов, но и тут ограничения в соответствии с законодательством полезно сохранить во избежание нарушений со стороны лесорубов и недобросовестных частных предпринимателей.

Работа выполняется по теме FWES-2024-0028 «Биоразнообразие лесов Сибири: эколого-динамический, генетико-селекционный, и ресурсно-технологический аспекты».

Литература

Кедровые леса Сибири (отв. ред. А.С. Исаев) 1985. Новосибирск: СО АН СССР. 358 с. (Основные авторы Семечкин И.В., Поликарпов Н.П., Ирошников А.И).

Леса бассейна Байкала (состояние, использование, охрана) //Отв. ред. Онучин А.А. Красноярск, 2008. 243с.

Леса СССР. Карта / Гл. ред. М. Г. Гарсия. М.: ГУГК, 1990. 16л.

Лесной фонд России (по данным государственного учета лесного фонда: по состоянию на 1 января 1998 г):Справочник / В. В. Страхов, Ф. А. Дякун, В. В. Сдобнова,Н. К. Данилов. М.: ВНИИЦлесресурс, 1999. 649 с.

Назимова Д.И., Коротков И.А., Чередникова Ю.С. Основные высотно-поясные подразделения лесного покрова в горах Южной Сибири и их диагностические признаки //Чтения памяти В.Н. Сукачева. М. Наука. 1977. С. 30–64.

Поликарпов Н. П., Андреева Н. М., Назимова Д. И., Сиротинина А. В., Софронов М. А. Формационный состав лесных зон Сибири как отражение взаимодействия лесообразователей //Лесоведение. 1998. № 4. С 3-11.

Поликарпов Н.П., Чебакова НМ, Назимова Д.И. Климат и горные леса Южной Сибири. Новосибирск, Наука, 1986. 235 с.

GEOGRAPHICAL AND CLIMATIC FACIES OF MOUNTAIN SIBERIAN PINE FORESTS OF SOUTHERN SIBERIA

Nazimova D.I.

Sukachev Institute of Forest SB RAS, Federal Research Center «Krasnoyarsk Science Center SB RAS», Krasnoyarsk

ДИНАМИКА СЕЗОННОГО РАЗВИТИЯ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ СОСНОВЫХ ЛЕСОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «БРАСЛАВСКИЕ ОЗЕРА» В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Насонова Н.Н.

Государственное природоохранное учреждение «Национальный парк «Браславские озера», г. Браслав, Республика Беларусь, m9nn78@yandex.by

Введение. Многолетние фенологические наблюдения являются наиболее эффективным методом оценки реакции лесных экосистем на изменения климата. Смещение сроков наступления фенофаз позволяет выявлять особенности адаптивных реакций различных видов растений и оценивать характер происходящих изменений. Цель данного исследования – выявление особенностей многолетней динамики сезонного развития древесных и кустарниковых растений сосновых лесов Национального парка «Браславские озера» в условиях климатических изменений.

Материалы и методы. Исходным материалом для работы послужили данные ежегодных наблюдений, проводимых на постоянном фенологическом маршруте, расположенном в квартале 132 Браславского лесничества. Наблюдения велись по методикам И.Д. Юркевича (Юркевич и др., 1980) и И.Н. Бейдеман (Бейдеман, 1974). Период исследования охватывает 2011-2025 годы. Объектами являются 20 видов древесных и кустарниковых растений, наиболее типичных и широко распространенных на территории национального парка. Среди них представлены как основные лесообразующие породы, так и интродуценты, включая инвазивные виды: береза бородавчатая *Betula pendula* Roth, бузина красная *Sambucus racemosa* L. (интродуцент), малина обыкновенная *Rubus idaeus* L., лещина обыкновенная *Corylus avellana* L., черемуха обыкновенная *Padus avium* Mill., каштан конский *Aesculus hippocastanum* L. (интродуцент), липа сердцелистная *Tilia cordata* Mill., свидина отпрысковая *Swida sericea* (L.) Holub (интродуцент), сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L., рябина обыкновенная *Sorbus aucuparia* L., можжевельник обыкновенный *Juniperus communis* L., ежевика сизая *Rubus caesius* L., дуб черешчатый *Quercus robur* L., дуб красный *Quercus rubra* L. (интродуцент), пузыреплодник калинолистный *Physocarpus opulifolius* (L.) Maxim. (интродуцент), ирга круглолистная *Amelanchier ovalis* Medik (интродуцент), клен остролистный *Acer platanoides* L., ель европейская *Picea abies* (L.) Karst., жимолость лесная *Lonicera xylosteum* L., крушина ломкая *Frangula alnus* Mill. Климатические данные получены с метеостанции «Шарковщина». Для обработки временных рядов применялись методы вариационной статистики.

Основные результаты. Анализ полученных данных за период наблюдений выявил тенденцию к повышению среднегодовой температуры воздуха. Максимальное значение зафиксировано в 2024 г. (+8,9°C), минимальное – в 2011 г. (+6,8°C). На этом фоне у большинства изученных видов древесных растений прослеживается смещение начала весенней вегетации (набухание и раскрытие почек, начало облиствления) к более ранним календарным срокам. Наиболее выраженные тенденции, превышающие –18 суток за 10 лет, зафиксированы для фаз набухания почек у бузины красной (–29), малины обыкновенной (–20), рябины обыкновенной (–20), липы сердцелистной (–18), а также для начала цветения лещины обыкновенной (–24). Анализ осенних фаз (листопад) указывает на более сложный характер динамики, зависящий не только от температуры окружающей среды, но и от уровня стрессовых воздействий (засуха, ранние заморозки).

Статистическая обработка выявила различия в фенологических реакциях между аборигенными и инвазивными видами. Так, например, инвазивный вид ирга круглолистная в среднем за период опережает аборигенный вид дуб черешчатый по срокам начала облиствления на 13 дней (среднемноголетние даты: 19 апреля и 2 мая, соответственно), демонстрируя при этом более высокую межгодовую изменчивость. Данная особенность адаптационного поведения может предоставлять инвазивным видам конкурентные преимущества в условиях климатической нестабильности.

На основе проведенного анализа, все изученные виды были условно разделены на три группы по степени фенологической чувствительности к климатическим изменениям: виды с высокой чувствительностью, виды со средней чувствительностью и виды с низкой чувствительностью.

Заключение. Установленный временной ряд фенологических наблюдений подтверждает чувствительность лесных экосистем Национального парка «Браславские озера» к современным климатическим изменениям. Выявлены значимые межвидовые различия в скорости и направленности фенологических сдвигов. Наиболее информативными индикаторами климатических изменений выступают виды с высокой фенологической пластичностью (лещина обыкновенная, бузина красная, ирга круглолистная). Полученные данные могут быть использованы для долгосрочного прогноза динамики лесных сообществ и оптимизации лесохозяйственных мероприятий на особо охраняемой природной территории.

Литература

Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука, 1974. 153 с.

Юркевич И.Д., Голод Д.С., Ярошевич Э.П. Фенологические исследования древесных и травянистых растений. Мн.: Наука и техника, 1980. 87 с.

DYNAMICS OF SEASONAL DEVELOPMENT OF TREES AND SHRUBS IN THE PINE FORESTS OF THE NATIONAL PARK «BRASLAVSKIE OZERA» IN THE CONTEXT OF MODERN CLIMATE CHANGE

Nasonova N.N.

State Nature Protection Institution National Park «Braslavskie Ozera», Braslav, Republic of Belarus

ПОЧВЕННО-ГЕОБОТАНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСОБЕННОСТЕЙ СООБЩЕСТВ С УЧАСТИЕМ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *QUERCUS* L. В ЛЕСНЫХ И ПАРКОВЫХ ЦЕНОЗАХ ГОРНОГО КРЫМА

Новицкий М.Л., Корсакова С.П., Багрикова Н.А.
Никитский ботанический сад – Национальный научный центр, г. Ялта, Республика Крым, korsakova2002@mail.ru

Почвенный покров – ключевой элемент экосистем, определяющий их продуктивность и устойчивость. Доступность влаги и элементов питания, а также уровень pH существенно влияют на видовой состав сообществ, ограничивая адаптационные возможности растений. В свою очередь, древесные виды длительно преобразуют химические и физические свойства почвы, формируя её структурную мозаичность. Однако большинство исследований биоразнообразия не учитывают эти взаимосвязи, ограничиваясь анализом самих биоценозов (Latt, Park, 2022; Palpurina…, 2017).

В связи с этим особый интерес представляет сравнительное изучение почв естественных лесов и антропогенно изменённых экосистем, позволяющее оценить масштабы трансформаций под влиянием человека. В условиях климатических изменений и роста антропогенной нагрузки такие локальные исследования важны для разработки стратегий сохранения биоразнообразия.

Цель исследования – провести сравнительный анализ эколого-биологической структуры и свойств почв лесных и парковых фитоценозов с участием видов рода *Quercus* в Горном Крыму и установить взаимосвязь между видовым разнообразием и эдафическими условиями.

Исследования проведены на южном и северном макросклонах Главной гряды Крымских гор на высотах от 30 до 470 м н.у.м. Заложено 11 пробных площадей. Шесть площадей расположены в естественных сообществах с доминированием *Quercus pubescens, Q. petraea* и *Q. robur*. Пять площадей размещены на территории парков Арборетума Никитского ботанического сада в искусственных и полуестественных насаждениях с участием указанных видов и *Q. ilex*. При проведении полевых и лабораторных исследований применяли общепринятые в почвоведении ГОСТы, ДСТУ и методики. Изучение таксационных характеристик насаждений проведено с использованием общепринятых методов геоботаники. Для оценки разнообразия видов применён индекс Шеннона (H').

Естественные лесные сообщества дуба пушистого на южном макросклоне характеризуются высокой степенью изреженности (полнота 0,5–0,8), возрастом 83–101 год и индексом жизненного состояния 0,50–0,55. В травяном покрове доминируют поликарпические травы (до 59%), по типу вегетации – летне-зимнезеленые виды и эфемероиды (до 36%), по отношению к влаге – ксеромезофиты (до 70%). В сообществах дуба скального на южном макросклоне преобладают поликарпические травы (59%), летнезеленые и летне-зимнезеленые виды (по 36%), ксеромезофиты (57%). На северном макросклоне возрастает доля мезофитов (до 76–79%) и летнезеленых видов (до 66%). Дуб черешчатый на северном макросклоне характеризуется сильно ослабленным состоянием (0,34).

Парковые фитоценозы отличаются высоким удельным весом деревьев (24–47%) и кустарников (26–48%), которые в сумме формируют 62–73% таксономического спектра. Отмечается снижение доли поликарпических трав до 15–31%. Вечнозеленые виды составляют 35–45%, летнезеленые – 29–54%. Эфемероиды практически исчезают. Доля видов с глубокой стержневой корневой системой возрастает до 70–77%.

Почвы лесных фитоценозов характеризуются легкоглинистым гранулометрическим составом с преобладанием илистых фракций (до 45,2%), содержание физической глины составляло 60–65%. Плотность почвы часто более 1,4 г/см³, скелетность достигала 40–50%. Почвы парковых фитоценозов относятся преимущественно к тяжелосуглинистым иловато-пылеватым с содержанием физической глины 34–57%, содержание скелетных фракций от 21 до 29%.

Для большинства почв характерна щелочная и слабощелочная реакция среды, обусловленная формированием на элюво-делювии известняков. В лесных почвах pH варьирует от слабокислого (5,23) до щелочного (8,12). В парковых почвах pH выше на 0,78–0,95 (7,69–8,52). Содержание гумуса в лесных почвах достигает 7,14–11,25% в слое 0–20 см, в парковых – 2,91–5,74%. Содержание подвижного фосфора в лесных почвах составляет менее 15 мг/кг, в парковых – до 55,32 мг/кг.

Выявлена сильная обратная корреляционная связь (r = –0,79) между pH почвы и индексом видового разнообразия Шеннона.

Структура, устойчивость и биоразнообразие дубовых сообществ Горного Крыма зависят от климата, свойств почв и антропогенного давления. При сходных геологических условиях лесные сообщества отличаются высокой вариабельностью pH и карбонатности, что создаёт мозаичность биоценозов. Антропогенная трансформация парковых фитоценозов проявилась в облегчении гранулометрии, повышении щёлочности, снижении гумуса и накоплении подвижного фосфора. Полученные данные подтверждают необходимость учёта эдафических факторов при планировании природоохранных мер в регионе.

Исследование выполнено за счёт гранта Российского научного фонда № 25-24-00631

Литература

1. Latt M.M., Park B.B. 2022. Tree Species Composition and Forest Community Types along Environmental Gradients in Htamanthi Wildlife Sanctuary, Myanmar: Implications for Action Prioritization in Conservation. Plants. 11, 2180. doi: 10.3390/plants11162180
2. Palpurina S., Wagner V., von Wehrden H., Hájek M., Horsák M., Brinkert A., Hölzel N., Wesche K., Kamp J., Hájková P., Danihelka J., Lustyk P., Merunková K., Preislerová Z., Kočí M., Kubešová S., Cherosov M., Ermakov N., German D., Gogoleva P., Lashchinsky N., Martynenko V., Chytrý M. 2017. The relationship between plant species richness and soil pH vanishes with increasing aridity across Eurasian dry grasslands. Global Ecology and Biogeography. 26: 425–434. doi: 10.1111/geb.12549

SOIL AND GEOBOTANICAL CHARACTERIZATION OF QUERCUS L. COMMUNITIES IN FOREST AND PARK CENOSES OF THE CRIMEAN MOUNTAINS

Novitsky M.L., Korsakova S.P., Bagrikova N.A.
Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center, Yalta, Republic of Crimea

ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКОГО ОТКЛИКА ЕЛИ АЯНСКОЙ В ЮЖНОМ СИХОТЭ-АЛИНЕ

Омелько А.М., Ухваткина О.Н., Жмеренецкий А.А.
ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, omelko@biosoil.ru

Ель аянская (*Picea ajanensis* Fisch. ex Carriere) – один из основных лесообразующих видов юга Дальнего Востока России (Манько, 1987). В горных лесах Сихотэ-Алиня её климатическая чувствительность может существенно различаться в зависимости от условий местообитания. Цель работы – оценить роль особенностей рельефа в изменчивости дендроклиматического отклика ели аянской в среднегорном поясе Южного Сихотэ-Алиня.

Исследования проводились на территории Верхнеуссурийского стационара ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН. На первом этапе изучены хронологии 10 участков старовозрастных лесов на высотах от 460 до1060 м. Из 500 полученных кернов после перекрёстной датировки и проверки качества для построения хронологий использованы 433. На втором этапе добавлена ещё одна хронология по 28 кернам с участка старовозрастного кедрово-широколиственного леса юго-юго-восточной экспозиции на высоте 710 м. Это позволило проверить выявленные закономерности за пределами северных и близких к северным экспозиций, где был собран основной материал первого этапа.

Дендрохронологическую обработку проводили по общепринятым подходам (Cook, Kairiukstis, 1990). Связи прироста с месячными температурами, осадками и индексами влагообеспеченности SPEI и PDSI оценивали с помощью пакета «treeclim» (Zang, Biondi, 2015) для R. Учитывали высоту, крутизну склона, индекс положения в рельефе (TPI), топографический индекс влажности и потенциальную солнечную радиацию. Сходство хронологий оценивали по попарным корреляциям, роль топографии – с помощью ординационных и регрессионных подходов.

Корреляционный анализ выявил отрицательные связи прироста с максимальными температурами июля–августа и ноября предшествующего года, осадками июля–августа текущего года и июльским SPEI, а также положительная связь с максимальной температурой января текущего года. Выраженность отклика зависела прежде всего от высоты, уклона и TPI. Отрицательная связь с летними температурами предшествующего года усиливалась на меньших высотах, отклик на летние осадки зависел от положения в рельефе, а на январские температуры и июльский SPEI – от уклона (Ukhvatkina et al., 2023).

Хронология участка южной экспозиции в целом подтвердила основной набор климатических сигналов и по попарным корреляциям была ближе к хронологиям нижней и средней части высотного градиента. Однако отрицательная связь с максимальными температурами июля–августа предшествующего года оказалась сильнее ожидаемой для высоты участка. Вероятно, более тёплые и инсолируемые условия южного склона смещают его климатический отклик в сторону более низких высот. Это указывает на возможную самостоятельную роль экспозиции, модифицирующей влияние высоты и уклона.

Выраженного монотонного снижения радиального прироста взрослых деревьев на южном склоне в последние десятилетия не выявлено. Относительная редкость ели в таких условиях может быть связана с ограничениями на ранних этапах развития, например, при прорастании семян, укоренении всходов и формировании подроста. Эта гипотеза требует отдельных наблюдений за возобновлением.

Таким образом, дендроклиматический отклик ели аянской неоднороден даже в пределах среднегорного пояса южного Сихотэ-Алиня. При выборе участков мониторинга, оценке состояния древостоев с участием ели аянской и прогнозировании их реакции на климатические изменения необходимо учитывать высоту, положение в рельефе, крутизну и экспозицию склонов. Для лесоводственной практики особенно важно дополнять оценку взрослых деревьев наблюдениями за успешностью естественного возобновления, прежде всего на южных склонах.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012400285-7).

Литература

Манько Ю.И. 1987. Ель аянская. Л.: Наука. 280 с.

Cook E.R., Kairiukstis L.A. 1990. Methods of Dendrochronology. Applications in the Environmental Sciences. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 394 p.

Ukhvatkina O., Omelko A., Zhmerenetsky A. 2023. Local topography has significant impact on dendroclimatic response of Picea jezoensis and determines variation of factors limiting its radial growth in the Southern Sikhote-Alin // Forests. Vol. 14. Article 2050. https://doi.org/10.3390/f14102050

Zang C., Biondi F. 2015. treeclim: an R package for the numerical calibration of proxy-climate relationships // Ecography. Vol. 38. P. 1–6. https://doi.org/10.1111/ecog.01335

TOPOGRAPHIC VARIATION IN THE DENDROCLIMATIC RESPONSE OF JEZO SPRUCE IN THE SOUTHERN SIKHOTE-ALIN

Omelko A.M., Ukhvatkina O.N., Zhmerenetsky A.A.

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

АЭРОТЕХНОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ КАК ФАКТОР УСЫХАНИЯ ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ

Парфенова Е.И., Чебакова Н.М.
Институт леса им. В.Н. Сукачева, ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, Россия, lyeti@ksc.krasn.ru

В монографии Ю.И. Манько и Г.А. Гладковой «Усыхание ели в свете глобального ухудшения темнохвойных лесов» (2001) был проведен детальный анализ возможных причин усыхания темнохвойных лесов. Несмотря на большое количество существующих гипотез, наибольшее распространение сегодня имеют три (Чебакова и др., 2022): абиотические: атмосферное загрязнение (кислотные дожди) и аридизация климата; биотические: энтомовредители и фитопатогены. Можно выделить периоды, когда научное сообщество массово отдавало приоритет какой-либо из этих гипотез. В 1990-е годы исследователи основное внимание уделяли кислотным дождям и аэротехногенному загрязнению (Алексеев, 1990). В дальнейшем (с начала 2000-х) внимание исследователей переключилось на гипотезу аридизации климата. Зародившись, вполне закономерно, в семиаридных регионах суши, эта причина усыхания лесов была массово подхвачена и распространена на регионы бореальной и умеренной зон (Федоров и др., 1998; Воронин и др., 2019; Харук и др., 2026). Последователи этой гипотезы оперируют флуктуациями индексов PDSI (Palmer Drought Severity Index), SPEI (Standardized Precipitation Evapotranspiration Index) и т.п., не указывая, однако, критических диапазонов этих индексов для существования определенных типов растительности или видов растений, а опираясь только на тренды изменений этих индексов (Харук и др., 2026).

В последнее десятилетие приоритет среди причин массового усыхания темнохвойных лесов перешел к ведущей роли дендрофагов, в частности, к короеду-типографу в еловых лесах Евразии (Гниненко, Хегай, 2018); уссурийскому полиграфу (Харук и др., 2026) для пихтовых насаждений. Также распространена гипотеза климато-биотической синергии: например, Воронин и др. (2019) усыхание кедровых и пихтовых лесов в районе хребта Хамар-Дабан в южном Прибайкалье объясняли эпифитотией бактериальной водянки в период маловодья, а поражение пихтовых насаждений в Нац. Парке «Красноярские Столбы» в Восточном Саяне Харук и др. (2026) связали вспышку уссурийского полиграфа с экстремальной засухой 2012 года. Фактор аэротехногенного загрязнения в усыхании темнохвойных лесов редко упоминается в публикациях последних лет.

Для критической оценки гипотезы аридизации климата мы проанализировали динамику индексов засушливости SPEI, рассчитанных по данным метеостанций вдоль четырех высотных трансектов в горах Южной Сибири за период 1961 – 2019 гг. (Tchebakova et al., 2022) и пришли к выводу об отсутствии климатических предпосылок для усыхания темнохвойных лесов региона. Этот факт побудил нас проанализировать возможное воздействие аэротехногенного загрязнения на территории, упомянутые в публикациях (см. выше) по усыханию темнохвойных лесов в различных регионах Северной Евразии.

Целью настоящей работы было показать, что аэротехногенное загрязнение носит трансграничный характер и должно рассматриваться при поиске причин усыхания лесов в приоритетном порядке. В нашем исследовании были использованы данные по концентрации диоксида серы из реанализа MERRA2 за 1981–2025 г.г. для территории России и сопредельных стран (https://disc.gsfc.nasa.gov/datacollection/M2TMNXAER_5.12.4.html) в окне 20-160E/45-75N (рис. 1). В результате был обнаружен шлейф диоксида серы, распространяющийся от отдельных локализаций на территории Беларуси, Московской области, южного Урала, Западной Сибири, северного Казахстана, Ангарского промышленного узла, северо-востока Китая в восточном направлении. Во временной динамике было отмечено существенное снижение концентрации диоксида серы с середины 90-х годов прошлого века, объясняемое спадом промышленной деятельности и модернизацией очистных сооружений.

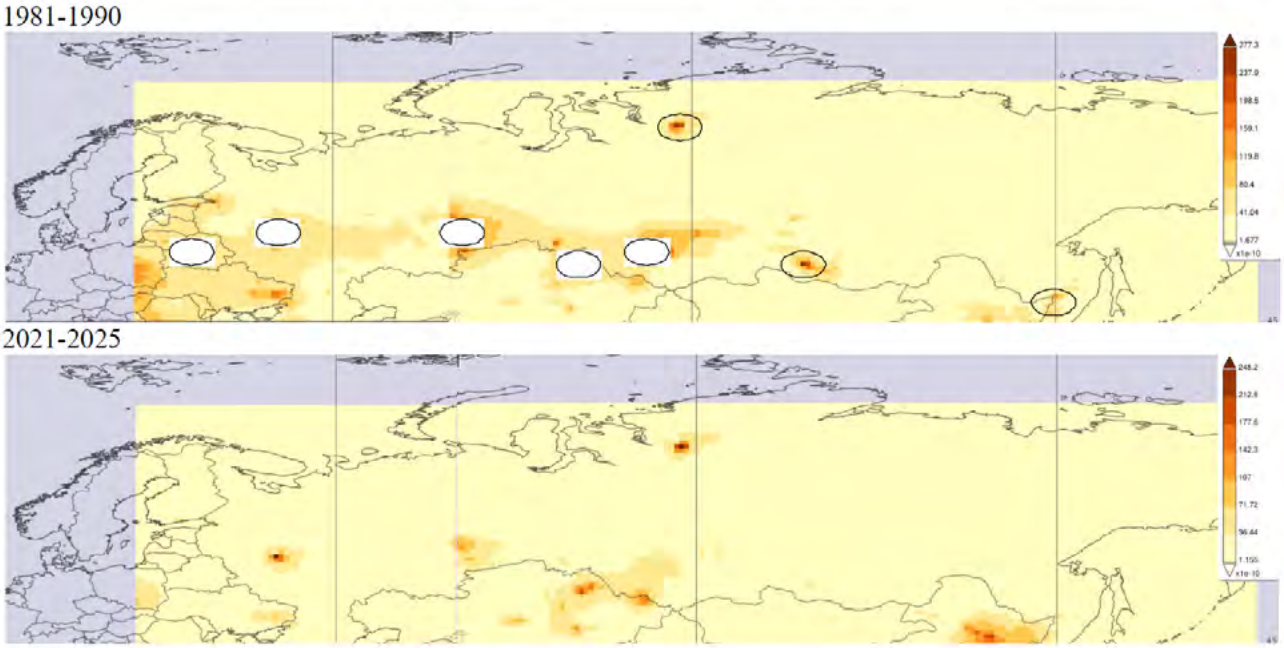


Рис. 1. Ядра и шлейфы концентрации диоксида серы над территорией Северной Евразии

Основной вывод: аэротехногенное загрязнение до сих пор остается актуальным фактором усыхания темнохвойных лесов Северной Евразии.

Работа выполнена при поддержке базового проекта FWES-2024-0023.

Литература

Алексеев В.А. Чувствительность растений и стандарты на загрязнение атмосферы/ В кн. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. - JL: Наука, 1990. С. 33-37.

Воронин В.И., Софронов А.П., Морозова Т.И., Осколков В.А., Суховольский В.Г., Ковалев А.В. 2019. Ландшафтная приуроченность бактериальных болезней темнохвойных лесов хребта Хамар-Дабан (южное Прибайкалье)// География и природные ресурсы. 2019. № 4. С. 56–65. DOI: 10.21782/GIPR0206-1619-2019-4(56-65)

Гниненко, Ю.И., Хегай И.В. Динамика усыхания еловых лесов в Московском регионе [Электронный ресурс http://dx.doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2018.2.07]

Манько Ю.И., Гладкова Г.А. Усыхание ели в свете глобального ухудшения темнохвойных лесов. – Владивосток. Дальнаука. 2001. 228 с.

Федоров П.И., Сарнацкий В.В., Рихтер И.Э., Раптунович Е.С., Ковбаса Н.П., Роговой А.П., Пучило А.В. Особенности массового усыхания ели в лесах Беларуси //Лесоведение №6. 1998. С. 12-23.

Харук, В. И., Им, С. Т., Петров, И. А. и др. Пихта (*Abies sibirica* Ledeb.) в условиях меняющегося гидротермического режима и воздействий уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford) // Сибирский экологический журнал. — 2026. — № 2. — С. 258–268. — DOI 10.15372/SEJ20260204.

Чебакова, Н. М., Бажина, Е. В., Парфенова, Е. И., Сенашова, В. А. В поисках фактора «икс»: обзор публикаций по проблеме усыхания темнохвойных лесов Северной Евразии // Метеорология и гидрология. 2022. № 5. С. 123–140. DOI 10.52002/0130-2906-2022-5-123-140.

Tchebakova N.M., Parfenova E.I., Bazhina E.V. et al. Droughts Are Not the Likely Primary Cause for *Abies sibirica* and *Pinus sibirica* Forest Dieback in the South Siberian Mountains // Forests. 2022. Vol. 13, № 1378. DOI 10.3390/f13091378.

AIRBORNE TECHNOGENIC POLLUTION AS A FACTOR IN THE DIEBACK OF DARK-CONIFEROUS FORESTS IN NORTHERN EURASIA

Parfenova E.I., Tchebakova N.M.

V.N. Sukachev Forest Institute of FRC KSC SB RAS, Krasnoyarsk, Russia, lyeti@ksc.krasn.ru

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЫ ЛЕСА В ГОРАХ ЮЖНОЙ СИБИРИ

Пахарькова Н.В.
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, nina.pakharkova@yandex.ru

Изменение климата в настоящее время является одним из главных факторов, вызывающих преобразования в лесных экосистемах, в частности, изменение верхней границы леса в горах (Petrov et al., 2015, Moiseev et al., 2026). Однако дополнительную сложность создают физические факторы местного горного рельефа, которые также могут сильно влиять на границы распространения деревьев (Butler et al., 2007). В горных районах, характеризующихся сложным и расчлененным рельефом, орографические факторы могут даже преобладать над климатогенными (Körner, 2012). Адаптации растений на верхнем пределе распространения древесной растительности давно интересует исследователей, но многие механизмы адаптации, включая генетически закрепленные, остаются неясными, как и вопрос о том, являются ли они универсальными или зависят от конкретного места произрастания (Пахарькова, Гаевский, Гетте, 2024, Пахарькова и др., 2025, Челомина, 2021). Особо охраняемые природные территории, сохраняющие эталонные участки горных лесов, предоставляют хорошую возможность для сравнительного анализа климатогенных и орогенных факторов формирования верхней границы леса. В данной работе проанализированы особенности адаптаций сосны сибирской на климатогенных и орогенных верхних границах леса, расположенных на особо охраняемых природных территориях Южной Сибири: Западного Саяна – Национальный парк «Шушенский Бор»

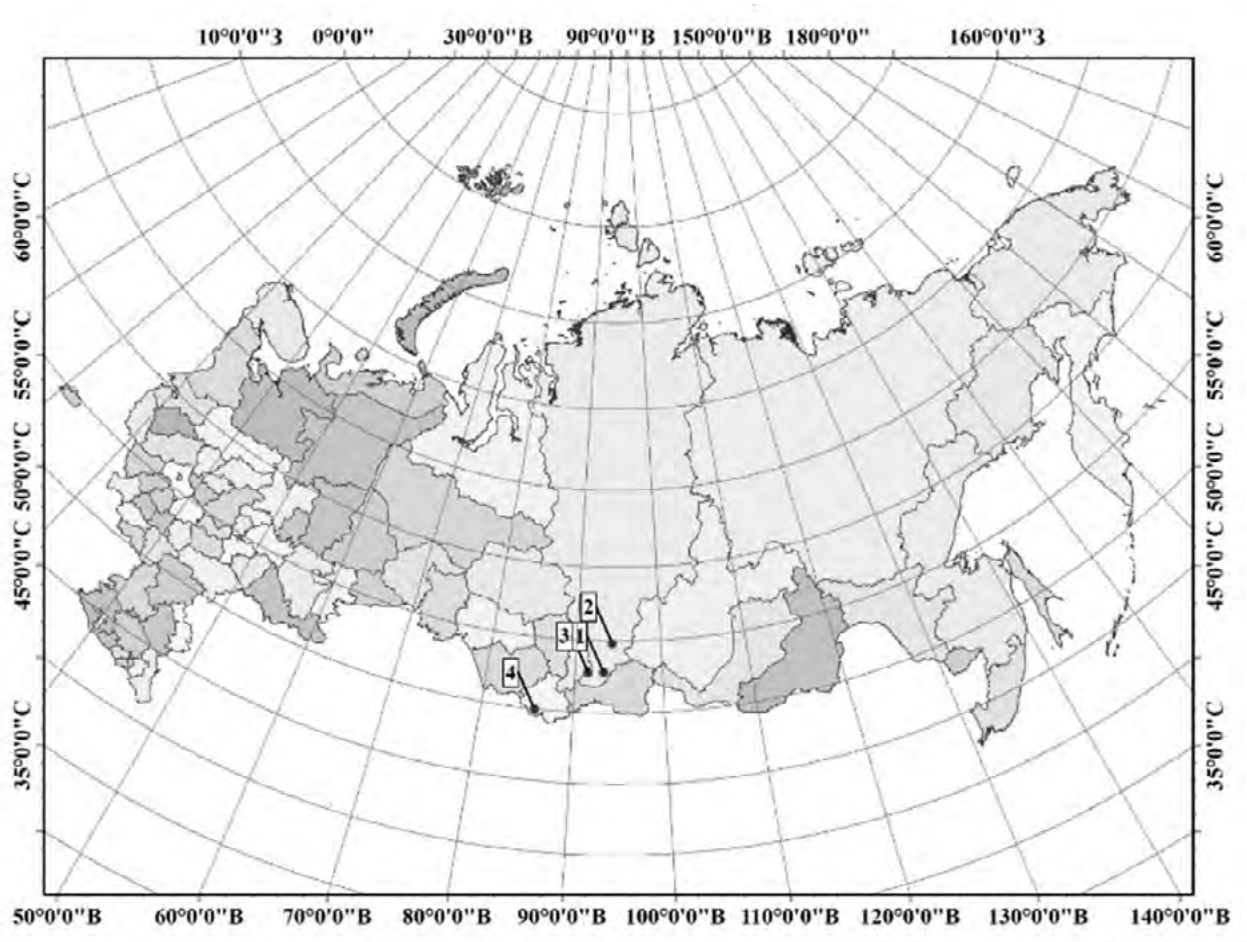


Рис. 1. Расположение районов исследования: 1 – хребет Ергаки;
2 – Кутурчинское Белогорье (климатогенный предел распространения сосны сибирской);
3 – хребет Борус; 4 – Катунский хребет (орогенный предел распространения сосны сибирской).

(хребет Борус) и Природный парк «Ергаки» (хребет Ергаки), Восточного Саяна – Природный парк «Койское Белогорье» (Кутурчинское Белогорье) и Центрального Алтая – Государственный природный биосферный заповедник «Катунский» (Катунский хребет).

В качестве объектов исследования были выбраны молодые деревья сосны сибирской кедровой (*Pinus sibirica* Du Tour) и пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) второго класса возраста. На всей изучаемой территории эти виды преобладают в поясе горных темнохвойных лесов, что указывает на их высокую конкурентоспособность в экстремальных условиях верхней границы леса. Количественное определение пигментов хвои, параметры быстрой флуоресценции хлорофилла, особенности морфологического строения побегов и анатомического строения хвои определяли на боковых побегах второго порядка.

На климатогенных и орогенных верхних границах леса выявлены как универсальные, так и специализированные адаптации исследуемых видов. Среди универсальных адаптаций при продвижении *P. sibirica* и *A. sibirica* выше границы леса можно отметить преобладание латерального роста над апикальным, уменьшение длины хвои, изменение соотношения хлорофиллов и каротиноидов в пигментном комплексе. К специализированным можно отнести изменение количества и размеров устьиц в условиях водного дефицита на крутых склонах орогенных пределов распространения, а в случае климатогенной границы леса – снижение скорости фотосинтетического электронного транспорта, соотношение величины максимального квантового выхода фотосистемы II и нефотохимического тушения флуоресценции.

Полученные данные можно использовать для прогнозирования изменения растительного покрова, а также для повышения эффективности лесовосстановительных работ.

Литература

Пахарькова Н. В., Субботин М. А., Шикалова Е. А., Гетте И.Г., Калабина А.А., Куппер И.И, Максимова К.М., Масенцова И.В. Кластеризация местообитаний сосны сибирской кедровой на склонах хребта Борус Западного Саяна // Хвойные бореальной зоны. 2025. Т. 43, № 2. С. 63-69.

Пахарькова Н. В., Гаевский Н. А., Гетте И. Г. Параметры фотосинтетического аппарата Pinus sibirica в фенотипировании деревьев в условиях высотной поясности Западного Саяна // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Биология. 2024. Т. 17, № 2. С. 119-133.

Челомина, Г. Н. Ландшафтная геномика (краткий обзор) // Биота и среда природных территорий. 2021. № 4. С. 122-134.

Butler D.R., Malanson G.P., Walsh S.J., Fagre D.B. Influences of geomorphology and geology on alpine treeline in the American West—More important than climatic influences? // Physical Geography. 2007. Vol. 28 No 5. P. 434-450.

Körner C. Alpine Treelines: Functional Ecology of the Global High Elevation Tree Limits: Springer Basel, 2012. 220 p.

Moiseev P. A. Nizametdinov N. F., Gromov A. M. [et al.] Spatiotemporal Biomass Changes of Tree Stands at the Upper Limit of Their Distribution in the Altai-Sayan Mountains in the Past and near Future // Forests. 2026. Vol. 17. No. 4. P. 415.

Petrov I. A., Kharuk V. I., Dvinskaya M. L., Im S. T. Reaction of coniferous trees in the Kuznetsk Alatau alpine forest-tundra ecotone to climate change // Contemporary Problems of Ecology. 2015. Vol. 8. No. 4. P. 423-430.

CHANGES IN THE TIMBERLINE IN THE MOUNTAINS OF SOUTHERN SIBERIA

Pakharkova N.V.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ КАМЧАТКИ В УСЛОВИЯХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Петренко Т.Я.[1,2], Дудов С.В.[2], Дзизюрова В.Д.[1,2], Замуруева В.В.[1], Белова С.К.[1]
[1] Ботанический сад-институт ДВО РАН, г. Владивосток, petrenkotya@gmail.com
[2] Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга, г. Петропавловск-Камчатский

Бореальные леса Евразии – один из ключевых компонентов биосферы, который играет важную роль в поддержании углеродного баланса и регулировании климата (Gauthier et al., 2015). Наиболее выраженно их отклик на глобальные изменения проявляется на границах распространения экосистем. В данном контексте особый интерес представляют старовозрастные леса из ели аянской (*Picea jezoensis* (Siebold & Zucc.) Carrière) на полуострове Камчатка. Эти сообщества существуют в виде изолированного участка на северной границе ареала, обладают сложной вертикальной и горизонтальной структурой (Манько, Ворошилов, 1978; Нешатаева, 2009) и выступают высокочувствительными биологическими индикаторами глобальных климатических изменений. Результаты биоклиматического моделирования P. jezoensis показывают расширение благоприятных территорий на полуострове Камчатка к 2070 г. (Korznikov et al., 2023). Тем не менее, детальное изучение структурно-функциональной организации сообществ и трендов радиального прироста необходимо для своевременного выявления ранних сигналов трансформации бореального биома.

Исследование выполнено в окрестностях Лазовского участка Кроноцкого биосферного заповедника в бассейне рек Ипуин и Левая Щапина (55°06' с.ш., 159°57' в.д.), где массивы ельников приурочены в основном к предгорьям и занимают холмисто-увалистые и равнинные территории. Сбор материала проводился в августе 2024 г. на 10 временных круговых площадях радиусом 17.8 м (0.1 га) в схожих климатических и орографических условиях на нижних высотных уровнях горных склонов. Для каждого дерева с диаметром ствола более 6 см мы фиксировали вид, диаметр ствола на высоте груди (130 см) и на высоте бурения (30–50 см), измеряли высоту и жизненное состояние (живое или мертвое). Для анализа возобновления мы закладывали две трансекты через круговые площадки шириной 2 м. На трансектах были учтены все особи деревьев до 6 м в диаметре на высоте 1.3 м и измерена их высота. С живых деревьев на каждой площадке были отобраны керны, всего в анализ включено 559 образцов. Для дендроклиматического анализа индивидуальные древесно-кольцевые хронологии были стандартизированы. Стандартизация выполнена в среде R, пакет «detrendeR», методом относительного сглаживания «Spline» (сглаживание 67% относительно длины образца). Дендроклиматический анализ проводили с использованием пакета «treeclim». Значения климатических параметров были получены из базы данных Climatic Research Unit Time-Series версии 4.07. Оценка трендов прироста была выполнена с использованием модифицированного теста Манна-Кендалла с учетом автокорреляции с помощью пакета «modifiedmk». Для оценки вегетационной активности в растра еловых лесов исследуемой территории за 2000–2023 гг. по 1500 случайным точкам рассчитан индекс NDVI (Landsat Collection 2 Level-2, разрешение 30 м) с применением пакета «LandsatTS» и выявлены тренды.

Выявлено, что старовозрастные еловые леса Камчатки сохранились преимущественно в пределах особо охраняемых природных территорий. В состав темнохвойных лесов входит 5 видов деревьев: *Picea jezoensis* (79.8 %), *Betula platyphylla* (10.5%), *Betula ermanii* (5.2%), *Larix gmelinii* var. *cajanderi* (3.3%) и *Sorbus sibirica* (1.2%). Общий запас древесины составляет 269.5 ± 30.0 м³/га. Полученные характеристики согласуются с ранее опубликованными данными по старовозрастным ельникам Центральной Камчатки (Манько, Ворошилов, 1987; Нешатаева, 2009), что указывает на отсутствие существенных изменений структуры этих лесов за последние десятилетия. Более того, мы обнаружили заметное увеличение запаса живых деревьев по сравнению с данными 1971–1972 гг. (236.4 м³/га) (Манько, Ворошилов, 1978).

Выявленная нами гетерогенность структуры древостоя еловых лесов по возрасту и размеру

указывает на длительное устойчивое развитие сообществ. Деревья *P. jezoensis* разновозрастные, их возраст от 46 до 336 лет, в среднем 138 лет. Большая часть деревьев имеет возраст от 75 до 150 лет, возраста более 275 лет достигают лишь единичные особи При этом в литературе на Камчатке отмечаются особи с возрастом до 430 лет (Манько, Ворошилов, 1978). Долговременная стабильность популяции поддерживается за счет потока непрерывного естественного возобновления *P. jezoensis*: плотность подроста составляет в среднем 3805 экз./га, преобладают особи до 50 см высотой. Но также обильно встречаются молодые деревья и более крупных размерных категорий. Это соотносится с анализом подроста в 1970-е гг., где отмечалось в среднем 3079 особей/га (Манько, Ворошилов, 1978), что подтверждает стабильность популяции в длительном временном интервале.

Анализ климатического отклика радиального прироста *P. jezoensis* за период 1960–2024 гг. выявил ведущую роль температурного режима вегетационного периода при статистически незначимых связях с осадками ($p>0.05$). Наиболее сильная достоверная положительная корреляция индексов прироста выявлена с максимальными температурами июля ($r = 0.47$) и августа ($r = 0.44$). Если в южной части ареала воздействие температур на рост ели преимущественно отрицательное (Yu et al., 2006; Ukhvatkina et al., 2023), то на севере ареала эта связь положительная. Кроме того, скользящий анализ указывает на смену лимитирующих факторов с середины 1985-х годов. С середины 1980-х годов температуры апреля перестают оказывать значимое негативное воздействие, что, вероятно, связано с более ранним сходом снежного покрова и оттаиванием почв в результате потепления.

Анализ спутниковых данных показал, что среднемноголетний тренд NDVI для исследуемых еловых лесов составил всего 0.37% (SD = 3.84). 90% случайных точек не демонстрирует значимых трендов изменений NDVI, значимое «позеленение» и «побурение» показывают по 5% случайных точек. Таким образом, старовозрастные ельники за период 2000-2023 гг. демонстрируют более низкие темпы «позеленения» по сравнению с общими оценками по бореальному биому Евразии (Berner, Goetz, 2022).

Литература

1. Манько Ю.И., Ворошилов В.П. Еловые леса Камчатки. М.: Наука, 1978. 256 с.
2. Нешатаева В.Ю. Растительность полуострова Камчатка. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2009. 537 с.
3. Berner L.T., Goetz S.J. Satellite observations document trends consistent with a boreal forest biome shift // Global Change Biology. 2022. V. 28. № 10. P. 3275–3292.
4. Gauthier S., Bernier P., Kuuluvainen T., Shvidenko A.Z., Schepaschenko D.G. Boreal forest health and global change // Science. 2015. V. 349. № 6250. P. 819–822.
5. Korznikov K.A., Petrenko T.Y., Kislov D.E., Krestov P.V., Doležal J. Predicting spruce taiga distribution in Northeast Asia using species distribution models: Glacial refugia, mid-Holocene expansion and future predictions for global warming // Forests. 2023. V. 14. № 2. P. 219.
6. Ukhvatkina O., Omelko A., Zhmerenetsky A. Local topography has significant impact on dendroclimatic response of *Picea jezoensis* and determines variation of factors limiting its radial growth in the southern Sikhote-Alin // Forests. 2023. V. 14. № 10. P. 2050.
7. Yu D., Wang Q., Wang G.G., Dai L. Dendroclimatic response of *Picea jezoensis* along an altitudinal gradient in Changbai Mountains // Science in China Series E: Technological Sciences. 2006. V. 49. Suppl 1. P. 150–159.

CURRENT STATE OF KAMCHATKA SPRUCE FORESTS UNDER CLIMATE CHANGE

Petrenko T.Ya.[1,2], Dudov S.V.[2], Dzizyurova V.D.[1,2], Zamurueva V.V.[1], Belova S.K.[1]

[1] Botanical Garden-Institute, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (FEB RAS), Vladivostok

[2] Vitus Bering Kamchatka State University, Petropavlovsk-Kamchatsky

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА НА СИБИРСКУЮ ПИХТУ (*ABIES SIBIRICA* LEDEB.) В ГОРАХ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ

Петров И.А.[1,2], Харук В.И.[1,2], Демидко Д.А.[1,3], Им С.Т. [1,2,3], Шушпанов А.С. [1,3]
[1] Институт леса им. В.Н. Сукачева, ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, petrovilsoran@gmail.com
[2] Сибирский федеральный университет, Красноярск
[3] Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, Красноярск

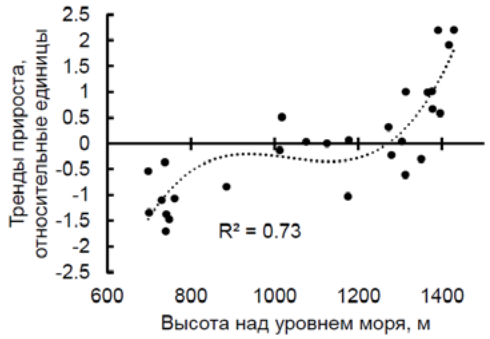


Рисунок 1. Тренд прироста пихты, негативный в нижнем высотном поясе, сменяется на возрастающий в высокогорьях

нённой (медианной) хронологии.

Тренды радиального прироста пихты меняются от восходящих в экотоне горной лесотундры (рисунок 2а) до нисходящих в нижнем высотном поясе (рисунок 2в). При этом наблюдается последовательная смена реакции радиального прироста пихты с возрастанием высоты. Потепление стимулирует радиальный прирост в экотоне горной лесотундры и подавляет его в нижнем высотном поясе. В последнем на фоне возрастания засушливости происходит усыхание пихтовых древостоев, сопровождаемое активизацией уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandford). Уссурийский полиграф уже обнаружен на верхнем пределе распро-

Анализировалось влияние изменений гидротермического режима на прирост пихты (*Abies sibirica* Ledeb.) в горах Кузнецкого Алатау. На различных высотах в 2012–2025 гг. было заложено 28 временных пробных площадей и отобрано 589 древесных кернов пихты. Древесно-кольцевые хронологии были построены по стандартным методикам. Для каждой хронологии были рассчитаны тренды радиального прироста (рис. 1). По величине трендов и синхронности прироста хронологии были сгруппированы по трём высотным поясам со средними отметками 750, 1100 и 1400 м над у. м. (рис. 2). Для каждого пояса был выполнен корреляционный анализ связи прироста с климатическими переменными с использованием усред-

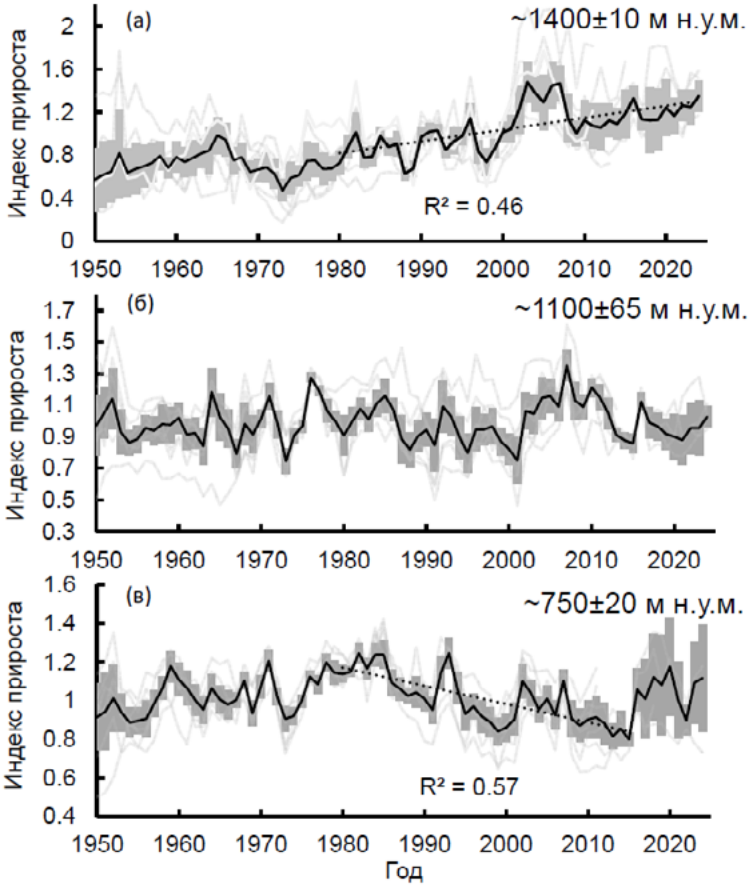


Рисунок 2. В экотоне горной лесотундры (а) наблюдается возрастание прироста пихты. В среднем (б) высотном поясе значимых трендов не наблюдается. В нижнем высотном поясе (в) наблюдается снижение прироста. Тренды значимы при $p < 0,05$. Столбцы – доверительный интервал ($p < 0,05$).

странения пихты, где он заселяет отдельные ослабленные деревья и свежий отпад и ветровал (Kharuk et al., 2026). При этом в очагах поражения доля заселенных и отработанных полиграфом деревьев может достигать 60%.

В нижнем высотном поясе пихта чувствительна к изменениям почвенного и атмосферного увлажнения, возрастание засушливости угнетает её радиальный прирост, тогда как на верхнем пределе произрастания аналогичный эффект оказывает высокая ветровая нагрузка.

Дальнейшее прогнозируемое повышение температуры может повлечь смещение высотных границ распространения пихты в горах Южной Сибири за счет её усыхания в нижних высотных поясах и активного продвижения в экотон горной лесотундры.

Работа поддержана грантом Российского Научного Фонда и Красноярского Краевого Фонда Науки № 25-14-20068.

Литература

1. Kharuk, V.I., Petrov, I.A., Im, S.T. et al. Drought and bark beetle synergy: unprecedented fir dieback in the Siberian Taiga. Reg Environ Change 26, 96 (2026). https://doi.org/10.1007/s10113-026-02587-x

THE IMPACT OF CLIMATE CHANGE ON SIBERIAN FIR (*ABIES SIBIRICA* LEDEB.) IN THE KUZNETSK ALATAU MOUNTAINS

Petrov I.A.[1,2], Kharuk V.I.[1,2], Demidko D.A.[1,3], Im S.T.[1,2,3], Shushpanov A.S.[1,3]

[1] Sukachev Institute of Forest, Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS", Krasnoyarsk

[2] Siberian Federal University, Krasnoyarsk

[3] Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИ ОЗЕЛЕНЕНИИ ТЕРРИТОРИЙ ОЛИМПИЙСКИХ КОМПЛЕКСОВ: ОПЫТ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ

Подласкина С.Ю., Яковенко Н.В.
Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, г. Воронеж

Введение. Подготовка к Олимпиаде-2014 в Сочи привела к масштабной трансформации лесных экосистем (Бриних, 2014). Форсированное озеленение, призванное компенсировать ущерб, имело долгосрочные негативные последствия (Кудактин и др., 2014). Цель работы — анализ антропогенных изменений при озеленении олимпийских объектов и оценка их экологических последствий.

Материалы и методы. Обобщены данные научных статей и материалов конференций 2007–2014 гг. (Павлов, Букварева, 2007; Кудактин и др., 2010; Ивонин и др., 2012; Бриних, 2014; Кудактин и др., 2014), а также теоретические работы (Walter, 1986; Ishikawa et al., 1999).

Результаты.

1. Трансформация лесных экосистем. Строительство объектов вызвало фрагментацию горных лесов: дороги и трассы расчленили массивы, нарушив миграции животных и микроклимат (Ивонин и др., 2012). Уникальное биоразнообразие горного кластера понесло невосполнимые потери (Кудактин и др., 2010). Бриних (2014) указывает на вырубку эталонных пихтовых лесов и снос частей гор. Согласно Павлову и Букваревой (2007), утрата биоразнообразия подрывает экосистемные функции (регуляцию стока, плодородие почв).
2. Озеленение. Для визуальной и экологической компенсации нарушенных территорий была развернута кампания по озеленению. В Олимпийском парке и прилегающих зонах высажены тысячи деревьев и кустарников. При этом, как отмечает Бриних (2014), использовались преимущественно экзотические виды (пальмы, кипарисы, магнолии, олеандры), завезенные из зарубежных питомников. Местные виды (дуб, граб, бук, пихта) применялись ограниченно. Такой подход с точки зрения ландшафтного дизайна (Walter, 1986) создавал «мгновенный» эстетический эффект, но игнорировал принципы экологической совместимости. Walter (1986) в своей фундаментальной геоботанике подчеркивает, что устойчивые растительные сообщества формируются в ходе длительных сукцессий с участием аборигенных видов, адаптированных к местным почвенно-климатическим условиям. Искусственное насаждение из интродуцентов, как правило, не способно к самоподдержанию.
3. Экологические последствия озеленения: почвы, гидрология, биотические взаимодействия. Завозные почвогрунты, использованные для создания «зеленого слоя» в Олимпийском парке, имели щелочную реакцию, низкое содержание органического вещества и доступного азота (Бриних, 2014). Нарушение естественного стока в результате масштабных планировочных работ привело к локальному переувлажнению или, наоборот, иссушению корнеобитаемого слоя. Вместе с импортированным посадочным материалом в регион были завезены новые виды насекомых-вредителей (красный пальмовый долгоносик, кипарисовая златка, самшитовая огневка). Не имея естественных врагов, они вызвали массовое усыхание пальм, кипарисов и самшита. К 2015–2016 гг., по данным Бриних (2014), было уничтожено до 90% самшитовых насаждений в регионе, что привело к коллапсу локальных экосистем.
4. Постолимпийское развитие. В работе Кудактина и др. (2014) рассматриваются эколого-экономические аспекты постолимпийского развития. Отмечается, что многие искусственные насаждения не достигли проектной долговременной устойчивости. Требуются постоянные затраты на полив, обработку от вредителей и замену погибших растений. При этом восстановление коренных лесных экосистем на нарушенных территориях практически невозможно без длительной реставрации. Павлов и Букварева (2007) в общеэкологическом контексте подчеркивают, что утрата экосистемных функций (например, способности к самоочищению воды и воздуха, регулированию паводков) имеет прямую экономическую и социальную цену, которую часто не учитывают в проектах мегастроек.

Обсуждение. Опыт Сочи сопоставим с данными по нарушениям в лесах Дальнего Востока (Ishikawa et al., 1999): катастрофические нарушения ведут к упрощению структуры и обеднению состава. Попытки быстрого озеленения чуждыми видами противоречат законам геоботаники (Walter, 1986). Фрагментация лесов (Ивонин и др., 2012) в сочетании с инвазиями создаёт синергетический негативный эффект.

Заключение. Антропогенная трансформация при подготовке Олимпиады в Сочи привела к: фрагментации лесов и утрате биоразнообразия; деградации почв и инвазиям вредителей; снижению экосистемных функций и высоким постолимпийским затратам. Для будущих мегапроектов необходимо использовать аборигенные виды, сохранять почвенный профиль и предотвращать биологические инвазии.

Литература

1. Бриних В.А. Во что сочинская Олимпиада обошлась природе? // Астраханский вестник экологического образования. 2014. № 2 (28). С. 56–68.
2. Ивонин В.М., Пиньковский М.Д., Егошин А.В. Фрагментация горных лесов при размещении объектов Олимпиады – 2014 // Лесное хозяйство. 2012. № 1. С. 31–34.
3. Кудактин А.Н., Кондратьев В.Н., Шогенов В.Н. Эколого-экономические аспекты постолимпийского развития Северо-Кавказского региона // Постолимпийский Сочи: экологические проблемы и перспективы сохранения природного и историко-культурного наследия: Материалы научно-практической конференции. – Сочи, 2014. – С. 28–32.
4. Кудактин А.Н., Удинцев С.И., Сушкова Е.А. Биоразнообразие горного кластера Сочинского Причерноморья и пути его сохранения при подготовке к XXII олимпийским зимним играм 2014 г. // Международный журнал экспериментального образования. 2010. № 11. С. 201–203.
5. Павлов Д.С., Букварева Е.Н. Биоразнообразие, экосистемные функции и жизнеобеспечение человечества // Вестник РАН. 2007. Т. 77. № 11. С. 974–986.
6. Ishikawa Y., Krestov P.V., Namikawa K. Disturbance history and tree establishment in old-growth Pinus koraiensis-hardwood in the Russian Far East // J. Vegetation Science. 1999. No. 10. P. 439–448.
7. Walter H. Allgemeine Geobotanik als Grundlage einer ganzheitlichen Ökologie. Dritte Auflage. Stuttgart: Ulmer. 1986. 279 p.

ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF FOREST ECOSYSTEMS DURING THE GREENING OF OLYMPIC COMPLEXES: EXPERIENCE AND ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES

Podlaskina S.Yu., Yakovenko N.V.
Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, Voronezh, Russia

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ СОСНЯКОВ ГОРОДА КРАСНОЯРСКА ПОД ВЛИЯНИЕМ ПРОМВЫБРОСОВ

Полякова Г.Г., Соколова Н.В., Сенашова В.А., Пашенова Н.В.
Институт леса им. В.Н. Сукачева, ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск

В период 2002–2025 гг. на постоянных пробных площадях (ПП), заложенных в высокополнотных средневозрастных сосняках Красноярска рассмотрена динамика состояния двух сосновых массивов, исходно различавшихся уровнем промзагрязнения (Polyakova et al., 2023). В 2002 г. массив "А", представленный ПП 1,2,7 (табл.), характеризовался высокой запыленностью стволов, содержание тяжелых металлов на поверхности хвои было в 8 раз больше, чем в фоновом сосняке, а количество фтора в сосняке "А" превышало фоновый уровень в 2–16 раз (Татаринцев, Скрипальщикова, 2003). В 2002 г. признаков загрязнения в сосняке "В" не было (ПП 3,4,6). С 2020 г. было отмечено резкое ухудшение категории состояния обоих сосняков (рис. 1). При этом ежегодная деколорация хвои (не менее 10% объема кроны) в сосняке "В" была отмечена раньше (в 2012 г.), чем в "А" (в 2020 г.). Микробиологический анализ исключил повреждение хвои патогенами, что указывало на повреждающее действие аэротоксинов. Ежегодный отпад в сосняке "В" с 2016 г. стал достоверно больше, чем в "А" (рис. 2). То есть повреждение сосняка "В" проявилось более жестко, чем "А". О большей адаптированности сосняка "А" свидетельствуют достоверно большие годичные приросты стволовой древесины в сосняке "А" по сравнению с "В", что было зарегистрировано с помощью кернов (по 61 шт. в каждом сосняке), отобранных на ПП в начале мониторинга. Мы предполагаем, что к 2002 г. в массиве "А" выжили более крупные деревья (эффект "ошибка выжившего"). Также 23-летний мониторинг продемонстрировал начало процесса адаптации

Таблица. Таксационная характеристика сосновых древостоев на постоянных ПП на 1 га в год закладки ПП и в 2025 г.

№ ПП	Год учета	Состав древостоя	Основной элемент леса	Сумма площадей сечения, м^2	Средние				Запас, м^3		Густота, шт.	
					возраст, лет	категория	высота, м	диаметр, см	растущего леса	сухостоя	растущего леса	сухостоя
1	2002	10CII+CI	CII	45,0	57	1,6	18,1	18,5	396	6	1671	56
1	2025	10CII+CI	CII	58,1	80	2,8	22,6	23,9	614	11	1234	70
2	2002	9CII+CI ед.Б	CII	48,7	58	1,4	21,3	21,9	489	10	1286	36
2	2025	10CII+CI	CII	60,6	81	2,7	26,6	27,9	726	12	986	50
3	2002	9С1Б ед.Л	С	46,7	62	1,3	21,1	20,4	472	8	1430	81
3	2025	9С1Б ед.Л	С	57,0	86	3,1	26,3	26,6	683	20	1022	74
4	2002	9С1Л+Б	С	50,0	62	1,4	20,9	19,6	503	9	1664	172
4	2025	9С1Л+Б	С	58,3	87	3,1	26,5	27,1	700	11	1008	47
6	2005	10С+Л	С	55,6	73	1,3	22,3	22,0	583	4	1456	38
6	2025	10С+Л	С	67,2	95	2,9	25,6	26,6	787	13	1213	63
7	2005	9CII1CI	CII	42,1	59	1,5	16,3	16,4	339	3	1980	41
7	2025	9CII1CI	CII	50,7	80	2,7	19,6	20,1	477	10	1595	88

Примечание. CI и CII – сосна первого (материнского) и второго (дочернего) поколений соответственно; Б – береза; Л – лиственница; 10, 9, 1, +, ед. – коэффициенты участия породы (элемента леса) в составе древостоя, определяемые по запасу растущего леса, то есть 100, 90, 10, 2-5% и менее 2% запаса.

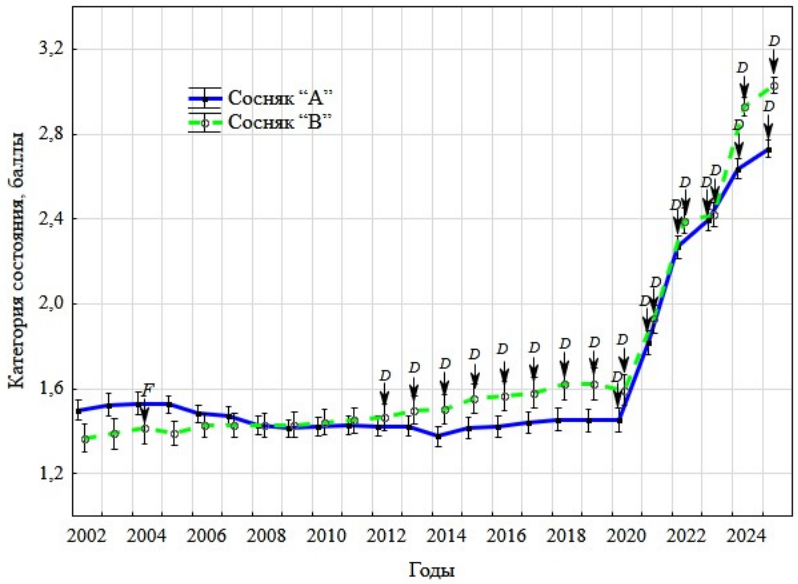


Рис. 1. Категория состояния сосняков Красноярска на ПП в 2002–2025 гг. Стрелкой со знаком "D" отмечена дехромация хвои "F" – низовой пожар. Категория состояния оценена по 6-балльной шкале Санитарных правил РФ.

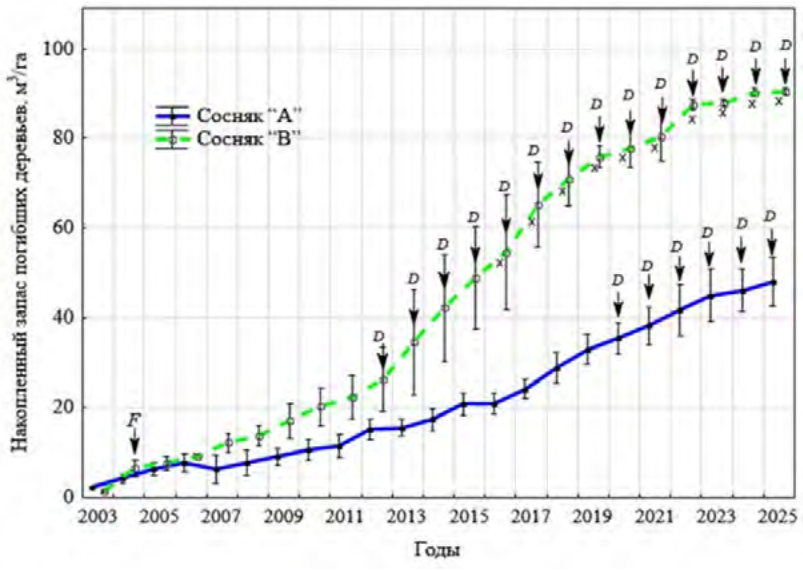


Рис. 2. Накопленный отпад в сосняках Красноярска на ПП в 2002-2025 гг. Стрелкой со знаком "D" отмечена дехромация хвои, "F" – низовой пожар, "x" – различия между "A" и "B" ($p<0,05$ по t-критерию).

бывшего фонового сосняка "B" к действию токсинов. Острая реакция обоих сосняков указывает на явное увеличение токсичности промвыбросов в Красноярске в наблюдаемый период.

Работа выполнена в рамках государственного задания FWES -2024-0029

Литература

Polyakova G.G., Senashova V.A., Podolyak N.M., Kolovskaya A.V., Kudryasheva N.S. Assessment of air toxicity in the megalopolis of Krasnoyarsk using long-term monitoring of suburban pine forests // Integr. Environ. Assess Manag. 2023. V. 19. N. 4. P. 980–987.

Татаринцев А.И., Скрипальщикова Л.Н. Сосновые фитоценозы в зоне многолетнего воздействия антропогенных нагрузок // Геогр. прир. рес. 2003. № 3. С. 53–56.

DYNAMICS OF PINE FOREST CONDITION IN KRASNOYARSK UNDER THE INFLUENCE OF INDUSTRIAL EMISSIONS

Polyakova G.G., Sokolova N.V., Pashenova N.V., Senasheva V.A.

Sukachev Institute of Forest, SB RAS, Federal Research Center, Krasnoyarsk

ПОЧВООБРАЗОВАНИЕ НА ОТВАЛАХ В РАЙОНАХ ОТКРЫТОЙ ДОБЫЧИ ЗОЛОТА

Пономарёва Т.В.[1,2], Пономарёв Г.Е.[1,2]
[1] Институт леса им. В.Н. Сукачева, ФИЦ КНЦ СО РАН, г. Красноярск, bashkova_t@mail.ru
[2] Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Исследование первичных процессов формирования почвенного профиля на техногенных субстратах с точно датированным временем начала развития этой системы позволяет не только выявить закономерности эволюции инициальных почв, но и определить скорость почвообразования. В том числе установить потенциальную способность к самозарастанию отвалов различного типа без применения биологической рекультивации. Данная проблема является актуальной в связи с увеличением площадей трансформированных территорий (Андроханов, 2004). Сложная трансформация ландшафтов, гидрологического режима и микроклимата запускает сукцессионные процессы, определяющие направление лесовозобновления (Абакумов, 2006).

Изучаемая территория расположена в северо-восточной части Енисейского кряжа, и входит в состав Енисейской золотоносной провинции. Рельеф территории низкогорный, сложно расчленённый, холмисто-увалистый с абсолютными отметками 200–700 м. В районе распространен эрозионно-денудационный рельеф и выражен склонами разной крутизны и пространственной ориентировки.

Климатические параметры соответствуют резко континентальному типу Крайнего Севера. Среднегодовая температура составляет -2,7 °С, опускаясь в зимний период до экстремальных значений (-40...-60 °С). Устойчивый снежный покров мощностью до 1 м формируется в начале октября и сохраняется до начала июня. Среднегодовое количество осадков достигает 400–500 мм. Лесистость территории высокая более 90%. На долю хвойных пород приходится 75%. Преобладают зеленомошные, бруснично-зеленомошные, кустарничково-зеленомошные сосновые и елово-пихтовые, а также вторичные березовые типы леса, часто формирующие разреженные древостои на каменистых почвах склонов.

Естественные почвы фоновой территории представлены подзолистыми и железисто-метаморфическими типами на сланцевых породах, которым сопутствуют каменистые россыпи; серогумусовыми на известняках и других карбонатных породах. Характерной особенностью естественных почв района исследований является малая мощность профиля (от 10 до 50 см), хорошо развитый органогенный горизонт, торфяный или грубогумусовый, что объясняется условиями почвообразования (суровым климатом, коротким активным периодом). Почвы сильнощебнистые, появление щебня характерно с верхних горизонтов почвенного профиля. Все почвы имеют слабую дифференцированность профиля на генетические горизонты, отсутствие признаков оглеения и засоления.

Объекты исследования: специфичные техногенные экосистемы на отвалах вскрышных пород, образовавшихся при карьерной добыче золота, сложенных преимущественно крупнообломочными фракциями сланцевых пород. На начальном этапе в течение 5–10 лет трансформации субстрата преобладает физическое выветривание, сменяющееся биологическим разрушением после заселения поверхностей водорослями и грибами.

Анализ гранулометрического состава поверхностного слоя (0–5 см) демонстрирует четкую динамику аккумуляции мелкозема: на 5-й год после прекращения эксплуатации отвала (2018 г.), доля тонкодисперсных фракций минимальна (1–3%), грунт по грансоставу классифицируется как супесь. Мощность органо-минерального горизонта не превышает 1–2 см. На 7-й год фиксируется накопление мелкозема до 10–15%. Формируется гумусово-аккумулятивный горизонт мощностью 2–3 см, развитие которого связано с заселением мхов, лишайников. За более чем 10-ти летний период сплошной горизонт подстилки не сформирован из-за сноса опада в подножие отвалов. Тем не менее, под ассоциациями лишайников за семилетний пе-

риод содержание органического вещества в верхнем 5-сантиметровом слое возрастает с 0,5% до 3–5%. В эрозионных ложбинках аккумулируется опад лиственных пород. В таких местах накопление органики идет более интенсивно.

Микроклиматический мониторинг выявляет значительный контраст между фоновыми почвами леса и инициальными почвами отвалов. Разница температур поверхности достигает 3–7 °С, а на глубине 10 см – 5–8 °С. Суточная амплитуда колебаний температуры на отвале в 2,5 раза превышает аналогичные показатели лесных ценозов. Теплопроводность верхнего 0–5 см слоя на разных ярусах отвала и на склоне варьирует от 0,6 до 1,29 Вт/(м·К), что обусловлено содержанием мелкозема и органического вещества, обеспечивающих водоудерживающую способность субстрата.

Формирование органо-минерального слоя, выполняющего теплорегулирующую роль, выступает ключевым фактором дальнейшей экологической стабилизации техногенной экосистемы. Изменение водно-теплового режима создает предпосылки для экспансии грибов, которые выполняют функцию посредников между веществом субстрата и биологическим круговоротом, обеспечивая минерализацию органики (Марфенина, 2005).

Дифференцированный почвенный профиль техногенных геосистем Енисейского кряжа является индикатором интенсификации формирования экосистемы. Резкое увеличение биоразнообразия на отвалах на 5–7 год зарастания показывает успешность лесовосстановительного процесса.

Работа выполнена по госзаданию № FWES-2024-0007 (ИЛ СО РАН).

Литература

Андроханов В.А., Куляпина Е.Д., Курачев В.М. Почвы техногенных ландшафтов: генезис и эволюция. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. 205 с.

Абакумов Е.В., Гагарина Э.И. Почвообразование в посттехногенных экосистемах карьеров на Северо-Западе Русской равнины. СПб.: Изд-во С.Петерб. ун-та, 2006. 208 с.

Марфенина О.Е. Антропогенная экология почвенных грибов. М.: Медицина для всех; 2005. 196 с.

SOIL FORMATION IN WASTE DUMPS IN OPEN-CUT GOLD MINING AREAS

Ponomareva T.V.[1,2], Ponomarev G.E.[1,2]

[1] V.N. Sukachev Institute of Forestry, SB RAS, Krasnoyarsk, bashkova_t@mail.ru

[2] Siberian Federal University, Krasnoyarsk

ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ МОДЕЛИ ЛЕСНЫХ ЛАНДШАФТОВ LANDIS-II НА ОСНОВЕ ОТКРЫТЫХ ДАННЫХ

Попова А.К.
Институт динамики систем и теории управления им. В.М. Матросова СО РАН, г. Иркутск, chudnenko@icc.ru

Модель LANDIS-II (Scheller и др., 2007) предназначена для моделирования динамики лесных экосистем на основе процессов нарушений и сукцессии. Она учитывает различные типы нарушений, такие как пожары, ветровалы и болезни леса, а также процессы сукцессии, такие как рост деревьев и конкуренцию между ними.

В LANDIS-II исследуемый ландшафт разделен на сеть взаимодействующих участков, в каждом из которых произрастают деревья определенной породы и класса возраста. На вход модели подается файл описания начальных лесных сообществ и растровая карта участков. Файл описания представляет собой текстовую таблицу с разделителями, к которой для каждого участка собрано описание произрастающих на нем когорт – сообществ деревьев одного класса и группы возраста с указанием биомассы. Информацию о породах деревьев можно получить из глобальных наборов классификации земной поверхности (FROM-GLC, GLC_FCS30-2020).

Для сбора информации о возрасте деревьев в работе использованы открытые данные ESA Biomass Climate Change Initiative, которые представляют собой карты наземной биомассы (above ground biomass, AGB). Для связи наборов данных AGB с параметрами возраста и вида деревьев служат нормативные материалы динамики биологической продуктивности насаждений, представленные в виде таблиц. Такие таблицы предоставляют информацию по динамике фитомассы по фракциям дерева, чистой первичной продукции и чистой экосистемной продукции по породам и возрастам в разных лесорастительных зонах.

При автоматизированной подготовке входных данных о породно-возрастном составе леса производится совместная обработка двух растровых карт в формате GeoTIFF: надземной биомассы AGB и классификации лесообразующих пород. Сперва для каждого пикселя, идентифицированного как лесная площадь, извлекается значение биомассы. Полученное значение сопоставляется с региональными таблицами хода роста для целевых видов Байкальской природной территории.

На втором этапе в анализ вовлекается растровая карта участков – минимальных расчетных зон, на которые разделен ландшафт. Алгоритм перебирает все участки, для каждого извлекает векторы соответствующих ему древесных пород и рассчитанных ранее индексов возраста. Путем фильтрации неопределенных значений и последующего исключения дубликатов формируется уникальный перечень комбинаций «порода – класс возраста», фактически представленных в границах конкретного участка.

Затем для каждой уникальной пары внутри участка производится пересчет относительных индексов в абсолютные таксационные показатели модели:

- Определение возраста когорты: для мелколиственных пород (береза) шаг класса принят равным 10 годам, для хвойных (пихта, лиственница, сосна, кедр) – 20 годам. Точный возраст вычисляется на основе индекса класса.
- Определение биомассы когорты: значение надземной биомассы восстанавливается по верхней границе соответствующего класса из шкал хода роста и масштабируется в целевые единицы измерения модели.

Итоговый массив данных экспортируется в текстовый файл с разделителями, содержащий исчерпывающие сведения о составе, возрасте и биомассе когорт для каждого моделируемого контура ландшафта, готовый для прямой загрузки в LANDIS-II.

При создании растровой карты участков необходимо соблюсти баланс между точностью описания ландшафта и вычислительной мощностью. Для автоматизированного создания карты участков был разработан алгоритм, который генерирует уникальный идентификатор участ-

ка на основе интеграции трех независимых слоев данных:

1. Тематический класс – на основе растра классификации земной поверхности.
2. Запас надземной фитомассы – непрерывные значения наземной биомассы из открытого набора ESA Biomass Climate Change Initiative дискретизируются на четыре качественных уровня (низкая, средняя, выше средней, высокая).
3. Высотный пояс (геоморфологический фактор) – данные цифровой модели рельефа SRTM ранжируются на вертикальные пояса с фиксированным шагом (100 м) для учета пространственного градиента климатических условий.

Результатом работы алгоритма является растр в формате GeoTIFF с целочисленными значениями в ячейках, полностью соответствующий спецификациям пространственных модулей модели LANDIS-II. Разработанный автоматизированный подход позволил масштабировать количество расчетных экологических контуров до оптимального уровня, обеспечивающего необходимый баланс между вычислительной мощностью модели и экологической достоверностью отображения ландшафтной структуры региона.

Литература

Scheller R.M., Domingo J.B., Sturtevant B.R., Williams J.S., Rudy A., Gustafson E.J., Mladenoff D.J. Design, Development, and Application of LANDIS-II, a Spatial Landscape Simulation Model with Flexible Temporal and Spatial Resolution // Ecological Modelling. 2007. 201. P. 409–419. doi:10.1016/j.ecolmodel.2006.10.009.

INITIALIZATION OF THE LANDIS-II FOREST LANDSCAPE MODEL BASED ON OPEN DATA

Popova A.K.

Matrosov Institute for System Dynamics and Control Theory SB RAS, Irkutsk

СОЗДАНИЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕЯНЦЕВ С ЗАКРЫТОЙ КОРНЕВОЙ СИСТЕМОЙ: ОПЫТ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Приходько О.Ю.
Приморский ГАТУ, г. Уссурийск, kravchenko_olia@list.ru

Искусственное лесовосстановление остается одним из основных инструментов формирования насаждений хозяйственно ценных пород на участках, где естественное возобновление недостаточно или не соответствует целевому породному составу.

Использование сеянцев с закрытой корневой системой (ЗКС) рассматривается как способ снизить повреждение корней при транспортировке и посадке, расширить календарные сроки лесокультурных работ и повысить управляемость качества посадочного материала [1–6, 8]. Вместе с тем результаты использования посадочного материала в лесокультурном производстве разных регионов страны неоднозначны. Закрытая корневая система является не самостоятельной гарантией успеха, а элементом технологии, эффективность которого зависит от качества посадочного материала, подготовки почвы, сроков посадки и последующего ухода.

Цель исследования – оценить масштабы, породную структуру и динамику применения сеянцев с ЗКС при создании лесных культур в Приморском крае.

Исследование выполнено как ретроспективный описательный анализ административных данных. Основным источником являлась сводная форма федеральной статистической отчетности № 11-ОИП «Сведения о воспроизводстве лесов и лесоразведении». В связи с требованиями законодательства [7] профильное министерство ввело в эксплуатацию в 2023 г. тепличный комплекс с автоматизированной системой полива состоящим из 6 теплиц деревянных конструкций, покрытых полиэтиленовой плёнкой размером 60 × 10 м в с. Кайкановка и 1 теплицу в г. Партизанске, позволяющим выращивать до 2,1 млн. шт. сеянцев в одну ротацию. С момента ввода в эксплуатацию теплиц, в крае началось создание лесных культур с использованием сеянцев с ЗКС (табл. 1).

Использование лиственницы с ЗКС обеспечивает до 100 % всей площади лесовосстановления, кедра корейского – до 38 %. Для дуба, ясеня, абрикоса, ореха и ильма использование ЗКС в отчетной форме не зафиксировано.

В Приморском крае ЗКС перешла из стадии единичного применения к существенной доле лесокультурного производства (табл. 2).

Показатель до 57,7 % площади искусственного лесовосстановления и лесоразведения с использованием ЗКС в 2025 г. отражает институциональное закрепление технологии. При этом породная структура внедрения избирательна: абсолютное доминирование лиственницы и частичное использование для кедра соответствуют ориентации на хозяйственно ценные

Таблица 1 – Породный состав искусственного лесовосстановления и лесоразведения

Порода	2023		2024		2025		2026**	
	всего, га	с ЗКС, га	всего, га	с ЗКС, га	всего, га	с ЗКС, га	всего, га	с ЗКС, га
Сосна обыкновенная	-	-	-	-	7,5	7,5	-	-
Лиственница даурская	94,1	82,1	73,9	73,9	97,7	97,7	121,7	121,7
Сосна корейская	173,5	67,0	371,2	75,8	95,1	25,2	10	-
Дуб монгольский	6,9	-	28,0	-	14,5	-	4,7	-
Ясень маньчжурский	9,6	-	-	-	2,1	-	-	-
Другие породы*	-	-	287,1	-	9,1	-	13,4	-
Итого	284,1	151,5	760,2	149,7	226,0	130,4	149,8	121,7

* Другие породы: орех маньчжурский, абрикос маньчжурский, ильмы
** Объемы без учета компенсационного восстановления

Таблица 2. Показатели мероприятий с использованием ЗКС

Показатель	2023	2024	2025	2026
Искусственное лесовосстановление, га	151,5	149,7	130,4	60,1
Дополнение лесных культур, га	-	-	46,6	21,3
Комбинированное лесовосстановление, га	-	-	-	25,1
Лесоразведение, га	-	-	-	36,6
Производство сеянцев с ЗКС, тыс. шт.	105,0	216,4	563,8	250,0

хвойные породы, но не позволяют переносить выводы на широколиственные культуры.

Для Приморского края важна адаптация технологии к муссонному климату. Весенний дефицит влаги, летнее переувлажнение, высокая конкурентная способность травянистой растительности и неоднородность почв могут по-разному влиять на культуры различных пород. Контейнерный ком снижает риск иссушения корней до посадки, но не устраняет требования к глубине посадки, плотному контакту кома с почвой и последующему уходу.

Официальные данные подтверждают масштаб внедрения ЗКС, но не доказывают ее лесоводственное преимущество, поскольку не включают приживаемость, сохранность и рост. Приоритетом должна стать региональная система производственных опытов и постоянных пробных площадей с синхронным сравнением ЗКС и ОКС. До получения таких данных технологию следует применять дифференцированно – с учетом породы, лесорастительных условий, качества контейнерного сеянца и возможности своевременного ухода.

Литература

1. Бобушкина С.В., Сеньков А.О., Файзулин Д.Х. Практика выращивания лесного посадочного материала с закрытой корневой системой применительно к тепличным комплексам Архангельской области // Вопросы лесной науки. – Т. 3 – № 4. – 2020. – С. 1–16.
2. Выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой в Устьянском тепличном комплексе. Практические рекомендации / Сост. А. В. Жигунов, А. И. Соколов, В. А. Харитонов Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. – 2016. – 43 с.
3. Гвоздик Ю.А., Приходько О.Ю. Выбор оптимального субстрата для выращивания сеянцев с закрытой корневой системой // Инновации молодых – развитию сельского хозяйства [Электронный ресурс]: материалы 59 Всероссийской студенческой научной конференции (27-31 марта 2023 г.). – Ч. II- Агроинжинерия, лесное хозяйство, гуманитарные науки, агрономия, землеустройство и кадастры, технологии переработки сельскохозяйственной продукции, природоустройство и водопользование / ФГБОУ ВО Приморская ГСХА; отв. ред. В.В. Подвалова. – Уссурийск, 2023. – С. 43-46.
4. Грибов С. Е., Ганжа Н. В. Лесоводственно-экономическая оценка лесных культур, созданных различным видом посадочного материала // Молочнохозяйственный вестник. 2015. № 1 (17). С. 14–22.
5. Ермаков А.Н., Приходько О.Ю. Выращивание сеянцев с закрытой корневой системой в условиях Приморского края // Лесные экосистемы: состояние, проблемы и пути их решения в современных условиях [Электронный ресурс]: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 65-летнему образованию Лесохозяйственного факультета / Института лесного и лесопаркового хозяйства в Приморском ГАТУ (29 сентября 2023 г.). – ФГБОУ ВО Приморский ГАТУ; отв. ред. А.И. Павленко – Уссурийск, 2023. – С. 33-36.
6. Жигунов А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой – СПб: СПб НИИИЛХ, 2000. – 293 с.
7. Приказ Минприроды России от 29.12.2021 № 1024 «Об утверждении Правил лесовосстановления, формы, состава, порядка согласования проекта лесовосстановления, оснований для отказа в его согласовании, а также требований к формату в электронной форме проекта лесовосстановления». – URL: https://docs.cntd.ru/document/728111110 (дата обращения 20.07.2026).
8. Якимов Н.И., Крук Н.К., Юреня А.В. Агротехника выращивания сеянцев сосны обыкновенной в условиях закрытого грунта // Труды БГТУ. – 2018. – серия 1. – № 1. – С. 25-30.

CREATING FOREST CROPS USING SEEDLINGS WITH CLOSED ROOT SYSTEMS: EXPERIENCE IN PRIMORSKY KRAI

Prikhodko O.Yu.

Primorsky State Agricultural University, Ussuriysk

КАРТА ЛЕСОВ А.Ф. БУДИЩЕВА 1864 Г. В ИЗУЧЕНИИ ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПРИМОРЬЯ

Пуреховский А.Ж.
Институт географии РАН, г. Москва, purekhovskii@igras.ru

Исторические карты — один из немногих источников, позволяющих количественно оценить изменения лесного покрова за время, сопоставимое с длительностью лесообразовательного процесса. Для юга Дальнего Востока такая оценка особенно показательна: русское освоение края началось лишь в 1860 г., и первый картографический срез зафиксировал леса, ещё почти не затронутые колонизацией.

Таким срезом стала «Карта части Приморской области, заключающей Приамурский и Уссурийский края и Прибрежье Восточного океана», составленная капитаном корпуса лесничих А.Ф. Будищевым в 1864 г. по итогам работ первой лесоустроительной партии (1860–1867 гг.). Введение этого источника в научный оборот — заслуга Юрия Ивановича Манько: он инициировал переиздание «Описания лесов южной части Приморской области» (Будищев, 1883), провёл разыскания в архивах Владивостока, Иркутска и Санкт-Петербурга, составил хронику работ партии и биографические очерки её участников. Благодаря подготовленному им изданию (Леса Дальнего Востока…, 2016) карта Будищева, единственный экземпляр которой сохранился в фондах Русского географического общества, была опубликована впервые: в советские годы она носила гриф «секретно». Без этой работы Ю.И. Манько наш пространственный анализ был бы невозможен.

Карту Будищева уже привлекали для оценки изменений лесов: по лесистости края в целом (Майоров и др., 2008), по трансектам (Петропавловский, Урусов, 2009), по составу древостоев на пробных площадях (Манько и др., 2016). Наше исследование дополняет их сплошным геоинформационным сравнением границ сомкнутых лесов — подход, известный по историческим топокартам Европы (Kaim et al., 2016).

Листы карты (10 вёрст в дюйме, около 1:420 000) были отсканированы, привязаны в равноугольной конической проекции и векторизованы по границам лесов (рисунок). Для сравнения использована сопоставимая по генерализации карта ГГЦ 2001 г. (1:500 000). Территория анализа — юго-запад Приморья: район наибольшей плотности маршрутов партии и наиболее обезлесенная ныне часть края; современные границы обрезаны по государственной границе 1859 г. Изменения площадей оценивались по секторам, различающимся ландшафтами и природопользованием; смещение границы леса измерялось после скелетизации полигонов (метод Skeletonize, Python) как среднее по перпендикулярам между разновременными границами.



Рисунок. Фрагмент карты лесов А.Ф. Будищева 1864 г. с векторизованной границей сомкнутых лесов (красная линия)

Площадь сомкнутых лесов исследуемой территории составила 1496850 га на карте 1864 г. и 1324106 га на карте 2001 г.: сокращение на 172744 га, или 11,5%. Изменения распределены резко неравномерно. В Ханкайской котловине леса сократились на 183046 га (−17%): к западу, у Борисовского плато, граница отступила в среднем на 5,8 км из-за распашки и выпаса советских лет, к востоку — на 2,3 км. На крайнем юго-западе (Хасанский сектор) площадь лесов даже выросла (+10302 га, +2,4%), а в нижнем течении р. Раздольной и на морском побережье граница сместилась лишь на

0,7 км — в пределах точности интерпретации исходных карт.

Вопреки представлениям о катастрофическом обезлесении юго-западного Приморья пожарами и рубками, граница сомкнутых лесов за почти полтора столетия освоения существенно изменилась лишь там, где леса сводились под пашню и пастбища. Антропогенное воздействие проявилось прежде всего в смене состава древостоев (Манько и др., 2016), а не в отступании леса. Массивы со стабильной границей — кандидаты в ценные лесные территории. Полученный результат продолжает начатую Ю.И. Манько линию сопоставления современных лесов с их исходным состоянием, зафиксированным первопроходцами.

Литература

Будищев А.Ф. Описание лесов южной части Приморской области // Сборник главнейших официальных документов по управлению Восточной Сибирью. Т. 5. Леса Приморского края. Вып. 1. Иркутск, 1883. 537 с.

Леса Дальнего Востока глазами первопроходцев / сост. Ю.И. Манько, А.Ж. Пуреховский; под науч. ред. Ю.И. Манько. СПб.: Изд. Д.В. Львов, 2016. 512 с.

Майоров И.С., Урусов В.М., Петропавловский Б.С. К 150-летию экспедиции капитана корпуса лесничих А.Ф. Будищева // Россия и АТР. 2008. № 4. С. 14–23.

Манько Ю.И., Гладкова Г.А., Сибирина Л.А. Леса на полуострове Муравьев-Амурский 150 лет назад // Вестник ДВО РАН. 2016. № 1 (185). С. 5–14.

Петропавловский Б.С., Урусов В.М. К 150-летию первой лесоустроительной экспедиции капитана корпуса лесничих А.Ф. Будищева // Вестник ДВО РАН. 2009. № 1.

Kaim D., Kozak J., Kolecka N., Ziółkowska E., Ostafin K., Ostapowicz K., Gimmi U., Munteanu C., Radeloff V.C. Broad scale forest cover reconstruction from historical topographic maps // Applied Geography. 2016. V. 67. P. 39–48. DOI: 10.1016/j.apgeog.2015.12.003.

BUDISHCHEV'S 1864 FOREST MAP IN STUDYING FOREST ECOSYSTEM DYNAMICS OF SOUTHWESTERN PRIMORYE

Purekhovsky A.Zh.

Institute of Geography RAS, Moscow

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПОВРЕЖДЕНИЯ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА ОСТРОВЕ САХАЛИН

Сабиров Р.Н.
Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, r.sabirov@imgg.ru

Лесные культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), наряду с другими породами, начали создавать японцы в период своего пребывания на острове Сахалин в 1905–1945 гг. В первые послевоенные годы ежегодные объемы искусственного восстановления лесов, при отсутствии у предприятий лесного хозяйства Сахалина соответствующей инфраструктуры, в целом были незначительными. Между тем весьма масштабные лесовосстановительные работы на острове осуществлялись именно в советский период, в основном с 1964 по 1990 гг. В частности, в 60-е годы лесные культуры ежегодно создавались в среднем на площади 3–4 тыс. га, в последующие годы объемы их возросли до 8–10 тыс. га в год, что было обусловлено, прежде всего, вводом двух крупных базисных питомников в Смирныховском и Южно-Сахалинском лесхозах, обеспечивающих текущие потребности необходимым количеством посадочного материала. При этом в 1980 г. были достигнуты максимальные показатели (12 тыс. га) в истории лесокультурного дела на Сахалине. В указанные годы для искусственного восстановления лесов, кроме аборигенных хвойных пород, начали широко использовать сосну обыкновенную. Сосна на Сахалине в естественном виде не произрастает и в этой связи лесные культуры её создавались из семян, поставляемых централизованным способом из различных регионов нашей страны, преимущественно из Амурской, Иркутской, Читинской и некоторых других областей. Первые опытные культуры сосны обыкновенной были созданы в 1948 году на юге Сахалина (Корсаковский лесхоз) на площади 33 га. А с 1965 г. сосну начали сажать во всех районах Сахалина, включая и самые северные – Охинский и Ногликский. Наиболее активно лесные культуры сосны создавались с 1968 по 1990 гг. и достигали от 2 до 9,2 тыс. га в год или 50–77% от всего объема ежегодных лесовосстановительных работ на острове (Сабиров, 2022).

Общая площадь лесных культур сосны, созданных за весь период их выращивания на острове, составила свыше 113 тыс. га. Однако, несмотря на явное преобладание сосны при искусственном лесоразведении на Сахалине, значительные площади лесных культур этой породы регулярно погибали, доля которых в итоге достигла около 36%. В этой связи, с 1993 г. произошло резкое сокращение, а в 2008 г. полностью прекращено промышленное выращивание сосны на острове, что в итоге отразилось и в объемах сосновых культур, созданных за последние 20 лет – всего 0,2%. Гибель лесных культур по всем остальным породам, выращиваемых на острове Сахалин, составила лишь 3,7%.

Возможными причинами гибели сосновых культур оказывались частые снеголомы, ветровалы и буреломы во время прохождения внетропических циклонов и тайфунов на острове, воздействие других неблагоприятных природных факторов. Периодические лесные пожары, смывание лесных культур ливневыми дождями на горных склонах, вымокание молодых сеянцев на переувлажненных, кислых почвах с тяжелым механическим составом, которые преобладают на острове (Ивлев, 1965), также сыграли свою существенную роль в сокращение уже созданных культурценозов сосны обыкновенной.

Однако основной причиной массовой гибели лесных культур сосны на острове, по нашим наблюдениям, является повреждение их различными видами грызунов. Именно объедание коры, частичное или полное «окольцовывание» стволиков, особенно у молодых культур сосны, является главным зоогенным фактором их ослабления, отставания в росте и развитии, а впоследствии и гибели. Объедание коры сосновых культур в наибольшей степени происходит в зимний период, когда кормовая база для животных существенно сокращается. При этом степень повреждения сосновых культур грызунами зависит от состава и структуры нижних ярусов лесных сообществ. Безусловно, наиболее высокая доля поврежденных культур сосны наблюдается в бамбучниковых типах леса. Во всех обследованных лесничествах южной части

острова, где господствуют бамбучниковые типы леса, практически каждое дерево сосны в лесных культурах в той или иной степени было повреждено грызунами.

В зимний период, когда поверхность почвы покрывается толстым слоем снега, густой и очень упругий подлесок из сазы курильской (бамбука) служит своеобразным защитным каркасом, под которым образуется определенное воздушное пространство для обитания и свободного перемещения грызунов. Вследствие этого многие виды грызунов находят здесь весьма благоприятные условия для перезимовки, а кормовой базой при этом служит нежная кора стволиков молодых сосен. Тогда как в мертвопокровных и мелкотравных типах леса, где зимой ложится довольно плотный слой снега, полностью препятствующий или затрудняющий перемещение грызунов, повреждение культур сосны происходит существенно меньше. Доля поврежденных стволов сосны в указанных типах леса составляла около 33–37%. Лишь единичные повреждения сосновых культур отмечено в прибрежной зоне острова, где постоянно дующие ветры с Охотского моря сильно уплотняют снежный покров, порой даже с формированием ледяной корки, что максимально ограничивают условия для обитания грызунов в зимний период. А так как бамбучниковые типы леса, не только в южных районах, но и в средней части острова Сахалин, представлены очень широко, то и площадь поврежденных и погибших культурценозов сосны обыкновенной достигает огромных значений.

Литература

Ивлев А.М. Почвы Сахалина. М.: Наука, 1965. 116 с.

Сабиров Р.Н. Искусственное восстановление лесов на острове Сахалин // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2022. Вып. 241. С. 142-156.

SOME ASPECTS OF DAMAGE TO SCOTS PINE PLANTATIONS ON SAKHALIN ISLAND

Sabirov R.N.

Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ КАТАСТРОФИЧЕСКОГО ВЕТРОВАЛА (В КОНТЕКСТЕ АДАПТИВНЫХ ЦИКЛОВ)

Сало М.А.[1], Иванов А.В.[2], Бондарчук С.Н.[3]

[1] Тернейский филиал КГКУ «Приморское лесничество», пгт. Терней, Россия, salo_mihail@mail.ru

[2] Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск, Россия

[3] Сихотэ-Алинский государственный природный биосферный заповедник им. К.Г. Абрамова», пгт. Терней, Россия

Введение. Сильные тайфуны и ветровалы — ключевой фактор естественной динамики лесов Сихотэ-Алиня (Манько, Гладкова, 2001; Omelko et al., 2016), меняющий не только биомассу, но и вектор лесообразовательного процесса. Традиционные одномерные ряды таксации можно дополнить анализом в многомерном пространстве состояний, опираясь на теорию адаптивных циклов (Holling, 2001; Seidl, Turner, 2022), описывающую фазы накопления ресурсов, высвобождения и реорганизации. Цель работы — апробировать концепцию многомерного пространства состояний для анализа постветровальной динамики лесов на основе многолетних данных постоянных пробных площадей (ППП).

Материалы и методы. Использованы ряды наблюдений (до 60+ лет) на ППП в коренных и производных лесах Сихотэ-Алинского заповедника (включая объекты, заложенные Ю.И. Манько). Тайфун «Лайонрок» (2016 г.) рассмотрен как естественный эксперимент. Сформировано трехмерное пространство состояний на базе прокси-переменных: 1) запас древостоя (структурно-биомассовый потенциал); 2) участие позднесукцессионных видов в пологе (структурно-композиционная организация); 3) состав и размерная структура подроста (регенерационный потенциал). Последовательность ревизий позволила построить траектории динамики отдельных ППП.

Результаты и обсуждение. Трехмерный анализ выявил дивергенцию постветровальных траекторий в зависимости от предкатастрофического состояния насаждений. На ППП в коренном кедровнике зафиксирован полный вывал и срыв в глубокую реорганизацию (замещение). В средне- и старовозрастных елово-кедровых лесах нарушение ограничилось локальным выпадением ели при сохранении основы структуры (реструктуризация).

В послепожарных производных березняках реакция также неоднородна: на одних участках отпад пионеров привел к смене доминантов и формированию полидоминантного дубово-хвойного насаждения, на других — сопровождался структурной амортизацией с сохранением пропорций полога.

Сопоставление древостоя и возобновления подтверждает: численность подроста сама по себе не определяет вектор развития; критически важны его породный состав и распределение по размерным категориям, формирующие альтернативный пул будущего полога под защитой материнского древостоя.

Заключение. Представление данных ППП в виде траекторий в многомерном пространстве состояний позволяет наглядно описать фазы адаптивного цикла и дивергенцию сукцессионных путей после катастроф. Исходная организация полога и состояние регенерационного пула выступают ключевыми предикторами направления постветровальной реорганизации лесных экосистем.

Литература

Манько Ю.И., Гладкова Г.А. Усыхание ели в свете глобального ухудшения темнохвойных лесов. Владивосток: Дальнаука, 2001. 228 с.

Omelko A., Ukhvatkina O., Zhmerenetsky A. Disturbance history and natural regeneration of an old-growth Korean pine-broadleaved forest in the Sikhote-Alin mountain range, Southeastern Russia // Forest Ecology and Management. 2016. Vol. 360. P. 221–234.

Holling C.S. Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems // Ecosystems. 2001. Vol. 4. P. 390–405.

Seidl R., Turner M.G. Post-disturbance reorganization of forest ecosystems in a changing world // PNAS. 2022. Vol. 119. No 28. e2202190119.

FEATURES OF FOREST ECOSYSTEM DYNAMICS UNDER THE IMPACT OF CATASTROPHIC WINDTHROW (IN THE CONTEXT OF ADAPTIVE CYCLES)

Salo M.A.[1], Ivanov A.V.[2], Bondarchuk S.N.[3]

[1] Terney Branch of Primorskoe Forestry, Terney, Russia

[2] Institute of Geology and Nature Management FEB RAS, Blagoveshchensk, Russia

[3] Sikhote-Alin State Nature Biosphere Reserve named after K.G. Abramov, Terney, Russia

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОСТАГРОГЕННЫХ ТЕХНОБИОГЕОМ СМОЛЕНСКОГО ПООЗЕРЬЯ

Семенков И.Н.[1,2], Бавшин И.М.[3], Бондарь А.И.[2], Гаврилюк Е.А.[1], Гераськина А.П.[1], Енчилик П.Р.[1,2], Клинк Г.В.[4], Титовец А.В.[1,5], Тихонова Е.В.[1], Шопина О.В.[1,2]

[1] Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов им. А.С. Исаева РАН, Москва, semenkov@seogr.msu.ru

[2] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва

[3] Национальный парк «Смоленское Поозерье», Пржевальское

[4] Высшая школа экономики, Москва

[5] Институт лесоведения Российской академии наук, Успенское

После широкомасштабного сокращения распашки в Восточной Европе активно восстанавливаются леса. Наблюдаемые изменения могут быть охарактеризованы с использованием термина технобиогеома, предложенного М.А. Глазовской (1972): группы геохимических ландшафтов со сходным уровнем устойчивости и характером ответных реакций на определённые техногенные воздействия (бездействие в случае прекращения распашки).

Расположенный в экотоне таежных и широколиственных лесов нацпарк «Смоленское Поозерье» с большим ландшафтным и ценотическим разнообразием – прекрасный модельный объект для анализа постагрогенной динамики экосистем, где, начиная как минимум с конца XVIII в., можно отследить несколько этапов забрасывания распахиваемых земель. Здесь для характеристики 7 стадий трех хроносерий (сосновой, еловой и хвойно-широколиственной: С, Е и Д соответственно) выполнено 173 геоботанических описания растительности, заложено 80 почвенных разрезов, в >2500 пробах почв и подстилок изучены агрохимические свойства и фракционно-групповой состав 27 химических элементов, в 447 образцах исследован состав и биомасса почвенной макрофауны, в 165 образцах проанализирован почвенный микробиом методом ампликонного секвенирования.

Составлена карта технобиогеом выровненных поверхностей междуречья нацпарка «Смоленское Поозерье» масштаба 1:150 000. На карте представлены две постагрогенные технобиогеомы (каждая разделена на 6 стадий по степени восстановления индикаторных характеристик), схожие по отклику на прекращение распашки и отражающие стадиальность и скорость естественного восстановления основных компонентов: 1. ландшафты с хвойными лесами и их производные на бескарбонатных породах легкого гранулометрического состава, 2. ландшафты с хвойно-широколиственными лесами и их производные на бескарбонатных и остаточно-карбонатных породах тяжелого гранулометрического состава. В основу созданной карты положена информация, характеризующая, на какой стадии восстанавливаются индикаторные свойства изученных компонентов экосистем.

Название картографируемых единиц (стадий постагрогенных технобиогеом) складываются из характеристик основных компонентов ландшафта и времени в годах, необходимого для восстановления. Растительность как наиболее динамичный компонент охарактеризована наибольшим числом показателей: группа сообществ (агроценозы, луговые или лесные; для последних – возраст, ярусность, доминанты, наличие оконной структуры), жизненные формы по И.Г. и Т.И. Серебряковым (Серебряков, 1964; Серебрякова, 1972), ценотические группы по Жмылеву с соавторами (2021), эколого-ценотические группы по Ценофонду (2026) и общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса, видовое богатство сосудистых растений сообщества; характеристика валежа (обилие, стадия разложения по шкале П.В. Гордиенко (1979), видовая принадлежность). Для почв указана группа (агропреобразованная или естественная), класс условий миграции по А.И. Перельману, степень реградации профиля в авторских градациях, наличие ветровальных почвенных комплексов, морфологическая и химическая характеристика подстилочных горизонтов. Помимо этого, охарактеризован почвенный ценоз: дана общая характеристика (альфа разнообразие, состав индикаторных таксономических

групп) макрофауны (в т.ч. отдельно подстилочной макрофауны) и микробиома.

Исследование выполнено в рамках проекта РНФ № 21-74-20171-П. Секвенирование выполнено в ЦКП в области геномики Сколтеха.

Литература

Глазовская М.А. Технобиогеомы – исходные физико-географические объекты ландшафтно-геохимического прогнозирования // Вестник МГУ. Сер. География. 1972. № 6. С. 23–35.

Гордиенко П.В. Экологические особенности дереворазрушающих грибов в лесных биогеоценозах среднего Сихотэ-Алиня: Дисс. … канд. биол. наук (спец. 03.00.05). М.: Московский гос. университет, 1979. 149 с.

Жмылев П.Ю., Уланова Н.Г., Чередниченко О.В. Биоразнообразие флористического состава фитоценозов. подходы и методы. М.: МАКС Пресс, 2021. 112 с.

Серебряков И.Г. 1964. Жизненные формы высших растений и их изучение // Полевая геоботаника. М., Л.: Изд-во АН СССР. Т. 3. С. 146–208.

Серебрякова Т.И. 1972. Учение о жизненных формах растений на современном этапе // Итоги науки и техники. Ботаника. М.: ВИНИТИ. Т. 1. С. 84–137.

Ценофонд лесов Европейской России [Электронный ресурс] // ЦЭПЛ РАН. Режим доступа: http://cepl.rssi.ru (дата обращения: 11.05.2026)

CHARACTERIZATION OF POST-AGROGENIC TECHNOBIOGEOMES IN SMOLENSK LAKELAND

Semenkov I.N.[1,2], Bavshin I.M.[3], Bondar A.I.[2], Gavrilyuk E.A.[1], Geraskina A.P.[1], Enchilik P.R.[1,2], Klink G.V.[4], Titivets A.V.[5], Tikhonova E.V.[1], Shopina O.V.[1,2]

[1] Isaev Centre for Problems of Forest Ecology and Productivity RAS, Moscow

[2] Lomonosov Moscow State University, Moscow

[3] Smolenskoye Poozerye National Park, Przhevalskoe

[4] Higher School of Education University, Moscow

[5] Institute of Forest Science of the Russian Academy of Sciences, Uspenskoe

ДОЛГОВРЕМЕННЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ОТ ПАДЕНИЯ ПЕРВОЙ СТУПЕНИ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ «ПРОТОН» В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ

Семенков И.Н.[1], Леднев С.А.[1], Карпачевский А.М.[1], Делеган Я.А.[2], Болотник Т.А[1], Клинк Г.В.[3], Трифонова В.А.[1], Богун А.Г.[3], Миронова О.А.[3], Смоленков А.Д.[1], Королева Т.В.[1]

[1] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, semenkov@seogr.msu.ru

[2] Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрябина РАН, Федеральный исследовательский центр Пущинский научный центр биологических исследований РАН, Пущино

[3] Высшая школа экономики, Москва

Использование космодрома Байконур, который вместе со многими объектами инфраструктуры находится в Республике Казахстан, – одна из экологических проблем и современной России. В результате запуска с Байконура более 1,5 тыс. ракет-носителей (РН) в казахстанских районах падения (РП) сформировалось >5 тыс. мест штатного падения (МП) 1-х ступеней. Договор аренды комплекса «Байконур» 1994 г. определяет, что Россия как арендатор обязуется «использовать и содержать арендуемые объекты с учетом требований экологической безопасности, правил природопользования, охраны окружающей среды, проводить мероприятия по очистке районов падения от отделяющихся частей ракет-носителей». По завершении аренды объекты космодрома будут обследованы казахстанскими природоохранными органами для определения ущерба, нанесенного окружающей среде, и суммы компенсации от данной деятельности.

На МП 1-й ступени РН «Протон» образуются разнообразные нарушения: механическое целостности почвенно-растительного покрова (среднее 55–1740 м2, частота появления 6–76% в зависимости от интенсивности проявления; n=33, 2014–2024 гг.), пирогенное (21 тыс. м^2, 36%), химическое от проливов ракетного топлива – азотного тетраоксида и высокотоксичного гептила (Семенков и др., 2025).

Цель данного исследования – оценка актуального состояния растительности, почв и почвенного микробиома старых МП 1-й ступени РН «Протон» в Центральном Казахстане. Для этого в зоне Ю-24 выполнен скрининговый анализ состояния наземного покрова 119 МП 1-й ступени РН «Протон» 2001–2024 гг. по данным спутниковой серии Landsat. Далее для полевой верификации на выровненных поверхностях междуречья оставлено 73 МП в сообществах белоземельнополынной формации, в том числе постпирогенные производные [4], которые разделены на 4 возрастные стадии по годам, прошедшим с момента падения фрагментов РН: 0–3(5), 5–10, 10–15 и 15–25.

В ходе полевых работ в мае 2025 г. выполнено 56 геоботанических описаний и отобрана 51 проба почв для дальнейших анализов (в т.ч. с 42 парных площадок, характеризующих МП и близлежащий к нему ненарушенный участок; минимум 4-кратная повторность на стадию).

На МП 1-й ступени РН «Протон» площадь нарушений варьировала от 0 (на 3 МП) до 1029 м^2. В зоне Ю-24 турбоземы с обилием артефактов диаметром 2–15 см занимают суммарно до 0,94 га (<0,0006%). От недавних МП к старым снижается концентрация валового и подвижного гептила (доля последнего 16±7% от валового), водорастворимых NO^{2-}, NO^{3-} и NH^{4+}. При этом по общему N такой тенденции нет.

Возраст места падения 1-й ступени значимо влияет только на снижение проективного покрытия Agropyron desertorum и повышение проективного покрытия Stipa sareptana. В пределах 4 лет после падения 1-й ступени РН “Протон” в подавляющем большинстве случаев регистрируется умеренная степень деградации растительности по критериям (Касимов и др., 2011; Кондратьев и др., 2015). Для восстановления видового состава и структурных показателей растительности достаточно 4–8 и 10 лет после падения соответственно. Дигрессионные проявления на 20–40% МП сохраняются дольше, замедляя возобновление доминантов, свойственных

коренным сообществам. Видовой состав растительности нарушенных и фоновых участков сходен.

Микробное разнообразие обследованных фоновых почв и с МП значимо не отличается по метаболическому потенциалу, α- и β-разнообразию бактерий и грибов на всех таксономических уровнях. Отсутствуют надежные индикаторы, реагирующие на наличие в почвах гептила и его дериватов.

Таким образом, остаточные концентрации высокотоксичного гептила и его дериватов в почвах МП 1-й ступени РН «Протон» не оказывают непоправимого урона состоянию уязвимых аридных экосистем Центральном Казахстане.

Исследование выполнено в рамках проекта РНФ № 25-74-20011; полногеномное секвенирование – в ЦКП в области геномики Сколтеха на приборе «NovaSeq 6000» (фирма «Illumina», США).

Литература

Касимов Н.С., Кондратьев А.Д., Королева Т.В. и др. Экологический мониторинг ракетно-космической деятельности. М.: Рестарт, 2011. 472 с.

Кондратьев А.Д., Касимов Н.С., Кречетов П.П. и др. Экологическая безопасность ракетно-космической деятельности. М.: Спутник+, 2015. 304 с.

Леднев С.А. Пирогенная динамика растительности северных пустынь Центрального Казахстана: специальность 1.6.12: диссертация… кандидата географических наук / Леднев Сергей Анатольевич. Москва, 2026. 200 с.

Семенков И.Н., Леднев С.А., Королева Т.В. Технобиогеомы объектов накопленного экологического вреда космодрома Байконур // Глины и глинистые минералы – 2025. VII Российское Совещание по глинам и глинистым минералам «ГЛИНЫ-2025». Томск, 8–12 сентября 2025 г. М.: ИГЕМ РАН, 2025. С. 16–18.

LONG-TERM CONSEQUENCES OF THE FALLING OF THE ‘PROTON’ LAUNCH VEHICLE FIRST STAGE IN CENTRAL KAZAKHSTAN

Semenkov I.N.[1], Lednev S.A.[1], Karpachevskiy A.M.[1], Delegan Ya.A.[2], Bolotnik T.A.[1], Klink G.V.[3], Trifonova V.A.[1], Bogun A.G.[2], Mironova O.A.[2], Smolenkov A.D.[1], Koroleva T.V.[1]

[1] Lomonosov Moscow State University, Moscow

[2] G.K. Skryabin Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms, Federal Research Center Pushchino Scientific Center for Biological Research, Russian Academy of Sciences, Pushchino

[3] Higher School of Education University, Moscow

ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА ТЕСТОВОМ ПОЛИГОНЕ НА ТЕРРИТОРИИ ВЕРХНЕУССУРИЙСКОГО СТАЦИОНАРА ФНЦ БИОРАЗНООБРАЗИЯ

Сибирина Л.А., Гладкова Г.А.
ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, Sibirina@biosoil.ru

Экспресс оценка лесной экосистемы проводилась на Верхнеуссурийском стационаре ФНЦ Биоразнообразия (ВУС) на тестовом полигоне интенсивного уровня в рамках реализации важнейшего инновационного проекта государственного значения «Углерод в экосистемах: мониторинг». ВУС расположен в бассейне р. Правая Соколовка, которая является притоком четвертого порядка р. Уссури. Территория относится к западному макросклону Сихотэ-Алиня и имеет сильно расчлененный рельеф. Леса представлены насаждениями двух высотных поясов – кедрово-широколиственных и пихтово-еловых лесов и интразональных долинных ильмово-ясеневых лесов.

Цель работы – исследование сомкнутости крон древостоя, подроста и подлеска; определение проективного покрытия напочвенного покрова (ПП).

Тестовый полигон размером 2,5×1,6 км, площадь которого из-за сильной изрезанности горного рельефа составила более 4 км^2, был заложен на территории ВУС в 2024 г. Тестовый полигон закладывается для: 1) повышения точности оценок запасов углерода в наземных экосистемах; 2) дальнейшей оценки многолетней динамики углерода и азота в почвах и растениях; 3) разработки методов интеграции наземных данных и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) разного пространственного разрешения; 4) оценки конверсионных коэффициентов (Методические рекомендации к проведению геоботанических и почвенных исследований в лесных экосистемах, 2024).

Таблица. Средние показатели экспресс оценки на полигоне

Показатель	Рубленные	Ненарушенные	Весь полигон
Количество площадок, шт.	130	216	346
Сомкнутость крон древостоя, %	57,3	54,6	55,7
Сомкнутость яруса B*, %	36,2	41,2	39,3
Проективное покрытие яруса C**,%	57,6	49,6	52,8
Проективное покрытие яруса D***, %	2,1	2,1	2,1
Доминанты древостоя, % ПП			
Betula costata	12,8	12,2	12,4
Tilia taquetii	12,0	12,4	12,3
Picea jezoensis	8,5	5,6	6,7
Pinus koraiensis	3,7	8,4	6,6
Abies nephrolepis	5,2	5,8	5,6
Populus	1,5	0,2	0,7
Доминанты в ярусе C, % ПП			
Leptorumohra amurensis	14,4	10,4	11,9
Dryopteris crassirhizoma	4,7	3,8	4,1
Carex sp.	4,0	4,2	4,1
Actinidia kolomikta	2,6	4,1	4,1
Schisandra chinensis	1,5	2,9	2,3
Philadelphus tenuifolius	1,7	2,6	2,2

Примечание. * в ярусе B кроны подлеска и подроста; ** ярус C включает травы, кустарнички, низкие кустарники, лианы и мелкий подрост древесных видов; *** ярус D – общее ПП бриевых мхов.

Группой экспертов ЦЭПЛ РАН проведена сегментация полигона и подготовлены координаты для проведения экспресс-оценки основных характеристик растительности и почв для пространственного позиционирования и закладки пробных площадей непосредственно на территории тестового полигона. С помощью методов ДЗЗ на тестовом полигоне было выделено 346 относительно однородных сегментов. Геоботаническая экспресс оценка растительности проводилась визуально в заданных точках,

которые были размещены в каждом выделенном сегменте, и определялась с использованием GPS-навигатора в круге радиусом 5,6 м. Антропогенному воздействию на тестовом полигоне были подвержены 130 сегментов, а 216 сегментов представляли ненарушенную территорию.

Половина заданных точек, где была проведена экспресс-оценка растительности, расположена на полигоне на высоте 700–840 м над ур. м., 41% точек занимают склоны высотой 600–700 м над ур. м. Ненарушенные лесные участки в основном расположены на ЮЗ и СВ крутых и средне крутых склонах на высоте 700–800 м. Участки, подвергшиеся рубкам, преимущественно занимают полосу от 600 до 700 м и склоны СВ, С и СЗ экспозиции малой и средней крутизны; меньше рубок было проведено на крутых склонах В, ЮЗ, З и ЮВ экспозиции на высотах 700–800 м и 560–600 м. Данные экспресс оценки приведены в таблице.

На полигоне на рубленых участках сомкнутость крон древостоя и проективное покрытие травяно-кустарничкого яруса выше, а сомкнутость яруса, включающего подрост и подлесок ниже. В древостое на рубленых участках доминируют береза, липа и ель, а на ненарушенных – липа, береза и кедр. В травяно-кустарничковом ярусе полигона преобладают мезогигрофитные папоротники *Leptorumohra amurensis* и *Dryopteris crassirhizoma* и осоки (*Carex campylorhina, C. xiphium* и др.), на ненарушенных участках в ярусе С заметно участие вегетативных форм древовидных лиан и чубушника.

Пространственное размещение основных лесообразующих пород, входящих в верхний полог, на тестовом полигоне происходит в соответствии с изменением абсолютной высоты над уровнем моря. Доля ели аянской и пихты белокорой увеличивается с высотой и снижается в зоне преобладания кедра, березы желтой и липы Таке, которая находится в полосе 700–800 м.

На тестовом полигоне обнаружены виды, которые занесены в Красную книгу РФ (2008) и Приморского края (2008): единичные экземпляры тиса остроконечного и пиона обратнояйцевидного встречались повсеместно, женьшень – очень редко, глянцелистник японский – редко; подмаренник удивительный – часто.

Предложенная методика полевых геоботанических исследований обеспечивает возможность получать данные о растительности, пространственно сопряженные с ДДЗ и наземными данными остальных рабочих групп, исследующих другие влияющие на цикл углерода компоненты экосистем.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012400285-7).

EXPERIENCE IN CONDUCTING GEOBOTANICAL STUDIES AT THE TEST SITE ON THE TERRITORY OF THE VERKHNEUSSURIYSKY STATION OF THE FEDERAL SCIENTIFIC BIODIVERSITY CENTER

Sibirina L.A., Gladkova G.A.
Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

ЗАПАСЫ УГЛЕРОДА АЛЬФЕГУМУСОВЫХ ПОЧВ ЛЕСОВ ВОСТОКА ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Симонова Ю.В., Мельникова А.В.
Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, y.simonova@spbu.ru

При всей важности знаний запасов углерода почв лесов существует высокая неопределенность их оценки вследствие различий в методах определения содержания углерода, дефицита данных о плотности сложения почв и учета их каменистости (Копцик и др., 2023). Для лесных почв различия в оценках запаса углерода связаны также с различием в мощности слоев, для которых определяются запасы, с вертикальной стратификацией органопрофиля, требующей дифференцированного отбора проб, с неоднородностями лесных формаций (Бахмет, 2018).

Цель работы: оценить запасы углерода лесных альфегумусовых почв востока Ленинградской области и определить факторы их варьирования.

Объекты и методы. Территория исследования находится в Бокситогорском районе и характеризуется наличием озовых форм, образующих пересеченный дренированный рельеф. В южнотаежно-лесных ландшафтах Бокситогорского района леса занимают более 60% площади, тогда как сельскохозяйственное освоение территории слабое.

Почвенные разрезы были заложены на землях лесного фонда в пределах Бокситогорского лесничества. Возраст древостоя составляет от 30 до 50 лет.

Рассмотренные нами почвы представлены дерново-подбурами и дерново-подбурами оподзоленными. В настоящее время участки исследования не испытывают какой-либо выраженной антропогенной нагрузки. Однако в течение последних десятилетий леса в районе подвергались вырубке, в том числе в связи с установленным видом использования земли.

Для определения содержания и запасов углерода (Сорг) в пределах верхних горизонтов производился дифференцированный отбор образцов почв слоями толщиной 5 см.

Определение плотности сложения почв выполняли методом режущего цилиндра; образцы отбирались в трехкратной повторности. Определение содержания Сорг в каждом образце почвы проводили методом Тюрина с титриметрическим окончанием в трехкратной повторности.

Результаты и обсуждение. Кислые почвы таежно-лесной зоны на легких породах характеризуются невысоким содержанием Сорг – от 0.47 до 2.53%, при среднем значении – 1.27%. Анализ особенностей органопрофилей показал, что изученные почвы можно разделить на те, где снижение Сорг происходит более постепенно, и те, где Сорг убывает резко. При этом элювиально-иллювиальный характер Сорг в почвах не выражен, поскольку сразу под гумусовым горизонтом залегает иллювиальный горизонт BF. Содержание Сорг в горизонте BF может достигать 0.60%, но в среднем находится в диапазоне 0.10–0.30%.

На запасы Сорг оказывает влияние мощность гумусового горизонта, которая варьирует от 10 см до 38 см. Почвы под сосняками-лишайниково-зеленомошниками сформированы на водно-ледниковых песках. Почвы под смешанными лесами с преобладанием ели имеют более сложный состав почвообразующей породы: в пределах метровой толщи отмечается переход водно-ледникового наноса в супесчаную морену и включения линз моренного материала. На таких отложениях формируются почвы с более мощным гумусовым горизонтом. Так, запасы Сорг, рассчитанные на мощность гумусового горизонта, варьировали от 12 до 20 т/га в почвах сосняков, тогда как в почвах ельников – от 20 до 48 т/га.

Запасы Сорг в моховой подстилке изученных почв сосновых лесов озового типа рельефа составили от 30 т/га до 66 т/га при средней мощности подстилки 4–5 см и плотности 0,18 г/см^3.

Более мощный гумусовый горизонт, а значит и более высокие запасы Сорг имеют намытые (стратифицированные) почвы, занимающие межозовые пространства, а также старозалежные почвы, на которых уже успел сформироваться лес. Фактором, который также существенно увеличивает запасы Сорг лесных почв, является пирогенный фактор. Следы низовых пожаров встречаются в почвах лесничества повсеместно, а некоторые участки леса представляют собой постпирогенные сукцессии.

По данным гранулометрического анализа все изученные почвы имеют легкий песчаный состав с преобладанием фракции крупного песка, что является характерным для водно-ледниковых отложений. При этом некоторые такие почвы отличаются значительным (более 30%) присутствием скелета (частиц с преобладающим размером более 2 мм). Высокое содержание скелета в гумусовых горизонтах сильно влияет на оценку запасов Сорг изученных почв. Различия в запасах Сорг для скелетных и бесскелетных почв может составлять от 5 до 29%.

Выводы. 1. Запасы Сорг в лесных альфегумусовых почвах востока Ленинградской области составили от 12 до 48 т/га, в моховой подстилке – от 30 до 66 т/га. 2. Важными факторами, влияющими на запасы Сорг озовых ландшафтов при единстве методических подходов оценки, является тип лесной растительности и особенности рельефа. 3. Факторами, увеличивающими достоверность оценки запасов Сорг, являются: а) учет особенностей литогенной основы, связанных с высокой скелетностью; б) учет неоднородностей почвенного покрова, обусловленных историей развития территории (постпирогенные сукцессии, наличие старовозрастных залежей).

Литература

Копцик Г.Н., Копцик С.В., Куприянова Ю.В., Кадулин М.С., Смирнова И.Е. Оценка запасов углерода в почвах лесных экосистем как основа мониторинга климатически активных веществ // Почвоведение. 2023. № 12. С. 1686–1702

Бахмет О.Н. Запасы углерода в почвах сосновых и еловых лесов Карелии // Лесоведение. 2018. № 1. С. 48–55.

CARBON STOCKS IN ENTIC PODZOLS OF FORESTS IN THE EASTERN PART OF LENINGRAD REGION

Simonova Yu.V., Mel'nikova A.V.

Saint Petersburg State University, Saint Petersburg

РАЗМЕРНАЯ СТРУКТУРА ДРЕВОСТОЕВ ПОСТПИРОГЕННЫХ ЛИСТВЕННИЧНИКОВ ЯКУТИИ И АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Соловьёв И.Д.[1], Иванов А.В.[2]

[1] Приморский государственный аграрно-технологический университет, г. Уссурийск, gary-02@mail.ru

[2] Институт геологии и природопользования ДВО РАН, г. Благовещенск, aleksandrgg86@mail.ru

Постпирогенные лиственничники криолитозоны Северо-Востока России представляют собой уникальные лесные экосистемы, формирующиеся в условиях многолетней мерзлоты и высокой повторяемости пожаров. Размерная структура древостоев является интегральным показателем, отражающим как адаптационные механизмы лиственницы Гмелина (*Larix gmelinii* (Rupr.) Kuzen.) к пирогенному воздействию, так и восстановительный потенциал лесных сообществ. Исследования проводились на пробных площадях, заложенных в лиственничниках Центральной Якутии и Амурской области, пройденных пожарами различной давности (от 1–3 до 50–60 лет).

Установлено, что на начальных стадиях пирогенной сукцессии (1–3-летние гари) формируется одновозрастный самосев лиственницы с высокой плотностью, что определяет бимодальный характер распределения деревьев по диаметру. С увеличением возраста гари (9–12 лет) происходит дифференциация особей по высоте и диаметру, сопровождающаяся увеличением доли лиственных пород в составе молодняка. К 20–25 годам процессы самоизреживания приводят к стабилизации размерной структуры, приближающейся к нормальному распределению с коэффициентом изменчивости 25–32%. В спелых постпирогенных лиственничниках Центральной Якутии (IV–V классы бонитета) средняя высота деревьев составляет 6–11 м, а распределение по диаметру характеризуется правосторонней асимметрией с рангом среднего дерева 57–60%.

Полученные данные свидетельствуют о специфической динамике размерной структуры постпирогенных лиственничников, обусловленной взаимодействием пирогенного фактора, мерзлотных условий и конкурентных отношений. Выявленные закономерности могут быть использованы для оценки восстановительного потенциала лиственничных лесов криолитозоны и разработки мероприятий по лесовосстановлению на гарях.

Литература

Уткин А.И. Леса Центральной Якутии. М.: Наука, 1965. 208 с.

Алексеев К.В. Анализ таксационных показателей лиственничных лесов долины средней Лены // Природные ресурсы Арктики и Субарктики. 2022. Т. 27, № 2. С. 277–281.

Тимченко Н.А., Ткаченко К.Г., Юст Н.А., Щербакова О.Н. Постпирогенное восстановление лиственницы Гмелина в Амурской области // Сибирский лесной журнал. 2024. № 6. С. 68–79.

Поздняков Л.К. Даурская лиственница. М.: Наука, 1975. 312 с.

SIZE STRUCTURE OF POST-PYROGENIC LARCH FORESTS OF YAKUTIA AND AMUR OBLAST

Solovyov I.D.[1], Ivanov A.V.[2]

[1] Primorsky State Agrarian and Technological University, Ussuriysk

[2] Institute of Geology and Nature Management, FEB RAS, Blagoveshchensk

THE INFLUENCE OF ROADSIDE STRIPS ON CHANGES IN FOREST MASSIFS

Stankevich E.S
Belarusian National Technical University, Minsk, Republic of Belarus, stankevich@internet.ru

Roadside strips (also known as road verges or forest edge zones adjacent to transport infrastructure) represent a specific type of anthropogenic ecotone that significantly modifies the structure and dynamics of adjacent forest ecosystems. In many regions, including the Republic of Belarus, the expansion of road networks leads to the fragmentation of forest massifs, altering microclimatic conditions, soil properties, and biodiversity patterns (Forman, 2003).

The primary mechanisms of influence include changes in light regime, increased wind penetration, soil compaction and pollution from vehicle emissions, as well as the introduction of invasive species. These factors collectively drive successional shifts, often resulting in the replacement of typical forest species with more disturbance-tolerant or ruderal plants. Studies show that edge effects can penetrate 50–200 meters into the forest interior, depending on road width, traffic intensity, and forest type (Harper, 2005).

In the conditions of the Belarusian woodland and mixed forests, roadside strips contribute to increased drying of the upper soil horizons, acceleration of organic matter decomposition, and elevated concentrations of heavy metals (Pb, Cd, Zn) in the topsoil. This leads to a decrease in the vitality of coniferous species (primarily *Picea abies* and *Pinus sylvestris*) and promotes the spread of deciduous pioneers such as *Betula pendula* and *Populus tremula*. Long-term monitoring indicates a reduction in the share of old-growth forest stands near major highways by 15–25% over 30–40 years.

Biodiversity responses are ambivalent: while overall species richness may temporarily increase due to edge-adapted flora and fauna, the abundance of interior forest specialists (lichens, bryophytes, and certain invertebrates) declines sharply. Fragmentation also affects animal movement, increasing mortality from vehicle collisions and isolating populations of large mammals.

Sustainable forest management requires the implementation of protective buffer zones, regular monitoring of edge effects, and the use of phytoremediation techniques using tolerant plant species in roadside strips. Modeling the dynamics of such transformed ecosystems using GIS tools and remote sensing allows predicting further changes under different climate and anthropogenic scenarios.

R*eferences*

Forman R.T.T. et al. Road Ecology: Science and Solutions. Washington: Island Press, 2003. 481 pp.
Harper K.A. et al. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscapes // Conservation Biology. 2005. 785 pp.

ВЛИЯНИЕ ПРИДОРОЖНЫХ ПОЛОС НА ИЗМЕНЕНИЕ ЛЕСНОГО МАССИВА

Станкевич Е.С.
Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ *PANAX GINSENG* (ARALIACEAE) В ПРИРОДНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ «УССУРИЙСКИЙ» ИМ. В.Л. КОМАРОВА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ, РОССИЯ)

Федина Л.А.[1], Шихова Н.С.[1], Маханьков В.В.[2], Бурундукова О.Л.[1]
[1] ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток, burundukova.olga@gmail.com
[2] Тихоокеанский институт биоорганической химии ДВО РАН, Владивосток

Panax ginseng C.A. Mey. (Araliaceae) – редкое лекарственное растение. Проведены комплексные экологические, физиологические, биохимические исследования женьшеня в природных местообитаниях заповедника «Уссурийский» в современных условиях резкого изменения климата и нарастающего антропогенного воздействия. Выполнены геоботанические описания местообитаний женьшеня в различных типах леса и проведен анализ встречаемости видов-спутников реликта. Определены морфофункциональные признаки растений и биохимические характеристики листьев женьшеня: скорость фотосинтеза, содержание хлорофиллов и каротиноидов, макро- и микро- элементов, содержание девяти основных гинзенозидов. Проведена оценка состояния ценопопуляций *P. ginseng* произрастающих на территории Уссурийского заповедника. Возрастной состав популяции нормальный, но неполночленный, в нем отсутствуют сенильные, крайне малочисленны зрелые генеративные растения. Виталитетный спектр свидетельствует о равновесном состоянии популяции. Растения женьшеня заповедника отличались лучшим виталитетным состоянием, превосходили женьшень Спасской, Чугуевской, Хасанской популяций по высоте растения, площади листьев, семенной продуктивности, по развитию фотосинтетического аппарата и содержанию гинзенозидов в листьях. В особенности, в группе гликозидов протопанаксадиола (Rb1, Rc, Rb2, Rd и F2) доминированием гликозида Rd. В пробах листьев методом масс-спектрометрии определено содержание 53 химических элементов. Обнаружено, что для макроэлементного состава листьев *P. ginseng* характерна достаточно высокая стабильность, содержание микроэлементов подвержено большей географической изменчивости. Образцы листьев растений из заповедника отличались высоким содержанием микроэлементов – селена, германия и скандия.

Тридцатилетние наблюдения, проводимые в заповеднике, выявили существенные изменения в фенологии женьшеня (Федина, 2018; Федина, Ковалёв, 2003). В последние годы наблюдается более раннее начало вегетации, цветения и созревания плодов. З.И. Гутникова (1941, 1951) отмечала произрастание женьшеня в Супутинском (Уссурийском) заповеднике в следующих типах леса: грабовых кедровниках, безграбовых кедровниках, чернопихтарниках и грабовых ельниках. Наши многолетние наблюдения в заповеднике выявили случаи нетипичных местообитаний, что свидетельствует о существенных изменениях условий произрастания реликта. Авторы находили женьшень в неожиданных местах, например, открытое местообитание или болотистое, на осоковой кочке, на валуне, доказывающие более широкую экологическую амплитуду произрастания, чем было указано первыми исследователями (Гутникова,1941,1951; Грушвицкий,1961). Напротив, в типичных, характерных местообитаниях женьшень встречался все реже, что связано с многолетним изъятием из природы не только взрослых растений, но также всходов и семян. В период экспедиции нами обнаружены 16 местообитаний P. ginseng в 6 типах леса. Причём большая часть этих находок пришлась на леса: пихтово-кедрово-широколиственный с клёном ложно-Зибольдовым (чернопихтово-широколиственный) и грабовый кедровник. *P. ginseng* в Уссурийском заповеднике хотя и редок, но его можно встретить в любом типе леса, и он не находится на грани исчезновения. Встречаются как единичные, в основном взрослые экземпляры, так и ценопопуляции разных возрастов. Хорошее плодоношение и возобновление *P. ginseng* свидетельствуют о сохранности вида на заповедной территории. Однако, в связи с глобальными климатическими изменениями особый интерес представляют два вопроса: сохранится ли женьшень в заповеднике и как изменятся его биохимические и морфофункциональные характеристики в условиях повышения температуры

и аридизации климата? В то же время меры по усилению охраны могли бы способствовать сохранности этого реликта в естественной среде заповедника в более полной мере.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012200181-4).

Благодарности. Авторы благодарят за помощь в находках женьшеня государственного инспектора в области охраны окружающей среды Уссурийского заповедника: Николая Борисовича Пака.

Литература

Гутникова З.И. Женьшень в условиях Супутинского заповедника // Труды ГТС им. В.Л. Комарова АН СССР. 1941. Т. 4. С. 257–268.

Гутникова З.И. Дикорастущий женьшень на Советском Дальнем Востоке // Материалы к изучению стимулирующих и тонизирующих средств корня женьшеня и лимонника. Владивосток, 1951. Вып. 1. С. 17–22.

Грушвицкий И.В. Женьшень. Вопросы биологии. Академия наук СССР, 1961. С.344.

Федина Л.А. Женьшень – *Panax ginseng* (Araliaceae) в Уссурийском заповеднике в 1971-2017 (Приморский край)// Биота и среда заповедных территорий, 2018. №3. С.43-48.

Федина Л.А., Ковалёв В.А. Современное состояние *Panax ginseng* в Уссурийском заповеднике // Ботанические исследования Азиатской России: материалы XI Русского ботанического съезда. Барнаул, 2003. Т. 3. С. 57–58.

ECOLOGICAL AND PHYSIOLOGICAL STUDIES OF *PANAX GINSENG* (ARALIACEAE) IN THE USSURIYSKY NATURAL RESERVE NAMED AFTER V.L. KOMAROV (PRIMORYE TERRITORY, RUSSIA)

Fedina L.A.[1], Shikhova N.S.[1], Makhankov V.V.[2], Burundukova O.L.[1]

[1] Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

[2] Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, FEB RAS, Vladivostok

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИТОПАТОГЕНОВ И МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА НА *PINUS SIBIRICA* И *ABIES SIBIRICA*

Харук В.И.[1,2], Петров И.А.[1,2], Демидко Д.А.[1,3], Им С.Т.[1,2,3], Шушпанов А.С. [1,3], Сенашова В.А.[1]

[1] Институт леса им. В.Н. Сукачева, ФИЦ КНЦ СО РАН, Красноярск, v7sib@mail.ru

[2] Сибирский федеральный университет, Красноярск

[3] Сибирский госуниверситет науки и технологий им. М.Ф. Решетнева, Красноярск

Меняющиеся условия тепло- и влагообеспечения и фитопатогены представляют важнейшие факторы, определяющие динамику жизненного состояния, роста и ареалов темнохвойных в Сибири (Kharuk et al., 2026). В настоящее наблюдается ухудшение состояния и усыхание кедра (*Pinus sibirica* Du Tour) и пихты (*Abies sibirica* Ledeb.) в южной части их ареалов. Цель работы: анализ причин массового усыхания *P. sibirica* и *A. sibirica* в таежных лесах южной Сибири. Использовались данные *in situ*, методы дендроэкологии и дистанционного зондирования.

Усыханию темнохвойных предшествовало хроническое, начиная с 1970-х, уменьшение индекса прироста деревьев, резко снизившееся после аномальной засухи 2012 года. Ослабление деревьев водным стрессом, превратившее древостои в кормовую базу короедов, спровоцировало вспышку размножения уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus*) в пихтарниках, а также *Ips sexdentatus* в кедровниках. Максимум вспышки полиграфа наблюдался в 2013–18 гг. (рис. 1). В целом усыхание пихты в Средней Сибири охватило до 2000000 га пихтарников. Защитная реакция деревьев на атаки полиграфа включала формирование «физико-химического барьера» в годичных кольцах, сомкнутых рядов смоляных ходов, содержащих полифенолы (рис. 1).

Высотная граница ареала полиграфа совпадает с высотной границей пихты, достигая 1450 и 1600 м в горах Кузнецкого Алатау и Западного Саяна, соответственно. Высотная граница его массового размножения достигает 1100 м (Кузнецкий Алатау). Широтная граница короеда совпадает с южной границей ареала пихты. Численность подроста в большинстве усохших древостоев потенциально достаточна для восстановления пихты (3–10 тыс/га). Однако на части

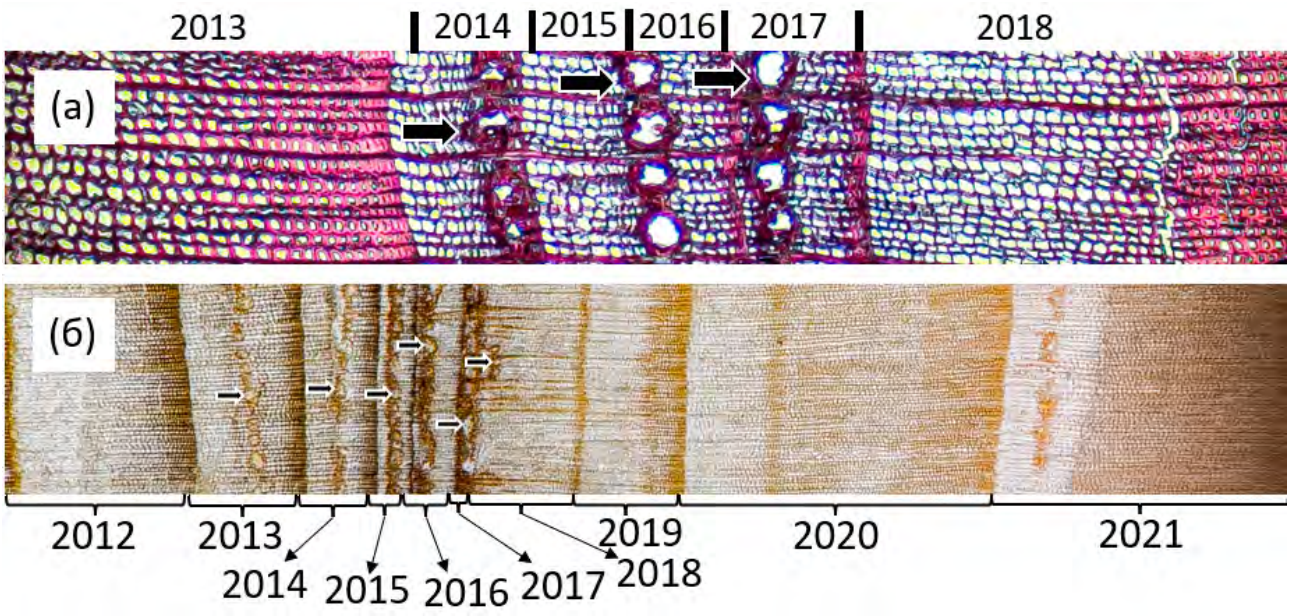


Рисунок 1. Срезы ксилемы (а) и керна (б) пихты. В годичных кольцах 2013–2018 гг., а также в 2021 г. (повторная атака полиграфа) сформировались ряды сомкнутых смоляных ходов

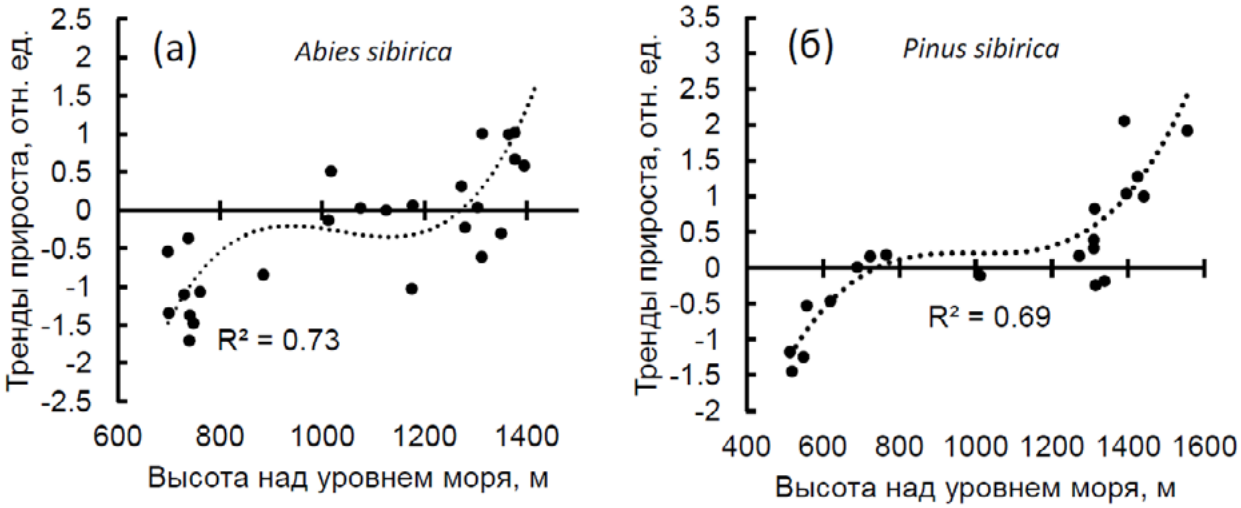


Рисунок 2. Тренды радиального прироста пихты (а) и кедра (б) по градиенту высоты в горах Кузнецкого Алатау.

площадей (до 30%) формируются травяно-кустарниковые сообщества, редколесья и мелколиственные древостои. Причинно-следственные связи усыхания кедровников в целом аналогичны таковым для пихтарников, однако требуют дополнительных исследований. Ухудшение жизненного состояния кедра, наряду с атаками короедов (преимущественно *I. sexdentatus*), связано также с воздействием микромицетов. Наблюдаемое в последние годы сочетание возрастающих температур и влажности воздуха активизирует патогенные микромицеты, включая *Lophodermium pinastri, Sydowia polyspora*, *Cronartium pini*. Прогнозируемое (с горизонтом до 2100 г.) возрастание частоты экстремальных засух, триггеров вспышек размножения фитопатогенов, повлечет циклы массового усыхания и частичного восстановления темнохвойных с результирующим снижением их ареалов преимущественно в низкогорьях. Отметим, что снижение площади пихтарников происходит также на высотах более 1100 м. Вместе с тем в высокогорьях индексы прироста кедра и пихты возрастают и происходит продвижение этих хвойных в альпийскую тундру (рис. 2).

Работа поддержана грантом Российского Научного Фонда и Красноярского Краевого Фонда Науки № 25-14-20068.

Литература

1. Kharuk V.I., Petrov I.A., Im S.T., Demidko D.A., Dvinskaya M.L., Shushpanov A.S. Drought and bark beetle synergy: unprecedented fir dieback in the Siberian Taiga // Regional Environmental Change, 2026, 26, 96. DOI: 10.1007/s10113-026-02587-x.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE CLIMATE CHANGE AND PHYTOPATHOGENS INFLUENCE ON THE SIBERIAN PINE AND FIR

Kharuk V.I.[1,2], Petrov I.A.[1,2], Demidko D.A.[1,3], Im S.T.[1,2,3], Shushpanov A.S.[1,3], Senashova V.A.[1]

1 Sukachev Institute of Forest, Federal Research Center "Krasnoyarsk Scientific Center SB RAS", Krasnoyarsk

2 Siberian Federal University, Krasnoyarsk

3 Reshetnev Siberian State University of Science and Technology, Krasnoyarsk

РОЛЬ ДРЕВЕСНЫХ И КУСТАРНИКОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ В РЕГУЛЯЦИИ МИГРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ (ZN, CU, PB, CD) НА РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫХ ОТВАЛАХ КМА

Хатунцев А.Ю.
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова, г. Воронеж, sasha.khatuntsev222@mail.ru

Открытая разработка месторождений Курской магнитной аномалии (КМА) привела к формированию крупных отвалов вскрышных пород с нарушенным почвенным и растительным покровом. Техногенные субстраты могут содержать повышенные концентрации тяжелых металлов – цинка (Zn), меди (Cu), свинца (Pb) и кадмия (Cd). Поэтому рекультивация должна обеспечивать не только восстановление растительности, но и формирование устойчивой почвенно-растительной системы, ограничивающей экологически опасную миграцию металлов.

Цель работы – обобщить данные о роли древесных и кустарниковых фитоценозов в регулировании миграции Zn, Cu, Pb и Cd на рекультивированных отвалах КМА. Анализ источника показывает, что воздействие растительности реализуется через фиксацию металлов в ризосфере, их поглощение и транслокацию в фитомассу, возврат части элементов с опадом и изменение физико-химических свойств техноземов (Трещевская и др., 2016; Неведров и др., 2024).

Подвижность Zn, Cu, Pb и Cd определяется pH, содержанием органического вещества, гранулометрическим и минералогическим составом, а также окислительно-восстановительными условиями. Для отвалов КМА особенно значима кислая реакция, повышающая подвижность Zn, Pb и Cd. Кадмий отличается высокой биодоступностью: в кислых почвах доля его подвижных форм может достигать 40–60%. Цинк также становится более подвижным при низком pH, тогда как медь преимущественно связана с органическим веществом и оксидами железа и марганца. Следовательно, растительность и формирование органо-минерального горизонта способны изменять доступность металлов для миграционных процессов.

Древесные растения формируют мощную и глубокую корневую систему, охватывающую значительный объем техногенного субстрата. В ризосфере корневые выделения и микроорганизмы изменяют химическую обстановку и способствуют переводу части металлов в менее подвижные формы. Одновременно растения осуществляют избирательное поглощение и распределение элементов между корнями и надземными органами. В техногенных ландшафтах КМА лиственные породы, в частности береза и осина, характеризуются способностью накапливать широкий спектр тяжелых металлов; поэтому видовой подбор является важным элементом рекультивации (Кулагин, 2022; Трещевская и др., 2016).

Фитоценоз выступает регулятором обмена металлов между почвой и растением. В период вегетации усиливаются поглощение и транслокация, а осенью часть элементов возвращается в почву с опадом; сезонные изменения концентраций металлов в органах растений могут достигать 2–3 раз (Трещевская и др., 2016). Накопление органического вещества, улучшение водно-воздушного режима и стимуляция микробиологической активности способствуют формированию сорбционных барьеров и снижению подвижности загрязнителей. Вместе с тем глубокая корневая система может изменять их вертикальное распределение, поэтому эффект фитоценоза следует оценивать не только по валовому содержанию металлов, но и по их миграционно доступным формам.

Экологическую эффективность рекультивационных насаждений целесообразно оценивать по содержанию и подвижности металлов в почве, их накоплению в растениях, состоянию фитоценоза и биологической активности почвы. Перспективно сочетание почвенно-химического контроля, биоиндикации и пространственного мониторинга. Древесные и кустарниковые фитоценозы выполняют мультифункциональную роль: выступают аккумуляторами, трансформаторами и стабилизаторами тяжелых металлов, участвуя одновременно в формировании почвенного профиля и восстановлении экосистемных функций. Наиболее

обоснован дифференцированный подбор устойчивых пород с учетом свойств субстрата и характера загрязнения. При этом недостаточно изучены сравнительные способности пород аккумулировать конкретные Zn, Cu, Pb и Cd и количественно регулировать их миграцию в системе «почва-растение» (Savosko и др., 2022).

Литература

Трещевская Э.И., Панков Я.В., Тихонова Е.Н., Малинина Т.А. Химический состав растительности в техногенных ландшафтах Курской магнитной аномалии // Лесотехнический журнал. 2016. № 3. DOI: 10.12737/21679.

Иванова Е.А., Першина Е.В., Карпова Д.В. и др. Прокариотные сообщества почвогрунтов отвалов Курской магнитной аномалии // Экологическая генетика. 2020. Т. 18. № 3. С. 331–342. DOI: 10.17816/ecogen17901.

Неведров Н.П., Проценко Е.П., Косолапова Н.И. и др. Краткосрочная динамика протекторной функции загрязненного свинцом модельного конструктозема... // Геоэкология. 2024. DOI: 10.24412/1816-1863-2024-3-48-53.

Кулагин А.Ю. Ретроспективный анализ формирования ландшафтно-экологического подхода при лесной рекультивации нарушенных ландшафтов // Лесной вестник. 2022. Т. 26. № 6. С. 48–54. DOI: 10.18698/2542-1468-2022-6-48-54.

Savosko V., Lykholat Yu., Komarova I., Yevtushenko E. The impact of forest plant communities on the content of heavy metals in soil profiles of the iron ore mining area, Kryvyi Rih District, Ukraine // Baltic Forestry. 2022. 28(1). Article 631. DOI: 10.46490/BF631.

ROLE OF TREE AND SHRUB PHYTOCOENOSES IN REGULATING THE MIGRATION OF HEAVY METALS (ZN, CU, PB, CD) ON RECLAIMED WASTE DUMPS OF THE KURSK MAGNETIC ANOMALY

Khatuntsev A.Yu.

Voronezh State Forest Engineering University named after G. F. Morozov, Voronezh, Russia

ВЛИЯНИЕ ЛЕСНОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НА ЭМИССИЮ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА

Черных П.В., Тихонова Е.Н.
Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, г. Воронеж, archiaster@yandex.ru

Изучение эмиссии углерода в форме диоксида углерода (CO_2) с поверхности почв и техногенных субстратов является одной из ключевых задач современной биогеохимии и экологии нарушенных земель. Оценка сезонной динамики эмиссии CO_2 на техногенно нарушенных территориях имеет не только локальное, но и общебиосферное значение.

Особое место среди таких объектов занимают территории, нарушенные горнодобывающей деятельностью. На начальных этапах посттехногенного развития подобные территории, как правило, характеризуются низким содержанием органического вещества, слабой выраженностью почвенных горизонтов и нестабильностью экологических условий. Вместе с тем в ходе лесной рекультивации они постепенно вовлекаются в биологический круговорот вещества, а формирующиеся растительные сообщества начинают играть важную роль в аккумуляции органического углерода и регулировании газообмена между субстратом и атмосферой (Абакумов, 2012; Трещевская и др., 2017; Тихонова и др., 2022).

Существенное влияние на интенсивность эмиссии CO_2 на нарушенных территориях оказывают литологический состав отвалов и тип сформировавшейся растительности. Для субстратов, сложенных песчано-меловой смесью, характерны высокая дренированность, карбонатность, бедность органическим веществом и специфический водно-тепловой режим, что может определять особый характер почвообразования и биологической активности (Frouz et al, 2007). Кроме того, для карбонатсодержащих субстратов интерпретация потоков CO_2 требует особой осторожности, поскольку фиксируемая эмиссия может быть связана не только с биологическим дыханием, но и с процессами, обусловленными присутствием карбонатов, особенно при колебаниях температуры и влажности (Тихонова и др., 2022). Следовательно, оценка эмиссии CO_2 на подобных объектах должна учитывать как биотические, так и абиотические особенности среды.

Важным фактором стабилизации посттехногенных экосистем является древесная растительность. В условиях лесной рекультивации нарушенных земель заметную роль играют культуры сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), отличающиеся достаточной экологической пластичностью и способностью развиваться на относительно бедных, хорошо дренированных субстратах.

Несмотря на значительный интерес к углеродному балансу нарушенных земель, данные о сезонной динамике эмиссии CO_2 на песчано-меловых отвалах лесостепной зоны Европейской России остаются ограниченными. Особенно недостаточно изучены территории, где на техногенных субстратах сформированы искусственные сосновые насаждения. Это затрудняет оценку роли подобных экосистем в трансформации углерода и снижает точность прогнозов их экологических функций в условиях посттехногенного восстановления.

Объектом нашего исследования является территория отвалов, сложенных песчано-меловой смесью, расположенных в Воронежской области, Семилукском районе, в окрестностях села Орлов Лог, где была создана культура сосны обыкновенной.

Целью нашего исследования являлась оценка сезонной динамики эмиссии CO_2 под культурой сосны обыкновенной, в период с мая по декабрь. Исследования проводились на склоне отвала западной экспозиции. Насаждения сосны имеют возраст 49 лет и характеризуются следующими таксационными показателями: высота 17.88 m ± 5.72, диаметр 17.96 cm ± 5.72.

В изучаемый период выявлен сезонный ход эмиссии CO_2 (таблица). Максимумы приходятся на июль–август, к осени и началу зимы поток снижается. Летние значения достигали 6.50 ± 0.83 мкмоль $CO_2/м^2/с$ при температуре почвы 20.70°C и влажности 9.17%.

Таблица. Среднемесячные показатели эмиссии CO_2 из почвы, температуры и влажности почв на отвале Орлов Лог.

Месяц	Скорость эмиссии, мкмоль CO_2 $м^{-2}$ $с^{-1}$		Температура почвы, °C		Влажность почвы, %	
	M	SD	M	SD	M	SD
Июнь	1,95	0,39	18,27	0,84	3,47	1,59
Июль	6,50	0,83	20,70	0,83	9,17	3,26
Август	5,08	1,47	19,69	0,34	11,11	4,23
Сентябрь	3,10	1,09	15,11	1,94	4,90	1,61
Октябрь	3,42	0,54	13,84	0,97	1,70	0,40
Ноябрь	2,72	0,30	8,00	0,42	4,88	1,85
Декабрь	1,38	0,19	3,80	0,46	6,30	3,34

С началом осени эмиссия стала затухать и в сентябре достигла 3.10 ± 1.09 мкмоль $CO_2/м^2/с$, и к декабрю она достигает минимальных значений за исследуемый период 1.38 ± 0.19 мкмоль $CO_2/м^2/с$. Стоит также отметить, что в декабре обнаружен и минимум температуры почвы, что указывает на лимитирующий фактор экстремально низких температур почвы, влияющий на замедление скорости эмиссии углекислого газа из них.

Литература

Абакумов Е.В. Первичные почвы в природных и антропогенных экосистемах: Автореф.дис.докт.биол.наук: 03.02.08, 03.02.12. Тольятти: Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, 2012. 48 с.

Тихонова Е. Н., Деденко Т. П., Малинина Т. А., Голядкина И. В. Техногенные ландшафты КМА и их оптимизация: монография. Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2022. – 158 с.

Трещевская Э.И., Панков Я.В., Трещевская С.В., Тихонова Е.Н. Культуры сосны обыкновенной на деградированных и техногенно нарушенных землях ЦЧР: монография. Воронеж: М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВО «ВГЛТУ», 2017.131 с.

Frouz J., Prach K., Pižl V., et al. Interactions between soil development, vegetation and soil fauna during spontaneous succession in post-mining sites // European Journal of Soil Biology. 2008. Vol. 44. No. 1. P. 109–121.

THE IMPACT OF FOREST RECLAMATION ON CARBON DIOXIDE EMISSIONS

Chernykh P.V., Tikhonova E.N.

Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov, Voronezh

ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ПИХТЫ СИБИРСКОЙ В ОЧАГАХ МАССОВОГО РАЗМНОЖЕНИЯ УССУРИЙСКОГО ПОЛИГРАФА В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «КРАСНОЯРСКИЕ СТОЛБЫ»

Шабалина О.М., Мачанмаа О.А., Куценко Д.Д.
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск, shabalina11@bk.ru

Начиная с 2000-х годов на территории заповедника Столбы было отмечено усыхание пихты, однако истинная причина – поражение уссурийским полиграфом – была выяснена и официально принята только в 2012 году (Летопись…, 2019). В 2013 года специалистами Центра защиты леса в рамках лесопатологического мониторинга были впервые проведены наблюдения за ситуацией в пихтарниках, подверженных нападению полиграфа уссурийского, с целью выявления динамики изменений в фитоценозах на территории национального парка «Красноярские Столбы». Лесопатологический мониторинг проводился вплоть до 2019 года, когда была зафиксирована гибель пихты на всех пробных площадях. К этому моменту площадь усохших пихтарников на территории национального парка составляла 26257 га.

Стремительное масштабное усыхание пихты на огромных территориях и отсутствие эффективных мер борьбы с вредителем вызвали вполне обоснованные опасения за судьбу пихтарников, составляющих основу темнохвойной тайги Сибири. Кроме того, собственные наблюдения в равнинных пихтарниках Кеть-Чулымского лесорастительного округа (Шабалина и др., 2017), а также работы томских исследователей (Пац, 2013) показывали, что полиграф успешно заселяет не только взрослые пихты, но и подрост выше 1 м.

Целью работы была оценка успешности естественного возобновления пихты сибирской в насаждениях, поврежденных уссурийским полиграфом на территории рекреационной зоны национального парка Красноярские Столбы.

Работы проводились в период 2018–2023 гг. на территории рекреационной зоны национального парка Красноярские Столбы в среднегорно-таежном поясе. Было обследовано 16 пробных площадей, большинство из которых находятся в районе скал Второй Столб и Перья. Пробные площади закладывались на различной высоте в диапазоне от 535 до 684 м над ур. моря, на склонах разной экспозиции, за исключением северной и крутизной от 1–2 до 25˚. Сомкнутость крон варьировала от 0,5 до 0,1. Древостой смешанный из темнохвойных, светлохвойных и мелколиственных пород. Доминирует пихта от 4 до 10 единиц по составу. Степень повреждения пихты варьировала от 60% в 2018 году до 100% в последующие годы.

В работе использовались общепринятые методы геоботанического описания. Учет подроста проводился на учетных профилях 20×2 м, разделенных на 10 площадок. Определялась высота и жизненное состояние подроста каждой породы, проективное покрытие видов живого напочвенного покрова. Для оценки успешности естественного возобновления пихты проводился пересчет на «универсальный стандарт» по М.А. Софронову и др. (2003).

В составе естественного возобновления встречаются все древесные породы, кроме лиственницы. На всех пробных площадях (ПП) доминирует подрост пихты, от 6 до 10 единиц состава. Густота подроста варьирует от 2,6 до 27,6 тыс. шт./га. Структура также разнообразна – от абсолютного доминирования категории мелкого подроста на большинстве ПП до его полного отсутствия. На двух пробных площадях преобладает крупный подрост.

М.А. Софронов с соавт. (2003) предлагал в качестве «универсального стандарта» естественного возобновления принимать величину 1 тыс. шт./га жизнеспособного крупного подроста. Пересчет показал, что на большинстве ПП естественное возобновление пихты протекает успешно. Однако есть исключения – на одной ПП эта величина меньше тысячи. Следует, однако, отметить, что на ней в составе подроста велика доля других темнохвойных пород (приблизительно 1,5 тыс. шт./га подроста ели сибирской и сосны сибирской).

Одним из важных показателей успешности естественного возобновления является жизненное состояние подроста. Анализ показывает, что на большинстве ПП подрост находится

в удовлетворительном состоянии (средний балл меньше 2). Только на двух ПП ослабленным является крупный подрост. Назвать точные причины ослабления подроста мы не можем, однако, явных признаков поражения подроста полиграфом не наблюдали.

Таким образом, количество жизнеспособного подроста пихты сибирской почти на всех пробных площадях достаточно для того, чтобы считать естественное возобновление успешным. В будущем прогнозируется восстановление погибших под воздействием насекомого-вредителя пихтарников без смены лесообразующей породы.

Работа проводилась при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ (проект FSRZ-2026-0009)

Литература

1. Летопись природы Государственного природного заповедника «Столбы». Кн. 71. Красноярск. 2019. С. 18–25.
2. Пац, Е. Н. Влияние уссурийского полиграфа *Polygraphus proximus* Blandf. (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) на подрост пихты сибирской в очагах инвазии в Томской области // VII Чтения памяти О. А. Катаева. Вредители и болезни древесных растений России : Материалы международной конференции, Санкт-Петербург, 25–27 ноября 2013 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет имени С.М. Кирова, 2013. С. 72.
3. Софронов, М.А., Волокитина А. В., Мартынов А. Н. Оценка успешности лесовозобновления с учетом разновозрастности подроста и неравномерности его размещения по площади //Лесное хозяйство, 2003. № 5. С.16–17
4. Шабалина О.М., Безкоровайная И.Н., Баранчиков Ю.Н. Изменение нижних ярусов фитоценозов пихтовых лесов в очагах массового размножения уссурийского полиграфа (*Polygraphus proximus* Blandf.) на территории Красноярского края// Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, 2017, № 2. С. 67–84.

NATURAL REGENERATION OF ABIES SIBIRICA AFTER BARK-BEETLE POLYGRAPHUS PROXIMUS OUTBREAK ON THE NATIONAL PARK KRASNOYARSK STOLBY TERRITORY

O.M. Shabalina, O.A. Machanmaa, D.D. Kutsenko
Siberian Federal University, Krasnoyarsk

СОСНОВЫЕ ЛЕСА НА ПЕСЧАНЫХ МАССИВАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ КАК ЛАНДШАФТНЫЕ ИНДИКАТОРЫ НАДМЕРЗЛОТНЫХ СУБАЭРАЛЬНЫХ ВОДОНОСНЫХ ТАЛИКОВ

Шамов В.В.[1,2,3], Лебедева Л.С.[2], Павлова Н.А.[2], Тарбеева А.М.[3], Христофоров И.И.[2], Ефремов В.С.[2], Данилов К.П.[2]

[1] Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Владивосток

[2] Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, г. Якутск

[3] Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Сливающийся тип мерзлоты характерен не для всех речных водосборов криолитозоны: на некоторых из них были обнаружены и описаны незамерзающие зимой над- и межмерзлотные линзы пород с положительной температурой – талики. Водоносные надмерзлотные и межмерзлотные талики могут служить доступными источниками водоснабжения небольших населенных пунктов и временных (вахтовых) поселков региона. В связи с этим такие талики служат объектами исследований гидрогеологов и гидрологов в мерзлотных районах мира.

Цель данного исследования – исследовать характер распространения надмерзлотных субаэральных водоносных таликов и их ландшафтной приуроченности в условиях сплошного распространения многолетнемерзлых пород (ММП). В работе использовались результаты собственных полевых ландшафтно-гидрологических и геофизических исследований в 2019–2026 гг. на двух малых водосборах рек левобережья р. Лены – Шестаковки и Мархинки, расположенных на денудационной равнине на северо-востоке Приленского плато вблизи г. Якутска (табл.).

Таблица. Ландшафтная характеристика водосборов рек Шестаковки и Мархинки

Река	Площадь, км^2	Средняя высота, м н.у.м.	Средний уклон, %	Лиственничные леса кустарничковые и кустарничково-моховые, %	Сосновые леса кустарничковые и кустарничково-моховые, %	Среднетаёжная долинная растительность, %
р. Шестаковка – г.п. Камырдагыстах	170	250	40.3	42	41	15
р. Мархинка – р.п. Марха (с. Бол. Марха)	408	220	31.4	67	18	6

Климат района исследования резко континентальный с суровой продолжительной зимой и коротким жарким летом. Средняя годовая температура воздуха на ближайшей метеорологической станции в г. Якутске за период 1951–2020 гг. составляет минус 9.2 °С, средняя многолетняя температура января минус 39.6 °С, июля – плюс 19.2 °С. Слой среднегодовых осадков для того же периода равен 239 мм/год, 68% осадков выпадает в виде дождя, 32% – в виде снега. Среднемноголетние значения слоя и коэффициента стока р. Шестаковки за общий период наблюдений в 1959–1987 гг. составляют 20 мм/год и 8.3%, р. Мархинки – 7 мм/год и 2.3% соответственно.

Глубина залегания мерзлотного водоупора контролируется почвенно-растительными условиями и варьирует даже в пределах одного сравнительно небольшого речного водосбора. Ранее нами для водосбора р. Шестаковки было выявлено, что в песчаных эоловых отложениях, покрытых преимущественно монодоминантным сосновым лесом, широко – до 15–20% площади водосбора – распространены надмерзлотные субаэральные водоносные талики мощностью до 20 м, которые содержат значительные запасы ультрапресных подземных вод (Бойцов, 1985; Лебедева и др., 2019, Лебедева и др. 2023, Lebedeva et al. 2023, Lebedeva et al., 2026). Воды таликов (по данным откачек из гидрогеологических скважин) близки по химическим показа-

телям к речным водам, за некоторым исключением в отношении сульфатов, хлоридов и др., но имеют контрастность в сезонной и межгодовой динамике (Шамов и др., 2023).

В бассейне р. Мархинки по данным геофизических исследований, проведенных в 2023 году, в сосновых кустарничковых лесах субаэральные талики не были обнаружены, хотя – по некоторым сведениям якутских почвоведов – они могут быть локализованы в некоторых песчаных массивах центральной части водосбора р. Мархинки. Почвенные разрезы в песчаных массивах указывают на наличие в них неглубокозалегающих прослоев плотной супеси и суглинка. Эта особенность может указывать на снижение фильтрационных свойств песчаных массивов, закрепленных сосновым лесом, и повышение потерь инфильтрирующейся с поверхности влаги на испарение (эвапотранспирацию), которое является основным расходным элементом водного баланса речных бассейнов Центральной Якутии.

В процессе зимнего промерзания почвы в таликах возрастает криогенный напор, который в середине зимы обычно приводит к изливу грунтовых вод на поверхность склона и образованию склоновых наледей, а также подповерхностного подземного льда, приуроченного к тыловому шву заболоченной надпойменной террасы у подножий бортов речных долин. Линзы подземного льда, постепенно вытаивая в тёплое время года, служат источниками питания марей на террасах, нарастанию моховых подушек и торфонакоплению. В лиственничных лесах и на марях, подстилаемых суглинистыми почвами, мощность СТС в конце теплого сезона (начало сентября) достигает лишь 0.5–1.0 м.

В разные сезоны доминируют различные источники питания реки. В зимнее время русло р. Шестаковки промерзает до дна в верхней и нижней частях водосбора. В среднем ее течении – в расширениях русла (бочагах) – сохраняются значительные объемы незамерзшей воды, под которыми на глубину 3–4 м распространены подрусловые талики (Тарбеева и др., 2019). Ледовый покров в бочагах деформируется, приобретает всё более выпуклую форму, что, вероятнее всего, связано с возрастанием криогенного напора в закрытой водообменной системе. Сплошность ледового покрова здесь эпизодически нарушается напорным излиянием русловых вод, особенно во второй половине зимы. В нижнем течении, где бочаги уже не встречаются, а река врезается глубоко в песчаные отложения надпойменной террасы, в период её осеннего замерзания нередки ледовые заторы (особенно в ночные часы) и образование русловых наледей из-за криогенного сужения живого сечения потока.

Криогидроморфные лиственничные ландшафты северной тайги характеризуются относительно высокой продуктивностью и при этом низкой скоростью процессов разложения органического вещества, что связано с общим недостатком тепла (Прокушкин и др., 2018). Это способствует накоплению грубогумусного органического вещества (ОВ) в верхних горизонтах СТС и – во время снеготаяния – выносу растворенного ОВ. В весенний период при интенсивном таянии снега в заболоченных ложбинах стока и в лиственничных лесах формируются временные ручьи, по которым талые воды стекают к замерзшему руслу и образуют сток поверх льда. Талые воды с начала снеготаяния приобретают желтую и желтоватую окраску за счёт выщелачивания органоминеральных растворенных соединений.

При освобождении русловых расширений ото льда в речной поток поступают бочаговые воды, обедненные кислородом и обогащенные растворенными веществами за счёт криогенного концентрирования. К концу половодья временные ручьи полностью пересыхают, в летнюю межень низкий сток в реке поддерживается за счёт медленной разгрузки подземных вод, поступающих из таликов и глубокого СТС.

На р. Мархинке, в бассейне которой таликов не обнаружено, после её замерзания запасы воды в бочагах относительно быстро истощаются, ледовый покров в них в течение зимы проседает, приобретая вогнутую форму, и у берегов покрывается трещинами вследствие отседания. Характер замерзания русловых расширений в рассматриваемой реке может указывать на существенно низкий осенний приток надмерзлотных вод СТС в её русло. Весной талые воды аккумулируются на поверхности русловых расширений р. Мархинки, здесь сток поверх льда начинается примерно в те же даты, что и на р. Шестаковке.

В летний засушливый период питание р. Мархинки осуществляется исключительно водами

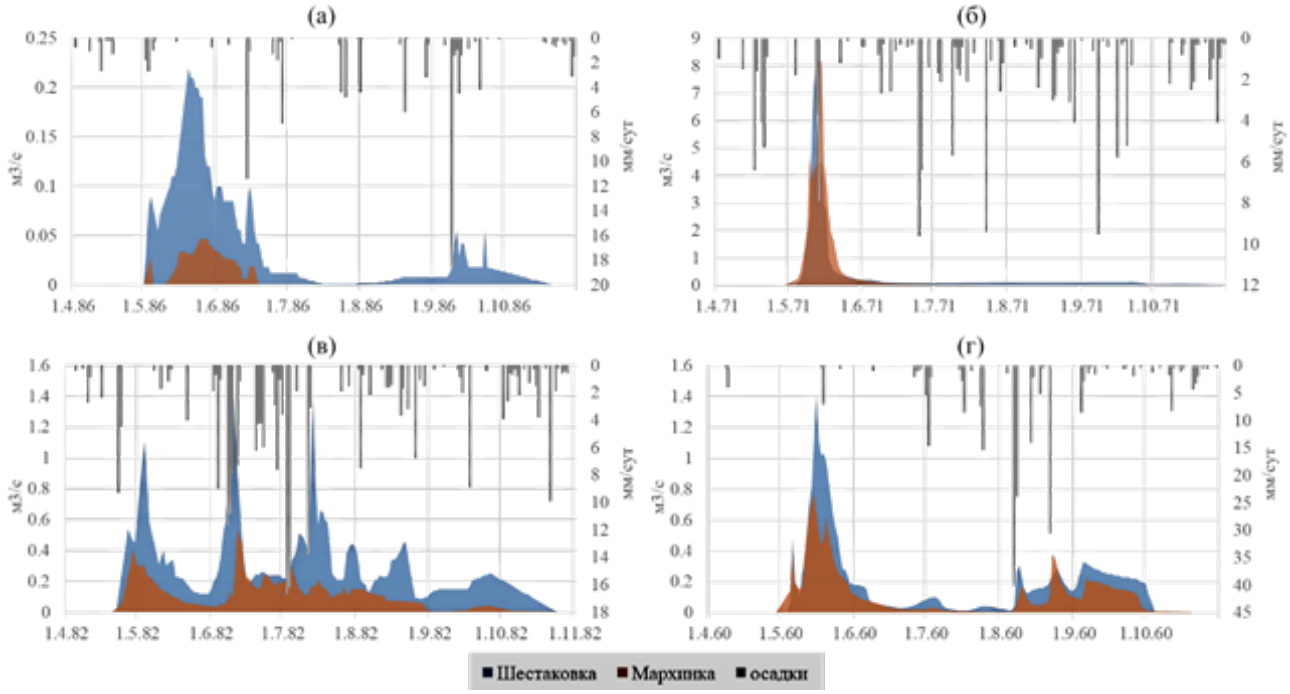


Рис. Совмещенные графики суточных расходов воды, м^3/с, и сумм осадков, мм/сут, для рек Мархинки и Шестаковки: (а) – маловодный год (1986 г.), (б) – многоводный год (1971 г.), (в) и (г) – годы средней водности (1982 и 1960 гг.)

СТС, чьи запасы невелики по сравнению с водами таликов. Такие реки существенно маловоднее рек, в бассейнах которых обнаружены талики, при этом реакция стока на выпадение дождей в них выражена слабее и приурочена в основном к половодью (рис.).

Весной вода в таких реках раньше прогревается. В зависимости от погодных условий сток здесь может прекратиться в начале летней межени при истощении запаса воды в СТС, но иногда в годы с высоким атмосферным увлажнением он сохраняется до начала зимнего замерзания. Четковидные русла таких рек в межень часто представляют собой последовательность хорошо прогретых озеровидных расширений, гидравлически не связанных между собой.

Таким образом, сосновые кустарничковые и кустарничково-моховые леса, покрывающие мощные песчаные массивы эолового происхождения в Центральной Якутии, могут служить ландшафтными индикаторами наличия водоносных надмерзлотных субаэральных таликов и отражать характер и площадь их распространения. Вместе с тем, такие леса нельзя признать единственными ландшафтными признаками таликовости отложений, что требует дополнительной информации о характере почвенно-литологических условий в пределах таких ландшафтов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РНФ и Якутского научного фонда – Проект № 22-17-20040 «Субаэральные и подозёрные талики в сплошной криолитозоне Восточной Сибири: происхождение, современное состояние и реакция на изменение климата» (2022–2024 гг.), а также РНФ – Российско-китайский проект № 25-47-00056 «Взаимосвязь поверхностных и подземных вод и доступные водные ресурсы Северного полушария в меняющемся климате: от аридных бассейнов средних широт до высокоширотных увлажненных бассейнов в области развития сезонно и многолетнемерзлых пород» (2025–2027 гг.)

Литература

1. Бойцов А.В. Условия формирования и режим склоновых таликов в Центральной Якутии // Криогидрогеологические исследования. Якутск: Ин-т мерзлотоведения СО АН СССР. 1985. С. 44–55.
2. Лебедева Л.С., Бажин К.И., Христофоров И.И., Абрамов А.А., Павлова Н.А., Ефремов В.С., Огонеров В.В., Тарбеева А.М., Федоров М.П., Нестерова Н.В., Макарьева О.М. Надмерзлотные субаэральные талики в бассейне реки Шестаковка (Центральная Якутия) // Криосфера Земли. 2019. №23(1). С. 40–50.

3. Лебедева Л.С., Баишев Н.Е., Павлова Н.А., Ефремов В.С., Огонеров В.В., Тарбеева А.М. Температура пород в слое годовых теплооборотов в районе распространения надмерзлотных таликов в центральной Якутии // Криосфера Земли. 2023. № 27(2). С. 3–15.
4. Прокушкин А.С., Покровский О.С., Корец М.А., Рубцов Т.В., Титов С.В., Токарева И.В., Колосов Р.А., Эймон Р. Источники растворенного органического углерода в стоке рек Енисейского бассейна // ДАН. 2018. Т. 480. № 4. С. 480–484.
5. Тарбеева А.М., Лебедева Л.С., Ефремов В.С., Крыленко И.В., Сурков В.В., Шамов В.В., Луценко Т.Н. Условия и процессы формирования чётковидного русла малой реки криолитозоны (на примере р. Шестаковка, Центральная Якутия) // Криосфера Земли. 2019. Т. 23. № 2. С. 38–49.
6. Шамов В.В., Луценко Т.Н., Лебедева Л.С., Тарбеева А.М., Ефремов В.С., Павлова Н.А., Ксенофонтова М.И. Химическая индикация процессов формирования стока половодья на малом экспериментальном водосборе Приленского плато, Республика Саха (Якутия) // Водные ресурсы. 2023. Т. 50. № 3. С. 286–299.
7. Lebedeva, L., Pavlova, N., Khristoforov, I. Geology, Structure, Ground Temperature and Groundwater Level in Aquifer Taliks in the Shestakovka River Basin, Eastern Siberia // Land. 2023. 12(1). 16.
8. Lebedeva, L.S., Shamov V.V., Pryakhina G.V., Rasputina V.A., Andreeva D.O. Cryogenic landscapes and runoff of small rivers in the middle part of the Lena River basin, Central Yakutia // Water Resources. 2026. 53(3): 441–451.

ASSESSING THE ROLE OF SUPRAPERMAFROST GROUNDWATER IN GENERATING SMALL RIVER FLOW IN CONTINUOUS CRYOLITHOZONE (CENTRAL YAKUTIA)

V.V. Shamov[1,2,3], L.S. Lebedeva[2], N.A. Pavlova[2], A.M. Tarbeeva[3], I.I. Khristoforov[2], V.S. Efremov[2], K.P. Danilov[2]

[1] Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia

[2] Mel'nikov Permafrost Institute SB RAS, Yakutsk, Russia

[3] Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

АДСОРБЦИЯ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ ДРЕВЕСНЫМИ РАСТЕНИЯМИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКИХ ЛЕСОВ

Шергина О.В.
Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН, г. Иркутск, sherolga80@mail.ru

Взвешенные частицы (Particulate Matter, PM) признаны ВОЗ наиболее распространенными и опасными загрязнителями атмосферного воздуха, особенно в городах. Естественные леса, сохранившиеся в пределах крупных промышленных центров, выполняют ключевую функцию фитофильтров, эффективно очищая воздушную среду от аэрозольных загрязнений (Letter, Jäger, 2020; Vigevani et al., 2022). Исследована сорбционная способность хвои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и листьев березы повислой (*Betula pendula* Roth) по отношению к взвешенным частицам размерного ряда PM0.3 – PM10 в условиях городских лесов Иркутска – крупного промышленного центра Восточной Сибири с высоким индексом загрязнения атмосферы. Натурные исследования проведены на 16 пробных площадях, заложенных в естественных лесных массивах в черте города в соответствии с международной методикой ICP Forests, и на фоновой территории, удаленной на 120 км. Площадь города составляет 280 км^2, из которых около 20% приходится на городские леса естественного происхождения (Шергина, Михайлова, 2007). Суммарная концентрация PM в атмосферном воздухе на пробных площадях варьировала от 1025 до 3670 μg/m^3, что превышает фоновые значения (231 μg/m^3) в 4,5–16 раз. При этом на городском участке, лишенном растительности, уровень PM превышал 8000 μg/m^3. Наибольшая концентрация зафиксирована для тонкодисперсных частиц PM≤2,5, представляющих наибольшую опасность. С использованием методов сканирующей электронной микроскопии (SEM) и энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (EDS) выявлено большое разнообразие форм, размеров и химического состава взвешенных частиц, адсорбированных на поверхности и в устьицах хвои и листьев. Установлено, что в наибольшем количестве адсорбированные PM-частицы содержат углерод (22–48%), кислород (17–34%), кремний (10–28%), а также кальций, магний, калий, натрий, фосфор (5–23% в сумме). Значительна доля тяжелых металлов (Al, Fe, Zn, Cu, Pb, Cd, Mn, Mo, Co, Cr, Ni, V, Ba, Ti, Br), присутствующих в виде металлизированных скоплений, в которых содержание металлов может достигать 80% от общей массы частиц. Частицы, содержащие металлы, имеют шарообразную форму и способны образовывать скопления. Показано, что аэрозольные частицы активно проникают в ткани хвои/листа через устьица и кутикулу, вызывая их повреждение. При сильном уровне загрязнения наблюдается полное закупоривание устьиц и разрушение покровных тканей, особенно у лиственницы, характеризующейся тонкостенным эпидермисом. Сравнительный анализ трех видов показал, что лиственница обладает наибольшей аккумулирующей способностью по отношению к PM-частицам, что обусловлено анатомическими особенностями (складчатость эпидермиса, тонкая кутикула). Листья березы благодаря клейкой поверхности активно адсорбируют частицы, при этом основная их доля отлагается на верхней стороне листа по ходу жилкования и на трихомах. Выявлена тесная связь между уровнем адсорбции PM-частиц и нарушением физиолого-биохимических параметров древесных растений. Установлена прямая корреляция между суммой тяжелых металлов, адсорбированных хвоей, содержанием PM в атмосферном воздухе и индексом качества воздуха AQI ($r = 0,52–0,85$). В условиях высокого загрязнения интенсивность фотосинтеза снижается на 9–45%, продуктивность – на 6–48%, коэффициент эффективности фотосинтеза падает в 1,2–3 раза. В пигментном комплексе отмечено снижение содержания хлорофилла a (на 9–30%) и каротиноидов (на 8–47%), увеличение уровня хлорофилла b (на 8–63%) и доли пигментов в ССК (на 11–22%). Темновое дыхание усиливается в 1,5–2,1 раза, скорость транспирации снижается в 1,5–2,2 раза. Морфоструктурные нарушения проявляются в дефолиации крон (до 50–65%), уменьшении длины побегов (в 1,5–3,1 раза), снижении массы хвои (в 1,3–2,3 раза) и фотосинтезирующего объема крон (в 2,1–2,6 раза). Наименее выраженные

изменения зафиксированы на пробных площадях, удаленных от крупных автомагистралей и промышленных предприятий. Полученные результаты свидетельствуют, что городские леса Иркутска выполняют важную санитарно-гигиеническую функцию по очистке атмосферного воздуха от взвешенных частиц, однако высокая аккумуляция токсичных аэрозолей сопровождается значительным нарушением жизненного состояния древесных растений. Выявленные закономерности адсорбции PM-частиц и сопряженных физиолого-биохимических нарушений могут быть использованы для биоиндикации загрязнения городской среды и обоснования природоохранных мероприятий по сохранению и восстановлению городских лесов.

Литература

Шергина О.В., Михайлова Т.А. Состояние древесных растений и почвенного покрова парковых и лесопарковых зон г. Иркутска. Иркутск, 2007. 200 с.

Letter C., Jäger G. Simulating the potential of trees to reduce particulate matter pollution in urban areas throughout the year // Environ. Dev. Sustain. 2020. Vol. 22. P. 4311–4321.

Vigevani I., Corsini D., Mori J., Pasquinelli A., Gibin M., Comin S., Szwałko P., Cagnolati E., Ferrini F., Fini A. Particulate Pollution Capture by Seventeen Woody Species Growing in Parks or along Roads in Two European Cities // Sustainability. 2022. Vol. 14. P. 1113.

ADSORPTION OF PARTICULATE MATTER BY WOODY PLANTS AS AN INDICATOR OF URBAN FOREST POLLUTION

Shergina O.V.

Siberian Institute of Plant Physiology and Biochemistry, SB RAS, Irkutsk

К РАЗРАБОТКЕ РЕГИОНАЛЬНОГО ФИТОГЕОХИМИЧЕСКОГО ФОНА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Шихова Н.С.
ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, shikhova@biosoil.ru

Целеполагающим началом выполненных исследований послужила необходимость определения региональных фоновых уровней химических элементов для природных территорий Приморского края. Их разработка позволяет определить эколого-геохимическую специфику региона и решить целый ряд научных и практических задач. В первую очередь эти данные расширяют возможности для ландшафтно-геохимического районирования и картографирования территории, проведения биогеохимического районирования и оценки рисков эндемических заболеваний. На базе полученных данных возможно также определить уровень антропогенно-техногенных нагрузок на экосистемы и составить прогноз их состояния, разработать научно-обоснованную систему природоохранных мероприятий и прочее.

Работы были выполнены на территории Верхнеуссурийского стационара (Чугуевский административный район), Уссурийского государственного природного заповедника (Уссурийский район), вошедшего ныне в состав ФГБУ «Земля леопарда», и на лесной базе в Спасском районе Приморья. Перечисленные территории слабо подвержены антропогенному воздействию, что весьма важно при разработке регионального эколого-геохимического фона. Согласно геоботаническому районированию Б.П. Колесникова (1961), регион исследований относится к Дальневосточной (Маньчжурской) провинции кедрово-широколиственных и дубовых лесов Восточно-Азиатской хвойно-широколиственной области.

Для эколого-геохимического анализа отбирались ассимиляционные органы эдификаторов и доминантов фитоценозов, включая надземную фитомассу травянистых растений, листья и хвою древесно-кустарниковых видов. Каждая проба являла собой смешанный образец растений 5–10 особей каждого вида. Выборка представлена 88 видами растений, относящимися к 43 семействам. Всего проанализировано 296 фитопроб на содержание 49 элементов. В настоящей работе рассмотрены фоновые содержания для 8 макроэлементов. Элементный состав проб (Al, Fe, Mn, Ca, Mg, K, Na, P) определен методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-АЭС) на спектрометре iCAP 7600 Duo (Thermo Scientific, США).

Содержание химических элементов в растениях зависит от многих факторов, главными из которых являются условия среды и видовая биогеохимическая специфика растений. Она, в свою очередь, обусловливает региональные и локальные фоновые концентрации элементов в растительности.

Согласно полученным результатам, региональные фоновые уровни макроэлементов можно представить следующим ранжированным рядом: K (22082 мг/кг сухого вещества) > Ca (18080 мг/кг) > Mg (2919 мг/кг) > P (2252 мг/кг) > Al (175 мг/кг) > Mn (170 мг/кг) > Fe (121 мг/кг) > Na (91 мг/кг).

Судя по имеющимся в литературе кларковым значениям химических элементов в растениях суши (Х. Боуэн, 1966; Ромашкевич, 1988; Добровольский,1998; Markert, Fränzle, 2015 и др.), растительность Приморского региона обогащена K и Mg (в 1,5–3 раза), а также Al, P и Ca (в 1.5–2 раза). В то же время для неё характерно более низкое содержание Mn (до 3 раз) и Fe (до 2 раз), но особенно значимое – Na (в 2–16 раз по данным разных авторов).

На основе полученных материалов были выделены 3 группы растений: виды-концентраторы, у которых содержание элементов превосходит региональный фон в 2 раза и выше, фонового уровня и виды-деконцентраторы, или виды рассеяния элементов, уступающие фоновому уровню в 2 раза и более.

Максимальные значения (в 4–6 раз выше фона) отмечены в содержании Mn (*Spiraea betulifolia* Pall. – 1148 мг/кг, *Lunathyrium pycnosorum* (Christ) Koidz. – 778 мг/кг, *Corylus mandshurica* Maxim. – 700 мг/кг) и Na (*Thalictrum tuberiferum* Maxim. – 456 мг/кг, *Chrysosplenium villisum*

Franch. – 322 мг/кг). Типичными видами-концентраторами элементов являются *Cardamine macrophylla* Willd. (обогащение Mn, Fe, Al, Ca, P), *Chloranthus japonicus* Siebold. (Al, Fe, Na, Ca), *Hylomecon vernalis* Maxim. (K, Na, Al), *Salix rorida* Laksch. (Mn, Fe, Al) и др.

Весьма значимо (в 3–6 раз ниже фона) рассеивают ряд элементов хвойные: K – *Picea koraiensis* Nakai (5568 мг/кг) и *Abies holophylla* Maxim. (5703 мг/кг); Mg – *Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr. (908 мг/кг) и *A. holophylla* (938 мг/кг); Ca (3752 мг/кг) и Na (15 мг/кг) – *Pinus koraiensis* Siebold et Zucc. К наиболее характерным видам группы рассеяния относятся следующие: *Lonicera maackii* (Rupr.) Herd. (по содержанию K, Al, Mn, Fe, Na), *Padus avium* Mill. (K, Al, Mn, Fe), *Phellodendron amurense* Rupr. и *Fraxinus mandshurica* Rupr. (Al, Mn, Na), *Quercus mongolica* Fisch. ex Ledeb. (K, Al, Na); *Polygonatum involucratum* (Franch. et Savat.) Maxim. и *Urtica laetevirens* Maxim. (Al, Mn, Fe) и др.

В группу фонового содержания входят *Eleutherococcus sessiliflorus* (Rupr. et Maxim.) S.Y.Hu (K, Mg, P, Al, Mg), *Alnus hirsuta* (Spach) Fisch. ex Rupr. (P, Al, Fe, Na), *Juglans mandshurica* Maxim. (Ca, P, Al), *Dryopteris crassirhizoma* Nakai (K, Mg, P). Другим видам группы присуще фоновое содержание 1–2 элементов.

Материалы исследования позволили также разработать эколого-геохимическую классификацию растительности региона.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012400285-7 «Биоразнообразие и ресурсный потенциал наземной биоты Восточной Азии».

TOWARDS THE DEVELOPMENT OF A REGIONAL PHYTOGEOCHEMICAL BACKGROUND FOR FOREST ECOSYSTEMS IN PRIMORSKY KRAI

Shikhova N.S.

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

ВЛИЯНИЕ УМЕРЕННОЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ИЗМЕНЕНИЕ ПРИРОДНОЙ ФЛОРЫ ПОБЕРЕЖЬЯ ЗАЛИВА СОВЕТСКАЯ ГАВАНЬ

Щеглова И. П.
ФГБУ «Заповедное Приамурье», г. Комсомольск-на-Амуре

Цель настоящей работы – оценить изменение видового состава флоры и направление этих изменений на естественных природных территориях, включенных в административные границы населенных пунктов.

Исследования проводились в 2015–2026 гг. на синонтрапизированных малонарушенных территориях городских поселений побережья залива Советская Гавань (далее СГ). Были изучены лесные массивы, луга, прибрежная зона и скальные выходы, не подвергающиеся активной хозяйственной эксплуатации. В качестве сравнительного природного эталона использованы данные по государственному природному заповеднику «Ботчинский» (далее БЗ).

Общая флора СГ насчитывает 572 вида, из которых 543 вида (77%) – аборигенные (Щеглова, 2016, 2023а,б). Во флоре БЗ 647 видов, адвентивы представлены лишь 22 видами (Крюкова, 2015).

При сравнении семейственных спектров стоит учитывать разницу природных условий – административные границы населенных пунктов проходят по берегам основных водных обьектов, протоки, старицы, острова в них не включены (понижение доли сем. Cyperaceae), кроме этого, захватываемый лишь краем хр. Советский, имеет максимальные высоты менее 450 м (сем. Ericaceae и Lamiaceae не входят в десятку ведущих). Тем не менее, как мы видим из табл. 1, семейственный спектр СГ почти идентичен со спектром БЗ по первым пяти позициям.

Ниже также наблюдается частичное сходство спектров, разница в рангах семейств незначительна, учитывая небольшой разбег в количестве видов (сем. Ericaceae и Lamiaceae, как упоминалось, не входят в спектр ведущих семейств СГ по естественным причинам). Заметное отклонение наблюдается лишь в сем. Fabaceae – 5 место во флоре СГ и 9-ое во флоре БЗ.

При схожести спектров семейств особый интерес представляет сохранность природной флоры в зоне антропогенной нагрузки и причины заметного повышения ранга сем. Fabaceae. Сравнение видового состава флор напрямую необоснованно ввиду большой разницы площадей и природных условий на территориях. Хорошим показателем будет являться процент заносных

Таблица 1. Спектры ведущих семейств флоры синантропизированных территорий побережья залива Советская Гавань и Ботчинского заповедника

Флора побережья залива Советская Гавань				**Флора природного заповедника Ботчинский**			
Семейства	Кол-во видов	% от общего числа видов	% адвентивов	Семейства	Кол-во видов	% от общего числа видов	% адвентивов
Asteraceae	68	11,9	23,0	Asteraceae	62	9,6	9,7
Poaceae	52	9,1	28,8	Poaceae	48	7,4	10,4
Rosaceae	46	8,0	13,0	Cyperaceae	47	7,3	0,0
Cyperaceae	35	6,3	0,0	Rosaceae	46	7,1	0,0
Ranunculaceae	32	5,6	3,1	Ranunculaceae	31	4,8	0,0
Fabaceae	27	4,7	37,1	Ericaceae	21	3,2	0,0
Caryophyllaceae	20	3,5	15	Apiaceae	19	2,9	0,0
Apiaceae	17	3,0	5,9	Caryophyllaceae			
Polygonaceae	16	2,8	25	Fabaceae	17	2,6	0,0
Lamiaceae	13	2,3	15	Lamiaceae	17	2,6	0,0
Итого в 10 семействах	326	57			326	50,4	
Всего	572				647		

видов в семействах. Как мы видим, гидрофильные семейства Cyperaceae и Ranunculaceae и в СГ, и в БЗ имеют практически аборигенный состав. В большинстве других ведущих семейств на территории СГ адвентивных видов в среднем на 10–13% больше, чем в БЗ. При этом среди ведущих семейств флоры СГ есть лидеры – сем. Fabaceae, в составе которого 37,1% адвентивных видов (БЗ – 0,0%) и сем. Poaceae – 28,8 (БЗ – 10,4%).

Таким образом, можно отметить, что таксономический спектр малонарушенной территории в условиях невысокой антропогенной нагрузки по первым пяти позициям сохраняет черты природной ненарушенной территории, но при этом видовой состав не изменяется только в сем. Cyperaceae и Ranunculaceae, а в сем. Asteraceae, Poaceae и Rosaceae порядка 10–13% видов замещаются адвентивными. Во второй пятерке спектры изменения более значительны – ввиду включения 15–25% адвентивных видов повышаются ранги семейств Caryophyllaceae, Polygonaceae, Juncaceae, смещая вниз менее антропотолерантные семейства, например, сем. Salicaceae (11 видов). А сем. Fabaceae поднимается на 6 место, имея в составе более трети адвентивных видов.

Литература

Крюкова М. В. Сосудистые растения, водоросли и грибы государственного природного заповедника «Ботчинский» / М. В. Крюкова, С. Д Шлотгауэр, И. В. Костомарова. – Владивосток: Дальнаука, 2015. – 136 с.

Щеглова И. П. Типы местообитаний городских с сельских поселений залива Советская Гавань // Экология и безопасность жизнедеятельности: материалы VII Всероссийской науч.-практ. конф., Комсомольск-на-Амуре, 25.11.2016 г. – Комсомольск-на-Амуре: АмГПГУ, 2016. – С. 108–112.

Щеглова И. П. Таксономический анализ флоры городских поселений побережья залива Советская Гавань (Хабаровский край) / И. П. Щеглова // Вестник ДВО РАН. 2023а. – № 2. – С. 91–99.

Щеглова И. П. Флора городских поселений побережья залива Советская Гавань (Хабаровский край) / И. П. Щеглова // Комаровские чтения. – Вып. LXXI. - Владивосток: Дальнаука, 2023б. – С. 191–242.

THE IMPACT OF MODERATE ANTHROPOGENIC PRESSURE ON THE CHANGES IN THE NATURAL FLORA OF THE SOVETSKAYA GAVAN BAY COAST

Shcheglova I. P.

Federal State Budgetary Institution «Zapovednoye Priamurye», Komsomolsk on Amur

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

А
Алексеенко А.Ю. 61
Афанасьева Л.В. 46
Ахмедов С.Н. 69
Б
Бавшин И.М. 114
Багрикова Н.А. 86
Барбашев А.И. 48
Безкоровайная И. Н. 8
Белова С.К. 94
Бикетов Е.Н. 40
Бисирова Э.М. 28
Богачева А.В. 10
Богун А.Г. 116
Болдескул А.Г. 54
Болотник Т.А 116
Бондарчук С.Н. 112
Бондарь А.И. 114
Бурдуковский М.Л. 12, 32
Бурундукова О.Л. 124
Бухарова Н.В. 14
В
Виноградова Ю.А. 16, 52
Власова И.И. 59
Волошина Е.Р. 18
Г
Гаврилюк Е.А. 114
Галанина И.А. 20
Галанов А.Э. 22
Гафицкая И.В. 24
Гераськина А.П. 114
Гладкова Г.А. 26, 118
Голодная О.М. 38
Грачев И.Г. 28
Гриднев А.Н. 30
Гришин С.Ю. 32
Д
Данилов К.П. 134
Дарман Ю.А. 34
Делеган Я.А. 116
Демидко Д.А. 96, 126
Дзизюрова В.Д. 94
Дударев И.М. 36
Дудов С.В. 94
Е
Енчилик П.Р. 114
Ершов В.В. 59
Ефремов В.С. 134
Ж
Жарикова Е.А. 38
Жмеренецкий А.А. 88
З
Замуруева В.В. 40, 94
Захарченко Л. П. 8
И
Иванов А.В. 42, 112, 122
Иванова Е.А. 44
Им С.Т. 96, 126
К
Калашникова Д.А. 28
Калугина О.В. 46
Карпачевский А.М. 116
Качанова Т.Г. 50
Клинк Г.В. 48, 114, 116
Ковалева В.А. 16, 52
Ковалев А.П. 50
Кожевникова Н.К. 54
Козлов В.А. 69
Колесников В.А. 55
Колобов А.Н. 57
Копанина А.В. 59
Королева Т.В. 116
Корсакова С.П. 86
Корчагин О.М. 61
Крупская Л.Т. 61
Кукавская Е.А. 79
Курдюков А.Б. 63
Кутявин И.Н. 65
Куценко Д.Д. 132
Л
Лабунский А.Д. 67
Лаптева Е.М. 16
Лебедева Л.С. 134
Леднев С.А. 48, 116
Липин В.А. 69
Луценко Т.Н. 54
М
Макаренко Е.Л. 71, 73
Макарченко Е.А. 75
Малышева Е. А. 8
Масютина Ю.А. 77
Маханьков В.В. 124
Махныкина А.В. 79
Мачанмаа О.А. 132
Мельникова А.В. 120
Миронова О.А. 116
Москалюк Т.А. 80
Н
Назимова Д.И. 82
Наконечная О.В. 24
Насонова Н.Н. 84
Немцева А.А. 48
Никонова Л.Г. 28
Новицкий М.Л. 86
О
Омелько А.М. 88
П
Павлова Н.А. 134
Панов А.В. 79
Парфенова Е.И., 90
Пахарькова Н.В. 92
Пашенова Н.В. 100
Перепелкина П.А. 32
Перминова Е.М. 16
Петренко Т.Я. 40, 94
Петров И.А. 96, 126
Подласкина С.Ю. 98
Полякова Г.Г. 100
Пономарёва Т.В. 102
Пономарёв Г.Е. 102
Попова А.К. 104
Пристова Т.А. 52
Приходько О.Ю. 106
Прокушкин А.С. 79
Пуреховский А.Ж. 34, 108
С
Сабиров Р.Н. 110
Сало М.А. 112
Семенков И.Н. 48, 114, 116
Сенашова В.А. 100, 126
Сибирина Л.А. 26, 118
Симонова Ю.В. 120
Смирнов Н.А. 28
Смоленков А.Д. 116
Соколова Н.В. 100
Соловьёв И.Д. 122
Станкевич Е.С. 123
Т
Тарбеева А.М. 134
Титовец А.В. 114
Тихонова Е.В. 114
Тихонова Е.Н. 130
Трифонова В.А. 116
У
Ухваткина О.Н. 88

Ф
Федина Л.А. 124
Филатова М.Ю. 61
Х
Харук В.И. 96, 126
Хатунцев А.Ю. 128
Христофоров И.И. 134
Ц
Царев В.А. 61
Ч
Чебакова Н.М. 90
Чернова О.Д. 36
Черных П.В. 130
Чуба А.Ю. 22
Ш
Шабалина О.М. 132
Шамов В.В. 134
Швецов Д.В. 30
Шергина О.В. 46, 138
Шихова Н.С. 124, 140
Шопина О.В. 114
Шушпанов А.С. 96, 126
Щеглова И. П. 142
Я
Яковенко Н.В. 98
Яценко И.О. 59
Яценко О.В. 59

Научное издание

Материалы Всероссийской конференции «Экология и динамика лесных экосистем», посвященной 95-летию со дня рождения Заслуженного лесовода Российской Федерации Ю.И. Манько

Сборник материалов

Компьютерная верстка: Е.В.Сундукова

Опубликовано онлайн 29.09.2026