

Вестник Московского
государственного
университета леса

Лесной вестник

ISSN 1727-3749

2009 № 1 (64)

- *Химический состав древесины дуба, используемой для производства коньяка и бренди*
- *Структурные аномалии: случайность или ...*
- *Растительный покров и сезонные колебания концентрации CO_2 в атмосфере*
- *Динамика растительного покрова в ельниках после сплошных рубок агрегатной техникой*
- *Влияние обновительных рубок ухода на некоторые элементы микроклимата в ельниках черничных*
- *Селекционно-генетическая оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной*
- *Анализ гибридов сирени селекции О.Е. Николаевой*
- *Проблема использования ограниченного числа видов древесно-кустарниковых растений в озеленении Москвы*
- *Эколого-экономический взгляд на проблему устойчивого управления лесами*



СОДЕРЖАНИЕ

Аксенов П.А., Коровин В.В.	<i>Химический состав древесины дуба, используемой для производства коньяка и бренди</i>	5
Брынцев В.А.	<i>Системно-динамический подход как новая научная парадигма</i>	16
Коровин В.В., Курнос Г.А.	<i>Структурные аномалии: случайность или ...</i>	26
Романовский М.Г.	<i>Растительный покров и сезонные колебания концентрации CO₂ в атмосфере</i>	31
Романовский М.Г., Коровин В.В., Румянцев Д.Е.	<i>Формирование годичного кольца древесины и дыхание ствола у сосны и дуба</i>	34
Стасова В.В., Скрипальщикова Л.Н., Татаринцев А.И., Грешилова Н.В., Зубарева О.Н.	<i>Строение и развитие проводящих и запасующих тканей в стволах сосны обыкновенной в антропогенно-нарушенных экосистемах</i>	39
Матвеев С.М., Таранков В.И., Акулов В.В., Мельников Е.Е.	<i>Некоторые направления и результаты дендроиндикации состояния лесных экосистем в Центральной лесостепи</i>	45
Румянцев Д.Е.	<i>Предыстория дендрохронологии</i>	50
Румянцев Д.Е., Александрова М.С., Николаев, Д.К.	<i>Сопряженность в кратковременной изменчивости ширины ранней и поздней древесины в годичных кольцах лиственниц в условиях Подмосковья</i>	56
Кухта А.Е.	<i>Влияние температуры и осадков на годичный линейный прирост сосны обыкновенной на берегах Кандалакшского залива</i>	61
Пугачева Е.С.	<i>Дендроклиматический анализ годичных колец каменной березы (<i>Betula ermanii cham.</i>) на Южной Камчатке</i>	67
Обыденников В.И. Тибуков А.В.	<i>Динамика растительного покрова в ельниках после сплошных рубок агрегатной техникой</i>	75
Соболев А.Н., Феклистов П.А.	<i>Напочвенный покров в различных типах леса Соловецкого архипелага и его изменение под влиянием рекреации</i>	81
Торбик Д.Н., Феклистов П.А.	<i>Влияние обновительных рубок ухода на некоторые элементы микроклимата в ельниках черничных</i>	85
Мельник П.Г., Смирнов И.Н., Камышова Л.В.	<i>90-летний опыт географических культур сосны обыкновенной в Бузулукском бору</i>	88
Корчагов С.А., Грибов С.Е., Клюквина Н.А., Авдеев Ю.М., Щекалев Р.В.	<i>Влияние рубок ухода, внесения удобрений и их комплексного использования на свойства древесины сосны в культурах</i>	95
Рунова Е.М., Куникеева А.А.	<i>Некоторые особенности роста и развития сосново-лиственничных насаждений Приангарья</i>	99

Царев А.П., Лаур Н.В.	<i>Селекционно-генетическая оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной</i>	103
Погиба С.П., Соколова Т.А., Ермакова Н.А.	<i>Анализ гибридов сирени селекции О.Е. Николаевой</i>	108
Терехова Е.Ю.	<i>Краткий обзор и история изучения систематики рода <i>Acer</i> L.</i>	117
Садакова Т.А.	<i>Роль лесных экосистем в формировании традиционных верований славян</i>	123
Евменова А.В.	<i>Проблема использования ограниченного числа видов древесно-кустарниковых растений в озеленении Москвы</i>	126
Котова А.В.	<i>Обсуждение принципов реконструкции ботанической экспозиции рода тую на территории Главного ботанического сада РАН</i>	131
Дегтева С.В., Железнова Г.В., Косолапов Д.А., Мартыненко В.А., Пыстина Т.Н., Шубина Т.П.	<i>Флора, лишено- и микобиота ельников европейского северо-востока России</i>	135
Канев В.А.	<i>Флора высших сосудистых растений Усть-Пырсьинского ботанико-географического района Печоро-Илычского природного заповедника (верхнее течение р. Илыч, Республика Коми)</i>	145
Кутенков С.А.	<i>Выявление факторов биологического разнообразия болотных лесов северотаежной подзоны Карелии</i>	151
Османова Г.О.	<i>Онтогенетическая структура ценопопуляций <i>Plantago major</i> L., <i>Plantago media</i> L., <i>Plantago lanceolata</i> L., произрастающих в одном сообществе</i>	155
Паничева Д.М., Бердов А.М.	<i>Зонирование пригородной лесной территории по степени негативного воздействия промвыбросов с использованием гис технологий (на примере насаждений г. Дятьково)</i>	159
Владимирова Н.А.	<i>Космические изображения aster как источник данных для лесного хозяйства: характеристики, методика дешифрирования, перспективы использования</i>	163
Сердитова Н.Е.	<i>Эколого-экономический взгляд на проблему устойчивого управления лесами</i>	174
Чжан С.А., Рунова Е.М., Пузанова О.А.	<i>Оценка устойчивости сосны обыкновенной в зонах аэротехногенного загрязнения по данным экологического мониторинга</i>	180
Романкина М.Ю.	<i>Пространственное распределение и сезонная динамика активности жуужелиц (<i>coleoptera, carabidae</i>) в березовых лесах и сосновых лесонасаждениях в лесостепных условиях Центрального Черноземья</i>	183
Ежов О.Н., Ершов Р.В., Щекалев Р.В.	<i>Влияние лесоводственно-таксационных показателей осинового древостоя на их зараженность дереворазрушающими грибами в Архангельской области</i>	191
Истомин А.В.	<i>Влияние ветровалов на динамику сообществ мелких млекопитающих в естественных лесах южной тайги</i>	196
Мерзленко М.Д., Поляков А.Н.	<i>Вклад Ф.Х. Майера в степное лесоразведение (к 225-летию со дня рождения Франца Христиановича Майера)</i>	202

ПРЕДИСЛОВИЕ

Постоянно действующий семинар «Продукционный процесс и структура деревьев, древесины и древостоев» успешно продолжил деятельность в 2008 году. О цели, структуре и организации семинара было сообщение в Лесном вестнике № 5 (54) 2007 г.

За сравнительно короткую историю (с апреля 2006 г.) семинар привлёк большое число участников из учебных и научных заведений Москвы, Московской области и многих городов России. Постоянно участвовали в работе преподаватели, аспиранты и студенты МГУЛ, научные сотрудники ИЛ РАН, ИГКЭ Росгидромета и РАН, ФГУ УМЦ, ГБС РАН. Выступали на заседаниях и участвовали в нём как иногородние корреспонденты учёные, аспиранты и преподаватели из Института леса Карельского НЦ РАН (Петрозаводск), Института леса РАН (Красноярск), Института биологии УФ РАН (Сыктывкар), Воронежской лесотехнической академии.

В сентябре 2008 г. было проведено совместное заседание семинара и Координационного совета по современным проблемам древесиноведения в аудиториях МГУЛ и на территории представительства МГУЛ в Главном ботаническом саду РАН.

Настоящий номер Лесного вестника содержит материалы семинара «Продукционный процесс и структура деревьев, древесины и древостоев» и частично статьи, которые обсуждались на совместном заседании.



Участники семинара 8 ноября 2008 года. Слева направо: П.А. Аксенов (МГУЛ), Ю.Б. Глазунов (ИЛ РАН), С.И. Чумаченко (МГУЛ), Б.Ю. Потапова (МГУЛ), А.В. Абатуров (ИЛ РАН), М.Г. Романовский (ИЛ РАН), Д.К. Николаев (ИЛ РАН), А.Е. Кухта (ИГКЭ Росгидромета и РАН), В.А. Брынцев (ФГУ УМЦ), Д.Е. Румянцев (МГУЛ)

Фото В.В. Коровина (МГУЛ)

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОНЬЯКА И БРЕНДИ

П.А. АКСЕНОВ, *зав. лабораторией каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ*,
В.В. КОРОВИН, *проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, д-р биол. наук*

acsenov@mgul.ac.ru

Древесина дуба является важнейшим элементом в технологической цепи производства коньяка и бренди. Органолептические особенности выдержанных крепких алкогольных напитков в основном определяются химическими компонентами древесины. «Букет» коньячных спиртов образуется в результате длительного (часто более 20 лет) контакта коньячного виноматериала (продукта фракционной перегонки сухого виноградного вина) с древесиной дуба в присутствии кислорода при заданных внешних условиях. В процессе длительной выдержки протекает газообмен между окружающей атмосферой и содержимым тары через бочарную клепку, что приводит к уменьшению объема жидкости, понижению концентрации этанола и окислению ряда органических веществ. Скорость этих процессов зависит в большей мере от макро- и микроструктуры древесины бочарной клепки, а также от особенностей технологии изготовления бочки. Продолжительно протекающие многочисленные взаимодействия между первичным виноматериалом, содержащим небольшое количество летучих органических соединений (низшие спирты (кроме этилового), эфиры, ацетали и пр.), и химическими компонентами древесины в присутствии растворенного кислорода медленно формируют органолептическую основу будущего коньяка. При этом проходит экстракция ряда компонентов древесины, деструкция и гидролиз (гидроэтаноллиз) лигнина и полисахаридов клеточных стенок с образованием низкомолекулярных ароматических соединений и растворимых углеводов. Помимо гидролиза и этанолиза протекают реакции декарбоксилирования, дегидратации, изомеризации, окислительно-восстановительные реакции между веществами, выделившимися из древесины, летучими соединениями первичного виноматериала, кислородом и древесиной в спиртоводной среде. Продуктами

комплекса физико-химических взаимодействий веществ в процессе выдержки коньячного спирта являются десятки, а в случае длительной выдержки – сотни органических соединений, присутствующих в органолептически значимых концентрациях, то есть определяющих аромат и вкусовые качества коньячных спиртов.

Важно отметить, что каждое из присутствующих в коньячном спирту соединений привносит в органолептику напитка индивидуальный вклад, зависящий, прежде всего, от концентрации и степени связанности этого соединения.

Из вышеизложенного ясно, что изучение химического состава древесины дуба и ее спиртоводных экстрактов имеет большой научный и практический интерес, особенно при дифференцированном использовании древесины дуба в виноделии. Владея данными о химическом составе предполагаемой к использованию в коньячном производстве партии древесины, можно с определенной точностью прогнозировать характерные органолептические черты будущего напитка.

В изучение химизма дубовой древесины наибольший вклад внесен виноделами. Это направление исследований довольно молодое, однако уже достигнуты заметные успехи [12, 15, 18–20].

Химический состав древесины дуба варьирует в зависимости от вида, географического происхождения, условий роста, возраста древесины, продолжительности созревания заготовок клепки, технологии изготовления бочки и множества других, часто неучитываемых, факторов.

По данным Н.И. Никитина (1962), средний по территории бывшего СССР состав древесины дуба следующий (%): целлюлоза – 35,74, пентозаны – 20,07, метилпентозаны – 0,47, галактан – 0,12, уроновые кислоты – 5,29, дубильные вещества – 7,3, вещества,

растворимые в воде (без дубильных веществ) – 3,61, лигнин – 21,51, вещества, растворимые в эфире – 0,22.

Изменение химического состава древесины дуба в зависимости от условий произрастания (типа лесорастительных условий) рассмотрены в работах Н.И. Никитина с соавторами [11].

Эти показатели относительны, так как химический состав подвержен значительным колебаниям в зависимости от многих факторов. Содержание основных компонентов в абсолютно сухой древесине варьирует (%): целлюлоза – 23–50; гемицеллюлоза – 17–30; лигнин – 17–30; дубильные вещества – 2–10; смолистые вещества – 0,3–0,6. Малое содержание смолистых веществ является, наряду с другими составляющими, важной характеристикой дубовой древесины [12].

Характерная ядровая древесина американского белого дуба, идущего на изготовление бочкотары, состоит из 50 % целлюлозы, 22 % гемицеллюлозы, 32 % лигнина, 2,8 % ацетильных групп и 5–10 % веществ, экстрагируемых горячей водой [23].

Состав древесины дуба, произрастающего во Франции (в среднем): целлюлоза – 40–45 %, гемицеллюлоза – 20–25 %, лигнины – 25–30 %, танин – 8–15 % [30].

Целлюлоза. Одним из основных компонентов стенки клеток древесины является целлюлоза. В клеточной оболочке она образует каркас, погруженный в матрикс из нецеллюлозных углеводов, лигнина и пектиновых веществ (Эзау, 1980).

Регулярность строения цепи макромолекулы и значительное внутри- и межмолекулярное взаимодействие делают целлюлозу химически инертным соединением, трудно выделяемым из древесины и не претерпевающим каких-либо значительных изменений в процессе выдержки крепких спиртных напитков.

При выдержке коньячных спиртов в дубовой таре целлюлоза не деградирует до низкомолекулярных соединений, способных переходить в экстракт.

Гемицеллюлозы (полиозы). В древесине и других растительных тканях, кроме целлюлозы, присутствуют другие полисахариды, называемые полиозами или гемицеллюлозами.

Полиозы отличаются от целлюлозы составом звеньев моносахаридов, меньшей длиной цепей и разветвленным строением цепных молекул. Звенья моносахаридов (ангидросахара), входящие в состав полиоз, подразделяют на пентозы, гексозы, гексуриновые кислоты и дезоксигексозы. Продукты окисления глюкозы – глюконовая и глюкарная кислоты – также входят в состав некоторых полиоз. Главная цепь полиозы может состоять из одинаковых звеньев (гомополимер), например у ксиланов, или из двух или более моносахаридов (гетерополимер), например у глюкоманнанов. Некоторые из звеньев образуют боковые ответвления главной цепи, например звенья 4-О-метилглюкуроновой кислоты, галактозы.

Полиозы, как и моносахариды, содержат асимметрические атомы углерода, и поэтому в растворе обладают оптическим вращением.

В классической классификации полиозы разделяются на пентозаны, гексозаны и полиурониды. Однако это грубая классификация, которая не учитывает, что большинство полисахаридов смешанные, т.е. построенные из звеньев моносахаридов, принадлежащих к разным группам. Другая классификация основана на поведении полиоз при их отделении от целлюлозы. Полиозы, которые можно извлечь из холоцеллюлозы, называют нецеллюлозными гликозанами, а остающиеся в холоцеллюлозе – целлюлозными гликозанами. Целлюлозные гликозаны подразделяют на целлюлозу и неглюкозные целлюлозные гликозаны. Наиболее распространена классификация по главному составляющему моносахариду полиоз. В этой системе полиозы подразделяются на ксиланы, арабинаны, маннаны, глюканы, галактаны и т.д. [22].

В полиозах лиственных, в отличие от полиозов хвойных пород, большую долю составляют звенья ксилозы, а также ацетильные группы и меньшую – звенья маннозы и галактозы.

Ксиланы – полиозы, обычно имеющие гомополимерную главную цепь, состоящую из звеньев ксилозы, соединенных гликозидными связями β -(1→4). В древеси-

не лиственных пород к цепям ксилана через нерегулярные промежутки присоединены гликозидными связями α -(1→2) боковые ответвления звеньев 4-О-метилглюкуроновой кислоты. Большинство ОН-групп у C_2 и C_3 в звеньях ксиланы ацетилировано. Массовая доля глюкуроноксилана в древесине лиственных пород доходит до 20–30 %.

Маннаны древесины характеризуются гетерополимерной главной цепью, состоящей из звеньев маннозы и глюкозы, т.е. маннаны древесины следует рассматривать как глюкоманнаны. Глюкоманнаны древесины дуба состоят только из звеньев маннозы и глюкозы, образующих слегка разветвленные цепи. Звенья маннозы и глюкозы связаны гликозидными связями β -(1→4). Соотношение звеньев маннозы и глюкозы составляет примерно от 1,5:1 до 2:1 для большинства лиственных пород. Степень полимеризации глюкоманнанов древесины лиственных пород около 60–70. Массовая доля маннанов в древесине лиственных пород составляет от 1 % (в древесине березы) до 3–4 % в древесине других пород.

Глюканы. Кроме целлюлозы в древесине существуют и другие полисахариды, состоящие из звеньев глюкозы. Среди них наиболее важным резервным полисахаридом, присутствующим также в плодах, семенах и прочих запасующих тканях является крахмал. В древесине крахмал содержится в основном в паренхимных клетках радиальных лучей. В древесине дуба в осенне-зимний период возрастает содержание «запасного» крахмала, активно используемого в начале вегетационного сезона.

Крахмал состоит из нескольких компонентов, различающихся по молекулярной массе и молекулярному строению. В нем присутствуют линейные амилозы А, В, V и разветвленный амилопектин. В амилозах звенья глюкозы соединены гликозидными связями α -(1→4); в амилопектине дополнительно существуют связи α -(1→6) [1].

Связи α -гликозидные легко расщепляются, что имеет важное значение для процессов гидролиза. Крахмал существует только в виде гранул, а не фибрилл. Массовая доля крахмала в древесине лиственных пород составляет 2–5 %. При длительной выдержке

в спиртоводной среде крахмал подвергается гидролизу до глюкозы.

Другой глюкан в древесине – каллоза. Каллоза известна прежде всего как вещество, присутствующее в ситовидных трубках флоэмы, но она является также и компонентом паренхимных клеток ксилемы. Здесь она образует защитные слои на мембранах полукаймленных пор, которые, по-видимому, изолируют поры для отделения плазматического содержимого клеток от водопроводящих сосудистых клеток. Каллоза состоит из звеньев глюкозы, соединенных гликозидными связями β -(1→3). Молекулы каллозы способны объединяться в фибриллярные структуры.

Галактанами называют полисахариды, макромолекулы которых построены главным образом из звеньев галактозы. Галактаны сравнительно широко распространены в природе, но в древесине они содержатся в небольших количествах (массовая доля 0,5–3 %) как в хвойных, так и в лиственных породах. Галактаны в общем имеют высокую степень разветвления. Для галактанов древесины лиственных пород характерно присутствие звеньев рамнозы. Галактаны древесины дуба в настоящее время остаются малоизученными. Повышенное содержание галактанов находят в сжатой и тяговой древесине. В поздней древесине дуба на поперечных срезах хорошо различимы отдельные волокна или группы волокон либриформа, имеющие желатинозный слой, частично отделившийся от внутренней части клеточной стенки. Желатинозный слой (*G*-слоей) либриформа дуба представляет собой модифицированный слабо или совсем не лигнифицированный S_2 -слой клеточной стенки, состоящий преимущественно из арабиногалактана, пектинов и целлюлозы. Желатинозные слои древесины дуба хорошо прокрашиваются генцианвиолетом и рутениумом красным, не обладают оптической активностью при поляризационном микроскопировании и отвечают на ультразвуковое воздействие радиальным растрескиванием.

Арабинаны – это полисахариды, макромолекулы которых построены главным образом из звеньев арабинозы. Звенья арабинозы соединены связями α -(1→5). К главной цепи присоединены боковые звенья араби-

нозы связями α -(1→3). Арабинаны широко распространены в природе и в больших количествах присутствуют в частях растения, богатых пектиновыми веществами. Вероятнее всего, арабинан в пектиновых веществах химически связан с другими компонентами, но сравнительно легко от них отщепляется.

Пектиновые вещества (пектины) – комплекс углеводов веществ кислого характера, содержащий в качестве главного компонента пектиновую кислоту (галактуронан), а также арабинан и галактан. Пектиновые вещества широко распространены в природе, содержатся в лигнифицированных тканях древесных растений. В древесине (тканях зрелой ксилемы) содержание пектиновых веществ невелико. Их массовая доля обычно составляет 0,5–1,5 %.

Пектиновые вещества в древесине входят в состав сложной срединной пластинки и в зрелых тканях вместе с лигнином обеспечивают соединение смежных клеток. Пектины находятся также в турсах мембран окаймленных пор. Во время развития клетки и растения в целом пектиновые вещества непрерывно изменяются. В молодых растениях и тканях они обеспечивают необходимую прочность и эластичность. Гидрофильные свойства пектинов в период роста растений, по-видимому, играют важную роль в водном обмене. Связанная пектиновыми веществами вода не замерзает и трудно испаряется, поэтому пектины придают молодым растениям и тканям устойчивость к заморзанию и засухе [22].

Основным компонентом всех пектиновых веществ служит пектиновая кислота. Она является гетерогалактуронаном – рамногалактуронаном. Макромолекула рамногалактуронана построена из звеньев α -D-галактуроновой кислоты в пиранозной форме, соединенных гликозидными связями α -(1→4), и включают звенья α -L-рамнопиранозы. Звенья рамнозы соединены с соседними звеньями галактуроновой кислоты связями α -(1→2) и α -(1→4). Между этими фрагментами находятся линейные участки гомогалактуронана из 6–12 звеньев галактуроновой кислоты. В среднем 75 % карбоксильных групп метилированы.

Вопрос о связи между пектиновой кислотой и входящими в комплекс пектиновых

веществ арабинанами и галактанами окончательно еще не выяснен. По всей вероятности, между цепями рамногалактуронанов, арабинанов и галактанов существуют химические связи. Допускают присоединение цепей арабинана или галактана (а, возможно, и арабиногалактана) к звеньям рамнопиранозы в главной цепи с образованием сильно разветвленной структуры. Часть водородных атомов свободных карбоксильных групп цепей галактуронанов может быть замещена на кальций или магний. Катионы Ca^{2+} и Mg^{2+} образуют поперечные мостики между цепями пектиновой кислоты, лишая пектины тем самым растворимости в воде [1].

В спиртоводных средах (коньячных спиртах, коньяках, в спиртах для производства бренди и виски) полиозы постепенно гидролизуются до соответствующих моносахаридов: глюкозы, галактозы, маннозы, левулезы, рамнозы, ксилозы, фруктозы, арабинозы и т.д. Процесс гидролиза значительно ускоряется при повышении температуры и понижении рН среды. По данным В.И. Личева (1977), количество сахаров в процессе 16-летней выдержки коньячного спирта в дубовых бочках увеличивалось с 0,23 г/л до 2,18 г/л. При этом спирты приобретали мягкость, полноту, гармоничность. В старых армянских спиртах сахара составляли 51–58 % от общего экстракта [17].

В течение длительной выдержки коньячных спиртов в дубовых бочках моносахариды претерпевают различные химические изменения (Личев, 1977; Оселдцева, 1999; [5]). Протекают процессы дегидратации с образованием фурфурола (2-фуральдегида), метилфурфурола (5-метил-2-фуральдегида), гидроксиметилфурфурола (5-гидроксиметил-2-фуральдегида), метилциклопентенолона (2-окси-3-метил-2-циклопентен-1-она) (Малтабар, Фертман, 1971; [13]), сахароаминные реакции и т.д.

При предварительной термической обработке древесины дуба (обжиге бочки) распад гемицеллюлоз и дегидратация моноз значительно активизируется. Образующиеся при этом фурановые альдегиды обогащают букет и вкус коньяков тонами каленого орешка, поджаренной корочки ржаного хлеба и т.д.

Лигнин. В растительном мире среди природных полимеров лигнин занимает второе место по количеству после целлюлозы.

Возникновение лигнина в клеточных стенках растений дало им возможность выйти наружу. Лигнин значительно увеличивает механические свойства растительных тканей, благодаря чему могут существовать деревья высотой более 100 м. Количество лигнина в различных растениях довольно сильно варьирует: древесные растения содержат от 20 до 40 % лигнина. Распределение лигнина в различных частях ствола дерева неравномерно. Большая доля лигнина характерна для самой нижней, самой высокой и внутренней частей ствола [22].

Внедрение лигнина в полисахаридный каркас клеточной стенки рассматривается как конечная фаза процесса дифференциации клеток вторичной ксилемы. Лигнин придает клеточным стенкам прочность, плотность и оказывает влияние на их набухание. Лигнин отлагается сначала в углах клетки, когда увеличение поверхности клетки уже закончилось (перед началом утолщения вторичной стенки (S_1)). Затем протекает лигнификация межклеточного вещества и первичной стенки (P), начинаясь в тангентальных стенках и распространяясь по направлению к центру. Лигнификация сложной срединной пластинки (P + M + P) продолжается при дифференциации слоев S_1 и S_2 , вплоть до образования третичной стенки T. Сначала лигнификация слоев вторичной стенки идет медленно, а затем ускоряется и заканчивается после утолщения третичной стенки.

В настоящее время лигнификация рассматривается как процесс, контролируемый индивидуальной клеткой, т.е. как внутриклеточный процесс.

Известно, что лигнин дуба – сложный гетерополимер, состоящий из фенилпропановых структурных единиц: гваяцилпропановых, сингилпропановых и в небольших количествах пара-оксифенилпропановых. В составе макромолекулы содержатся различные функциональные группы (гидроксильные, карбонильные, карбоксильные, метоксильные группы) и присутствуют связи разного типа с другими единицами, в результате чего лигнин имеет высокую степень структурной неоднородности.

Предшественниками всех лигнинов – первичными структурными звеньями – являются транс-гидроксикоричные спирты:

транс-пара-кумаровый, транс-конифероловый и транс-синаповый, биосинтез которых можно представить в виде следующей схемы: глюкоза → шикимовая кислота → префеновая кислота → фенилаланин и тирозин → кумаровая, феруловая и синаповая кислоты → гидроксикоричные спирты.

Общепринято представление о том, что лигнин в клеточной стенке не просто отлагается между полисахаридами, а связан и ассоциирован, по крайней мере, с частью полисахаридов. Тесную ассоциацию между полисахаридной и лигнинной частями клеточной стенки называют лигнин-полисахаридным комплексом (ЛПК), или лигнин-углеводным комплексом (ЛУК).

Из многочисленных экспериментальных фактов стало очевидным, что наряду с другими возможными типами ассоциации (водородными связями, силами Ван-дер-Ваальса, хемосорбцией) существуют химические связи между лигнином и полисахаридами.

М.С. Бардинская и К.Б. Пятикрестовская (1956) различают в древесине три фракции лигнина:

- простейшие ароматические соединения, легко извлекаемые органическими растворителями, такие как конифероловый, синаповый спирты, а также продукты их окисления – ванилин и сиреневый альдегид и т.д.; в свободном виде они присутствуют в древесине в незначительных количествах и представлены в основном гликозидами, такими как кониферин и сирингин;

- небольшая часть низкомолекулярного лигнина, не связанная с гемицеллюлозами и извлекаемая щелочью и водой;

- наиболее устойчивая фракция лигнина, имеющая трехмерную сетчатую структуру и прочно связанная с углеводными компонентами древесины дуба.

В процессе этанолиза лигнина в присутствии 2–3 % соляной кислоты при температуре 90–100 °С происходят следующие реакции: конденсация спирта с лигнином с образованием спиртового лигнина, спиртовое расщепление с частичной деградацией до мономеров с последующей конденсацией некоторых из них со спиртом, а также внутренняя конденсация лигнина [3].

Алкоголизом называют мягкий сольволиз лигнина под действием спиртов (в частности метанолиз или этанолиз) в присутствии соляной кислоты. Основной реакцией деструкции лигнина при этанолизе является расщепление связи β -0-4, но в дополнение к кетонам I-IV образуются этоксилированные соединения V, VI. Все кетоны вместе (I-VI) называют кетонами Гибберта. При этанолизе древесины лиственных пород, кроме гваяцильных, образуются сирингильные соединения [22].

Результаты исследований И.А. Егорова и Р.Х. Егофаровой [6], В.И. Личева (1977), А.Д. Лашхи [8], J.-L. Puech [28-30], И.М. Скурихина и Б.Н. Ефимова (1972, 1972а) показали, что при многолетней выдержке коньячных спиртов в дубовой таре протекают похожие процессы.

Так, по данным В.И. Личева (1977), в течение первого года выдержки в коньячном спирте преобладает процесс образования этанолигнина, представляющего собой конденсированные нелетучие ароматические соединения, на третьем году темп образования этанолигнина снижается, при этом увеличивается количество ароматических альдегидов. При дальнейшей выдержке процесс образования ароматических альдегидов ускоряется, в результате чего в коньячном спирте накапливаются ванилин; пара-оксибензальдегид; сиреневый, кумаровый, кониферилловый, синаповый альдегиды (последние три объединены в группу коричных альдегидов), а также другие продукты деградации лигнина. Образовавшиеся соединения, обладая специфическим ароматом, ответственны за создание ароматических свойств напитков. В свою очередь, продукты конденсации лигнина, предположительно, влияют на их вкусовые достоинства [8].

По предположению Ж.Л. Пуэша [28, 29], образование этанолигнина и последующее окисление его до ароматических альдегидов и кислот может происходить как в водно-спиртовой среде, так и в самой древесине, с последующей экстракцией образующихся ароматических соединений в коньячный спирт. По имеющимся литературным данным, процесс деградации лигнина усиливается с увеличением спиртуозности и уменьшением значения рН коньячного спирта [20].

По мнению другой группы ученых – К. Нишимуры с соавторами [26], Д.М. Коннера с соавторами (Conner J.M. et al, 1992) – только очень незначительная часть лигнина (около 4 % от общего количества) способна экстрагироваться спиртом во время выдержки. Это объясняется тем, что β -эфирные связи, являющиеся основным видом связи в лигнине, стойки к воздействию спирта, не разрушаются при длительном кипячении и для их деструкции требуется либо присутствие сильной кислоты, либо термолиз при температуре 170–220 °С.

Авторы склонны предполагать, что разрушение этих связей в лигнине происходит при обжиге дубовой тары. В дальнейшем образовавшиеся ароматические соединения экстрагируются в спирт и обуславливают характерные букет и вкус крепких спиртных напитков.

Другие исследователи ([29]; Puech et al., 1984) определяли продукты распада лигнина в 5–30-летнем арманьяке. Концентрация ванилина, сиреневого, кониферилового и синапового альдегидов варьировала в следующих пределах: 0,25–1,3 мг/дм³, 0,5–2,0 мг/дм³, 0,05–1,1 мг/дм³ и 0,07–0,21 мг/дм³. Причем, в процессе выдержки в результате окислительных процессов доля коричных альдегидов в общем количестве ароматических альдегидов уменьшалась.

Что касается ароматических кислот, то первые годы выдержки коньячных спиртов эти кислоты накапливаются преимущественно за счет экстрагирования из древесины дуба (пара-оксибензойная, ванилиновая, сиреневая, пара-кумаровая, феруловая, синаповая кислота). В дальнейшем, при замедлении экстракционных процессов, возрастают масштабы реакций гидролиза и окисления, что, с одной стороны, понижает концентрацию таких кислот, как пара-оксибензойная и феруловая, а с другой – способствует дополнительному накоплению в спирте ванилиновой и сиреневой кислот [10].

При созревании коньячных спиртов из ванилиновой, феруловой и пара-кумаровой, синаповой кислот образуются: гваякол (орто-метоксифенол), пара-винилгваякол, ванилин, пара-этилфенол, пара-винилфенол, пара-оксибензальдегид, эвгенол (пара-аллилгваякол),

пара-этилгваякол, сиригнол (2, 6-диметокси-фенол), 2-фенилэтанол (фенилтиловый спирт), (2-фенилэтил)ацетат и пр. (Писарницкий и др., 1979). Летучие фенолы, в том числе эвгенол, активно участвуют в образовании сложного букета коньяков, придавая им ванильно-ореховые, карамельные, пряно-гвоздичные оттенки (Оганесянц, 1997, [12]). В настоящее время по содержанию эвгенола судят о качестве коньячного спирта.

По данным Н.Н. Коноваловой [7], в процессе глубокой деградации лигнина при выдержке коньячных спиртов в дубовых бочонках в раствор переходят (в органолептически значимых концентрациях), кроме вышперечисленных соединений, этилгваякол, сиригнол, фенилэтилацетат, диметилбензальдегид, фенилтиловый спирт, пропиогваякон, крезолы.

Последние два соединения входят в состав невыдержанных коньячных спиртов, где они представлены в основном за счет дрожжей. В процессе выдержки концентрация производных фенилтилового спирта увеличивается.

Экстрактивные вещества. В ядровой древесине дуба, кроме веществ, образующих лигнин-полисахаридный комплекс («физико-химический остов клеточной стенки»), присутствуют соединения, которые можно извлекать из древесины полярными и неполярными растворителями, т. е. соединения, растворимые в воде и органических растворителях (диэтиловый эфир, этанол, петролейный эфир, толуол, бензол, метанол, ацетон и др.). Водорастворимые углеводы и неорганические соединения также принадлежат к экстрагируемым веществам. Экстрактивные вещества древесины дуба концентрируются в клетках лучевой и аксиальной паренхимы, в меньших количествах их также находят в срединной пластинке, межклетниках и клеточных стенках трахеид и волокон либриформа. Протопласты тил также содержат значительный, возможно основной, объем экстрактивных веществ. В процессе образования ядра оболочки тил частично разрушаются и их содержимое, в том числе и экстрактивные вещества, откладываются на окружающих клеточных стенках трахеальных элементов ксилемы, пропитывая их.

В ядровой древесине дуба содержится до 15 % экстрактивных веществ.

Содержание и состав экстрактивных веществ варьируют в зависимости от породы дерева (вида дуба), но в пределах породы также существуют колебания, связанные с географическим местопроизрастанием и сезоном (Dahm, 1970, Snajberk, K and Zavarin, E. 1976, Su et al, 1981, Swan, 1968). Состав экстрактивных веществ можно использовать для определения древесных пород, трудно различаемых по анатомическим признакам (Seikel et al, 1965).

Некоторые древесные породы содержат экстрактивные вещества, токсичные для бактерий, грибов и термитов. Другие экстрактивные вещества придают древесине цвет и запах. Несмотря на эти свойства, существует мнение (Sandermann, 1966), что большинство экстрактивных веществ не участвует в жизни клеток и не имеет существенного значения.

По химическому составу [1] в экстрактивных веществах древесины выделяют следующие основные классы соединений: углеводороды (главным образом терпеновые); спирты (многоатомные, высшие алифатические, циклические, в том числе терпеновые и стеринны) свободные и связанные; альдегиды и кетоны (относящиеся к терпеноидам и др.); кислоты высшие жирные и их эфиры (жиры и воски); смоляные кислоты (производные дитерпенов); углеводы (моно- и олигосахариды, водорастворимые полисахариды, полиуронины) и их производные (гликозиды и др.); фенольные соединения (танины, флавоноиды, лигнаны, гидроксистильбены и др.); азотсодержащие соединения (белки, алкалоиды и др.); соли неорганических и органических кислот.

В зависимости от метода выделения экстрактивных веществ их подразделяют на три группы: летучие с водяным паром (эфирные масла); растворимые в органических растворителях (камеди, смолы, смоляные и жирные кислоты, нейтральные вещества); растворимые в воде (катехиновые танины, эллаго- и галлотанины, моносахариды, олигосахариды, пектиновые вещества, гликозиды, белки и т.д.).

Терпены и терпеноиды входят в состав эфирных масел. Некоторые «тяжелые» терпе-

ноиды (такие как ситостерины) не летучи и экстрагируются органическими растворителями. К летучим терпенам древесины дуба относятся: линалоол, цис- и транс-транс-фарнезол, α - и β -йонон и др. Фарнезол обладает приятным ароматом и оказывает ювенилгормональное (омолаживающее) действие [18]. К тритерпеноидам – бетулин, фриделин, тараксерол, α - и β -амирины и др. [4]. К стеролам (стеринам), также имеющим тритерпеновый скелет, относятся: β -ситостерол, стигмастерол, кампестерол (Δ^5 -24 α -метилстерол), дигидро- β -стерол (следы) и др. (Aggamon et al., 2003; [2, 22]). β -ситостерол находится в древесине в количестве 0,0007 % и переходит в раствор при экстракции в гликозидной форме. Этот гликозид вызывает помутнение коньячных спиртов и виски.

Всего выделяют более 30 различных соединений изопреноидного ряда. Большинство их содержится в древесине дуба в очень малых, органолептически не значимых, концентрациях.

Высшие кислоты в древесине дуба обнаружены в незначительных количествах (в основном – олеиновая, линолевая, линоленовая) кислоты ненасыщенного ряда и пальмитиновая (гексадекановая) кислота жирного насыщенного ряда. Они присутствуют как в свободном виде, так и в виде триглицеридов и сложных эфиров с высшими спиртами (воски), гидролизующихся при выдержке алкогольных напитков.

Как отмечают многие авторы, одним из положительных качеств древесины дуба является низкое содержание высших кислот и их производных, относящихся к смолистым веществам. (Писарницкий, 1976; Masuda, Nishimura, 1971; Otsuka et al., 1974; [9, 27, 23, 31]).

Лактоны оксикислот в ядровой древесине дуба содержатся в малом количестве – до 0,4 %. При этом они обладают очень низкими пороговыми органолептическими концентрациями и вносят значительный вклад в букет выдержанных коньячных спиртов.

М. Марше и Е. Жозеф (1975) показали в составе дубовой древесины наличие определенных количеств разных видов кумаринов. И чем старше древесина, тем больше количество новых соединений. Кроме того,

во время длительной естественной сушки древесины под воздействием энзиматической этерификации такое соединение, как эскулетин, преобразуется в скополетин, который во время выдержки накапливается в коньячном спирте и участвует в формировании тона «старости» коньяка.

А.Ф. Писарницкий (1976) и другие показали, что в древесине дуба содержится от 0,2 до 13 г/кг β -метил- γ -окталактонов. Содержание изомерных форм окталактонов в спиртоводных экстрактах древесины зависит от вида дуба и продолжительности «естественной» сушки древесины. β -метил- γ -окталактон имеет аромат кокосового ореха и присутствует в древесине в цис- и транс-формах. Пороговая концентрация транс-формы в 10 раз ниже по сравнению с цис-формой, а аромат цис-формы более благоуханный [12]. Идентифицирован предшественник β -метил- γ -окталактонов в древесине – это 3-метил-4-(3,4-диокси-5-метоксибензо)-октановая кислота [27]. Гидролизуясь, он преобразуется в «душистый» лактон.

В очень малых количествах в древесине дуба присутствуют нона- и декалактон. Вследствие низких концентраций они почти не оказывают влияния на букет выдержанного коньячного спирта.

Низкомолекулярные фенолы содержатся в экстрактивных веществах древесины дуба. Некоторые из них представляют собой продукты деградации соединений, которые могут гидролизироваться при экстрагировании древесины [22]. В спиртоводных экстрактах из древесины дуба обнаружен ряд фенолов, среди которых были идентифицированы синаповый, кониферилловый, сиреневый альдегиды, ванилин, пара-гидроксibenзальдегид, пропиогваякон и др. Летучая фракция из древесины дуба содержит фенол, крезолы, гваякол, пара-этилфенол, эвгенол, и др. (см. продукты деградации лигнина в разделе «лигнин»).

В древесине дуба (в органолептически незначительных количествах) обнаружены производные 1,4-фенолов – хиноны (например, наиболее распространенный – 2,6-диметоксибензохинон).

Лигнаны (дилигнолы) – это фенилпропаноидные димеры. У них (C_6-C_3)-единицы

соединены между собой связями С–С между средними атомами углерода боковых цепей (Гудвин, Мерслер, 1986). В древесине дуба (в органолептически мало значимых количествах) обнаружены лигнаны: сирингарезинол, лионирезинол, томасовую и томасидиновую кислоты (Rowe et al, 1972. Seikel et al, 1971). Некоторые из них связаны в виде гликозидов с рамнозой и ксилозой. Гликозиды лигнанов гидролизуются при выдержке алкогольных напитков. Наибольшие концентрации лигнанов обнаруживаются в заболони дуба.

Флавоноиды. Весьма распространенной группой растительных фенольных соединений, экстрагируемых из древесины, являются флавоноиды (фенольные нетаниды). Это группа родственных фенольных соединений, молекулы которых состоят из двух бензольных колец, соединенных пропановой цепочкой (С₆–С₃–С₆)–фенилпропановая структура.

Наиболее распространенные флавоноиды имеют в основе структуру флавана, в которой пропановая цепь участвует в образовании шестичленного кислородного гетероцикла. Эти соединения классифицируют по структуре гетероцикла и входящим в него функциональным группам. Флавоноиды могут конденсироваться друг с другом с образованием бифлавоноидов (проантоцианидинов) и других олигомеров, в частности конденсированных танинов. Пирокатехиновые или пирогаллольные В-циклы придают флавоноидам свойства антиоксидантов.

Строение некоторых флавоноидов можно вывести из флавана, который рассматривают как 2-фенилбензопирон. Производные флавоноидов, содержащие цикл гидратированного пирана, называют флаванами. Другие производные основной структуры флавана – флаваноны и изофлавоны. Структуры, содержащие раскрытый цикл пирана, называют хальконами, а структуру с циклом фуранона – ауронами. Представителей большинства этих производных флавана находят в древесине различных пород. В образовании конденсированных танидов участвуют только флавоноиды типа флаван-3-ола и флаван-3,4-диола (Roux et al, 1975).

Содержание флавоноидов в древесине сильно изменяется в зависимости от стадии

онтогенеза и действия факторов внешней среды. Флавоноиды заболони представлены в основном гликозидными формами (с $\alpha 1/\beta 1 \rightarrow 3\text{ОН}$ –гликозидной связью), тогда как ядровая древесина содержит преимущественно агликоны. Древесина дуба содержит небольшое количество флавоноидов (менее 0,2 %). Но при длительной выдержке коньячных спиртов в дубовой таре в экстракт переходят органолептически значимые количества флавоноидов, прежде всего в процессе окисления и деградации конденсированных танидов. В коньячных спиртах обнаруживаются флаванолы катехиновой подгруппы, обладающие специфическим вяжущим вкусом. В небольших концентрациях в раствор переходят флавонолы, имеющие антиоксидантную (Р-витаминную) активность.

Из ядровой древесины дуба извлекаются спиртовой смесью ряд флавонолов: кверцетин и его гликозид – изокверцитрин, кемпферол с гликозидной формой – астрагалином и др.

Наиболее важные флаванолы, экстрагируемые (образующиеся) в процессе выдержки спиртов – флаван-3-олы (катехины (катехин, (+/-) – эпикатехин, галлокатехин, катехингаллат, галлокатехингаллат)) и флаван-3,4-диола или лейкоантоцианидины (лейкоцианидин, лейкоробинетинидин (5–дезоксифлаван–3,4-диол)).

Таниды (танины) Среди экстрактивных веществ наиболее важную роль при выдержке и созревании алкогольных напитков в дубовой таре играют танины дуба. Их присутствие и трансформации, протекающие с участием различных окислительно-восстановительных процессов, необходимы для получения высококачественной винодельческой продукции (Оганеснц, 1994; Прида, Пуэш, 2002, 2003; Marinov, Pascaleva, 1997; Marinov et al., 1997; Vinot et al., 1993; Vivas, Glories, 1996; [12, 14, 18]).

Танины – это гетерогенная группа фенольных производных с молекулярной массой от 500 до 3000, содержащих большое количество гидроксильных групп (одну–две на 100 единиц молекулярной массы) и способных образовывать прочные связи с белками и другими биополимерами [4].

Танины присутствуют в запасующих элементах древесины, накапливаются в лучевой и осевой паренхиме. Протопласты тил также содержат большое количество таннидов. Ядровая древесина дуба содержит до 15 % таннидов. В заболонной древесине дуба обнаруживаются незначительные количества танина. Основная масса таннидов синтезируется в процессе ядрообразования. Образовавшиеся танниды накапливаются в паренхимных клетках и частично откладываются в стенках прозенхимных клеток. При разрушении протопластов паренхимы ядровой древесины дубильные вещества пропитывают клеточные стенки окружающих трахеальных анатомических элементов. При этом наблюдается резкое повышение ряда физико-механических свойств и «биологической» стойкости ядровой древесины в сравнении с заболонью.

Танины вследствие способности связывать белки ингибируют многие ферментные системы, однако, по-видимому, в живых клетках это их свойство не проявляется, поскольку танины находятся в органеллах, отделенных от цитоплазмы. Однако их способность ингибировать ферменты может иметь значение в отмирающих и отмерших клетках, в частности именно этой способностью может объясняться особенно высокая устойчивость таких клеток по отношению к грибам и другим патогенным организмам. Показано, что танины подавляют рост многих грибов и, хотя из этого нельзя сделать вывод, что именно танины определяют устойчивость растений к болезням, не исключено, что они могут вносить определенный вклад в создание устойчивости, подавляя развитие патогенных организмов, особенно в ядровой древесине [2].

Танины дуба можно разделить на две группы: гидролизуемые и негидролизуемые (конденсированные).

Ядром гидролизуемых таннинов является полиоксиалкоголь; обычно (если не всегда) глюкоза, этерифицированная или галловой (3,4,5-триоксibenзойной) кислотой с образованием галлотанинов, или гексагидроксидифеновой кислотой с образованием эллаготанинов (эллагиновых танинов). Однако, согласно последним данным, эллаговая кислота – это артефакт, образующийся в ре-

зультате лактонизации гексагидроксидифеновой кислоты. Следовательно, и само название «эллаготанин» неправомерно [4].

В ядровой древесине дуба обнаружены следующие гидролизуемые гексогидроксидифеновые (эллагиновые) танины: вескалагин и его аномер – вескалин, касталагин и его аномер – касталин, грандинин, робурин Е и димерные формы: робурин А, робурин Д, робурин В, робурин С. Во фракции таннинов древесины дуба скального вескалагин и касталагин составляют до 44 %. (Puech et al., 1999, Mayer et al., 1967a, 1967b, 1969; [24]). В заболонной и ядровой древесине *Quercus alba* и *Q. rubra* найдены галлотанины (например, гамамелитанин (Seikel et al, 1971)). Сложноэфирная связь в данных соединениях легко подвергается кислотному, щелочному, а также ферментативному гидролизу с выделением соответствующих кислот [22].

Экстрагирование всех форм эллаготанинов происходит одновременно и зависит лишь от условий проведения экстракции и первоначального содержания их в древесине (Marinov et al., 1997). При выдержке коньячного спирта галло- и эллаготанины гидролизуются с образованием соответствующих кислот, а также подвергаются окислению. Их трансформация приводит к положительному изменению цвета, букета, вкуса крепких напитков – коньяки приобретают мягкость, полноту, маслянистость и т.д. Неокисленные гидролизуемые танины придают коньячным спиртам горькие тона.

Конденсированные танины имеют отличную от гидролизуемых танинов структуру, их молекулы лишены углеводных структур, содержат от 3 до 8 и более флавоноидных единиц, соединенных С–С связями. Единственными составляющими конденсированных танинов являются катехины (флаван-3-олы) и лейкоантоцианидины (флаван-3,4-диолы). Первой ступенью реакции конденсации является образование бифлавоноидов (проантоцианидинов). Эта группа природных соединений широко распространена в различных тканях растений (Bate-Smith, 1975, Foo, and Porter, 1980, Thompson et al, 1972). Истинные конденсированные танины состоят из трех– восьми флавоноидных единиц. Выде-

лены также и танины с более высокой молекулярной массой (более 3000), соответствующей 10–11 единицам флавоноидов (Roux et al., 1975). При обработке гидролитическими агентами конденсированные танины не дают сколько-нибудь значительных количеств низкомолекулярных соединений; наоборот, они имеют тенденцию полимеризоваться (особенно в кислоте) с образованием аморфных, часто окрашенных в красный цвет соединений, называемых флобафенами [4].

Экстракты конденсированных танинов дуба имеют горький, сильно вяжущий вкус. В процессе созревания коньячного спирта конденсированные танины способны окисляться с получением нерастворимых соединений – флобафенов.

Содержание эллагиновых танинов в древесине дуба значительно превышает концентрацию катехиновых (Scalbert et al., 1989). По данным Л.А. Оганесянца [12], концентрация катехиновых танинов в древесине дуба, произрастающего в Краснодарском крае и Республике Адыгея, составляет 0,39–0,7 мг/г, а эллагиновых – 4,2–12,1 мг/г. Автором установлено, что при выработке коньяка и подобных ему продуктов необходимо, чтобы в древесине дуба, используемого для изготовления бочек, содержание катехиновых и эллагиновых танинов было не менее 0,5 мг/г каждого типа.

При естественной «биологической» выдержке дубовой клепки в течение 2–3 лет происходит потеря основной массы всех типов таннидов за счет процессов деградации (прежде всего гидролиза галлотаннидов) и вымывания.

Среди азотистых соединений древесины дуба идентифицированы белки, аминокислоты, продукты сахароаминных реакций – меланоидины, аминсахара, соли аммония, производные пиразина и пиридина и др. (Петросян, 1975). Эти компоненты находятся в древесине дуба в невысоких концентрациях (содержание общего азота в пределах 0,1–0,2 %), но играют очень важную роль при созревании вин, коньяков и т.д. Так, например, аминокислоты способны образовывать альдегиды, высшие и ароматические спирты, переходящие в дальнейшем в ацетали и эфиры, взаимодействовать с углеводами и в зави-

симости от их природы образовывать различные продукты сахароаминных реакций.

Общее содержание минеральных соединений в древесине дуба составляет 0,1–1,0 %. Микроэлементы (кальций, калий, магний, натрий, железо, медь, молибден и т.д.), а также их соединения в процессе выдержки коньячного спирта могут проявить себя как катализаторы окислительно-восстановительных реакций, в результате которых происходит созревание крепких алкогольных напитков (Ханамирян, 1972; Карякин, 1972; Глonti и др., 1991; [9]).

Библиографический список

1. Азаров, В.И. Химия древесины и синтетических полимеров. Учебник для вузов. / В.И. Азаров, А.В. Буров А.В. Оболенская/ – СПб.: СПбЛТА, 1999. – 628 с.
2. Биохимия растений. Пер. с англ. Под ред. чл.-корр. РАН В.Л. Кретовича. – М.: Мир, 1968. – 624 с.
3. Браунс, Ф.Э. Химия лигнина: Пер. с англ. / Ф.Э. Браунс. – М.: Лесная пром-сть, 1964. – 864 с.
4. Гудвин, Е. Введение в биохимию растений: Пер. с англ. Т. 2 / Е. Гудвин, Э. Мерсер. – М.: Мир, 1986. – 312 с.
5. Джанполадян, Л.М. Превращения углеводов древесины дуба в спиртовой среде / Л.М. Джанполадян, Е.Л. Мнджоян, Р.Г. Саакян и др. // Виноделие и виноградарство СССР. – 1969. – № 7. – С. 13–16.
6. Егоров, И.А. Лигнин древесины дуба и его роль в коньячном производстве / И.А. Егоров, Р.Х. Егфарова // Биохимические основы коньячного производства. – М.: Наука, 1972. – С. 43–47.
7. Коновалова, Н.Н. Установление оптимальных режимов комбинированной обработки древесины дуба ультразвуком и теплом для ускорения созревания коньячных спиртов при их резервуарной выдержке: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Н.Н. Коновалова. – М.: 2004. – 25 с.
8. Лашхи, А.Д. Образование букета коньячного спирта / А.Д. Лашхи // Биохимические основы коньячного производства. – М.: Наука, 1972. – С. 83–87.
9. Личев, В.И. Научные основы технологии коньячного производства Болгарии: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / В.И. Личев. – М.: МТИПП, 1978. – 58 с.
10. Мартыненко, Э.Я. Фенолкарбоновые кислоты продуктов коньячного производства / Э.Я. Мартыненко // Виноград и вино России. – 2000. – № 3. – С. 31–32.
11. Никитин, Н.И. Химический состав древесины дуба разных типов леса и географических областей / Н.И. Никитин, Т.И. Руднева, А.Ф. Зайцева и др. // Труды института леса АН СССР, 1950. – Т. III. – С. 145–157.

12. Оганесянц, Л.А. Дуб и виноделие / Л.А. Оганесянц. – М.: Пищевая промышленность, 1998. – 256 с.
13. Писарницкий, А.Ф. О-гетероциклические соединения в аромате винодельческой продукции / А.Ф. Писарницкий // Виноделие и виноградарство. – 2002. – № 3. – С. 22–23.
14. Прида, А. Исследование дуба как материала для винодельческой тары / А. Прида // Материалы международной научно-практической конференции. – Кишинев, 2003. – С. 110–113.
15. Скурихин, И.М. О химических процессах, происходящих при выдержке коньячных спиртов в дубовых бочках / И.М. Скурихин // Виноделие и виноградарство СССР. – 1960. – № 1. – С. 8–15.
16. Скурихин, И.М. Обработка древесины дуба теплом, кислотами и щелочами для резервуарной выдержки коньячных спиртов / И.М. Скурихин // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. – 1966. – № 5. – С. 35–37.
17. Скурихин, И.М. Превращение лигнина, дубильных и редуцирующих веществ при созревании коньячных спиртов / И.М. Скурихин // Виноделие и виноградарство СССР. – 1962. – № 2. – С. 17–22.
18. Скурихин, И.М. Химия коньяка и бренди / И.М. Скурихин. – М.: Де Ли принт, 2005. – 296 с.
19. Скурихин, И.М. Химия коньячного производства / И.М. Скурихин. – М.: Пищевая пром-сть, 1968. – 255 с.
20. Скурихин, И.М. Ароматические альдегиды коньячных спиртов / И.М. Скурихин, Б.Н. Ефимов // Биохимические основы коньячного производства. – М.: Наука, 1972. – С. 147–155.
21. Скурихин, И.М. О механизме распада лигнина в коньячном спирте / И.М. Скурихин, Б.Н. Ефимов // Биохимические основы коньячного производства. – М.: Наука, 1972. – С. 59–66.
22. Фенгел, Д. Древесина (химия, ультраструктура, реакции). Пер. с англ. / Д. Фенгел, Г. Вегенер. – М.: Лесная пром-сть, 1988. – 512 с.
23. Maga G. The contribution of wood to the flavor of alcoholic beverages // Food Rev. Int., 1989, Vol. 5, № 1, pp. 39–66.
24. Mayer W. Ann. Chem / Mayer W., Kuhlmann, F. and Schilling, G., Liebigs 1971., 747, 51–59
25. Nimz H., Angew. Chem. Int. Ed. Engl. 13. 1974, 313–321
26. Nishimura K. Reactions of wood components during maturation / Nishimura K., Ohnishi M., Masuda M. In Flavour of Distilled Beverages. / Masuda M., Kogs K., Matsuyama R. // Origin and development, 1983, pp. 241–255.
27. Otsuka K. Structure of a β -methyl- γ -octalacton, an aging flavour compound of distilled liquors / Otsuka K., Sato K., Jamasite T. J. // Fermentat. Technol., 1980, Vol. 58, pp. 395–398.
28. Puech J –L. Characteristics of oak wood and biochemical aspects of armagnac aging // Am. J. Enol. Vitic., 1984, Vol. 35, № 2, pp. 77–81.
29. Puech J –L. Extraction and evolution of lignin products in armagnac matured in oak // Am. J. Enol. Vitic., 1981, Vol. 32, № 2, pp. 111–114.
30. Puech J-L. Apport du bois de chene au cours du vieillissement des eaux-de-vie. – Le bois et la qualite des vines des eaux-de-vie, 1987, pp. 151–162.
31. Sefton M.A. Volatile norisoprenoid compounds as constituents of oak woods used in wine and spirit maturation / Sefton M.A., Francis I.L., Williams P.J. // J. Agric. Food Chem., 1990, Vol. 38, pp. 2045–2049.

СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКИЙ ПОДХОД КАК НОВАЯ НАУЧНАЯ ПАРАДИГМА

В.А. БРЫНЦЕВ, *проф. каф. лесных культур МГУЛ, д-р с.-х. наук*

brintsev@mgul.ac.ru

Мир сейчас переживает кризис научного знания, определенное разочарование в науке и образовании. Общей причиной кризиса является старение европейской науки. Золотая жила механистического направления почти полностью выработана. Налицо признаки остановки: достижение максимального роста и дифференциации на отдельные научные направления, нарушение их взаимодействия, замыкание на внутренних проблемах, наличие информационного груза, неспособность к дальнейшему развитию. Общество не хочет финансировать фундаментальную, не-

прикладную, науку и упрощает образование. Намечился четкий переход от теоретического образования к практическому. Для преодоления сложившегося кризиса требуется глубокая смена парадигм. Новое возрождение науки возможно только на новых методологических основаниях.

Ю.В. Чайковским [1] было выделено пять самостоятельных методологических подходов, парадигм, названных им познавательными моделями: знаковая, механическая, статистическая, системная, диатропическая (типологическая). Все они в большей

или меньшей мере сейчас работают в науке и определяют наше научное и общее виденье мира. Есть результаты синтезов некоторых из этих направлений, однако они не решили проблемы. Поэтому предлагается новая модель, основанная на системном подходе и названная системно-динамической.

Системный (системно-динамический) подход берет начало в XVII в., в трудах Лейбница. Он в свою очередь ссылается на Р. Декарта и Аристотеля в качестве предтеч. В небольшой работе «О первой материи» Лейбниц [2] говорит, что материя получает форму через движение, через вихри, и каждому вихрю движение сообщает твердость. В виде первой материи он видел круговое движение, или составленное из круговых движений, или, во всяком случае, движение замкнутое. Согласно Лейбницу множественные кругообращения противостоят друг другу, т.е. воздействуют друг на друга. А. Эйнштейн [3], проводя анализ концепций пространства, признал взгляды Лейбница интуитивно правильными и вполне обоснованными, но опередившими свое время.

Взгляды Лейбница возникли как альтернатива взглядам И. Ньютона на пространство и время. И. Ньютон постулировал абсолютное пространство и время. Абсолютное пространство было безотносительным к чему бы то ни было внешнему, одинаковым и неподвижным, а время так же независимым и равномерным [4]. Лейбниц же считал абсурдным независимость времени и пространства от материальных тел. Как показал историк науки Г.П. Аксенов [5], абсолютное пространство и время Ньютон относил к абсолютному миру, отождествленному им с Богом. Однако позднее Леонардом Эйлером абсолютное пространство и время были введены в его кинематику, которая описывала движение не в идеальном, а в материальном мире. Этим была совершена подмена понятий, однако в определенной узкой области допущения, принятые Эйлером, были приемлемы. Кинематика Эйлера легла в основу динамики, что дало развитие промышленному производству и сделало достижения механического подхода неоспоримыми. Механицизм занял мировоззренческие позиции.

Однако мировоззренческие позиции механицизма были поколеблены развитием эволюционных идей. Механические и эволюционные взгляды не комплементарны, поскольку механизм сам не может развиваться, в механическом мире нет места эволюции, а в эволюционирующем мире механика может занимать только очень скромное, маргинальное положение.

Получившая широкую известность эволюционная теория Ж.Б. Ламарка выдвинула идею эволюционного саморазвития, наличия в организмах внутренней активности, эволюционно ведущей к их усложнению. Взгляды Ж.Б. Ламарка не были механистическими, они явились началом системного подхода. Поэтому не ламаркизм, а появившийся позднее дарвинизм занял доминирующие позиции. Дарвинизм, основанный на статистическом подходе, не только совпал с мировоззренческими взглядами общества своего времени, но и затушевывал непримиримые противоречия между эволюционизмом и механицизмом. Именно поэтому А.А. Любищев писал, что «дарвинизм есть купол на здании механистического материализма» [6].

Однако в начале XX в. абсолютное пространство и время не стали устраивать физику и привели ее к кризису. Этот кризис был разрешен А. Эйнштейном, разработавшим теорию поля. Ряд проблем были решены за счет применения в физике статистической познавательной модели, создания статистической физики.

То, что механический подход в биологии неприменим, было понято достаточно рано, однако до сих пор биологи рассматривают объекты своего исследования в механическом абсолютном пространстве и времени. В биологии были попытки изучения и теоретического введения полей, в т.ч. достаточно успешные (например А.Г. Гурвича), однако они не получили широкого развития. Видимо, поля, решившие многие проблемы физики, для биологии, представленной более сложными системами, подходят очень ограниченно.

Вопрос, как естествознанию быть с абсолютным пространством и временем, решен не был, однако в начале XX в. он был

четко осознан и поставлен. В.И. Вернадский [7] указал, что естествоиспытателю не подходят пространство и время физика (т.е. ньютоновское пространство и время). Для естествоиспытателя, в том числе и биолога, пространство неоднородно и анизотропно. Происходящие в организме процессы формируют свое пространство и свое время.

XX в. стал веком развития системного подхода во всех областях знаний. Наряду с системными эмпирическими обобщениями (этногенез Л.Н. Гумилева, циклы Н.Д. Кондратьева, волны жизни Н.Н. Четверикова) появились попытки теоретического обобщения А.А. Богданова и Л.-фон Берталанфи. Стали развиваться такие направления междисциплинарных наук, как кибернетика, общая теория систем, синергетика. Системный подход стали считать лидирующим направлением. Вместе с тем отмечалось [1], что методологические установки системного подхода неясны, расплывчаты. Нет общего определения и понимания, что такое система.

В отличие от механической модели, рассматривающей мир как механизм, системная модель воспринимает мир как организм. Однако при внимательном рассмотрении организм сам оказывается в ней всего лишь сложной машиной. Системный подход в таком представлении близок подходу механистическому, только обычная механическая машина заменена в нем кибернетической с обратной связью.

Как научное направление системный подход сделал много эмпирических обобщений: ввел понятие целостности системы, вывел закон эмерджентности – о том, что система больше чем сумма ее частей, показал наличие у системы внутренней активности и многое другое. Однако он не создал теории, которая бы объяснила, как и почему это происходит, откуда появляется целостность и почему система больше суммы ее частей. Строго говоря, системная познавательная модель еще до конца не построена.

Главной теоретической проблемой является то, что даже само определение системы дается на основании механистического подхода. Система понимается как некая целостная структура, существующая в пространстве и

времени, в которой происходит взаимодействие ее частей. Это чисто механическое представление о системе. И все определения системы, которые есть, не выходят за эти рамки.

Для того чтобы стать действительно мировоззренческой основой, системный подход должен изменить свои основания. Он не может развиваться на основе представлений о пространстве и времени, взятых из механической модели. Требуется смена оснований, которая приводит нас к системно-динамической познавательной модели [8].

Системно-динамический взгляд постулирует, что мир состоит из движения. Основой его является циклическое (системное) движение. Движение никуда не исчезает и ниоткуда не появляется. Одно системное движение порождает другое системное движение.

В системно-динамическом подходе **элементарная система – это циклическое движение**, т. е. движение, характеризующееся возвращением к начальному этапу. Циклическое движение – это самовоспроизводящееся, порождающее себя движение.

Динамические системы – системы, в основе которых лежит цикл движения, являются главным образом кумулятивно-диссипативными. Диссипация (рассеивание движения за счет перехода его в другую форму) – является лишь одной стороной такой системы. Главным же в ее рождении и существовании является появление аттрактора (притягивателя) – некой доминанты движения (тенденции, вектора), который кумулирует вокруг себя и направляет ранее неупорядоченное движение. Прежде чем рассеивать движение, его нужно кумулировать – собрать, сконцентрировать, направить в определенном направлении. Значение кумуляции для образования систем было обосновано в работах Ф.И. Высикайло и др. [9, 10]. Большинство описанных ими систем содержало циклическое вихревое движение.

Кумуляция может происходить и вокруг нециклического притягивателя (аттрактора) (рис. 1). Оно приводит к образованию некоего сгустка движения – «языка», который впоследствии рассеивается (диссипатирует).

Примером такой кумуляции в социальной жизни служат различные народные восстания. Аттрактором (притягивателем) для

них как правило было достаточно сильное, но локальное маргинальное движение, которое в определенный период притягивало, вбирало достаточно обширные народные массы. Эти восстания обладали громадной разрушительной силой, но всегда распадались, рассеивались по той причине, что не создавали систему (т.е. самоподдерживающее циклическое движение).

Как правило, нециклические притягиватели («языки», «жала») являются следствием взаимодействия циклических структур [10]. Это связано с тем, что циклы в природе имеют первичный характер, в то время как линейные движения производны. Так и живое (в широком понимании) создает косное, а не наоборот. Однако для простоты изложения будем идти от линейного движения к циклическому.

При зацикливании аттрактора (притягивателя) этапы первичной кумуляции (вбирания) и диссипации (рассеивания) объединяются (рис. 2). Чтобы система не распалась, аттрактор должен попасть в поле притягивания своей прежней траектории, тогда движение становится циклическим и собственно создается динамическая система. Таким образом, чтобы избежать гибели, движение должно возвратиться на круги своя. В цикле первый и последний этап соединяются в один. Это этап замыкания или возобновления цикла. У большинства систем это самый непредсказуемый этап, именно в нем велико значение внешних воздействий и случайных процессов. Однако если этот этап минимизируется, то цикл превращается фактически в механическую систему.

Циклическая кумуляция-диссипация несет в себе черты нециклической. После зарождения и первичного вбирания (кумуляции) движения идет этап активизации, далее этап упадка (возвращения) и вместо этапа полного рассеивания новый этап – возобновления, замыкания цикла.

Таким образом, циклическое движение в качестве элементарной динамической системы может быть представлено как трех-этапный цикл: I этап – начало и замыкание цикла; II – путь туда (исход); III – путь обратно (возвращение).

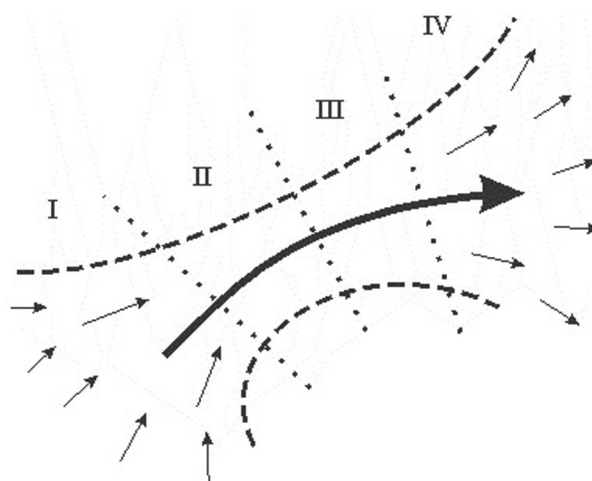


Рис. 1. Нециклическая кумулятивно-диссипативная структура. Этапы: I – зарождения и кумуляции; II – обособления и активизации; III – ослабления; IV – рассеивания (диссипации)

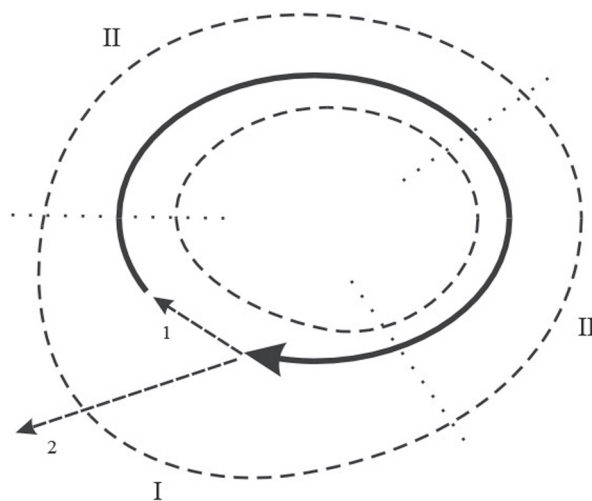


Рис. 2. Элементарная динамическая система. Этапы: I – замыкания цикла; II – активизации (развития); III – деградации (возвращения). 1 – замыкания цикла, 2 – возможный путь гибели системы

В некоторых циклах первый этап вырождается и становится едва уловимым. Однако в большинстве биологических и социальных систем он ярко выражен и играет ключевую роль. Именно на этом этапе проявляется непредсказуемость и случайность. В синергетике именно здесь возможны бифуркации – выбор альтернативных путей, а в теологии именно здесь совершаются чудеса. В системах с вырожденным первым этапом ни новых путей, ни чудес не бывает.

Циклы пронизывают всю природу и создают ее. Циклы биосферы, описанные В.И. Вернадским, – Земля как планета с ее

дрейфом континентов, поднятием и опусканием материков, океаническими движениями и движениями воздушных масс, звездные и планетарные системы с их образованием и распадом, атом с вращающимися вокруг ядра электронами, электромагнитные волны, физический вакуум. В мире человека мы знаем циклы этногенеза, открытые Львом Гумилевым, экономические циклы Кондратьева.

Наиболее наглядным примером динамической системы является циклон. Циклон – это сложное движение воздушных масс, состоящее из различных взаимосвязанных циклических движений. Циклон зарождается, развивается, увеличивая свое пространство, и в конечном итоге рассеивается (умирает). В процессе его развития разные частицы воздуха включаются и исключаются из него, состав все время изменяется, однако он остается целостной динамической системой. Прослеживание траекторий отдельных частиц не дает нам представления о сущности циклона. Циклон – это кумулятивно-диссипативная система, использующая и рассеивающая энергию (движение) материнского потока (в Европе это атлантический перенос воздушных масс).

Другим примером динамической системы является дерево. Это тоже кумулятивно-диссипативная система. Оно пропускает через себя водный поток, кумулирует движение электромагнитных волн солнечного света, совершает газообмен. Дерево увеличивает свое пространство – растет и структурируется, а потом стареет и распадается. Рост и развитие дерева имеют циклическую природу.

В отличие от циклона дерево образует довольно устойчивые структуры – ствол, ветви, но и они со временем распадаются – во время жизни или после гибели дерева. Конечно, движения, происходящие в растущем дереве, гораздо сложнее, их гораздо больше, и они гораздо сильнее согласованы между собой. К тому же появление дерева невозможно без механизма наследования, в то время как циклон образуется путем самоорганизации. Однако и сходство их очевидно. Сходство циклона и дерева в том, что в основе их существования и развития лежит движение – это динамические системы.

Циклическое движение (элементарная динамическая система) обладает целым рядом свойств, уникальное сочетание которых строит невероятно разнообразный и, тем не менее, закономерный мир. Основные свойства следующие.

1) Циклическое движение порождает целостность. Циклическое движение целостно, потому что замкнуто. Разрыв циклического движения и его невозобновление есть потеря целостности и гибель динамической системы. Система теряет целостность не тогда, когда от нее отнимают какую-либо часть, а когда не дают возможности возобновляться циклическому движению. Можно разрушить систему, лишиться ее целостности, не отнимая от нее ничего, и можно изъять из нее многие части, а она останется целостной и живой.

2) Циклическое движение порождает свое пространство. Пространство циклического движения (динамической системы) обособленно, это пространство движения, оно создано движением. Пространство системы находится в пространстве материнской системы, в пространстве ее движения. Если пропадет циклическое движение, то пропадет и пространство, созданное этим движением. Движение создает топологию пространства: чем сложнее движение, тем сложнее топология созданного им пространства. Пространства динамических систем координируются между собой, создавая пространственную реальность. Пространство изначально анизотропно и неоднородно. Пространство динамической системы, так же как и ее время, находится в постоянном изменении.

Иметь общее пространство – это значит иметь общее движение. Если общего движения нет, значит нет и общего пространства.

3) Циклическое движение порождает свое время. Это и время «оборота» – возвращение к тому или иному этапу (условной контрольной точке), и время дления, открытое В.И.Вернадским, – период жизни динамической системы. В циклическом движении главное – его «жизнь», т.е. воспроизводимость. Отдельные этапы в циклах могут выпадать, могут появляться новые. Протяженность и длительность этапов также может изменяться. Дления (протяженность жизни) даже од-

народных систем сильно различаются. Время системы неустойчиво и неоднородно.

Системы координируют свои циклические движения по времени. Это касается как времени возврата (оборота), так и времени дления. Время объективно, поскольку оно действующее. Участие времени в жизни систем превращает его из субъективной абстракции в объективную реальность.

4) Циклическое движение порождает активную динамическую устойчивость, динамическую стабильность. Вследствие внутреннего циклического движения динамическая система реагирует на внешние воздействия активно. Это видно уже на такой простейшей динамической системе, как гироскоп. Динамическая система вследствие заключенного в ней циклического движения сопротивляется внешнему воздействию. С прекращением циклического движения исчезает и динамическая устойчивость, и динамическая активность системы.

Внутреннее циклическое движение делает систему активной не только в плане ответа на внешние воздействия (вызовы), но и дает способность самой совершать активное движение (бросать вызовы) в пространстве материнского движения.

5) Циклическое движение порождает возможность изменения, развития и эволюции. В основе любого процесса, которое мы можем охарактеризовать как развитие, эволюция, творчество, лежат циклические движения. Динамическая система – это движение, и это движение может смещаться, изменяться, сохраняя в то же время само себя.

В отличие от механической системно-динамическая модель имеет все предпосылки, чтобы создать свою теорию эволюции.

6) Циклическое движение порождает возможность взаимодействия динамических систем. Хотя взаимодействие и зависит от структуры объектов, оно всегда, так или иначе, осуществляется на динамическом уровне.

7) Циклическое движение порождает цель. Целью является воспроизведение цикла, возвращение к началу и начало нового цикла. Таким образом, любое циклическое (системное) движение целенаправленно.

8) Циклическое движение порождает информацию. При этом оно обладает воз-

можностью как источника, так и приемника информации. Эта возможность появилась вместе с системно-динамическим миром и реализована на разных уровнях.

Порождение информации связано с повторяемостью циклического движения. Уникальные события неинформационны. В этом суть циклического движения как источника информации. Свойства циклического движения как приемника связаны с его возможностями активно реагировать и с возможностью подстраиваться, т.е. координировать пространственно-временные характеристики своего циклического движения.

9) Циклическое движение порождает возможность размножения. Подсистемы различного уровня, обособляясь от материнской системы, могут стать началом для развития системы того же уровня, что и материнская.

На некоторых важнейших для биологии свойствах динамических систем остановимся более подробно.

Эволюционировать может только то, что находится в движении. Однако не всякое движение способно к эволюции. Такие возможности есть только у циклических движений (динамических систем).

В циклическом движении (динамических системах) есть целый ряд особенностей, дающих возможность для эволюции, а именно:

а) Появление циклического движения (элементарной динамической системы) само по себе есть эволюционный акт. Крупным эволюционным событием можно считать появление нового уровня циклических движений, менее крупным – появление нового вида (типа) движения на этом уровне. Все эволюционные события с системами: их появление, развитие, изменение и распад, могут происходить только внутри системы большего уровня – материнской системы. Можно говорить о серединном (внутреннем) принципе: все новое создается внутри материнской системы. Именно в материнской системе могут появляться и появляются условия для возникновения нового уровня циклического движения. Определение этих условий – одна из задач системно-динамического подхода.

б) Циклическое движение может расширять свое пространство – расти. Способ-

ность динамической системы к расширению можно принять как эмпирическое обобщение. У динамической системы кумуляция (вбирание) преобладает над диссипацией (рассеиванием), что приводит к росту системы – расширению ее пространства (рис. 3).

Вопрос, почему в циклическом движении кумуляция начинает преобладать над диссипацией, требует отдельного исследования. Можно только отметить, что у циклического движения, в отличие от линейного, есть своя внутренняя область, в которой диссипация затруднена. Расширение траектории аттрактора должно увеличивать эту внутреннюю область.

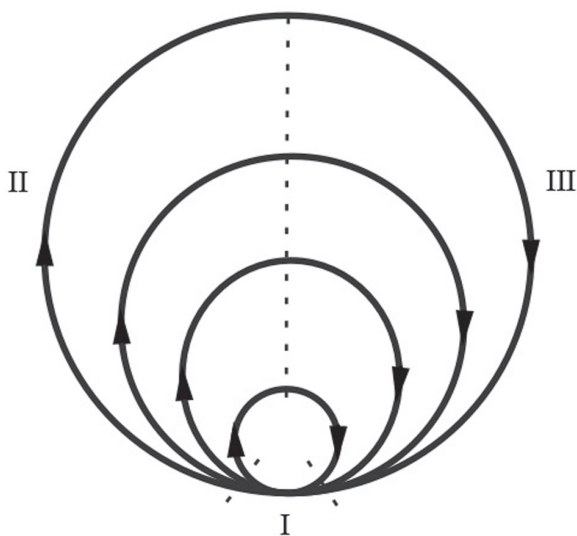


Рис. 3. Схема роста динамической системы – расширения ее пространства (этапы: I, II, III – как на рис. 2)

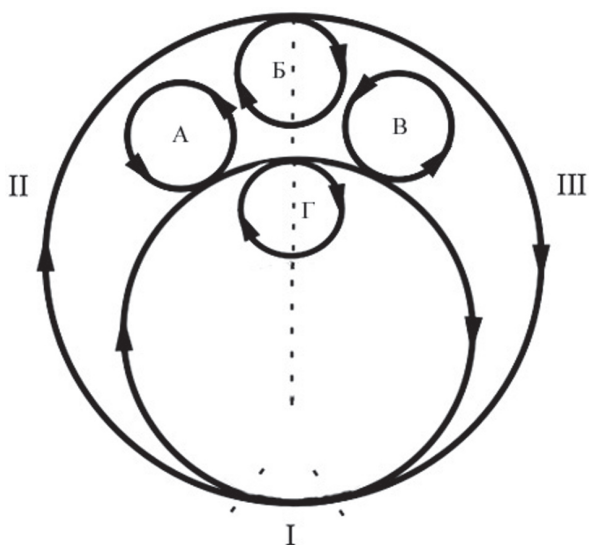


Рис. 4. Схема появления дочерних подсистем. А, Б, В, Г – дочерние подсистемы другого уровня (этапы: I, II, III – как на рис. 2)

Расширяясь, цикл включает все больше движения из материнской системы, а также может поглощать менее активные системы своего уровня, которые в процессе поглощения распадаются.

в) Расширение пространства системы приводит к ряду следствий. При расширении замедляется движение внешних слоев системы, увеличивается время прохождения этапов. Это дает возможность формирования подэтапов и появления дочерних подсистем (рис. 4). На определенном этапе роста появляется новый уровень организации движения. Появление его закономерно, но строго не детерминировано. Это можно назвать развитием системы.

Внутри дочерних подсистем на определенном этапе развития могут появиться свои подсистемы, а внутри них – свои (рис. 5). Это порождает масштабную инвариантность, или самоподобие подсистем разного уровня. Масштабная инвариантность появляется потому, что в основе подсистем разных уровней лежат одни и те же исходные элементы материнской системы. Появление вложенных подсистем позволяет значительно увеличить кумулирование движения без роста пространства материнской системы. Таким образом, происходит концентрация движения за счет концентрации подсистем в ограниченных объемах материнской системы. Концентрация подсистем в свою очередь приводит к их активному взаимодействию. Представляется весьма возможным описать масштабную инвариантность вложенных систем с помощью фрактальной математики.

Появление вложенных подсистем не может быть бесконечным. Процесс ограничен глубиной исходной системы – разницей между объемом системы и ее первичным элементом. Конечность количества вложенных уровней связана с конечностью роста системы.

Причина, почему система не может расти бесконечно, требует отдельного серьезного исследования. Пока можно отметить, что любое системное движение рождается в лоне материнского движения и существует только потому, что из-за своего малого пространства оно более активно. Расширение пространства системы снижает активность движения, что в конечном итоге должно приводить к его растворению в материнском движении.

Таким образом, циклическое движение (динамическая система) имеет возможность роста и развития. Процесс развития носит черты самоорганизации, поэтому его можно назвать и эволюцией. Так, рост и развитие Вселенной – это эволюция Вселенной, рост и развитие Биосферы – эволюция Биосферы. Однако рост и развитие задают только общий контур эволюции, поскольку любая реальная система многоциклична и огромное значение для ее эволюции имеет взаимодействие различных циклов (как одного, так и разных уровней). Кроме того, элементарные циклы содержат в себе и другие эволюционные возможности.

г) Смещение траекторий циклов.

На этапе замыкания цикла возможно смещение траектории цикла. На рис. 6 показана система, для которой этап замыкания цикла один, а траектории разные. Система может переходить от одного состояния к другому и обратно. В такой модели выбор траектории может определяться неким переключателем (регулятором).

Изменение траекторий может происходить при подстраивании систем друг к другу при их взаимодействии между собой. Так, будет или нет урожай шишек ели европейской определяется за год до цветения в июне, в период заложения почек. Пойдет развитие по вегетативному или генеративному пути определяется температурой воздуха в этот период [11].

Подсистемы могут образовывать внутри материнской системы вторичный уровень организации (рис. 7). При вторичном уровне организации в качестве элементов выступают подсистемы, а не элементы материнской системы. При наличии большого количества таких подсистем этот уровень может расширяться и развиваться, строя некий новый мир, отличный от материнской системы и не связанный с ней масштабной инвариантностью (фрактальностью).

Концентрация подсистем приводит к тому, что они взаимодействуют друг с другом. Часть из них может соединяться, образуя достаточно устойчивые системные комплексы. Взаимодействие в комплексах осуществляется за счет движения, часть внутреннего

движения объединившихся подсистем становится общей.

д) Эволюционным свойством динамических систем является и то, что они всегда конечны и погибают, освобождая место новому. Динамическая кумулятивно-диссипативная система, состоящая из циклов, имеет свой жизненный цикл (рис. 8). Этот цикл имеет восходящую и нисходящую ветви. Восходящая – расширение, появление подсистем, усложнение. Нисходящая – деградация и распад. Но если жизненный цикл замкнется, за концом опять последует начало. Для замыкания жизненного цикла нужно, чтобы система распалась не полностью, а от нее остались некоторые подсистемы, которые служат «затравкой» для нового цикла.

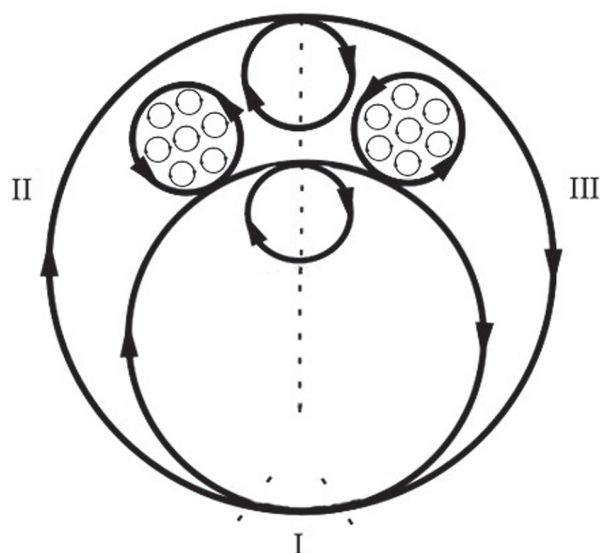


Рис. 5 Схема развития вложенных подсистем и появления масштабной инвариантности.

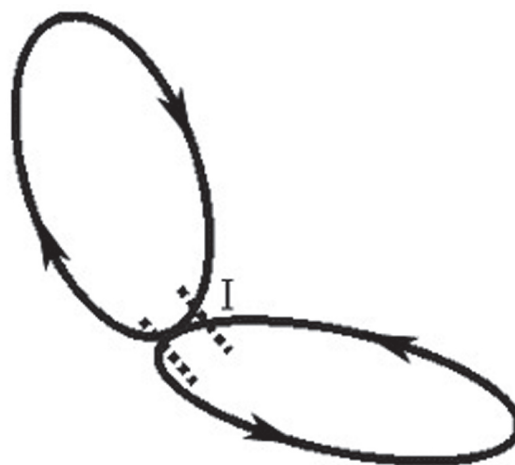


Рис. 6. Схема смещения траектории цикла; I – этап замыкания цикла

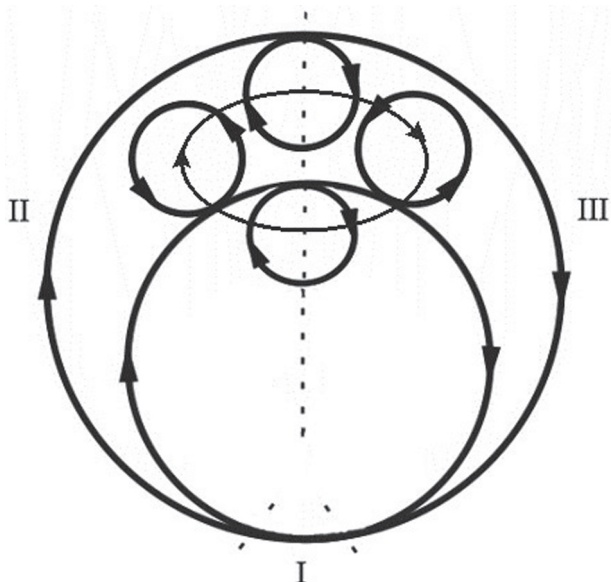


Рис. 7. Появление вторичного уровня организации

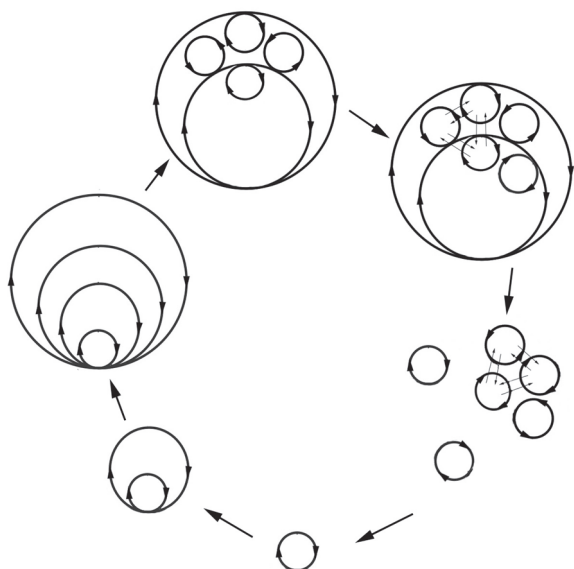


Рис. 8. Схема жизненного цикла динамической системы

Следует отметить несимметричность прямого и обратного движения в цикле. Особенно важно это для жизненного цикла. Из-за несимметричности прямого и обратного движения система возвращается к этапу замыкания не такой, какой она из него выходила. В этом эволюционная составляющая прохождения жизненного цикла.

В 1924 г. Д.Н. Соболев издал «Начала исторической биогенетики» [12], где предложил свой механизм эволюции. С точки зрения системно-динамического подхода Д.Н. Соболев отразил в теории циклическую эволюцию видов. Согласно Д.Н. Соболеву, развитие может быть прямым, или прогрессивным, и

обратным, или регрессивным. Он считал, что регресс позволяет выходить из тупиков эволюции, возвращаться назад и начинать путь снова. Такая схема объясняет правило происхождения новых видов от неспециализированных предков Э. Копа. Предложенный Д.Н. Соболевым механизм эволюции вполне соответствовал системной познавательной модели.

К сожалению, Д.Н. Соболев не увидел в своей модели замечательную особенность, присущую циклам, а именно несимметричность прямого и обратного движения в цикле. Градация ведет к расширению системы и ее усложнению – развитию, появлению подсистем и т.д. Градация может быть сопряжена с определенной тенденцией, доминантой развития. Деградация – это упрощение, однако она не обязательно должна идти тем же (но обратным) путем, что и градация. У деградации может быть своя инварианта – некий комплекс, достигнутый во время развития, который остается не тронутым разложением. Все остальное не сохраняется, упрощается, исчезает. Таким образом, деградация становится, как и градация, творческим процессом. К новому циклу развития система подходит упрощенной, но не такой, какой она была в начале предыдущего цикла развития. Достаточно часто в литературе встречаются указания на таксоны, которые сочетают как продвинутые, так и примитивные признаки. Не следствие ли это творческой деградации?

Значение регресса для эволюции, причем не только биологической, но и физической и химической, обосновано авторитетнейшим российским биологом Н.К. Кольцовым. В 1932 г. в Биологическом журнале вышла его статья «Проблемы прогрессивной эволюции» [13]. На основании разбора обширного палеонтологического материала он пришел к выводу, что регрессивные изменения, упрощающие организмы, занимают в эволюции не меньшее место, чем прогрессивные. Два этих направления сменяют друг друга при общем преобладании прогрессивного вектора развития. Однако взгляды, высказанные Н.К. Кольцовым, не нашли широкого обсуждения в научной литературе. Тем не менее, последовательная смена прогресса и регресса, градации и деградации при общем прогрессивном тренде явля-

ется ясной и красивой основой для системной теории эволюции, полностью согласующейся с системно-динамическим подходом.

Жизненный цикл, многократно повторяясь, создает свою динамическую систему – систему второго порядка. Если система первого порядка – кумулятивно-диссипативная и возникает на потоках, то система второго порядка – это система изменения (развития) онтогенеза. В основе ее лежит несимметричность прямого и обратного движения в жизненном цикле и механизм наследования. С помощью динамической системы 2-го порядка может быть описан процесс видообразования.

Элементарная кумулятивно-диссипативная система, образуя жизненный цикл, развивается эпигенетически – за счет последовательно происходящих и инициирующих друг друга закономерных процессов. Образование системы 2-го порядка вносит в кумулятивно-диссипативные системы преформационный компонент, который, изменяясь от поколения к поколению, определяет развитие системы 2-го порядка и изменяет жизненный цикл (онтогенез) самих кумулятивно-диссипативных систем. Эти изменения происходят в процессе взаимодействия кумулятивно-диссипативных систем с системами разного уровня, однако общий цикл развития системы 2-го порядка вполне закономерен.

Наследование – это передача информации (преформации) от поколения к поколению (вертикально). Половое размножение добавляет к вертикальному переносу горизонтальный, в пределах популяции–вида. Популяция и развивающийся из нее вид выступают как единая целостная система за счет наличия общего информационного (преформационного) компонента.

Циклическое движение порождает возможность взаимодействия динамических систем. Хотя взаимодействие и зависит от структуры объектов, оно всегда, так или иначе, осуществляется на динамическом уровне. Любое взаимодействие – это совместное движение на том или ином уровне. Непосредственно взаимодействие осуществляется на однородном уровне движения. Это дает возможность взаимодействовать даже очень далеким и разнородным системам, поскольку

ку всегда есть уровень, на котором они однородны. В то же время могут быть и свои специфические взаимодействия на высоких уровнях движения.

В сложных системах происходит подстройка динамических систем одного и разного уровней друг под друга, в т.ч. с использованием информационных возможностей динамических систем. Примером подстройки может служить согласование сезонного роста побегов древесных растений с сезонными изменениями погоды. Рост древесных растений имеет прерывистый характер, даже если они растут в условиях, где нет сезонных изменений. Если рост центрального побега не прерывается, а такие случаи аномалий изредка встречаются у тропических видов сосен [14], то не закладываются боковые побеги и происходит несоответствие роста центрального побега по длине и диаметру. Вырастает длинный (до нескольких метров) и тонкий ствол, называемый «лисий хвост», который в конечном итоге обламывается. В условиях с сезонным климатом происходит подстройка циклов дерева к климатическим циклам. При этом на динамику сезонного роста сильное влияние оказывают внешние условия (температура и свет) в период формирования семян.

Сложная система – это множество циклов, самосогласованных между собой. А.А. Богданов [15] называл это прогрессивным (в смысле непрерывным, постоянно действующим) подбором. Подбор был использован как существенный компонент в эволюционной концепции Ю.В. Чайковского [1]. Согласование систем – процесс непрерывный и может происходить по временной и по пространственной компоненте.

Внутреннее согласование подсистем по времени позволяет говорить о появлении единых темпомиров [16]. Пространственное согласование может происходить как по размерам подсистем, так и по их форме. Поскольку пространство и время являются производными движения, то реально согласуются между собой движения систем, что выражается в их пространственно-временных и энергетических параметрах.

Наличие в динамических системах эволюционных свойств делает возможным

описание (моделирование) с их помощью как общей, так и биологической эволюции. Рост, развитие, дифференцировка, появление новых уровней (подсистем), изменение направлений развития, градация и деградация могут быть описаны в рамках системно-динамического подхода. Описание, данное на элементарном уровне, может быть перенесено на многоуровневые, многоциклические системы, для которых стоят задачи изучения сопряжения и гармонизации систем одного и различных уровней организации. По-видимому, пришла пора, когда системно-динамический подход должен обрести свою самостоятельность, начать строить свою познавательную модель и свое мировоззрение.

Библиографический список

1. Чайковский, Ю.В. Активный связный мир. Опыт теории эволюции жизни. / Ю.В. Чайковский – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 726 с.
2. Лейбниц, Г.-В. О первой материи. / Г.-В. Лейбниц // Сочинения в четырех томах. Т. 1. – М.: Мысль, 1982. – 636 с.
3. Эйнштейн, А. Предисловие книги Макса Джеммера «Понятия пространства» / А. Эйнштейн // Эволюция физики. Сборник. – М.: Тайдекс Ко, 2003. – 264 с.
4. Ньютон, И. Математические начала натуральной философии. / И. Ньютон – М.: Наука, 1989. – 688 с.
5. Аксенов, Г.П. В.И. Вернадский: на пути к абсолютному времени. / Г.П. Аксенов // Вестник Российской Академии естественных наук. – 2003. – № 1. – С. 34–44.
6. Любищев, А.А. Философия и наука. / А.А. Любищев // Любищевские чтения, 1997. – Ульяновск: УлГПУ, 1997. – С. 19.
7. Вернадский, В.И. Размышление натуралиста / В.И. Вернадский – М.: Наука. 1977. – 192 с.
8. Брынцев, В.А. Системно-динамическая познавательная модель. / В.А. Брынцев // Любищевские чтения, 2007. Современные проблемы эволюции (сборник докладов). – Ульяновск: УлГПУ, 2007. – С. 72–77.
9. Высикайло, Ф.И. Кумулятивно-реактивные диссипативные структуры как парадигма синергетики. / Ф.И. Высикайло // Синергетика. Труды семинара. Том 4. – М.: МГУ, 2001. – С. 106–130.
10. Высикайло, Ф.И. Гипотеза о роли кумулятивных свойств диссипативных структур (аттракторов) в экстремальных явлениях природы. / Ф.И. Высикайло, О.П. Иванов // Синергетика. Труды конференции. Том 8. – М.: МГУ, 2006. С. 119–137.
11. Мерзленко, М.Д. Особенности семеношения ели европейской (*Picea abies* L.) в Северном Подмоскowie. / М.Д. Мерзленко, В.А. Брынцев // Экология. – 2000. – № 5. – С. 333–337.
12. Соболев, Д.Н. Начала исторической биогенетики. / Д.Н. Соболев – Симферополь: Госуд. из-во Украины, 1924. – 204 с.
13. Кольцов, Н.К. Проблемы прогрессивной эволюции. / Н.К. Кольцов // Избранные труды. – М.: Наука, 2006. – 295 с.
14. Крамер, К.П. Физиология древесных растений: Пер. с англ. / К.П. Крамер, Т.Т. Козловский – М.: Лесная пром-сть, 1983. – 464 с.
15. Богданов, А.А. Тектология: Всеобщая организационная наука. / А.А. Богданов – М.: Финансы, 2003. – 496 с.
16. Князева, Е.Н. Основания синергетики. / Е.Н. Князева, С.П. Курдюмов. – М.: Комкнига, 2005. – 240 с.

СТРУКТУРНЫЕ АНОМАЛИИ: СЛУЧАЙНОСТЬ ИЛИ ...

В.В. КОРОВИН, проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, д-р биол. наук,
Г.А. КУРНОСОВ, проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, д-р с.-х. наук

kurnosov@mgul.ac.ru

Ранее нами было высказано мнение, согласно которому стебель древесного растения при неспецифическом нарушении регуляции ростовых процессов проявляет тенденцию превращаться в пучок радиально расходящихся побегов или в шаровидное тело [5, 8]. В тех же публикациях мы сочли вероятным, что подобные морфологические изменения можно охарактеризовать как потерю некоторых видоспецифических признаков и резкий уход с пути эволюции.

При формировании неспецифических структурных аномалий стебля древесных растений вторичная проводящая ткань стебля, претерпевая некоторые изменения, все-таки сохраняет основные, свойственные виду особенности. Что же касается внешней морфологии, то здесь изменения носят ярко выраженный характер. Рассмотрим несколько примеров.

Мутантные «ведьмины метлы» («Witches brooms») представляют собой близкие к шаровидным скопления часто вет-

вящихся равноценных в отношении ростового доминирования побегов. Эти аномальные структуры возникают в случаях неспецифического нарушения ростовых корреляций в апикальных меристемах стебля.

Независимо от свойственных данному виду морфологических особенностей (характер ветвления, форма кроны) «ведьмины метлы», будучи неспецифическими структурными аномалиями, всегда представляют собой шаровидные образования (крона «ведьминой метлы» с той или иной степенью приближения вписывается в шар, так как ни один из побегов по отношению к другим не является лидирующим). В данном случае имеются в виду только мутантные «метлы», так как во многом сходные с ними «ведьмины метлы» патологического происхождения могут носить черты некоторой специфичности, связанной с особенностями того или иного патогена.

Несмотря на внешнее, габитуальное сходство, на «метлах» сосны обыкновенной хоть и несколько измененная, но все-таки сосновая хвоя, а на «метлах» березы пушистой – листья березы. Ярко выраженные морфологические изменения затрагивают лишь какую-то часть общей структурной организации растения. Но эта часть, очевидно, играет весьма важную роль, так как дерево с мутантной «ведьминой метлой» или с несколькими такими «метлами» представляет собой химеру – одна корневая система несет генетически различные стебли. Причем эти стебли (в данном случае можно сказать самостоятельные кроны) находятся в конкурентных отношениях. Мелкие «метлы» на боковых ветвях обычно недолговечны и через 2–4 года после возникновения засыхают, крупные же, образующиеся на вершине дерева или близко к ней, живут довольно долго и в некоторых случаях подавляют основную крону.

По данным С. Вэксман [15, 16], мутантные «метлы» способны образовывать женские стробилы (образование мужских стробилов не наблюдалось) и давать фертильные семена. Учитывая генетическую самостоятельность мутантных «метел», опыление у них всегда перекрестное. В семенном потомстве «ведьминых метел» белой (веймутовой) сосны (*Pinus strobus* L.) наблюдалось расщепление

нормальных и мутантных особей 1:1, то есть половина растений была корнесобственными «ведьмиными метлами». Корнесобственные «метлы» сосны обыкновенной были найдены в Приобских ленточных борах Алтая [9]. Разумеется, такие находки – редкость, так как эти карликовые растения в естественных условиях совершенно неконкурентоспособны.

Подобно «ведьминым метлам» внешне однообразны и мало зависимы от видовой принадлежности шаровидные разрастания локальных участков стебля, возникающие при неспецифическом нарушении ростовых процессов в камбии [6]. Примеров такого рода наростов много. К их числу относятся сувели – гладкие, шаровидные или близкие к шаровидным наросты на стволах и ветвях многих, если не всех, видов древесных растений. В англоязычной научной литературе эти аномальные образования называются Burls. Этиология сувелей пока не выяснена. По нашим наблюдениям, образование сувелей не связано с воздействием внешне различимых или видимых под микроскопом патогенов, не заметно и следов их деятельности. Поэтому логично допустить, что образование таких структурных аномалий вызвано часто возникающей невидоспецифичной соматической мутацией в клетках камбия. Здесь, как и в случае с «ведьмиными метлами», совершенно невидоспецифична форма наплывов, в тканях же наплывов сохраняются многие свойственные виду черты анатомического строения.

Широко распространены в природе капы – тоже шаровидные или почти шаровидные наросты на стволах (чаще в комлевой части) и ветвях деревьев, поверхность капов покрыта многочисленными спящими почками. Скопление придаточных спящих почек и является причиной образования наплывов древесины [1, 2]. Анатомическое строение древесины капов, как и сувелей, сохраняет черты видоспецифичности. В англоязычной литературе капы называются Lignotubers. Способность образовывать капы, по мнению большинства исследователей [3, 13, 14 и др.], является адаптацией к условиям, затрудняющим семенное возобновление. Спящие почки, дающие в определенных условиях побеги, обеспечивают вегетативное возобновление. В данном случае,

видимо, правильнее сказать, что обилие спящих почек является адаптацией, а вызванное скоплением почек местное разрастание стебля – аномальное изменение. То есть здесь имеет место случай, когда возникновение аномалии является следствием эволюционного, морфогенетического приобретения.

Неспецифические шаровидные разрастания проводящих тканей стебля происходят под воздействием многочисленных и весьма разнообразных денормализующих факторов. Например, на ветвях видов березы, яблони, груши образуются близкие к шаровидным наросты проводящих тканей под воздействием гаусториев омелы белой. На стволах и ветвях пихты сибирской и пихты кавказской образуются локальные шаровидные утолщения при повреждении ржавчинным грибом *Melampsorella cerastii* (этот же гриб, действуя на апикальные меристемы тех же растений, вызывает образование патогенных «ведьминых метел»). Многочисленные шаровидные утолщения, напоминающие четки, наблюдаются на стволах и ветвях видов тополя при заражении грибом *Macrofoma tumifaciens*. Перечисление подобного рода аномалий можно продолжить. Видовые особенности строения древесины во всех перечисленных случаях частично сохраняются – в одних случаях осевые элементы, сохраняя основные видовые особенности, аномально изгибаются, изменяют типичную для вида длину и ширину, несколько увеличивается доля паренхимы (сувели); в других случаях, например при галловой болезни осины, сосуды почти неотличимы от трахеид, стенки всех клеток становятся значительно тоньше, резко возрастает доля паренхимы – по внутреннему строению такие прозоплазматические наплывы приближаются к опухолям.

Во всех рассмотренных выше структурных аномалиях, несмотря на их разное происхождение, просматривается определенная преемственность. Так, в Южной Башкирии нам неоднократно приходилось наблюдать шаровидные наросты на стеблях, представляющие собой переходную форму между сувелями и капями. На таких наростах спящие почки были очень малочисленными, несмотря на значительные размеры этих образований. В не-

скольких регионах европейской части России мы встречали экземпляры березы пушистой, в кронах которых были одновременно капы на ветвях, «ведьмины метлы» и переходные между ними образования. В Приобских ленточных борах на сосне кулундийской (географическая раса сосны обыкновенной) с необыкновенно высокой частотой встречаются наросты неясной этиологии на стволах и ветвях и «ведьмины метлы» явно мутантного происхождения. При этом нам удалось проследить, что если денормализующее начало возникает в инициальных клетках апикальной меристемы и сразу вызывает ответную реакцию, то формируется «метла», если же вызывающее аномальный рост начало (вероятно – соматическая мутация) окажет свое воздействие с некоторой задержкой и в ходе роста и дифференциации окажется в латеральной меристеме – формируется нарост на стебле. И еще пример. В семенном потомстве карельской березы иногда выщепляется стерильная кустовидная форма. В кроне таких берез формируются мелкие капы и подобия «ведьминых метел». Таким образом, неспецифические структурные изменения стебля древесных растений имеют очевидную, хотя и не совсем понятную, общность.

Анатомическое изучение аномальных декоративных древесин показало [4, 5], что синдром ямчатости стебля (Stem pitting), частными проявлениями которого являются своеобразные изменения в строении древесины карельской березы, в строении древесины кленов с текстурой «птичий глаз», «ямчатой» древесины березы пушистой, яблони домашней и многих других древесных растений, также отражает тенденцию к замене осевой пространственной организации стебля на радиальную. Тенденция та же, что и при формировании шаровидных тел. В данном случае, так же как и при формировании наплывов, она проявляется в том, что осевые проводящие элементы древесины – сосуды, трахеиды – в локальных, сравнительно равномерно распределенных участках древесины заменяются аномально расширяющимися лучами. Аномальные лучи, которые в наплывах можно рассматривать как секторы шара, расширяясь, формируют внутри себя собственную проводящую систему. Проводящие элементы

вокруг аномальных лучей, причудливо изгибаясь, теряют линейную организацию. На поверхности окоренной древесины аномальные зоны видны в виде углублений (отсюда и «ямчатость стебля»). Углубления образуются как результат расширения аномальных зон в тангентальной плоскости.

Анатомические изменения в строении древесины, близкие к описанной картине, происходят и при росте шаровидных наплывов. Здесь просматривается та же тенденция к расширению лучей, увеличению доли паренхимы, потере линейной организации проводящих элементов. Некоторые типы наплывов характеризуются многочисленными расширяющимися аномальными лучами, постепенно превращающимися в скопления каллусообразной паренхимы. Такого же рода паренхиматизация наблюдается в зоне аномальных лучей карельской березы и других случаях проявления синдрома ямчатости стебля. Здесь следует особо отметить карельскую березу, которая как бы синтезировала в себе все проявления неспецифических аномальных изменений – на ее стволах и ветвях часто образуются шаровидные утолщения, в кронах кустовидной формы возникают мелкие капы и подобия «ведьминых метел», а красивая, высокодекоративная древесина формируется вследствие ярко выраженного синдрома ямчатости стебля.

Таким образом, кратко рассмотренные нами неспецифические структурные аномалии стебля независимо от систематического положения растений, условий роста и факторов, приводящих к аномальным изменениям, проявляют общие для всех случаев формообразовательные тенденции: 1 – единообразие или общая направленность структурных изменений; 2 – частичная утрата видовых признаков; 3 – замена сложившейся в процессе эволюции специфичной для каждого вида организации стебля на простейшие шаровидные образования, в формировании которых факторы эволюции живой материи явно не участвуют.

Обобщая рассмотренные примеры, следует признать, что вопрос о случайности и закономерности в формировании рассматриваемых аномалий решается с некоторой натяжкой. Действительно, наблюдаемые во

всех примерах морфологические изменения имеют единую направленность, их можно охарактеризовать как очевидное упрощение внешней морфологической организации – формирование предельно простых и энергетически наименее емких шарообразных тел, как это происходит в неживой природе, например, формирование шаровидных небесных тел или образование мыльных пузырей или же пузырьков воздуха в жидкостях. Вполне определенная закономерность здесь присутствует, но остается вопрос: каким образом разные по своей физической сущности денормализующие факторы, некоторые из которых можно назвать случайными, вызывают всегда примерно одну и ту же, неспецифическую в отношении этих факторов реакцию?

Возникают и другие, связанные с этим вопросы. Вот некоторые из них.

1. Каким образом неспецифически влияющие на растения денормализующие факторы столь радикально снимают (уничтожают) достигнутые в сложном и длительном процессе эволюции видоспецифические приобретения; ведь в некоторых случаях достаточно мутации одного доминантного гена и растение становится химерой, например в случае образования мутантных «ведьминых метел» у видов сосны?

2. Правомерно ли в связи с рассматриваемыми вопросами обсуждать проблему необратимости или обратимости эволюционных изменений?

3. В какой мере объективные законы неживой природы влияют на формообразовательные процессы растений?

Теперь немного подробнее по поводу последних трех вопросов. Ответа на первый у нас просто нет. По этому поводу можно призвать лишь отдаленную аналогию – у теплокровных животных мутация может быть причиной образования опухоли. Но опухоль развивается на органе или внутри него, а неспецифическая структурная аномалия древесного растения может являть собой часть органа, орган или целое растение. Впрочем, отдельные наросты на стеблях древесных растений, относимые нами к неспецифическим, как мы уже отмечали, проявляют некоторые свойства опухолей.

По поводу второго вопроса. Проблема обратимости-необратимости эволюционных изменений в научной литературе продолжает обсуждаться. Закон Л. Долло, согласно которому организм не может вернуться даже частично к предшествующему состоянию, в настоящее время уже неприемлем [11]. Сейчас дебатруется другой вопрос: на каком уровне организации живой материи эволюционные изменения становятся необратимыми? Однако нам представляется, что все изыскания в области обратимости эволюционных процессов к рассматриваемой проблеме не имеют прямого отношения. Можно, конечно, дать волю фантазии, допустить, что первые на планете скопления живой материи – прогены (по Ю.В. Чайковскому [12]) – плавали по прибрежным лужам в виде округлых образований, в том числе и гипотетические прародители растений, и что рассматриваемые нами шаровидные образования – столь далеко вглубь миллиардов лет обращенная реверсия. Но говорить об этом серьезно вряд ли возможно. Видимо, на данном этапе понимания рассматриваемого вопроса можно согласиться с высказанным нами ранее предположением [5, 8], что участок образовательной ткани, вышедший из-под общего для растения контроля, будет формировать наиболее простые и наименее энергоемкие шаровидные тела. Это мы и наблюдаем при неспецифических структурных изменениях. Следовательно, говорить об обратимости процессов эволюции в данном случае не стоит, и здесь мы уже коснулись содержания третьего вопроса.

В одной из публикаций [7] мы отмечали, что форма главного стебля древесных растений, несмотря на определенную видоспецифичность, почти всегда приближается к форме высокого конуса и в проявлении этой тенденции весьма консервативна. Достаточно сравнить степень изменчивости формы ствола и, скажем, формы листьев, плодов, семян. Исключения есть, но они немногочисленны. Форма ствола практически не меняется во времени, так как определяется не факторами эволюции, а объективными законами косной материи. Природа экономична и в критических условиях выбирает оптимум, не допуская существенных отклонений от него.

По словам одного из основателей принципа оптимальности в биологии Р. Розена [9] «...организмы, обладающие биологической структурой, оптимальной в отношении естественного отбора, оптимальны также и в том смысле, что они минимизируют некоторую оценочную функцию, определяемую исходя из основных характеристик окружающей среды. Это чрезвычайно естественное предположение называют принципом оптимальной конструкции». Р. Розен отмечает, что каждый элемент структуры требует для своего образования и поддержания выполняемых им функций определенных затрат. Поскольку любой организм располагает лишь ограниченным запасом метаболической энергии, можно полагать, что при прочих равных условиях оптимальной будет такая структура, которая обеспечит наименьший расход этой энергии.

Исходя из этих, весьма убедительных, с нашей точки зрения, рассуждений, есть основание утверждать, что шаровидные структуры, возникающие при нарушении регуляции ростовых процессов, в отношении формы оптимальны. Если сложившиеся в процессе эволюции внутренние регуляторные процессы нарушены и образовательные ткани остаются бесконтрольными, то формообразование оказывается под контролем объективных законов неживой материи. А в этом случае ничего, кроме шаровидных тел, образоваться не может.

Ну и последнее. Заголовок данной статьи содержит многоточие, и мы его ничем не заполнили. Почему – понятно: если это не аномалия, то какая-то закономерность, а если закономерность, то причем тут аномалия? Как следует из всего сказанного, наличие закономерностей в формировании неспецифических структурных аномалий несомненно. Стало быть, следует вносить поправки в терминологию, с чем пока не стоит спешить. И вообще, рассматриваемая проблема еще далека от окончательного решения, не на все вопросы мы пока отвечаем. Все это заслуживает широкого обсуждения и, вне сомнения, нуждается в дальнейших исследованиях.

Библиографический список

1. Особенности строения березовых капов / В.В. Коровин // Бот. журн., 1970. – Т. 55. – № 11. – С. 1575–1584.

2. Коровин, В.В. О биологическом значении березовых капов / В.В. Коровин // Бюллетень МОИП. Отд. Биол., 1971. – Т. 76. – № 2. – С. 113–118.
3. Коровин, В.В. Образование капов у березы пушистой как форма экологической адаптации. / Проблемы онкологии и тератологии растений / В.В. Коровин. – Л.: Наука, 1975. – С. 170–173.
4. Коровин, В.В. Направленность структурных изменений в стебле древесных растений при аномальном росте. Источники информации в филогенетической систематике растений / В.В. Коровин. – М.: Наука, 1986. – С. 36–37.
5. Коровин, В.В. Морфолого-анатомические изменения стебля древесных растений при аномальном росте / В.В. Коровин // Бот. журн., 1987. – Т. 72. – № 6. – С. 749–759.
6. Коровин, В.В. Общее в строении аномальных древесин / В.В. Коровин // Бот. журн., 1987. – Т. 72. – № 4. – С. 472–476.
7. Коровин, В.В. Лучи и форма стебля древесных растений. / Структура, свойства и качество древесины – 2000. Мат. III междунар. симп. / В.В. Коровин, Г.А. Курносов. – Петрозаводск, 2000.
8. Коровин, В.В., Новицкая Л.Л., Курносов Г.А. Структурные аномалии стебля древесных растений / В.В. Коровин, Л.Л. Новицкая, Г.А. Курносов. – 2 доп. изд. – М.: МГУЛ, 2003. – 280 с.
9. Носков, В.И., Негруцкий С.Ф. К вопросу о происхождении «ведьминых метел» на сосне: научные записки Воронежского ЛТИ / В.И. Носков, С.Ф. Негруцкий. – Т. 15. – 1956. – С. 207–210.
10. Розен, Р. Принцип оптимальности в биологии / Р. Розен. – М.: Наука, 1969. – 215с.
11. Татаринов, Л.П. Необратимость эволюции и ее направленность. Очерки по теории эволюции / Л.П. Татаринов. – М.: Наука, 1987. <http://macroevolution.narod.ru/tatnapr.htm>
12. Чайковский, Ю.В. Наука о развитии жизни. Опыт теории эволюции / Ю.В. Чайковский. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. – 712 с.
13. Bamber R.K., Mullette K.J. Studies of the lignotubers of *Eucalyptus gummifera* (Gaertn.) Hochr. 1. The nature of lignotuber. // Austral. J. Bot. 1978. V. 26, N 1. P. 9–14.
14. James S. Lignotubers and burls/ Their structure, function and ecological significance in Mediterranean ecosystem. // Bot. Rev., 1984. V. 50, N 3. P. 225–266.
15. Waxman S. Variability in rooting and survival of cuttings from white pine witches broom seedlings. // Proc. Int. Plant Prop. Soc., 1969. V. 19. P. 338–344.
16. Waxman S. Witches-»brooms» sources of new and dwarf form of *Picea*, *Pinus* and *Tsuga* species. // Acta Hort./ Symposium on propagation in arboriculture. 1975. N 54. P. 25–32.

РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ И СЕЗОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ CO₂ В АТМОСФЕРЕ

М.Г. РОМАНОВСКИЙ, *и. о. директора Института лесоведения РАН, д-р биол. наук*

root@ilan.msk.ru

Статьи Ю.А. Израэля и др. [2] и И.Н. Кургановой и др. [3] позволяют уточнить наши представления о воздействии современного растительного покрова северного полушария Земли на климат и состав атмосферы. Сезонные колебания концентрации CO₂ в пограничном (приземном) слое атмосферы в среднем по 5-и станциям, расположенным в высоких широтах 63–82° с.ш., за период 1986–2002 гг. составили от 22 до 27 ppm. В течение последних почти 20 лет амплитуда сезонных колебаний на северных станциях глобальной службы атмосферы отличается удивительным постоянством, хотя *Keeling e.all.* отмечают ее существенное, на 20 %, увеличение по наблюдениям на Мануа-Лоа [12]. Предполагается, что в возникновении сезонных колебаний определяющую роль играет наземный растительный покров [2, 12].

За период 1986–2002 гг. концентрации CO₂ в атмосфере повысились на 25 ppm (от 349 до 373–374 ppm). Таким образом, современные сезонные изменения концентрации диоксида С в атмосфере составляют ~7 % (± 3,5 % от средней концентрации). Двадцать лет назад, когда концентрация CO₂ была ниже современной, сезонная амплитуда приближалась к 8 %.

Переходя от концентраций к абсолютным запасам углерода, отметим, что земная атмосфера содержит оценочно 6,0 10¹¹ т С(CO₂) [10]. При площади земной поверхности 5,1 10⁸ км² [10], на 1 гектар поверхности приходится в среднем ~12 т С га⁻¹, в северном полушарии несколько больше, в южном – меньше [2].

Наши оценки первичной GPP – фотосинтетической продуктивности лесного рас-

тительного покрова [7] позволяют предполагать определяющее влияние растительности на концентрации CO_2 в пограничном слое атмосферы. Так, спелый широколиственный лес за вегетационный период первично связывает в процессе фотосинтеза (*GPP*-продукция) углерод $\text{C}(\text{CO}_2)$ в размере его содержания в атмосфере над лесом ($\sim 10 \text{ т С га}^{-1} \text{ год}^{-1}$ при V классе бонитета древостоев и $\sim 26 \text{ т С га}^{-1} \text{ год}^{-1}$ при I–II классе при субоптимальных погодно-климатических условиях в течение не менее 30–50 % периода вегетации и при субоптимальной структуре фитоценозов) [11]. Фактическая средняя *GPP*-продуктивность лесных площадей зональных широколиственных лесов в лесостепи примерно в два раза ниже указанных величин [11]. В средней и южной тайге сосняки зональных типов демонстрируют близкую, если не сказать идентичную, первичную *GPP*-продуктивность [4]. От лесостепи до средней тайги лесные фитоценозы за сезон на единице площади связывают своим листовым аппаратом в среднем примерно одинаковое количество углерода. Невольно вспоминается идея продукционной инвариантности лесных фитоценозов [5]. Средняя *GPP*-продуктивность земной поверхности, занятой лесной растительностью, равна $\sim 13\text{--}16 \text{ т С га}^{-1} \text{ год}^{-1}$. Дифференциация насаждений по продуктивности наступает при формировании продукции биомассы (*NPP*-продукции) [7].

Нелесные типы растительного покрова поглощают при фотосинтезе (*GPP*-продукция) почти в два раза меньше C . Для них мы приняли $GPP = 8\text{--}9 \text{ т С га}^{-1} \text{ год}^{-1}$.

Судя по [1], влияние растительного покрова на климат пропорционально плотности фитомассы на земной поверхности, но определяется в основном не фотосинтезом, а транспирацией [8].

У океанических экосистем, по имеющимся публикациям, нет строго определенной сезонной динамики эмиссии CO_2 в атмосферу. Мы предполагаем, что сезонная динамика атмосферного $\text{C}(\text{CO}_2)$ обусловлена деятельностью одного только наземного растительного покрова.

В среднем в течение года эмиссия $\text{C}(\text{CO}_2)$ возвращает обратно в атмосферу

углерод в объеме, равном первичному *GPP* связыванию C растениями. При этом автотрофная компонента эмиссии C составит примерно $0,75 \text{ GPP}$ в лесостепи и $0,55$ в северной тайге [4]. Углерод, связанный в годичной *NPP*-продукции, возвращается в атмосферу после разрушения фитомассы гетеротрофами и использования автотрофами запасных веществ. В текущем году возвращается в основном C , связанный в продукции прошлых лет, величина которой не вполне совпадает с *NPP*-продукцией текущего года. Однако в среднем при скользящем усреднении за период 3–6 лет величины эмиссии и годичной *NPP* совпадают достаточно точно. В результате при стационарном течении циклических процессов сложится нулевой баланс и весь углерод, поглощенный растительным покровом, вернется в атмосферу. Многолетний прирост запасов C в экосистеме *NEP* при стабильном ее развитии и при усреднении по большим территориям и временным отрезкам равен нулю.

В сезонном цикле возврат C в атмосферу не совпадает со временем ассимиляции. Летом преобладает поглощение $\text{C}(\text{CO}_2)$, которое идет одновременно с эмиссией C , а зимой (после листопада) – только эмиссия. Основной возвратный поток C в атмосферу создает эмиссия $\text{C}(\text{CO}_2)$ из почвы R_{so} [11]. Вклад холодного периода в общую эмиссию $\text{C}(R_{so})$ составляет $\sim 0,25$ от общего возвратного потока углекислоты из почвы [3]. Зимняя эмиссия C из почвы формируется в основном гетеротрофным дыханием. Еще $\leq 0,05$ зимней эмиссии $\text{C}(\text{CO}_2)$ добавляется надземными органами фитоценозов. В сумме в холодный период года происходит до 30 % возвратной эмиссии $\text{C}(\text{CO}_2)$ из лесного биогеоценоза.

Общая годовая эмиссия C примерно равна средней многолетней *NPP* продукции биомассы. Летом ее с избытком компенсирует ассимиляция C растительным покровом. Та часть C , поглощенного фитоценозом, возврат которой отложен на «зиму», определяет при стационарном процессе сезонные колебания концентрации C в атмосфере и связана в основном (почти исключительно) с выделениями CO_2 из почвы (таблица).

Примерная структура (S , %) поверхности северного полушария в поясе от 40° до 80° с.ш. и колебания концентрации CO_2 в атмосфере

Тип земной поверхности	S , %	Эмиссия, т С га ⁻¹ год ⁻¹		
		$K_1 R_{so}$,	$(1-K_1) R_{so} + R_{st} - NPP$	Амплитуда
Оценки по данным [3]				
Тундра	10	–	–	–
Лес	15	1,5	$4,4 + 6 - 11,9 = -1,5$	$\pm 0,45 (\pm 3,6 \%)$
Травостой	15	1,8	$6,2 + 0,5 - 8,5 = -1,8$	$\pm 0,54 (\pm 4,3 \%)$
Пустыня	10	~0	0	0
Океан	50	~0	0	0
Скорректированные оценки				
Лес	15	2	$6+8-16=-2$	$\pm 0,60 (\pm 4,8 \%)$
Травостой	15	2	$6+1-9=-2$	–

S , % – участие в структуре площадей северного полушария; R_{so} – годовая эмиссия С(CO_2) из почвы; R_{st} – автотрофное дыхание надземной фитомассы; K_1 – доля эмиссии С(CO_2) за 6 месяцев холодного периода ~ 0,25 [3]; NPP – годовая продукция фитомассы (*net primary production*)

По данным [3], луговой и лесной ценозы за год теряют при эмиссии С из почвы: луговой 8,0, а лесной 6,0 т С га⁻¹ год⁻¹ [3]. Из них в холодное полугодие луг теряет 1,8, а лес 1,5 т С га⁻¹ сезон⁻¹, в среднем примерно 1,65 т С га⁻¹ сезон⁻¹. Если принять этот результат за общее правило для бореальной зоны, то различие выбросов С(CO_2) в атмосферу из фитocenozов в холодный и теплый периоды достигают $2 \times 1,65 = 3,3$ т С га⁻¹. По отношению к средней плотности атмосферного С, равной ~ 12,5 т С га⁻¹ (12 т С га⁻¹ летом и 13 т С га⁻¹ зимой), это составит 26 %, но учитывая то, что лесной и травяной типы растительного покрова занимают в сумме ~30 % земной поверхности (табл.), амплитуда сезонных колебаний концентрации С после перемешивания воздушных масс не превысит 7–8 %.

Мы предполагаем, что на самом деле различий между лесными и луговыми фитocenozами по величине зимней составляющей почвенного дыхания нет, те и другие «испаряют» ~ 2 т С га⁻¹ год⁻¹ за холодный период и 6 т С га⁻¹ год⁻¹ за теплый; всего за год ~ 8 т С га⁻¹ год⁻¹. Просто в лесных биогеоценозах с глубокими ярусами корневых систем у древесных видов, а для сосняков (в которых были проведены измерения [3]) с их легкими почвами, допускающими интенсивный внутрипочвенный сток С(CO_2), С(HCO_3), величина общей эмиссии С из почвы при мониторинговых натуральных определениях недоучитывается.

Различия между фитocenozами контрастной продуктивности нивелируются разным вкладом корневых систем в их массовый и газообмен. Травяные ценозы, особенно из однолетников, при меньшей по сравнению с лесными общей продуктивности, больше первичной продукции вкладывают в обновление своих корневых систем и их дыхание. В низкопроизводительных лесных фитocenozах биомасса активной поглощающей части корневых систем мало отличается (не отличается) от высокопродуктивных.

Еще раз остановимся на данных таблицы, рассматривая уже только скорректированные нами оценки. Сезонные колебания эмиссии С составляют ~ ± 2 т С га⁻¹ год⁻¹ и зависят только от разности эмиссий С из почвы за холодный и теплый периоды. Продуктивность фитocenozов NPP (16 т С га⁻¹ год⁻¹ у лесных или 9 т С га⁻¹ год⁻¹ у луговых) безразлична. Считая, что в среднем атмосфера бореальной зоны северного полушария содержит 12,5 т С та⁻¹, (12 т С та⁻¹ летом и 13 т С та⁻¹ зимой), а леса и луга представлены на поверхности земли в примерно равных пропорциях, получим, что лесная и травяная растительность совместно обеспечивают в среднем колебания ± 2 т С та⁻¹ год⁻¹, а принимая их общее участие в структуре земной поверхности суббореальной зоны северного полушария за 30 %, получим, что амплитуда сезонных колебаний составит $\pm 0,6$ т С га⁻¹ год⁻¹, или $\pm 4,8$ % среднегодовой концентрации С в атмосфере.

Сезонные колебания концентрации $C(CO_2)$ идут на фоне общего подъема концентрации атмосферного C , вызванного разрушением послеледниковых запасов органического вещества в отложениях бореальной зоны. Сосредоточенные здесь торфяники, мерзлотные почвы, жидкие углеводороды и т.п. в голоцене усиленно теряют C в тундре и на севере лесной зоны, тогда как на юге идет интенсивная потеря C черноземами и темно-серыми лесными почвами [4, 8]. За предыдущие 100–150 лет мощность темно-серых лесных почв в лесостепи сократилась, по-видимому, вдвое [11, с. 81].

Библиографический список

1. Голубятников, Л.Л. Отклик первичной биологической продукции растительности европейской России на изменения климата / Л.Л. Голубятников, Е.А. Денисенко // Известия АН. Сер. географическая, 2002. – № 6. – С.42–50.
2. Израэль, Ю.А. Фоновое содержание диоксида углерода и метана в атмосфере северных районов Северного полушария и тенденции его изменения / Ю.А. Израэль, В.И. Егоров, С.Г. Парамонов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. ИГКЭ. – Т.21. – СПб: Гидрометеоздат, 2007. – С. 9–22.
3. Курганова, И.Н. Многолетний мониторинг эмиссии CO_2 из дерново-подзолистой почвы: анализ влияния гидротермических условий и землепользования / И.Н. Курганова, В.О. Лопес де Греню, Л.Н. Розанова, Т.Н. Мякшина и др. // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. ИГКЭ. – Т.21. – СПб: Гидрометеоздат, 2007. – С. 23–43.
4. Молчанов, А.Г. Баланс CO_2 в экосистемах сосняков и дубрав в разных лесорастительных зонах / А.Г. Молчанов. – Тула: Гриф и К, 2007. – 284 с.
5. Рождественский, С.Г. Древостои мелколиственных пород как инвариантные продукционные системы / С.Г. Рождественский, А.И. Уткин, Я.И. Гульбе, Н.Ф. Каплина // Анализ продукционной структуры древоств. – М.: Наука, 1988. – С. 214–224.
6. Романовская, А.А. Баланс почвенного углерода в водораздельных землях России / А.А. Романовская, Р.Т. Карабань // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. ИГКЭ. – Т.21. – СПб: Гидрометеоздат, 2007. – С. 58–74.
7. Романовский, М.Г. Продуктивность, устойчивость и биоразнообразие равнинных лесов европейской России / М.Г. Романовский. – М.: МГУЛ, 2002. – 92 с.
8. Романовский, М.Г. Лес и климат центральной России / М.Г. Романовский // Идеи биогеоценологии в лесоведении и лесоразведении. – М.: Наука, 2006. – С. 252–256.
9. Соколов, Д.Ф. К вопросу о химической природе органических веществ почв под дубовыми лесами / Д.Ф. Соколов // Тр. Ин-та леса, 1953. – Т. 12. – С. 209–224.
10. Советский энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1982. – 1600 с.
11. Экосистемы Теллермановского леса. – М.: Наука, 2004. – 340 с.
12. Keeling C.D., Chin J.F.S., Whorf T.P. Increased activity of northern vegetation inferred from atmospheric CO_2 measurements // Monthly Nature. 1996. V.4. No 7(43). P. 80–83. // Nature. 1996. No 382. P. 146–149.

ФОРМИРОВАНИЕ ГОДИЧНОГО КОЛЬЦА ДРЕВЕСИНЫ И ДЫХАНИЕ СТВОЛА У СОСНЫ И ДУБА

М.Г. РОМАНОВСКИЙ, *и. о. директора Института лесоведения РАН, д-р биол. наук*,
В.В. КОРОВИН, *проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, д-р биол. наук*,
Д.Е. РУМЯНЦЕВ, *доц. каф. ботаники и физиологии растений МГУЛ, канд. биол. наук*

root@ilan.msk.ru

Наблюдения за дыханием ствола (эмиссией CO_2) в течение вегетации у взрослых деревьев сосны и дуба обнаруживают значительную независимость сезонной динамики дыхания от погодно-климатических условий и ее обусловленность в основном видовыми и формовыми особенностями деревьев, особенностями динамики их роста и формирования годичного кольца древесины. Анализ этого вопроса посвящена наша статья.

Волны стволового дыхания R , закономерные подъемы и спады его интенсивности в течение вегетации – неотъемлемое свойство дыхания древесных стволов. У деревьев, достигших репродуктивной стадии развития, интенсивность стволового дыхания изменяется в течение каждого цикла в $\sim 1,5 \div 2$ раза. За вегетацию стволы деревьев сосны обыкновенной и дуба черешчатого проходят 5–8 циклов [6, 11]. Циклы дыхания ствола

согласованы с циклами новообразования анатомических элементов ксилемы и, вероятно, флоэмы [6, 7, 11]. У сосны (*Pinus sylvestris* L.) четыре цикла совпадают по времени с периодами наиболее активного новообразования элементов ксилемы (рис. 1) [6].

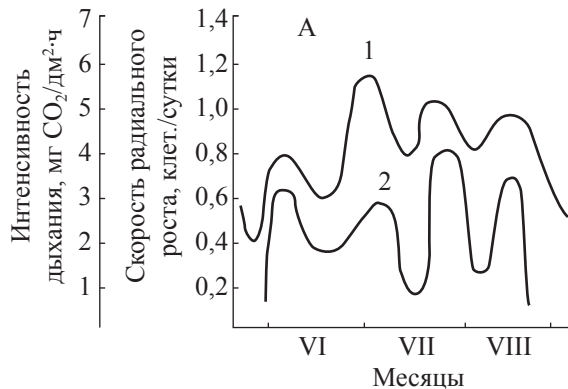


Рис. 1. Интенсивность дыхания (1, мг CO₂ дм⁻² час⁻¹) и скорость радиального роста (2, клеток в сутки) на высоте 1,3 м в 1982 г. [6]

Ритмика прироста и дифференциации клеток флоэмы в течение вегетационного периода изучены недостаточно. Мы первоначально допустили постоянное обновление этой ткани в течение вегетации и интерпретировали волны стволового дыхания как функции сезонных ритмов развития ксилемы исключительно.

При обычной погоде и динамике сезонного роста в бореальных лесах деревья проходят за вегетацию 2 этапа дифференциации клеток ксилемы: ранней и поздней древесины. У сосны обыкновенной каждый этап состоит из двух циклов (всего 4 цикла дыхания и новообразования трахеид) [6]. Последовательность событий в каждом цикле можно описать следующим образом:

- 1) накопление строительных материалов (олигосахаров) в клетках сердцевинных лучей, во флоэмной паренхиме, распределение их по камбиальной зоне и зоне дифференцирующихся камбиальных производных;
- 2) образование целлюлозной арматуры новых трахеальных элементов;
- 3) заливка арматуры матриксом лигнинов.

В ранней древесине цикл построения клеточных оболочек на этом завершается. В поздней древесине клетки сразу же переходят ко второму приему утолщения стенок: после

заполнения первичных целлюлозных каркасов лигниновым матриксом на них наслаивается вторичный (внутренний) целлюлозный каркас с иной ориентацией волокон и тут же заполняется лигнинами [16]. Если при этом у сосны стенки клеток поздней древесины получаются в ~2 раза толще, чем ранней [4], то у дуба утолщаются только стенки клеток либриформа, а толщина стенок сосудов поздней древесины сохраняется такой же, как и ранней [9]. Развитие первичной и вторичной оболочек трахеид идет независимо [14]. Радиальный ряд трахеид формируется примерно за одну декаду, за этим следует утолщение стенок (созревание трахеид), которое в поздней древесине сосны занимает до 55 суток [1, 14].

Очевидно, циклы дыхания ствола (новообразования элементов ксилемы) и циклы вторичного утолщения и клеточных стенок независимы. Так, по [6] на 4 цикла появления новых клеток приходится только 2 цикла утолщения стенок. В формировании радиальной последовательности трахеид сочетаются процессы развития клеток, заготовленных стопками в камбиальной зоне, и построения клеточных стенок (вероятно, число стопок или их инициалей варьирует, но для дифференциации они отпускаются партиями по ~8). В каждой развернувшейся стопке клеточные стенки строятся по типу ранней или поздней древесины. У дуба картина осложняется исключением сосудов из процесса вторичного утолщения стенок.

Разговор о «стопках» клеток в камбиальной зоне не следует понимать буквально. Дублирующими структурами могут быть, например, политенные хромосомы, в которых генетический материал для будущего множества клеток уже заготовлен, но клеткам еще предстоит образоваться после расхождения хроматид. Так или иначе, но толщина камбиальной зоны у сосны пропорциональна числу клеток в будущем радиальном ряду трахеид [3].

За счет обилия в ранней древесине дуба клеток с большим диаметром просветов (полостей) плотность размещения клеточных стенок здесь в 1,5 раза ниже, чем в поздней. В результате физическая (базовая) плотность ранней древесины 630 кг м⁻³ против 825 кг м⁻³ у поздней [12]. То же мы наблюдаем у сосны,

но только за счет разной толщины клеточных стенок. По плотности поздней древесины результат у сосны (328 кг м^{-3} vs 832 кг м^{-3}) почти такой же, как у дуба [12]. Приблизительно можно считать, что клетка, построенная путем лигнификации одинарной целлюлозной решетки, имеет плотность $\sim 300 \text{ кг м}^{-3}$, двойной – 600 кг м^{-3} , а тройной – 900 кг м^{-3} . Если объемы просветов и клеточных стенок в ранней древесине соотносятся как 3:1, плотность клеточных стенок в чистом виде $\sim 1200 \text{ кг м}^{-3}$ при их построении путем лигнификации «первичной» решетки целлюлозных волокон. Соответственно в поздней древесине для стенок двойной толщины – 2400 кг м^{-3} .

Запасание материалов, построение целлюлозной арматуры клеточных стенок, их лигнификация занимают 10–20 суток. Нарастивание второго слоя арматуры с другой ориентацией микрофибрилл целлюлозы и ее заполнение лигнином в клетках поздней древесины проходят в едином непрерывном цикле, продолжающем формирование первичных стенок, построенных по типу ранних трахеид, и занимает еще 30–55 суток [1, 14]. За цикл образуется 8 новых клеток, развивающихся по типу ранней или поздней древесины. Четыре стопки камбиальных заготовок, по 8 клеток в каждой, растут и дифференцируются. Находятся ли они в камбиальной зоне уже полностью готовыми к росту или им приходится предварительно делиться тангенциальными перегородками – неясно. Неясно также, насколько стабильно реализуется условие ~ 8 клеток в партии.

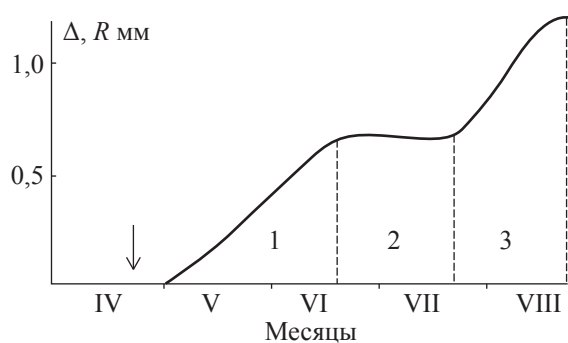


Рис. 2. Формирование годичного кольца в 1990 г. в полевом дубе. Средняя ширина годичного кольца, ΔR , мм. 1 – ранний прирост; 2 – пауза; 3 – поздний прирост древесины. Стрелка – начало распускания листьев

Максимум R , предшествующий периоду новообразования трахеид у сосны, и два максимума, следующих за ним (рис. 1), связаны, вероятно, с образованием флоемных производных камбия.

У дуба в 1990 г. распускание листьев было ранним (листья поздней формы начали разворачиваться 26–28 апреля). Первые дифференцирующиеся клетки древесины мы зафиксировали в высечках на высоте 1,3 м у деревьев, соседних с наблюдавшимися нами и аналогичного фенологического состояния 1 мая. В середине мая слой дифференцированных сосудов ранней древесины стал сплошным, а к середине июня достиг $0,64\text{--}0,70 \text{ мм}$. Это соответствует двум последовательно отложенным сосудам ранней древесины (диаметр $\geq 0,25 \text{ мм}$ [15]).

С конца второй декады (с ~ 20 июня) новые клетки в ксилеме не образовывались. Вероятно, шло образование новых клеток флоэмы. Только с 22–25 июля мы зафиксировали следующий цикл роста годичного слоя ксилемы, завершившийся 15–20 августа (рис. 2).

Хотя условия роста и фенологические ритмы 1990 г. не были типичными, они дают ясное представление о цикличности прироста древесины ствола.

Прирост флоэмы вообще слабо поддается учету с помощью высечек [18]. Условно можно считать рост флоэмы процессом постоянно продолжающимся в течение всей вегетации. Клетки проводящей флоэмы неоднократно обновляются. Старые отслужившие ситовидные элементы подвергаются коллапсу и лизису.

Годичный прирост древесины ствола дуба черешчатого складывается как бы из двух достаточно независимых этапов: весеннего-раннелетнего и позднелетнего приростов. На поперечном срезе граница между ранним и поздним приростами, между ранней и поздней древесиной хорошо выражена у взрослых деревьев ($A > 15\text{--}20$ лет). У молодых, имматурных особей [13] переход от ранней древесины к поздней постепенный.

В древесине корней дуба структура годичных колец с удалением от ствола переходит от кольцепоровой к рассеянно-поровой [5]. В вертикальных «якорных» корнях годич-

ные кольца вообще не читаются. На поперечном срезе на глубине 50–100 см мы видим кружево сосудов, не дифференцируемое на годовичные слои [11].

Прирост ранней древесины дуба начинается у дуба одновременно с образованием новой листвы и обеспечен в основном запасами пластических веществ прошедшего года. С.Н. Карандина [8] отметила, что появление в древесине первых сосудов иногда опережает разворачивание листвы, иногда отстает от него. Но расхождения (1–5 суток) невелики, и в целом очевидно, что ко времени завершения раннего прироста древесины молодая листва еще не в состоянии сама обеспечить его построение, поскольку все продукты текущего фотосинтеза идут на ее собственный рост и на образование побегов [7, 8, 10, 17]. Прирост ранней древесины формируется за счет запасных веществ прошлого года [17] и заканчивается примерно в то же время, что и удлинение побегов первого прироста. Во время формирования слоя ранней древесины дыхательные затраты увеличиваются, достигая максимума к его окончанию (рис. 2) [19].

Затем, с третьей декады июня, радикальный прирост ксилемы у дуба делает более или менее длительную, примерно месячную, паузу (рис. 2). Она особенно хорошо выражена у деревьев 50 лет и старше. Молодые деревья и во время «паузы» в образовании элементов древесины продолжают утолщение ствола, правда, несколько замедленное. Это видно на дендрограммах, полученных А.А. Молчановым у растущих деревьев дуба 40–50 лет [17, с. 106]. Аналогичное замедление роста диаметра ствола между ранним и поздним приростами древесины зафиксировано К. Негизи у дерева *Quercus mirsinifolia* примерно того же возраста [19, 20]. Прирост диаметра ствола, наблюдаемый при измерении его дендрометром во время «паузы» в новообразовании элементов ксилемы, очевидно, связан с утолщением флоэмы. При исследовании древесины в высечках перестойных деревьев мы его не зафиксировали. Несовпадение сезонных динамик прироста диаметра ствола при измерении его разными методами прекрасно иллюстрирует работа финского Института лесных исследований [18].

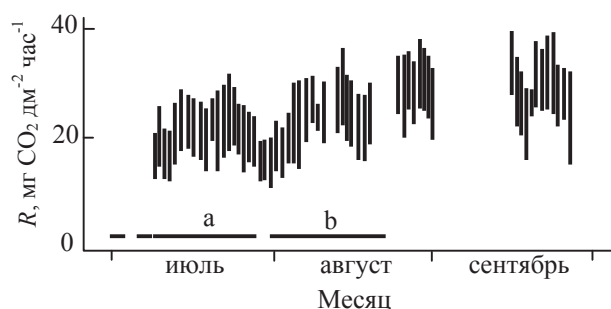


Рис. 3. Колебания интенсивности эмиссии CO₂ (мгСО₂ дм⁻² час⁻¹) прикомлевой поверхностью ствола дуба в 1992 г. Начало листопада 28.09.92, окончание 28.10.1992 г. [11]

В период «паузы» интенсивность дыхания, в том числе роста R_g , сохраняется на высоком уровне, благодаря затратам на утолщение стенок либриформа и рост (обновление) флоэмы. По нашим данным [11], интенсивность дыхания у дуба во время паузы прироста древесины увеличивается и только в конце паузы падает (рис. 3).

Прирост поздней древесины дуба начинается в конце июня – начале июля и продолжается, нередко в несколько приемов, до августа–сентября. Его величина полностью определяется продукцией текущего года. В нашем случае у перестойных деревьев он начался в третьей декаде июля и продолжался до третьей декады августа. Началу образования поздней древесины соответствует наивысшая интенсивность дыхания. Подъем интенсивности дыхания в 1,5–2 раза на этом этапе сезонного цикла отмечен также К. Негизи [19, 20]. По И.С. Малкиной и Ю.Л. Цельникер [10] время, близкое к началу позднего прироста (15.VII), совпадает с максимумом «дыхательной способности» ствола дуба черешчатого, что соответствует 19 г С дм⁻² ч⁻¹ или 468 г С дм⁻² сут⁻¹.

В конце августа–сентябре интенсивность дыхания ствола дуба падает, хотя сохраняется на достаточно высоком уровне вплоть до ноября (рис. 3). А в прикомлевой области она достигает максимальной величины в сентябре, уже после начала пожелтения листвы, и по завершении прироста по диаметру ствола.

У сосны ранний прирост начинается в мае–июне [6]. Поздний – заканчивается так же, как у дуба, к третьей декаде августа. Но уже после завершения новообразования

трахеид утолщение их стенок (созревание) продолжается до конца августа–сентября (в зависимости от года). От образования ранних трахеид до окончания созревания поздних трахеид [1, 14] проходит ~90–120 дней. Число клеток, образовавшихся за сутки в радиальном ряду трахеид, изменяется от $0,1 \text{ сут}^{-1}$ в конце мая до $0,8$ за сутки в последней декаде июля. Числа максимумов скорости радиального роста и эмиссии CO_2 строго соответствуют. При оптимальных погодных условиях скорость прироста радиального ряда трахеид коррелировала с интенсивностью дыхания $0,7 \pm 0,03$. Максимальная среднедекадная скорость $4,7 \pm 0,6$ клетки за декаду наблюдалась при недостатке влаги в почве: 20–30 мм в слое 0–50 см. Суммарный объем клеточных стенок трахеид в слое прироста теснее всего связан с дыхательными затратами ствола [6].

В целом сезонная динамика эмиссии CO_2 у сосны обыкновенной и у дуба состоит из 7–8 циклов. Как отмечают Е.А. Ваганов и др. [3], развитие годичного кольца после выхода клеток из камбиальной зоны идет в автоматическом режиме и не зависит от внешних метеорологических условий.

Библиографический список

1. Антонова, Г.Ф. Методические подходы к изучению влияния внешних факторов на образование ксилемы хвойных / Г.Ф. Антонова // Лесные стационарные исследования: методы, результаты, перспективы. Мат. совещания. – Тула: Гриф и К°, 2001. – С. 123–125.
2. Ваганов, Е.А. Механизмы и имитационная модель формирования структуры годичных колец у хвойных / Е.А. Ваганов // Лесоведение, 1996. – № 1. – С. 3–15.
3. Ваганов, Е.А. Значение раннелетней температуры и сроков схода снежного покрова для роста деревьев в субарктической зоне Сибири / Е.А. Ваганов, А.В. Кирдяков, П.П. Силкини // Лесоведение, 1999. – № 6. – С. 3–13.
4. Ваганов, Е.А. Рост и структура годичных колец хвойных / Е.А. Ваганов, А.В. Шашкин. – Новосибирск: Наука, 2000. – 227 с.
5. Вихров, В.Е. Строение и физико-механические свойства древесины дуба в связи с условиями произрастания / В.Е. Вихров. – М.–Л.: Гослесбуиздат, 1950. – 112 с.
6. Забуга, Г.А. Дыхательный газообмен CO_2 растущего ствола сосны обыкновенной: автореф. дисс. ... канд. биол. наук. 03.00.12: Физиология растений / Г.А. Забуга. – Иркутск: Сиб ИФБР, 1985. – 18 с.
7. Загирова, С.В. Камбиальная активность и углекислотный газообмен ствола *Pinus sylvestris* / С.В. Загирова, С.Н. Кузин // Физиология растений, 1998. – Т.45. – № 5. – С. 778–783.
8. Карандина, С.Н. Особенности роста дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в Прикаспийской низменности / С.Н. Карандина. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 92 с.
9. Коровин, В.В., Оганесянц Л.А. Дуб в лесоводстве и виноделии / В.В. Коровин, Л.А. Оганесянц. – М.: ДеЛи принт, 2007. – 480 с.
10. Малкина, И.С. Сезонная динамика суммарного дыхания и дыхания поддержания у стволов лесных деревьев / И.С. Малкина, Ю.Л. Цельникер // Бот. журнал, 1990. – Т.75. № 8. – С. 1138–1144.
11. Романовский, М.Г. Автотрофное дыхание лесостепных дубрав / М.Г. Романовский, В.В. Мамаев, Ю.А. Гопиус, Р.В. Щекалев. – Архангельск: Архангельская правда, 2008. – 100 с.
12. Санаев, В.Г. Физико-механические свойства элементов макроструктуры древесины / В.Г. Санаев // Строение, свойства и качество древесины. Симп. коорд. совета по современным проблемам древесиноведения. – М.: МЛТИ, 1990. – С. 171–176.
13. Смирнова, О.В. Онтогенез дерева / О.В. Смирнова, А.А. Чистякова, Л.Б. Заугольнова и др. // Бот. журн., 1999. – Т. 84. – № 12. – С. 8–20.
14. Стасова, В.В. Особенности развития стенок трахеид при образовании древесины сосны обыкновенной: автореф. дисс. ... канд. биол. наук, 03.00.16. Физиология растений / В.В. Стасова. – Красноярск: ИЛиД им. В.Н. Сукачева СО АН СССР, 1991. – 26 с.
15. Тихомиров, А.В. Структура радиального годичного прироста как показатель состояния дуба черешчатого / А.В. Тихомиров // Состояние дубрав лесостепи. – М.: Наука, 1989. – С. 77–97.
16. Фрей-Вислинг, А. Ультраструктура растительной клетки: пер с англ. / А. Фрей-Вислинг, К. Мюлленталер. – М.: Мир, 1968. – 454 с.
17. Экосистемы Теллермановского леса: под ред. В.В. Осипова. – М.: Наука, 2004. – 348 с.
18. Makinen H., Nojd P., Sea L-W., Smidtt U., Jalkanen R., Mielikainen K., Eckstein D. Wood formation in Scots pine and Norway spruce during growing season in Finland // Climat changes and their impact on boreal and temperate forests. Abstracts of International conference. Ekaterinburg: Ural SFIU, 2006. Постер.
19. Negisi K. Diurnal and seasonal fluctuations in the stem bark respiration of standing *Quercus mirsinaefolia* tree // Journal of the Japanese Forestry Society. 1981 (July). V.63 N.7. P. 235–241.
20. Negisi K. Diurnal fluctuations of the stem bark respiration in relationship to the wood temperature in standing young *Pinus desiflora*, *Chamaecyparis obtusa* and *Quercus mirsinaefolia* trees // Journal of the Japanese Forestry Society. 1982 (August). V.64. N.8. P. 315–319.

СТРОЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРОВОДЯЩИХ И ЗАПАСАЮЩИХ ТКАНЕЙ В СТВОЛАХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В АНТРОПОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

В.В. СТАСОВА, *с. н. с. Института леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, канд. биол. наук,*
Л.Н. СКРИПАЛЬЩИКОВА, *с. н. с. Института леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, канд. биол. наук,*
А.И. ТАТАРИНЦЕВ, *доц. каф. экологии и защиты леса СибГТУ, канд. биол. наук,*
Н.В. ГРЕШИЛОВА, *доц. каф. физики Сибирского федерального университета, канд. биол. наук,*
О.Н. ЗУБАРЕВА, *с. н. с. Института леса им. В.Н.Сукачева СО РАН, канд. биол. наук*

lara_scrip_@mail.ru

Таксационные и лесопатологические обследования лесов пригородной зоны выявляют различные нарушения жизнедеятельности древостоев (снижение бонитета, уменьшение высоты деревьев, сухoverшинность, снижение продолжительности жизни хвои и др.). Эти внешние признаки неблагополучия и снижения жизнеспособности деревьев являются отражением нарушения хода внутренних процессов в дереве: фотосинтеза, дыхания, новообразования клеток. Целью данной работы было изучение изменений проводящих и запасных тканей в стволах сосны обыкновенной, растущей в пригородной зоне г. Красноярска в условиях длительных техногенных и рекреационных нагрузок.

Исследования проводились в сосновых древостоях с техногенными и рекреационными нагрузками, различными по продолжительности воздействия и интенсивности, а также в сосняках, испытывающих воздействие сопряженных нагрузок (рис. 1). Например, в Березовском и Есаульском борах, расположенных по основному переносу промышленных выбросов города Красноярска на расстоянии 10 и 30 км соответственно. Кроме сильного техногенного загрязнения велик и рекреационный пресс. По данным дистанционного зондирования территории города и пригорода, исследуемые сосняки находятся в зоне среднего уровня техногенного воздействия [5]. По лесопатологическому обследованию насаждения в зоне синергического влияния характеризуются как ослабленные и сильно ослабленные. Древостои, расположенные в зеленой зоне города и подвергающиеся рекреационному воздействию, но не подверженные техногенному загрязнению, считались условным контролем. Караульная

лесная дача и Погорельский бор рассматривались как условно чистые контрольные по промвыбросам, но подвергающиеся рекреационным нагрузкам, особенно сильным в массиве Караульной дачи. В условиях чистого фона изучались насаждения Юкеевского бора, в 100 км от города вне основного переноса, практически без рекреационного воздействия (рис. 1). Все исследуемые сосновые насаждения разнотравного типа леса, чистые по составу, V класса возраста.

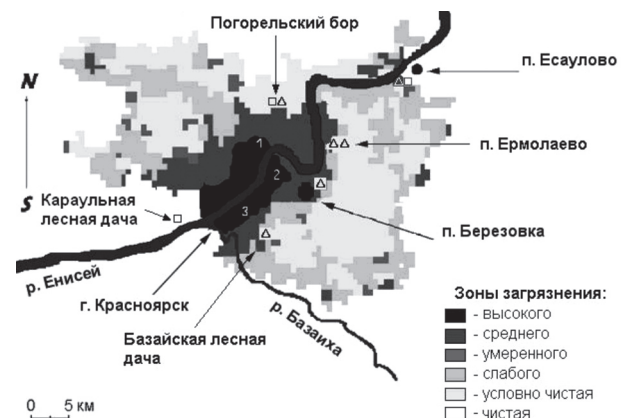


Рис. 1. Зоны техногенного загрязнения г. Красноярска и его пригородных насаждений: □ – мониторинговые пробные площади в сосновых насаждениях, Δ – мониторинговые пробные площади в березовых насаждениях. Основные источники загрязнения: 1 – Красноярский алюминиевый завод; 2 – целлюлозно-бумажный комбинат, завод «Химволокно», КрастЭЦ; 3 – ТЭЦ-2, цементный и химико-механический заводы.

В каждом насаждении были заложены постоянные пробные площади, различающиеся как по уровням загрязнения, так и по рекреационным нагрузкам: наветренная часть бора, центр бора, подветренная часть. На каждой площади были выбраны по пять модельных деревьев, средних по лесотакса-

ционными характеристикам, из стволов которых на высоте 1,3 м возрастным буровым были отобраны керны. На поперечном срезе каждого керна изучали анатомо-морфологические характеристики древесины и луба.

Наиболее часто и легко измеряемой величиной является ширина годичных приростов древесины (годичных колец). Этот показатель широко используется в дендрохронологии и дендроклиматологии для установления условий жизни дерева в прошлом.

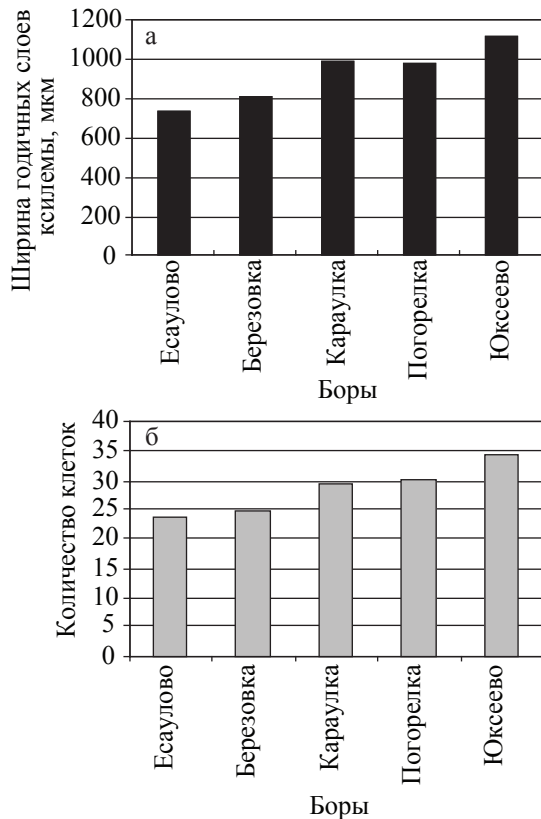


Рис. 2. Средняя ширина годичных слоев древесины (а) и количество клеток в них (б) в древостоях по мере возрастания антропогенных нагрузок

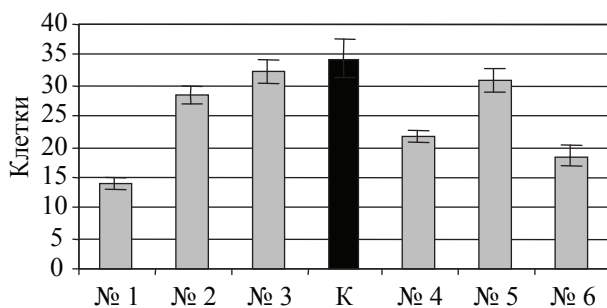


Рис. 3. Количество клеток в годичных слоях ксилемы в разных частях боров: 1, 6 – наветренные опушки, 2, 5 – середины боров, 3, 4 – подветренные опушки, 1–3 – Березовский бор, 4–6 – Есаульский бор, К – Юкеевский бор, чистый фон

Следует отметить, что ширина годичных колец древесины – наиболее лабильный признак, чутко реагирующий на любые изменения внешних условий [7]. Измерять этот признак можно либо по абсолютной величине (в мм или мкм) или по количеству трахеид в радиальном ряду.

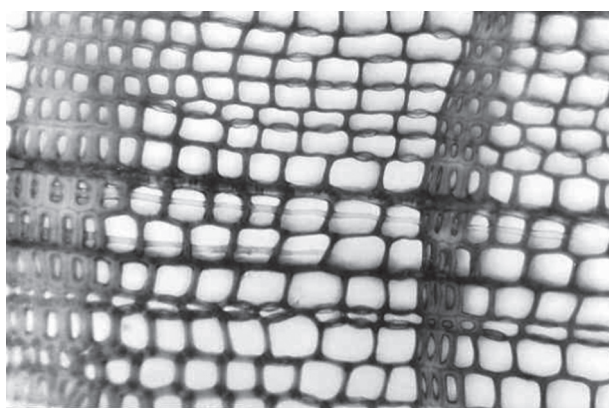
Измерение ширины годичных колец в стволах сосен изучаемых древостоев показало, что средние величины как в абсолютном выражении, так и в количестве клеток в радиальном ряду, имеют сходные тенденции изменений: чем сильнее техногенная и рекреационная нагрузки, тем более подавлена камбиальная деятельность по образованию ксилемных производных (рис. 2).

Эта тенденция прослеживается даже внутри каждого отдельного лесного массива. Уменьшение ширины годичных приростов (количества клеток в годичных слоях) проявляется у сосен в борах Березовском и Есаульском по градиенту загрязнения. Наименьшее количество клеток (14 и 18 для Есаульского и Березовского боров соответственно) образуется в стволах сосен на наветренной стороне боров (рис. 3). Оно примерно вдвое ниже, чем в фоновом древостое (34 клетки).

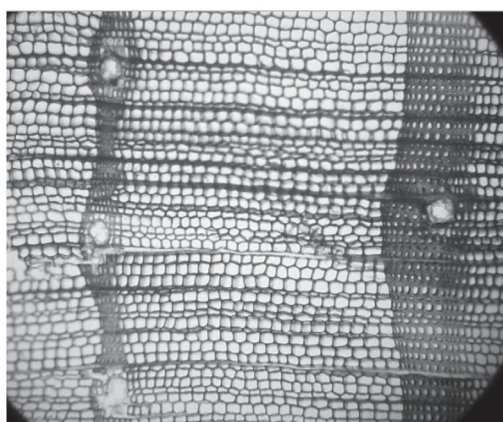
При изучении влияния природных стрессов на формирование годичных приростов ствола хвойных в толщину было показано, что снижение камбиальной активности является первой реакцией дерева, затем происходит уменьшение радиальных размеров трахеид, и дальнейшее усиление стресса вызывает сокращение толщины клеточных стенок поздней древесины [6]. Аналогичная картина наблюдается и в пригородных сосняках. Ранняя древесина стволов сосен Есаульского бора имеет радиальный диаметр 40–45 мкм и не отличается от контроля по этому параметру. В Березовском бору ранние трахеиды более узкие, в среднем их радиальный размер составляет 38–40 мкм, при этом деревья с наветренной стороны достоверно имеют меньшие ранние трахеиды по сравнению с соснами на остальных пробных площадях. Размеры поздних трахеид также показали изменения под влиянием антропогенной нагрузки. В большинстве случаев поздняя древесина сосен из загрязненных древостоев имеет более тонкие

клеточные стенки (7,0 мкм), чем древесина сосен в чистом древостое (7,9 мкм). Особенно заметно такое снижение у сосен с наветренных опушек боров, где уровни техногенной и рекреационной нагрузки наивысшие. Уменьшение размеров элементов древесины в загрязненных районах отмечалось разными авторами для разных пород древесных растений, произрастающих в разных климатических зонах [3, 8, 9, 13]. При этом отмечались уменьшение длины клеток древесины (трахеид или члеников сосудов), уменьшение просветов сосудов или трахеид и даже изменение угла наклона микрофибрилл во вторичной клеточной стенке [9].

В насаждениях с сопряженными техногенными и рекреационными нагрузками нами отмечено усиленное образование смоляных ходов в древесине, а на наветренных опушках – присутствие трабекул. Это свидетельствует о крайне неблагоприятных условиях роста деревьев. В условиях фона такие явления не наблюдались.

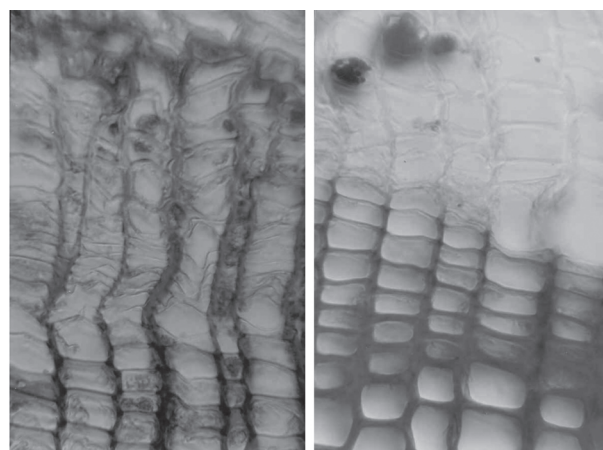


а



б

Рис. 4. Трабекулы и травматические смоляные ходы (б) в ксилеме ствола сосны из Березовского бора, $\times 70$



а

б

Рис. 5. Состояние прикамбиальной зоны в стволах сосны из фонового (а) и загрязненного (б) насаждения

В условиях синергизма техногенеза и рекреации сокращается продолжительность развития годичного кольца. На это косвенно указывают такие факты, как уменьшение ширины годичных колец и различия в состоянии прикамбиальной зоны в стволах деревьев из разных местообитаний. Образцы из разных боров брали не одновременно: в Есаулово и Березовке – 19–20 августа, в Юкseeво – 28 августа, то есть на 10 дней позже. Несмотря на это, прикамбиальная зона ксилемы формирующегося годичного слоя у сосен в условиях чистого фона еще содержала клетки в стадии роста растяжением (рис. 5а). В сосняках, испытывающих антропогенные нагрузки, последние прилежащие к камбию клетки ксилемы уже закончили рост растяжением и находились в следующей фазе развития – начале формирования вторичного утолщения (рис. 5б). Таким образом, можно заключить, что в сильно нарушенных сосняках камбиальная деятельность заканчивается примерно на 1–2 недели раньше, чем в условиях чистого фона.

Сокращение продолжительности вегетации под влиянием интенсивных техногенных нагрузок отмечалось для древесных растений неоднократно [3, 13], при этом указывалось, что камбиальная активность не только раньше прекращалась, но и позже начиналась.

Таким образом, изменение сроков формирования радиальных годичных приростов под влиянием комплекса антропогенных стрессов сопровождается изменением митотической активности камбиальных клеток,

что отражается в ширине годовичных колец как ксилемы, так и флоэмы.

Измерение ширины годовичных слоев флоэмы в мкм, как это принято для ксилемы, имеет смысл только для последнего образованного слоя, прилежащего к камбию. Все предыдущие слои под давлением утолщающейся ксилемы сдавливаются, их ситовидные клетки деформируются, стенки искривляются, полости клеток при этом сужаются. Поэтому более правильно определять толщину приростов по количеству клеток в них. Годовичные кольца во флоэме различимы хуже, чем в ксилеме, но у сосны обыкновенной могут быть прослежены почти до перидермы [4].

Динамика количества клеток в годовичных слоях флоэмы (рис.6) в целом сходна с динамикой ежегодных приростов в ксилеме (рис. 2), но следует отметить и некоторые особенности. В Березовском бору по сравнению с «чистым» древостоем ширина флоэмных приростов существенно снижена у сосен на всех трех пробных площадях и особенно сильно – с наветренной стороны. В Есаульском бору значительное сокращение флоэмных приростов отмечено только для наветренной стороны, в остальных случаях количество флоэмных клеток почти равно фоновому. Деревья Погорельского и Караульного боров, менее подверженные промышленному загрязнению, но испытывающие сильные рекреационные нагрузки, имеют незначительные различия по ширине годовичных приростов флоэмы в разных частях древостоев и в целом между собой, но отличия от фона наблюдаются и здесь.

Средние размеры ситовидных клеток проводящей флоэмы составили в среднем 22–23 мкм и достоверно не различались у сосен, растущих в разных условиях.

Общая ширина луба от камбия до перидермы составляла примерно 2–2.5 мм и включала в себя около 15 годовичных слоев. Не удалось выявить каких-либо тенденций изменения этого показателя в зависимости от нагрузок на экосистемы.

Соотношение количества клеток ксилемы и флоэмы, образованных камбием за вегетационный период, считается показателем состояния дерева – чем это отношение ниже, тем состояние хуже [1, 4].

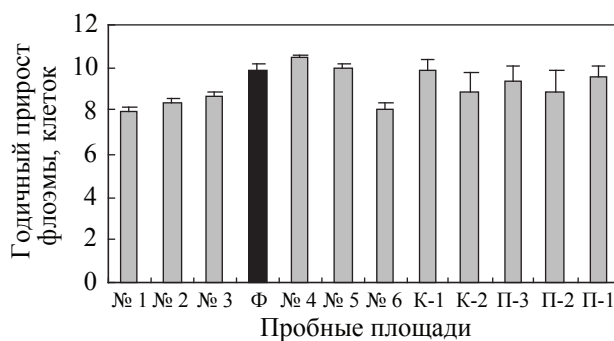


Рис. 6. Среднее количество клеток в годовичных слоях флоэмы в стволах сосен Березовского (1 – наветренная опушка, 2 – центр бора, 3 – подветренная опушка), Есаульского (4 – подветренная опушка, 5 – центр бора, 6 – наветренная опушка), Погорельского (П-1 – П-3), Караульного (К-1 и К-2) и Юкеевского (Ф) (фон) боров

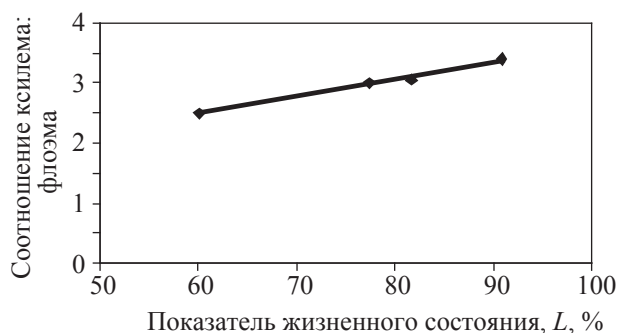


Рис. 7. Связь соотношения ксилема: флоэма с показателем жизненного состояния древостоев (L, %)

В чистом древостое это отношение колеблется между 3 и 4, различия между годами обусловлены, очевидно, погодными условиями вегетационного периода. На это указывают синхронные изменения показателя для всех исследованных древостоев: повышение в 2003 и 2005 гг., снижение в 2004 г. В местах, подверженных техногенным воздействиям, соотношение продуцированных за сезон ксилемы и флоэмы, как правило, ниже, чем в условиях фона. Максимальным техногенным нагрузкам (наветренные опушки боров) соответствуют минимальные соотношения, падающие в отдельных случаях ниже 2. Преимущественное подавление ксилогенеза по сравнению с флоэмогенезом было также установлено Е.А.Житковой и Л.Л.Новицкой (2000) в модельных опытах с воздействием кислотных дождей на саженцы сосны обыкновенной.

Расчеты отношения годовичных приростов ксилемы и флоэмы, проведенные для

пригородных сосняков г. Красноярска, показали, что существует прямая линейная положительная связь этого соотношения с показателем жизненного состояния древостоя (рис.7).

Кроме проводящих тканей, в стволах существует система паренхимных тканей, выполняющих различные функции. Большое значение имеет система радиальных лучей (ксилемных и флоэмных), выполняющих роль транспортных путей в радиальном направлении, а также запасующих пластические и защитные вещества.

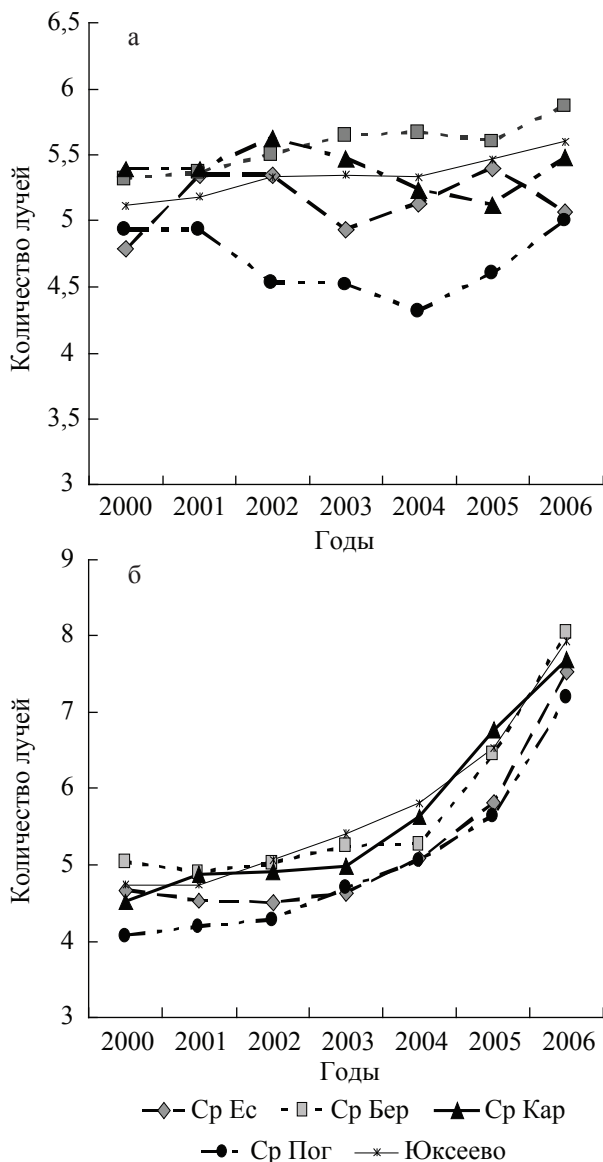


Рис. 8. Среднее количество ксилемных (а) и флоэмных (б) лучей на 1мм поперечного среза в стволах сосен Есаульского (Ср Ес), Березовского (Ср Бер), Караульного (Ср Кар) и Погорельского (Ср Пог) боров по сравнению с фоном (Юксеево)

Частота ксилемных лучей у деревьев из сосняков, не подвергающихся интенсивным антропогенным нагрузкам, – величина довольно стабильная и почти не изменяется от года к году (рис.8а, Юксеево). В загрязненных сосняках количество лучей испытывает довольно сильные колебания, обусловленные индивидуальными повреждениями того или иного годичного слоя в период его формирования. В некоторых случаях отмечено появление травматических смоляных ходов, сопровождающееся увеличением частоты лучей. Такая связь ранее была отмечена для деревьев пихты, дефолиированных в разной степени сибирским шелкопрядом [14].

Распределение частоты флоэмных лучей имеет общую закономерность для сосен всех пробных площадей: в проводящей флоэме их количество максимально, затем быстро снижается в течение двух лет и далее изменяется незначительно. Это связано с отмиранием и облитерацией клеток Страсбургера при утрате ситовидными клетками функциональной активности [4]. В остальном для флоэмы отмечены те же тенденции, как и для ксилемы: более сильная изменчивость частоты лучей по годам. По результатам данных исследований нельзя сделать четких выводов о влиянии техногенных нагрузок на содержание во флоэме лучевой паренхимы.

Кроме системы радиальных лучей существует система лубяной тяжевой или осевой паренхимы. Таниноносная и кристаллоносная паренхима присутствует в лубе сосен в виде рыхлых тангентальных полос, как правило, по одной на годичный слой, хотя количество полос паренхимы может и не совпадать с количеством годичных слоев флоэмы [11, 12]. Клетки тяжевой паренхимы могут накапливать пластические (крахмал) или защитные (фенольные и смолистые) вещества, а также содержать кристаллы оксалата кальция [4].

Содержание паренхимы определяли в трех годичных слоях, образовавшихся последними и примыкающих к камбиальной зоне. В среднем объемный процент тяжевой паренхимы составляет от 7 до 13. В чистом древостое этот процент выше (12–14%), в наиболее загрязненных – снижается до 7–8%. Клетки осевой паренхимы содержат веществ-

тва фенольной природы, участвующие в защите дерева от повреждения вредителями и болезнями (Berryman, 1988.). Таким образом, при техногенном воздействии в прикамбиальной зоне луба сосны образуется меньшее количество паренхимных клеток, содержащих вещества, обеспечивающих конститутивную защиту растения и способных участвовать в индуцированной защите [10].

Отложения оксалата кальция во флоэмной паренхиме сосны имеют вид довольно крупных кубических или призматических кристаллов, располагающихся в полостях клеток. Нами не проводились точные количественные измерения, но было отмечено, что во флоэме сосен из чистого фонового древостоя кристаллы в паренхимных клетках флоэмы встречаются в небольшом количестве, начиная со второго годичного слоя от камбия. В загрязненных сосняках флоэма содержит больше кристаллов, и встречаются они в клетках прямо вблизи камбиальной зоны. Роль отложений оксалата кальция до сих пор неясна, но предполагается, что он несет защитную функцию.

Таким образом, под воздействием длительных техногенных и рекреационных нагрузок в стволах сосны обыкновенной происходит снижение активности деления камбиальных клеток, особенно в сторону ксилемы, а также его продолжительности, что приводит к существенному уменьшению ширины годичных приростов. Это сопровождается уменьшением радиальных размеров трахеид и толщины стенок клеток поздней древесины. Во флоэме также наблюдается тенденция к уменьшению ширины годичных приростов, но в меньшей степени по сравнению с ксилемой, в результате чего изменяется соотношение ксилемных и флоэмных клеток, образованных камбием за сезон, в сторону уменьшения. Указанные изменения усиливаются при усилении антропогенного воздействия на фитоценозы.

Библиографический список

1. Еремин, В.М. Анатомия коры видов рода *Pinus* Советского Союза / В.М. Еремин // Бот. журнал, 1978. – Т. 63. – № 5. – С. 649–663.
2. Житкова, Е.А. Последствия кислотного дождя на особенности ксило- и флоэмогенеза у сосны обыкновенной / Е.А. Житкова, Л.Л. Новицкая // Матер. междунар. симпозиума «Строение, свойства и качество древесины – 2000». – Петрозаводск, 2000. – С. 52–54.
3. Лобжанидзе, Э.Д. Влияние техногенного загрязнения природной среды на формирование и строение древесины сосны черной (*Pinus nigra Arn.*) / Э.Д. Лобжанидзе, М.Д. Габуния // Матер. III международного симпозиума «Строение, свойства и качество древесины – 2000». – Петрозаводск, 2000. – С. 62–64.
4. Лотова, Л.И. Анатомия коры хвойных / Л.И. Лотова. – М., Наука, 1987. – 152 с.
5. Скрипальщикова, Л.Н. Экологический мониторинг техногенных ландшафтов на основе наземных и дистанционных данных / Л.Н. Скрипальщикова, В.И. Харук, О.Н. Зубарева, В.Д. Перевозникова и др. // География и природные ресурсы. – 2002. – № 3. – С. 31–34.
6. Стасова, В.В. Влияние природных стрессов на анатомическую структуру осевых органов хвойных / В.В. Стасова // Леса и лесообразовательный процесс на Дальнем Востоке. Матер. междунар. конф., посв. 90-летию со дня рождения чл.-корр. РАН Б.П. Колесникова, 23–25 августа 1999 г. – Владивосток: Биолого-почвенный ин-т ДВО РАН, 1999. – С. 212–213.
7. Чавчавадзе, Е.С. Древесина хвойных / Чавчавадзе Е.С. – Л.: Наука, 1979. – 190 с.
8. Чавчавадзе, Е.С., Умаров М.У., Волкова С.Б. Влияние техногенного загрязнения атмосферы на структуру древесины *Salix caprea L.* и *Betula tortuosa Ledeb* / Е.С. Чавчавадзе, М.У. Умаров, С.Б. Волкова // Растительные ресурсы, 2002. – Вып. 4. – С. 104–111.
9. Baucker E., Bemann A., Bues C.T., Nuys G.J. Wood properties of heavily pollution-damaged spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in the high-altitude zones of the eastern parts of Erzgebirge. // Holz als Roh- und Werkstoff. 1996. Vol. 54. N. 4. pp. 251–258.
10. Berryman A. Toward a united theory of plant defense. // In: Mechanism of woody plant defenses against insects. Search for pattern. Eds.: W.J. Mattson, J. Levieux, C. Bernard-Dagan. Springer-Verlag, New-York – Berlin – Heidelberg – London – Paris – Tokyo. 1988. P. 39–55.
11. Evert R.F. Phloem structure and histochemistry // Ann. Rev. Plant Physiol. 1977. V.28. P. 199–222.
12. Murmanis L., Sach I.B. Secondary development of secondary xylem in *Pinus strobus L.* // Wood Sci. Technol. 1969. V. 3. N. 3. P. 177–193.
13. Rao K.S., Rajput K.S., Srinivas T. Seasonal cambial anatomy and development of xylem in *Dalbergia sissoo* growing under the influence of combined air pollutants // Journal of Sustainable Forestry. 2004. V. 18. N. 1. P. 73–88.
14. Vetrova V.P., Stasova V.V., Pashenova N.V. Effect of defoliation on resistance response of *Abies sibirica Ldb.* to inoculation with blue-stain fungi. // Physiology and Genetics of Tree-Phytophage Interactions, Gujan (France), August 31-September 5, 1997. Ed. INRA, Paris, 1999. P. 287–297.

НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕНДРОИНДИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

С.М. МАТВЕЕВ, *проф. каф. лесоводства ВГЛТА, д-р биол. наук,*
 В.И. ТАРАНКОВ, *проф. каф. лесоводства ВГЛТА, д-р биол. наук,*
 В.В. АКУЛОВ, *асп. каф. лесоводства ВГЛТА,*
 Е.Е. МЕЛЬНИКОВ, *асп. каф. лесоводства ВГЛТА*

lisovod@bk.ru

Дендроиндикация естественной и антропогенной трансформации лесных экосистем базируется на изучении циклической динамики природных процессов (климатических факторов, прироста древостоев) в регионе. Биологическая устойчивость древостоев естественного происхождения, а точнее лесных экосистем, биогеоценозов, главным компонентом которых является древостой, обеспечивается двумя основными характеристиками: циклической динамикой развития (как всех составляющих ее элементов, компонентов, так и связей между ними) и биоразнообразием. Циклическая, стабилизирующая развитие и существование экосистем, в свою очередь определяется циклическими колебаниями внешних факторов (экологических, геологофизических).

Параметры устойчивости экосистемы – это всегда диапазон циклических колебаний, а биоразнообразие (перераспределение нагрузки, переключение, дублирование связей) позволяет отдельным элементам и всей системе не выходить из диапазона циклических колебаний. Высокий уровень биологической устойчивости определяет значительно большую жизнеспособность естественных древостоев по сравнению с искусственными.

Оценка состояния насаждения по внешним характеристикам, количеству и видовому составу компонентов фитоценоза дает хороший результат. Но значительно эффективнее индикация состояния, устойчивости, жизнеспособности древостоя и насаждения в целом с учетом изменчивости ежегодного прироста древесины. Дендрохронологический анализ дает возможность оценить динамику прироста древостоя за весь период его существования, позволяет определить климатически обусловленные изменения ширины годовых колец и выявить степень воздей-

ствия неклиматических (в том числе антропогенных) факторов на состояние древостоя. Именно прирост древесины является интегральным показателем состояния деревьев, позволяющим дать объективную оценку и выявить начавшиеся изменения и нарушения в экосистеме на ранней стадии, когда внешние параметры еще заметно не изменились.

Начало дендрохронологическим исследованиям в Центральной лесостепи положили работы С.И. Костина 1940 г. и 1960–1970-х гг. и М.П. Скрябина 1946 г. и 1960-х гг. в Усманском бору Воронежской области. В 1980-е гг. следует отметить исследования Е.В. Дмитриевой в Усманском и Бузулукском борах. Систематические дендрохронологические исследования начаты на кафедре лесоводства ВГЛТА по инициативе В.И. Таранкова в начале 1980-х гг. Достаточно обширные и разносторонние исследования в области дендроиндикации лесных экосистем Центральной лесостепи продолжают и в настоящее время. Кроме того, в 1998 г. С.М. Матвеевым разработана программа и учебно-методическая база новой учебной дисциплины – «Дендрохронология» (лекционный курс – 18 ч. и лабораторные занятия – 16 ч.), которая и преподается на 3 курсе лесохозяйственного факультета в течение 10 лет.

За период исследований изучена естественная и антропогенная динамика климата Центральной лесостепи Русской равнины и ее влияние на радиальный прирост сосновых и дубовых древостоев, разработана и апробирована комплексная методика биоиндикации состояния лесных экосистем, включающая лесоводственную оценку состояния всех компонентов лесного биогеоценоза и дендрохронологический анализ состояния древостоев, создана база данных: «Дендрохронологические шкалы ЦЧР» [1], позволяющая решать

научные, хозяйственные и другие задачи. Некоторые направления и результаты проведенных и продолжающихся исследований представлены в данной статье.

Исследованию проблемы воздействия атмосферного загрязнения (в первую очередь выбросов промышленных предприятий) на радиальный прирост деревьев посвящены работы многих ученых как в нашей стране, так и за рубежом. Результаты, полученные разными авторами, совпадают не всегда. Наши исследования, проведенные на 10 пробных площадях в г. Воронеже и г. Липецке (влияние ТЭЦ, горно-обогатительного, каучукового, алюминиевого металлургического производств), позволили установить следующее.

Под влиянием промышленных эмиссий происходит снижение прироста по диаметру и нарушение жизнеспособности древостоев. Наиболее интенсивное падение прироста отмечается в последние десятилетия [2, 3 и др.]. Возможно увеличение среднего радиального прироста древостоев в первые годы после начала воздействия загрязнения атмосферы, на фоне роста амплитуды колебаний прироста. Такое увеличение прироста, как правило, кратковременно и сменяется падением.

В древостоях, подверженных влиянию промышленного загрязнения, появляется большое количество «ложных колец», нарушается цикличность прироста, уменьшается процентное соотношение поздней древесины. Обоснована возможность использования потерь прироста как показателя степени деградации сосновых древостоев. Влияние стационарных источников загрязнения атмосферы (промышленных предприятий) на прирост деревьев наиболее интенсивно на расстоянии 4–6 км. В целом влияние промышленного загрязнения на прирост прослеживается на расстоянии 12–15 км от источника выбросов [3, 4].

Результаты исследований позволили разработать принципы зонирования насаждений, подверженных воздействию антропогенных факторов различной интенсивности на разном удалении от источника воздействия, для дифференцированного ведения лесного хозяйства.

В частности, в пригородных и городских насаждениях, подверженных интенсивному

воздействию атмосферных выбросов от стационарных источников (промышленных предприятий и комплексов, ТЭЦ) лесохозяйственные мероприятия следует проводить в соответствии с радиально-зональным принципом: зона сильного атмосферного загрязнения – радиус до 5 км (от источника загрязнения атмосферы). Зона среднего атмосферного загрязнения – радиус от 5 до 15 км. Зона слабого атмосферного загрязнения – радиус свыше 15 км.

Особую актуальность в настоящее время приобрела проблема автотранспортного загрязнения (АТЗ) атмосферы в связи с возрастанием его уровня. Объемы выбросов вредных веществ автотранспортом выходят на первое место и составляют 60 % от общего выброса загрязняющих веществ в атмосферу. Учитывая устойчивый рост экономики в России, можно, к сожалению, прогнозировать только увеличение негативного влияния автотранспорта на окружающую среду и, в частности, на лесные фитоценозы.

Нами изучено влияние выбросов автотранспорта (на 15 п.п.) на сосновые насаждения Воронежской и Белгородской областей с применением оригинальных методик. Установлено, что количественные характеристики прироста интенсивно изменяются только в деградирующих насаждениях. В частности, в г. Воронеже статистически достоверное различие радиального прироста древостоев наблюдается между контролем и наиболее загрязненным насаждением городского парка. Различие между радиальным приростом вдоль автотрассы и контролем можно считать доказанным с 97 % значением вероятности. Очевидно, что в остальных случаях падение радиального прироста еще не достигло критического уровня, подтверждаемого статистическими методами анализа.

Воздействие выбросов автотранспорта на радиальный прирост деревьев выражено следующим образом. При приближении к автотрассе резко возрастает амплитуда колебаний прироста, нарушается его цикличность. В пятиметровой полосе вдоль автотрассы наблюдаются более глубокие и длительные минимумы прироста, снижение среднего прироста. Наиболее заметное снижение прироста отмечено в последние 10–30 лет. У деревь-

ев, растущих вдоль автотрассы, очень велико количество «ложных колец». В то же время нередко истинные кольца из-за очень малого прироста и неконтрастной, слабо выраженной поздней древесины трудно обнаружить. Влияние выбросов автотранспорта прослеживается на расстоянии 50 м от автотрассы [3, 5, 11].

В наших исследованиях [4, 6] выделение зон негативного влияния автотранспорта основывается на ряде фитоиндикационных показателей (в том числе динамике радиального прироста), отражающих изменения в компонентах лесного фитоценоза. Предложенное зонирование автотранспортного воздействия включает выделение трех зон: сильного – до 15 м, среднего – от 15 до 50 м и слабого от 50 до 100 м атмосферного загрязнения. При совместном воздействии автотранспорта и рекреации ширина зоны сильного загрязнения увеличивается до 50 м, среднего – составляет 50–100 м, слабого – свыше 100 м.

В период 1991–2003 гг. изучено влияние рекреации на древостои сосны обыкновенной (на двенадцати пробных площадях) вокруг туристических баз. Отрицательное влияние рекреационного лесопользования на рост деревьев наиболее выражено в нарушении цикличности радиального прироста. Насаждения, находящиеся на первой и второй стадиях рекреационной дигрессии, т.е. практически не затронутые воздействием рекреации, имеют равномерные колебания ширины годичного кольца с четко выраженной цикличностью. Насаждения, подверженные сильной рекреационной нагрузке (третья – пятая стадия дигрессии), слабо и нечетко реагируют на изменения климатических факторов. При интенсивности нагрузки, характерной для четвертой стадии дигрессии, происходит некоторое снижение прироста и нарушение цикличности. При максимальной нагрузке (пятая стадия дигрессии) резко повышается амплитуда колебаний и значительно нарушается цикличность прироста. Рекреационное воздействие в молодняках снижает средний радиальный прирост, а в спелых древостоях значительное снижение прироста наблюдается только в первые годы после начала воздействия, затем он восстанавливается, но серьезно нарушается цикличность радиального прироста [3, 4, 6].

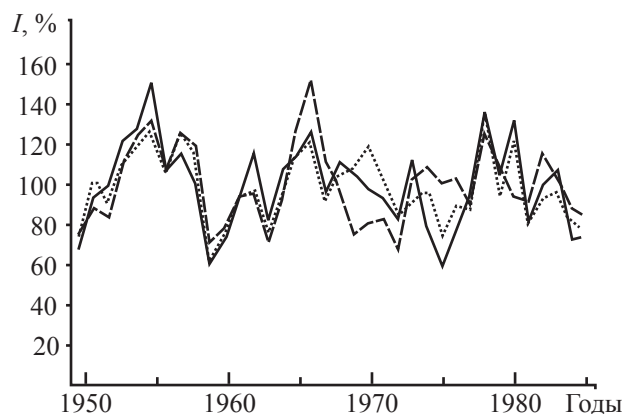


Рис. 1. Индексы прироста сосновых древостоев на различных (I, III, V) стадиях рекреационной дигрессии

Наиболее простым, наглядным и в то же время достаточно информативным является метод визуального анализа дендрохронологических рядов. Исследуются, как правило, графики ширины годичных колец в зависимости от возраста в абсолютных единицах (мм) и в относительных индексах (%). Этот метод позволяет дать оценку общего характера динамики прироста, выявить даты экстремумов, проследить изменения амплитуды и частоты колебаний, выявить цикличность колебаний прироста (рис. 1).

Плавность колебаний прироста древостоя (по частоте), равномерная, без резких перепадов амплитуда колебаний прироста, четко выраженная цикличность прироста – ключевые показатели устойчивости, жизнеспособности древостоя и в целом лесной экосистемы. Интенсивные антропогенные нагрузки приводят к нарушению цикличности, снижению среднего прироста древостоев, т.е. ослабляют устойчивость лесов, снижают их продуктивность.

Радиально-зональный принцип изменения состояния насаждений (на основе теории распространения сукцессионной волны) сохраняется и на территориях, подверженных воздействию рекреации: прилегающих к населенным пунктам, туристическим базам, посещаемым водоемам. Принцип зонирования территории для ведения хозяйства хорошо прослеживается на примере турбаз. Здесь выделяются три зоны: зона сильной (4–5-я стадия) рекреационной дигрессии – радиус до 200 м (от территории застройки турбаз); зона средней (3-я стадия) рекреационной дигрессии – радиус от 200 до 500 м; зона сла-

бой (1–2-я стадия) рекреационной дигрессии – радиус свыше 500 м.

В зависимости от величины населенных пунктов и доступности территории (наличия транспортной сети) радиус выделяемых зон может варьировать. Снижение рекреационной нагрузки вокруг туристических баз и населенных пунктов возможно только за счет вовлечения большей территории под рекреационное лесопользование и улучшения организации имеющейся.

В лесных культурах сосны Усманского бора проведено исследование влияния рубок ухода на динамику радиального прироста древостоев [7]. Две пробные площади заложены в лесных культурах, созданных в 1953 г. На этом участке в 1963 г. проводились прочистки, в 1978 и 1990 гг. – прореживания слабой интенсивности (не более 10 %). Еще две пробные площади заложены в лесных культурах, созданных в 1954 г. На данном участке в 1974 и 1985 гг. проводились, соответственно, прочистки и прореживания с объемом выборки 10 м³/га. Рубки ухода в лесных культурах 1954 г., в отличие от лесных культур 1953 г., выполнены в неблагоприятные по климатическим условиям годы.

В результате анализа динамики прироста, выраженного в относительных индексах, выявлено следующее. На всех пробных площадях рубки ухода оказали некоторое положительное влияние на радиальный прирост древесины. При проведении рубок ухода в годы с неблагоприятными климатическими условиями положительное влияние сказывается не сразу, а через 2–3 года, при наступлении благоприятного по климатическим условиям периода.

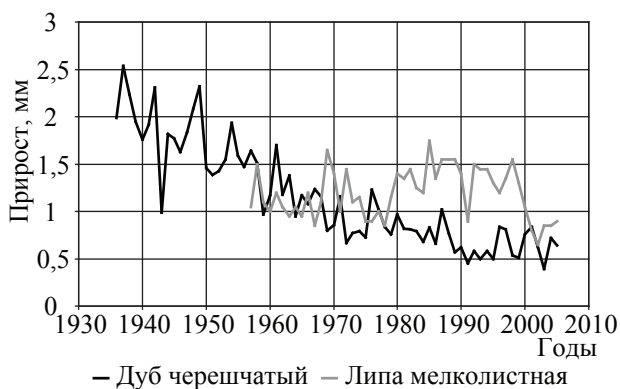


Рис. 2. Динамика среднего радиального прироста дуба черешчатого и липы мелколистной

Дендрохронологический метод использован нами при изучении сукцессионных смен в дубравах Центральной лесостепи [8]. Установлена динамика радиального прироста дуба черешчатого и липы мелколистной в сравнении друг с другом, на фоне солнечной активности и суммы осадков за период апрель–сентябрь. Выявлены тенденции изменения радиального прироста дуба и липы с возрастом. В динамике прироста дуба и липы наблюдается обратная зависимость. В первые десятилетия жизни липы ее прирост в абсолютных показателях примерно равен приросту дуба, но с 1978–1979 гг. начинается расхождение. Ежегодный прирост липы достаточно резко возрастает, прирост дуба начинает значительно снижаться. Очевидно, для дуба снижение прироста связано с естественным уменьшением при увеличении возраста. У липы, напротив, возрастной тренд практически не проявляется. Ярко выражен период интенсивного роста с 1979 г. (с 20–25-летнего возраста липы). О высокой конкуренции дуба и липы может свидетельствовать несоответствие экстремумов прироста этих пород.

Дендрохронологические данные использованы нами для моделирования пожароопасных сезонов в Центральной лесостепи [9]. Годы с минимальными индексами прироста годичного кольца совпадают с наиболее засушливыми годами, в которые наблюдалось наибольшее количество пожаров: 1971–1972, 1975, 1984 и 1992. Следовательно, существует связь между динамикой прироста и пожароопасными сезонами. Проведенный анализ показал, что зависимость количества пожаров от ГТК за период 1974–1997 гг. характеризуется высоким коэффициентом корреляции, особенно в суборевых условиях ($r = 0,29$ – за 132-летний период, $r = 0,61$ – за 24-летний период для общего прироста; $r = 0,34$ и $r = 0,77$ – для поздней древесины). В борových условиях при тех же тенденциях корреляция несколько ниже (до 0,49), но остается значительной. Следовательно, по ширине годичного кольца можно со значительной достоверностью выявить пожароопасные сезоны. Высокие коэффициенты корреляции индексов прироста и количества лесных пожаров позволили построить математические модели связи исследуемых параметров. Они выражаются уравнениями

$y = \exp(7,1564 - 1,5056 \cdot x)$ для ТЛУ A_2 ,

$y = \exp(7,2664 - 1,6492 \cdot x)$ для ТЛУ B_2 ,

где y – количество пожаров;

x – индекс ширины годичного кольца.

То есть зависимость между индексами прироста и количеством пожаров наилучшим образом описывается экспоненциальной функцией.

Математические модели, построенные на основе высоких корреляционных зависимостей, позволяют использовать радиальный прирост сосновых древостоев (выраженный в индексах) в качестве интегрального показателя метеоусловий для реконструкции и прогнозирования наиболее пожароопасных сезонов.

Дендрохронологические методы успешно применяются для оценки влияния динамики водного режима на древостой. Наши исследования проведены в 2003–2004 гг. на трех пробных площадях, заложенных на разном удалении от Воронежского водохранилища – 35, 245, 20 м соответственно. Водохранилище создано в 1972 г.

Состояние всех обследованных древостоев плохое, древостои ослаблены и подвержены воздействию фито- и энтомофитовредителей: суммарное воздействие подтопления и рекреации привело к значительному ухудшению состояния древостоев. По данным В.Г. Шаталова [10], в первые пять лет в зоне подтопления наблюдалось угнетение и усыхание сосняков. Повышение уровня грунтовых вод привело к постоянному затоплению корневой системы и последующему отмиранию. Молодые культуры более пластичны и легче приспосабливаются к новым экологическим условиям, но по мере освоения корнями дренажного почвенного слоя наступает диспропорция в росте и их угнетение.

В результате проведенного нами дендрохронологического анализа выявлено увеличение прироста в 1972–1974 гг. на всех трех пробных площадях, что, безусловно, является следствием создания водохранилища. На пробных площадях наблюдается повышение прироста непосредственно в год создания водохранилища (1972 г.), хотя и была сильнейшая засуха в следующем 1973 г. (год был благоприятен для роста деревьев). На пробной площади, расположенной в 245 м

от водохранилища, повышение прироста произошло в 1973 и 1974 гг. Сравнительно большой прирост сохранился в обследованных древостоях до 1978–1980 гг. благодаря наблюдавшемуся в регионе благоприятному климатическому периоду. После 1980 г. влияние водохранилища на повышении прироста сосны не сказывается.

Между приростом древостоев и суммой осадков за календарный год выявлена достоверная умеренная прямолинейная корреляция ($r = 0,4$). Достоверной связи с солнечной активностью не выявлено. Между приростом древостоев на пробных площадях выявлена значительная или умеренная связь.

Циклическая динамика климатических изменений (температуры, влажности, количества атмосферных осадков, засух, повторяемости циклонов и антициклонов) обязательно должна учитываться при проектировании тех или иных лесохозяйственных мероприятий. Безусловно, следует учитывать и циклическую динамику продуктивности древостоев. Изменение темпов радиального и объемного прироста (с определенной периодичностью) дает вариации в десятки процентов (от 60–80 % до 160–180 %), что значительно меняет реальную картину результатов воздействия лесохозяйственных мероприятий. В лесах зеленых зон складываются особенно неблагоприятные экологические условия для лесных насаждений, и лесохозяйственные мероприятия должны учитывать интенсивность воздействия различных антропогенных факторов.

В настоящее время продолжают исследовательские работы по фитоиндикации состояния, устойчивости, динамики прироста сосновых и дубовых древостоев Центральной лесостепи, подверженных воздействию антропогенных факторов на фоне изменяющихся климатических условий.

Основными задачами наших исследований являются:

- мониторинг реакции древостоев на внешние воздействия различной интенсивности, прогноз динамики их состояния;

- целевое зонирование территории и картирование ситуации (создание картографической базы зон различной интенсивности антропогенного воздействия на лесные

экосистемы региона) для обеспечения возможности дифференцированного ведения хозяйства по выделенным зонам, регулирования лесохозяйственными мерами состояния и защитных функций насаждений;

– оценка и прогноз динамики климата в регионе с использованием дендроклиматических данных.

Необходимость переоценки приоритетов и повышения внимания к оценке экологических функций и состояния лесов уже не вызывает сомнений не только у специалистов лесного хозяйства, но и у большей части населения планеты. Тематическое картографирование, на основе зонирования лесов по отношению к антропогенным воздействиям, позволит использовать результаты исследований и картографические материалы как для решения практических задач лесного хозяйства, так и при мониторинге лесов для изучения, оценки и контроля состояния лесного фонда.

Библиографический список

1. Матвеев, С.М. Дендрохронологические шкалы Центрально-Черноземного региона (ЦЧР) / С.М. Матвеев, Ю.А. Нестеров. – ВГЛТА, ВГУ. – Регистр. св-во № 9003 от 27.02.2004 /vglta.vrn.ru
2. Таранков, В.И. Радиальный прирост древостоев сосны обыкновенной в зоне действия промышленного загрязнения / В.И. Таранков, С.М. Матвеев // Лесной журнал. – 1994. – № 4. – С. 47–51.
3. Матвеев, С.М. Биоиндикация антропогенных изменений в сосновых насаждениях ЦЧР: дис. ... канд. с.-х. наук: 03.00.16 / С.М. Матвеев. – Воронеж, 1994. – 227 с.
4. Матвеев, С.М. Дендроиндикация динамики состояния сосновых насаждений Центральной лесостепи: монография / С.М. Матвеев. – Воронеж: ВГУ, 2003. – 272 с.
5. Таранков, В.И. О влиянии автотранспортного загрязнения на сосновые насаждения зеленой зоны г. Воронежа / В.И. Таранков, С.М. Матвеев. – М., 1992. – 8 с. Деп. в ВИНТИ 10.06.92, N 910-лх 92.
6. Матвеев, С.М. О влиянии выбросов автотранспорта на сосновые насаждения Белгорода / С.М. Матвеев, В.В. Акулов // Охрана окружающей среды на территории муниципальных образований: Материалы межрегиональной научно-практической конф., 30 мая 2006 г., – Воронеж: ООО «Кривичи». – 2006. – С. 172–175.
7. Мамонов, Д.Н. О влиянии рубок ухода на радиальный прирост стволовой древесины сосны обыкновенной / Д.Н. Мамонов, С.М. Матвеев // Динамика лесистости в малолесных районах европейской части России. Проблемы и перспективы: Материалы Всероссийской научно-технической конф., 24–25 октября 2002 г. – Воронеж: Воронеж. гос. лесотехн. академия 2003. – С. 85 – 86.
8. Мельников, Е.Е. Использование дендрохронологического метода для оценки сукцессионных изменений в дубравах Центральной лесостепи / Е.Е. Мельников, С.М. Матвеев // Дендрозология и лесоведение: Материалы всероссийской конф. – Красноярск: Ин-т леса им. Сукачева СО РАН, 2007. – С. 84–87.
9. Матвеев, С.М. Дендроклиматическое исследование сосняков Усманского бора и моделирование пожароопасных сезонов / С.М. Матвеев, В.В. Чеботарев // Лесной журнал. – 2002. – № 2. – С. 36–41.
10. Шаталов, В.Г. Влияние водохранилища на прибрежные лесные фитоценозы / В.Г. Шаталов // Лесные биогеоценозы зеленой зоны г. Воронежа и берегов Воронежского водохранилища. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 1985. – С. 44–51.
11. Matvejev, S.M. Dendrochronological studies of technogenic changes in pine forests of the Voronezh region. / S.M. Matvejev // Scienta agriculturae Bohemica. – 1998. – № 29. – S. 65–73.

ПРЕДЫСТОРИЯ ДЕНДРОХРОНОЛОГИИ

Д.Е. РУМЯНЦЕВ, доц. каф. ботаники и физиологии растений МГУЛ, канд. биол. наук

landgraph@list.ru

Дендрохронология может быть определена как наука, изучающая изменчивость годовых колец при условии знания года формирования каждого годового кольца. Однако дендрохронология – это лишь одна из сфер знаний человечества в области изменчивости годовых колец, история же исследований в этой сфере имеет очень древние корни.

В данной статье мы попытались рассмотреть этапы, предшествовавшие формированию дендрохронологии как отдельного научного направления, вскрыть тот фундамент знаний, на основе которого началось построение методологии классической дендрохронологии.

Первыми собственно дендрохронологическими исследованиями считаются рабо-

ты американца Д. Кюхлера (Kuechler, 1859), австрийского учителя гимназии Покорни (Pokorny, 1869), датского лесоведа Д. Кептейна (Kapteyn, 1914) и русского климатолога Ф.Н. Шведова (1892) [17].

Основателем классической дендрохронологии по праву считается американский астроном А.Е. Дуглас [17, 18]. Считается также, что работы в области исследования годичных колец он начал около 1901 г. На начальных этапах его интересовало наличие взаимосвязи между изменчивостью годичных колец, колебаниями климата и солнечной активностью. Позднее им был открыт принцип перекрестной датировки, нашедший практическое применение при датировке ископаемой древесины, например из построек индейцев пуэбло. Несмотря на то, что перекрестную датировку годичных колец деревьев использовали и до Дугласа, например в 1737 г. французские натуралисты Духамель (Duhamel) и Бюффон (Buffon), а позднее еще по меньшей мере трое исследователей, именно Дуглас положил этот принцип в основу широких исследований, из которых зародилось отдельное научное направление [18]. Считается, что впервые для его обозначения термин дендрохронология был использован С. Эрландссоном в 1936 г. [2]. В 1937 г. Дугласом в Аризоне была основана лаборатория «Исследования годичного кольца». «Общество изучения годичных колец», организованное также Дугласом с 1934 г. начало издавать периодический «Бюллетень древесных колец» (Tree-Ring Bulletin), издание которого продолжается и по настоящее время. Первыми учениками Дугласа были геолог В.С. Глок, а также астроном и климатолог Е. Шульман.

Зарождению дендрохронологии предшествовал длительный этап накопления знаний об изменчивости годичных колец. О первых шагах на этом пути мы можем строить лишь правдоподобные предположения.

Так, вероятно, первую возможность заметить годичные кольца дал человеку каменный топор. С течением времени культура производства совершенствовалась, и вот трудом неведомых изобретателей был создан бронзовый топор. Рубить деревья стало намного легче, сам инструмент стал долговечнее,

проще для изготовления и, видимо, дешевле. Стали совершенствоваться знания в области использования древесины как материала для срубных построек. Так, например, при раскопках одного из древнейших поселений индоевропейцев, города Аркаим (Южный Урал), покинутого его жителями примерно в XVII в. до н.э., археологи отметили, что, несмотря на близость каменных россыпей, жители не использовали камень для возведения поселений. Одним из основных строительных материалов им служило дерево: сосна обыкновенная, сосна кедровая сибирская, виды березы. Стволы деревьев скреплялись ими такими же способами, как и использовавшиеся русскими крестьянами в XIX в.: «в обло», «в лапу», «в перевязку» [10]. Кажется вероятным, что и другие основные приемы плотников-строителей, известные русским крестьянам в XIX в., были известны и их предшественникам, жившим около четырех тысяч лет назад.

В частности известно, что русские крестьяне предпочитали для построек древесину сосны с узкими годичными кольцами и значительным процентом поздней древесины в годичном кольце. Д.Н. Кайгородов [4] описывает эти народные представления следующим образом: «Самую ценную древесину дает сосна, выросшая на так называемых борových, т.е. свежих, песчаных, возвышенных местах, а также на возвышенностях с каменистой почвой. На таких местах она образует обыкновенно чистые сосновые леса без примеси других древесных пород (за исключением можжевельника) и имеет древесину мелкослойную, плотную, смолистую, крепкую, прочную и желто-красного цвета, которая у свежесрубленных и смоченных дождем деревьев является почти огненно-красной. Такая сосна носит в различных местностях России названия рудовой, кандовой, лутичной, жаровой и др.

Сосна же, растущая на местах низменных, сырых, в смеси обыкновенно с елью, березой, осинкой и др., имеет древесину крупнослойную, рыхлую, менее крепкую и далеко не столь прочную, как рудовая. Такая сосна носит название мяндовой, мяндошной, мочежинной, молодяковой, серяковой, пресной и др.»

Очевидно, что до возникновения письменности многие народы уже могли обладать

некоторой передававшейся изустно информацией о связи между типом леса, особенностями строения годичных колец и качеством древесины.

Помимо того, что древесина была ценным строительным материалом, древесные растения часто были священными в языческих верованиях самых разных народов. Например, как отмечает Дж. Фрезер [14], древнейшими храмами у всех европейских народов были участки естественных лесов. Жрецы-смотрители таких храмов, естественно, должны были обладать некоторыми познаниями в области физиологии древесных растений. Так, Фрезер рассказывает о весьма показательном обычае языческих жрецов у древних германцев. Человека, содравшего кору с дерева священной рощи, ждало жестокое наказание: преступнику вырезали пупок и пригвождали его к той части дерева, которую он ободрал; затем его вертели вокруг дерева до тех пор, пока кишки полностью не наматывались на ствол.

В основе этого обычая просматривается наличие каких-то объективных представлений о камбии и его роли в росте деревьев, перемешанных с мистическими представлениями. Ничего более конкретного о знаниях той поры сказать уже нельзя, даже эти косвенные намеки уцелели для нас, вероятно, только потому, что обычай был жестоким и этим надолго запоминался всем услышавшим о его существовании.

Можно допустить, что годичные кольца также издавна использовались для определения возраста деревьев.

Первые письменные упоминания о годичных кольцах древесины содержат труды «отца ботаники», эллинского мыслителя Теофраста (Теофраста), ученика Аристотеля, жившего в 372–287 гг. до нашей эры. В капитальном труде «Исследование о растениях» [13] он дает сводку ботанических и растениеводческих знаний своего времени. В числе прочего он упоминает и о существовании годичных колец у деревьев. Так, он отмечает: «Пихта многослойна, вроде луковицы, под видимым слоем всегда есть еще другой – они и составляют целое дерево». Отмечается им это и в других местах, например: «Плотники говорят, что ядро есть в каждом дереве, вид-

нее же всего оно у пихты: оно состоит у нее из круговых слоев напоподобие коры». По-видимому, знал он и о существовании возрастного тренда в изменчивости годичных колец, о разной структуре их у разных видов деревьев. Более уверенно говорить об этом нельзя, как отмечает автор использованного нами перевода К.Б. Шишкин, перевод Теофраста сложен – труден язык, манера изложения, не всегда последовательна терминология...

Труды Леонардо да Винчи оказали малое влияние на течение научной мысли того времени, так как общество было не готово для их восприятия, но изложенные в трудах Леонардо наблюдения во многом предвосхищали свое время. В «Трактате о живописи» [6], составленном из записей Леонардо да Винчи в XVI в., содержится следующий отрывок: «Круги древесных ветвей показывают число их лет и то, какие были более влажными и более сухими, смотря по большей и меньшей их толщине. И так показывают они страны света, смотря по тому, куда они обращены, потому что более толстые обращены более к северу, чем к югу и, таким образом, центр дерева по этой причине ближе к его южной, чем к северной коре. И хотя это живописи ни к чему, все же я об этом напишу, дабы опустить возможно меньше из того, что известно мне о деревьях».

Вероятно, что первые наблюдения работы камбия древесных растений принадлежат Неемии Грю, английскому натуралисту, коллеге открывателя растительной клетки Роберта Гука. В книге «Анатомия растений» вышедшей в 1682 г., он изложил следующие наблюдения [11]: «...Каждый год кора дерева разделяется на две части и распределяется по двум противоположным путям. Наружная часть откладывается по направлению к коре и со временем становится сама корой. Внутренняя же часть коры ежегодно разрастается и присоединяется к древесине... Так, кольцо проводящих лимфу каналов коры на следующий год будет кольцом древесины, затем то же повторяется с другим кольцом каналов и древесины и так далее из года в год.» Несмотря на то, что у Грю еще отсутствовали четкие представления о камбии как самостоятельной ткани, механизм его работы он уже представлял верно.

Представления о камбии как самостоятельном слое, занимающем промежуточное положение между корой и древесиной, были сформулированы французским лесоводом Духамелем (1700–1781) [11].

Отец современной биологической систематики Карл Линней также уделил некоторое внимание изменчивости годовичных колец. В труде, опубликованном в 1747 г., [7] он отмечал: «Возраст большинства деревьев исчисляется по смоляным, или внутренним кольцам», а также: «Летопись более суровых и легких зим определяется по внутренним кольцам у большинства деревьев, особенно у дуба».

Первой российской работой, посвященной изменчивости годовичных колец, был труд А.Н. Бекетова «О влиянии климата на возрастание сосны и ели», опубликованный в 1868 г. [1]. Ширина годовичного кольца интересовала его в первую очередь как индикатор механических свойств древесины. Им, в частности, отмечалось, что для полноценного изучения влияния климата на ширину годовичного кольца необходимо учесть еще и влияние почвы, от качества которой ширина кольца также зависит. Бекетов интересовала изменчивость годовичных колец практически всех основных лесобразующих пород, но в статье он ограничился лишь хвойными: сосной, елью, лиственницей и сосной сибирской. Он отмечает, что породы различно реагируют на один и тот же экологический фактор, например, он пишет: «Сырая почва способствует напр. утолщению слоя елей, производя обратное явление у сосны. Кроме того, самая плотность древесины не у всех деревьев определяется толщиной годовичных слоев нарастания. Хвойные вообще становятся более плотными с уменьшением толщины слоев, лиственные часто наоборот». Помимо влияния климата, почвы и вида древесного растения Бекетов отметил роль фактора возраста: «Известно, что вначале сосна растет быстрее, образуя более широкие годовичные кольца». Отмечен им факт, что деревья, растущие на просторе, дают годовичные слои более широкие, чем деревья в сомкнутом насаждении. Был также поставлен вопрос о необходимости исследовать факторы, влияющие на соот-

ношение ранней и поздней древесины в годовичном кольце.

Исследование Бекетова не было собственноручно дендрохронологическим – он не изучал колебания годовичного кольца от года к году, не рассматривал влияние погодных условий разных лет на ширину кольца. Влияние климата на ширину годовичного кольца им было рассмотрено в географическом аспекте, и в итоге он пришел к выводу, что чем севернее, чем холоднее лето в данной местности, тем уже годовичные кольца.

Во многом аналогичным по методологии было исследование Д.И. Менделеева опубликованное в 1899 г. [9]. Занимаясь вопросами оптимизации объемов вырубki древесины для нужд железоплавильной промышленности, Менделеев провел исследования роста хвойных и лиственных пород, используя для этого спилы, собранные в разных географических точках. Проблему влияния абиотических факторов на прирост он излагает следующим образом: «На севере сумма света, получаемого ежегодно деревом в течение растительного периода, уменьшается, а потому можно ждать и уменьшаемого прироста. Когда представим себе десятину равномерно сплошного леса данной породы на разных широтах, то невольно рождается сравнение между актинометром, принимающим солнечный свет, и лесом, с тем существенным различием, что на физическом приборе отметится момент, а тут вся сумма моментов выражается в приросте. Сложность дела очевидна уже по одному тому, что прирост зависит от породы, от влажности, от почвы, от перемен погоды и особенно от осадков (дождей) во время роста и просто от индивидуальностей, свойственных органическим особям. Тем не менее, возбужденный интерес заставил меня начать собирание данных, сюда относящихся». В работе Менделеев ссылается на более раннюю публикацию – работу русского профессора Ф.Н. Шведова [15], которая считается первой дендрохронологической работой в России. Зная о работе Шведова, влияние погодных условий на толщину годовичных колец сам Менделеев старался исключить, и поэтому оперировал такими показателями, как средняя ширина годовичного кольца за десять и за двадцать лет.

Многие идеи в области использования древесно-кольцевой информации в лесоводственных исследованиях не были Д.И. Менделеевым реализованы в полной мере, он лишь обозначил их как перспективные направления исследований. Так, он предложил рассчитывать и использовать в исследованиях показатель суммарного прироста деревьев на определенной площади. Им же высказана мысль о том, что прирост деревьев стремится к определенному пределу – дряхлости, когда наступает от случайностей смерть или засыхание. На основании изменчивости прироста он делал предположения об истории фитоценоза – о том, что ранее на участке, где было срублено модельное дерево, располагалось болото, затем осушенное.

К моменту зарождения классической дендрохронологии мировая наука обладала уже значительным объемом знаний, касающихся изменчивости годичных колец. Представления об этом объеме можно получить, например, ознакомившись с трудом немецкого ботаника М. Бюнгена, опубликованном в 1897 г. и почти сразу же переведенном и изданном в России [3]. По характеристике Г.Ф. Морозова, высказанной им в предисловии к русскому изданию книги, М. Бюнген – это «талантливый и чуткий к лесоводственным запросам автор», который «принял во внимание лесоводственную литературу и проявил высокую избирательную способность в обильном и разнообразном материале, которым он пользовался». В данной книге отдельная глава так и называется «Годичное кольцо». С точки зрения дендрохронологии кажется важным обратить внимание на то, что Бюнгену было уже известно существование выпадающих и ложных годичных колец, также как и факторы, вызывающие их формирование. Им были подробно рассмотрены закономерности изменчивости годичных колец в связи с фактором возраста и их положением в дереве. Много внимания было уделено процессу дифференциации древесины в годичном кольце на раннюю и позднюю.

Но особенно интересны в контексте нашей темы его наблюдения над влиянием внешних условий на ширину годичных колец. Он отмечает, что «зависимость ширины

годичных колец, т.е. прироста в толщину от внешних условий еще недостаточно изучена. На основании чисто эмпирических данных мы знаем, что условия местопроизрастания могут иметь решающее влияние на величину прироста. Кроме того, известно, что результатом слишком сильного стеснения кроны и корней бывает уменьшение ширины годичного слоя. Последнее обстоятельство нередко позволяет судить о том, росло ли данное дерево при условии сильной конкуренции соседей или же на свободе. Мало того, ширина годичных колец может говорить о годах неблагоприятного роста. По подсчету узких годичных колец, сменявших широкие слои дуба, Нердлингеру удавалось проследить периодичность летных годов майского жука, восходящую до прошлого столетия... Уменьшения годичных колец могут быть вызваны, однако, не одними внешними, случайными повреждениями. Узкие слои нередко являются результатом обильного плодоношения в так называемые временные годы. Нельзя точно установить прямой связи между метеорологическими колебаниями различных лет и шириной соответствующих годичных слоев. Световой прирост замечается иногда уже на первом году при осветлении деревьев с хорошо развитой кроной или же при осветлении насаждения в молодом возрасте. В большинстве случаев, однако, увеличение прироста наступает лишь на второй, третий или даже четвертый год после осветления. Недавние исследования Нецгера показали, что новым фактором прироста является ветер. Годичные кольца на различных сторонах ствола обнаруживают нередко различную ширину. Неравномерное утолщение годичных колец у некоторых пород передается по наследству (граб и тисс), в других же случаях это явление вызывается только внешними факторами разного рода. Во многих случаях констатировано, что положение относительно стран света также влияет на эксцентricность древесных стволов. Однако в этом случае эксцентricность стволов обуславливается не столько направлением солнечных лучей, сколько господствующим воздушным течением».

Можно видеть, что к началу XX в. в работах ботаников и лесоводов были накопле-

ны довольно разносторонние знания о факторах изменчивости годичных колец, и классическая дендрохронология начала развиваться уже далеко не на пустом месте. В литературном обзоре мирового опыта дендроклиматических исследований, выполненном в начале XX в. А.П. Тольским [12], отмечалось, что «большинство исследователей, за немногими исключениями, преследовали чисто лесоводственные цели, т.е. стремились выяснить влияние различных элементов погоды на размер прироста; противоположного же вопроса, можно ли на основании анализа прироста или хода роста деревьев установить состояние погоды за соответствующее истекшее время, касаются по-видимому только исследования Дугласа...и Ф. Шведова.» Позднее ситуация стала меняться. Зародившееся новое, «реконструктивистское» направление исследования изменчивости годичных колец быстро приобрело популярность, и в дальнейшем дендрохронологический метод развивался в основном сообразно потребностям климатологии и археологии, для решения лесоводственных задач он применялся менее охотно [2, 5, 16]. В итоге уже во времена И.С. Мелехова [8] начала назревать необходимость более глубокой интеграции лесоводства и дендрохронологии: «Применение анатомических методов, расширение анатомо-экологического и физиологического подхода к изучению прироста деревьев и древостоев, динамики формирования годичных слоев в разных природных условиях и условиях, изменяемых антропогенными факторами, имеет важное значение и для лесоведения и лесоводства, древесиноведения и для ряда других наук, на первый взгляд очень отдаленных. Необходимо усилить внимание лесоводов к вопросам дендроклиматологии и, с другой стороны, к более широкому использованию лесоводственного опыта в дендроклиматологии». Этим высказыванием, на наш взгляд, уместно руководствоваться.

Библиографический список

1. Бекетов, А.Н. О влиянии климата на возрастание сосны и ели / А.Н. Бекетов // Тр. первого съезда русских естествоиспытателей. – С.-Пб.: Типография императорской академии наук, 1868. – С. 111–163.
2. Битвинскас, Т.Т. Дендроклиматические исследования / Т.Т. Битвинскас. – Гидрометеиздат, 1974. – 172 с.
3. Бюсген, М. Строение и жизнь наших лесных деревьев: под ред. Л.И. Яшнова Бюсген. – М.-СПб.: Типография СПб градоначальства, 1906. – 376с.
4. Кайгородов, Д.Н. Беседы о русском лесе. Краснолесье. Чернолесье / Д.Н. Кайгородов. – СПб.: Формат, 2004. – 304с.
5. Комин, Г.Е. Лесоведение и дендрохронология / Г.Е. Комин // Лесоведение, 1968, № 4. – С. 78–86.
6. Леонардо да Винчи. Избранные естественнонаучные произведения / Леонардо да Винчи. – М.: АН СССР, 1955. – 1207 с.
7. Линней, К. Философия ботаники / К. Линней. – М.: Наука, 1989. – 456 с.
8. Мелехов, И.С. Значение структуры годичных слоев и ее динамики в лесоводстве и дендроклиматологии / И.С. Мелехов // Известия вузов. Лесной журнал, 1979. – № 4. – С. 6–14.
9. Менделеев, Д.И. Работы по сельскому хозяйству и лесоводству / Д.И. Менделеев. – М.: АН СССР, 1954. – 620 с.
10. Разоренов, Ф.Н. Аркаим в нашей истории / Ф.Н. Разоренов // Русский север–прародина индо-славов, составитель Р.Н. Гусева. – М.: Вече, 2003. – С. 311–341.
11. Серебряков, В.К. Очерки истории ботаники. Ч. I / В.К. Серебряков. – М.: Гос. уч.-пед. изд-во Наркомпроса РСФСР, 1941. – 247 с.
12. Тольский, А.П. К вопросу о выявлении колебаний климата по анализам хода роста деревьев / А.П. Тольский // Тр. по с.-х. метеорологии. – Вып. XXIV. – Л.: Ред.-изд. отдел ЦУЕГМЕ, 1936. – С. 117–123.
13. Феофраст. Исследование о растениях / Феофраст. – Рязань: Александрия, 2005. – 560 с.
14. Фрезер, Д.Д. Золотая ветвь: исследование магии и религии / Д.Д. Фрезер. – М.: Политиздат, 1983. – 703с.
15. Шведов, Ф.Н. Дерево, как летопись засух / Ф.Н. Шведов // Мат. II Всесоюзного совещания по дендрохронологии и дендроклиматологии «Дендроклиматохронология и радиоуглерод». – Каунас: Ин-т ботаники АН СССР, 1972. – С. 17–26.
16. Шиятов, С.Г. Дендрохронология, ее принципы и методы / С.Г. Шиятов // Проблемы ботаники на Урале. Записки Всесоюзного ботанического общества. – Вып. 6. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. – С. 53–81
17. Шиятов, С.Г. Методы дендрохронологии. Ч. I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации / С.Г. Шиятов, Е.А. Ваганов, А.В. Кирдянов, В.Б. Круглов, и др.: уч.-метод. пос. – Красноярск: КрасГУ, 2000. – 80 с.
18. Fritts H. C. Tree rings and climate. London – New York – San Francisco: Academic press, 1976 – 576 P.

СОПРЯЖЕННОСТЬ В КРАТКОВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ШИРИНЫ РАННЕЙ И ПОЗДНЕЙ ДРЕВЕСИНЫ В ГОДИЧНЫХ КОЛЬЦАХ ЛИСТВЕННИЦ В УСЛОВИЯХ ПОДМОСКОВЬЯ

Д.Е. РУМЯНЦЕВ, доц. каф. ботаники и физиологии растений МГУЛ, канд. биол. наук,
М.С. АЛЕКСАНДРОВА, науч. сотр. отдела дендрологии ГБС РАН им. Н.В. Цицина,
Д.К. НИКОЛАЕВ, науч. сотр. лаборатории лесоводства ИЛАН

landgraph@list.ru

Вопрос о соотношении колебаний прироста ранней и поздней древесины, а также их соотношение с колебанием общей ширины годичного кольца и доли поздней древесины важен и требует обсуждения. Для решения подобного рода задачи наиболее пригодны хронологии по разным видам лиственницы, так как у них граница ранней и поздней древесины внутри годичного слоя наиболее резкая. Для других хвойных пород есть определенная вероятность сомнений в правильности визуального распознавания границы ранней и поздней древесины внутри годичного слоя, поэтому при обсуждении такого фундаментального вопроса, как сопряженность в изменчивости ранней и поздней древесины, целесообразно использовать именно лиственницу. Знание факторов варьирования доли ранней и поздней древесины в годичном кольце важно с точки зрения реконструкции экологической обстановки прошлого дендрохронологическими методами [1, 2]. Кроме того, доля поздней древесины в годичном кольце – это хозяйственно важный признак, обуславливающий механические свойства древесины [3].

В работе были использованы данные по трем видам лиственницы, произрастающим в условиях ГБС РАН: лиственница европейская (*Larix decidua* Mill.), лиственница японская (*L. leptolepis* (Siebold et Zucc) Gordon.), лиственница сибирская (*L. sibirica* Ledeb.). Каждый вид был представлен 12 учетными деревьями, с каждого из которых на высоте 1,3 м был отобран один керн древесины.

Также были использованы данные, собранные в Можайском районе Подмосковья, в культурах лиственницы, созданных К.Ф. Тюрмером и его последователями. Здесь было заложено три пробных площади: две

в насаждениях лиственницы европейской и одна в насаждении лиственницы сибирской. На каждой пробной площади керны отбирались у 33 учетных деревьев.

Методика обработки материала была аналогична использованной нами ранее [3]. Временные ряды ширины годичного кольца, доли поздней древесины, ширины слоя ранней древесины и ширины слоя поздней древесины были индексированы путем отнесения каждого из значений ряда к скользящему пятилетнему среднему. Для выявления сопряженности в изменчивости полученных показателей использовался корреляционный анализ.

Результаты корреляционного анализа индексированных хронологий у разных видов лиственницы из дендрария ГБС РАН приведены в табл. 1–3. Расчет велся за период 1970–2003 гг.

Т а б л и ц а 1

Изменчивость разных видов индексов прироста у лиственницы сибирской в условиях ГБС РАН

Индексы	ширины годичного кольца	доли поздней древесины	ширины слоя ранней древесины	ширины слоя поздней древесины
ширины годичного кольца	1	–		
доли поздней древесины	0,09	1	–	
ширины слоя ранней древесины	0,84	–0,42	1	–
ширины слоя поздней древесины	0,77	0,70	0,34	1

На основе анализа данных табл. 1–3 можно отметить, что у всех трех видов закономерности взаимной сопряженности всех рассматриваемых показателей сходны. Так, наблюдается сильная связь в изменчивости индекса ширины ранней древесины и индекса ширины годичного кольца ($R = 0,84 \dots 0,93$). Значительная связь наблюдается между индексом ширины слоя поздней древесины и шириной годичного кольца ($R = 0,58 \dots 0,77$). Но особенно важно отметить, что между кратковременной изменчивостью поздней и изменчивостью ранней древесины связи нет ($R = 0,25 \dots 0,34$). Этого вполне логично было ожидать, ведь ранняя и поздняя древесина формируются в разное время, и на камбий при формировании этих слоев действуют разные погодные условия.

Целый ряд авторов руководствовался данным положением, однако, например, шведский лесовод Эклунд, первоначально разделяя это мнение, в качестве исходной предпосылки получил в исследованиях противоречащий ему результат. Так, для прироста ели в условиях Северной Швеции сравнение средних индексированных хронологии по ранней и поздней древесине, выполненное на материале 460 учетных деревьев, показало их неожиданное сходство. Корреляция между ними составила $+0,74$, коэффициент был достоверен при уровне доверительной вероятности $0,001$. Колебания ранней и поздней древесины, естественно, соответствовали колебаниям ширины годичного кольца, и все они были тесно коррелированы с температурой за период с 16 мая по 31 июля [8].

Для спелых древостоев лиственницы европейской из Порецкого лесничества (VI класс возраста) нами были получены результаты, сходные с результатами Эклунда (табл. 4).

Как видно из табл. 4, между индексом доли и индексом ширины годичного кольца связь такая же, как и в предыдущих случаях ($R = 0,50$). Индекс ранней древесины все так же сильно связан с индексом ширины годичного кольца ($R = 0,94$). Но при этом индекс ширины слоя поздней древесины сильно связан как с индексом ширины годичного кольца ($R = 0,92$), так и с индексом ранней древеси-

ны ($R = 0,74$), то есть ситуация аналогична описанной Эклундом.

Первое, что необходимо рассмотреть, чтобы понять причины таких отличий, как корреляция между индексом слоя ранней и индексом слоя поздней древесины меняется с возрастом. Для этого воспользуемся методом расчета скользящего коэффициента корреляции. В качестве интервала для расчета возьмем использовавшийся нами выше интервал в 34 года.

Т а б л и ц а 2

Изменчивость разных видов индексов прироста у лиственницы японской в условиях ГБС РАН

Индекс	ширины годичного кольца	доли поздней древесины	ширины слоя ранней древесины	ширины слоя поздней древесины
ширины годичного кольца	1	–		
доли поздней древесины	–0,25	1	–	
ширины слоя ранней древесины	0,93	–0,56	1	–
ширины слоя поздней древесины	0,58	0,63	0,25	1

Т а б л и ц а 3

Изменчивость разных видов индексов прироста у лиственницы европейской в условиях ГБС РАН

Индекс	ширины годичного кольца	доли поздней древесины	ширины слоя ранней древесины	ширины слоя поздней древесины
ширины годичного кольца	1	–		
доли поздней древесины	–0,25	1	–	
ширины слоя ранней древесины	0,92	–0,54	1	–
ширины слоя поздней древесины	0,59	0,56	0,25	1

Т а б л и ц а 4

Изменчивость разных видов индексов прироста у лиственницы европейской VI класса возраста за период 1970–2003 гг.

Индекс	ширины годовичного кольца	доли поздней древесины	ширины слоя ранней древесины	ширины слоя поздней древесины
ширины годовичного кольца	1	–		
доли поздней древесины	0,50	1	–	
ширины слоя ранней древесины	0,94	0,18	1	–
ширины слоя поздней древесины	0,92	0,78	0,74	1

Результаты расчета отражает график на рис. 1. Здесь, например, точка, соответствующая 2003 г., отражает значения коэффициента корреляции между индексом ранней и поздней древесины за период 1970–2003 гг., соответствующая второму – тот же показатель за период 1969–2002 гг. и т.д.

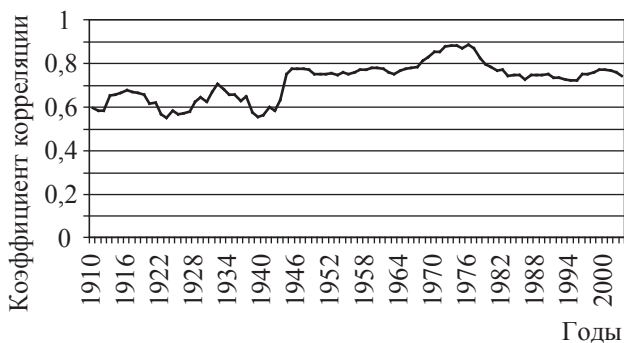


Рис. 1. Динамика коэффициента корреляции между шириной слоя ранней и слоя поздней древесины у лиственницы европейской VI класса возраста

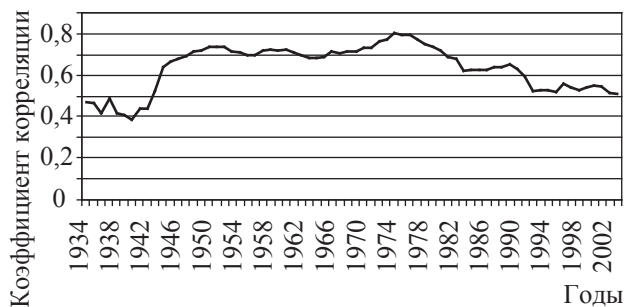


Рис. 2. Динамика коэффициента корреляции между шириной слоя ранней и слоя поздней древесины у лиственницы европейской V класса возраста



Рис. 3. Динамика коэффициента корреляции между шириной слоя ранней и слоя поздней древесины у лиственницы сибирской V класса роста

С возрастом теснота связи между колебаниями ранней и поздней древесины несколько возрастает (рис. 1). Однако даже в молодом возрасте она не падает до значений, зафиксированных нами у лиственницы в дендрарии ГБС РАН. Для отдельных периодов значения коэффициента корреляции приближаются к 0,9, т.е. связь между признаками может рассматриваться как очень сильная.

В связи с этим интересно сопоставить динамику этого же показателя на другой пробной площади, деревья которой моложе на двадцать лет.

В отдельные периоды связь между колебаниями ранней и поздней древесины весьма тесная, а в молодом возрасте умеренная, но все же не настолько низкая, как было найдено в условиях ГБС (рис. 2). Можно предположить, что существенное влияние на характер связи оказывают почвенные условия. В связи с этим уместно привести данные по пробной площади, заложенной в условиях хорошего дренажа в Порецком лесничестве. Учетные деревья здесь представлены лиственницей сибирской, однако учитывая, что в условиях ГБС мы нашли сходный характер сопряженности хронологий по разным видам прироста у всех трех видов, наше сопоставление корректно.

На определенном интервале связь близка обнаруженной в условиях ГБС, но в то же время есть интервалы, когда она весьма тесная (рис. 3). Не наблюдается, как на рис. 1, снижение связи в молодом возрасте. Здесь картина, скорее, обратная.

Подводя итог нашим наблюдениям, следует заключить, что уровень связи между ранней и поздней древесиной может варьировать от слабого до очень сильного.

Сходство хронологий для лиственницы с разных пробных площадей

Лиственница европейская, ГБС РАН, III класс возраста	Лиственница европейская, Поречье, VI класс возраста			
	Индекс ширины годовичного кольца	Индекс доли поздней древесины	Индекс ширины слоя ранней древесины	Индекс ширины слоя поздней древесины
Индекс ширины годовичного кольца	0,23	0,37	0,12	0,31
Индекс доли поздней древесины	-0,39	0,14	-0,51	-0,22
Индекс ширины слоя ранней древесины	0,30	0,24	0,26	0,30
Индекс ширины слоя поздней древесины	-0,11	0,46	-0,31	0,11

Имеет смысл попытаться обсудить биологические механизмы, могущие лежать в основе флуктуаций тесноты связи между колебаниями ширины слоя ранней и поздней древесины в годовичном кольце.

М.Г. Романовским высказывалось предположение о том, что короткопериодические составляющие в динамике радиального прироста возникают как автоколебания и только синхронизируются средой [4, 5]. Относительно ширины слоя поздней древесины в годовичном кольце в свете вышеизложенных данных есть основания предполагать наличие похожей, не обусловленной средой модели колебаний. Видимо, существуют два режима в изменчивости ширины слоя поздней древесины: обусловленный экологической средой, признаком которого является наличие слабой связи между колебаниями ранней и поздней древесины, и обусловленный генетически заложеной корреляцией между шириной слоя ранней и поздней древесины. Возможно, что первый режим является индикатором недостаточно благоприятных условий среды, как например, существование в городских условиях. Представляет интерес рассмотрение климатической обусловленности колебаний в случае сильной и в случае слабой связи.

В качестве примера слабой связи возьмем лиственницу европейскую из ГБС РАН, в качестве примера сильной связи – наиболее старый древостой лиственницы европейской из Поречья. Прежде всего рассмотрим взаимное сходство анализируемых хронологий.

Данные табл. 5 недвусмысленно свидетельствуют о том, что связи между коле-

баниями прироста у рассматриваемых групп учетных деревьев нет.

Результаты корреляционного анализа связи колебаний ширины слоя поздней древесины и колебаний метеопараметров отражает рис. 4. При уровне доверительной вероятности 0,05 и при числе степеней свободы 30 достоверны значения коэффициентов корреляции от 0,35 и более.

Результаты корреляционного анализа говорят о наличии связи между величиной прироста поздней древесины и погодными условиями в июле–августе. Повышение температуры отрицательно сказывается на величине слоя поздней древесины, а увеличение количества осадков – положительно. В общем, указанными параметрами объясняется 50 % изменчивости индекса прироста поздней древесины.

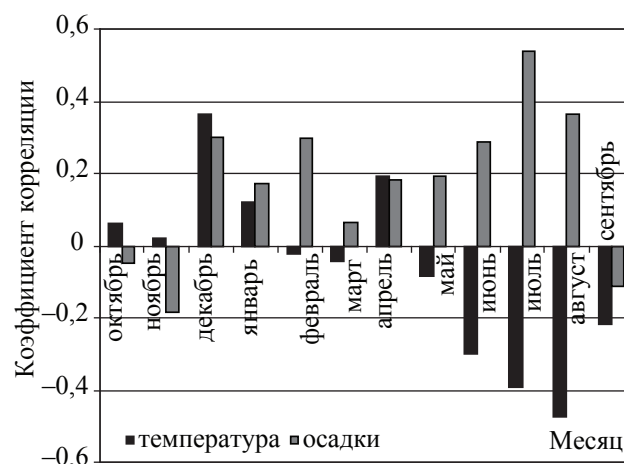


Рис. 4. Корреляция между индексом ширины слоя поздней древесины и метеопараметрами для лиственницы европейской в условиях ГБС

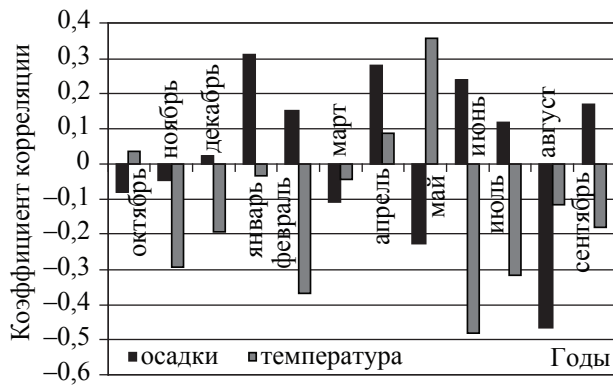


Рис. 5. Корреляция между индексом ширины слоя поздней древесины и метеопараметрами для лиственницы европейской в условиях Поречья

На пробной площади, заложенной в Порецком лесничестве, наблюдаемая картина совершенно иная (рис. 5).

Здесь высокие температуры также отрицательно сказываются на приросте поздней древесины, но это уже высокие температуры июня. Количество же осадков в августе на величине прироста, наоборот, сказывается отрицательно, а не положительно, как в предыдущем случае. Указанными параметрами объясняется только 25 % изменчивости индекса прироста. Необходимо отметить, что осадки июня и осадки августа коррелированы между собой ($R = 0,45$).

Полученные результаты требуют внимательного и вдумчивого обсуждения.

В самом деле, если колебания ранней древесины и поздней тесно связаны (рис. 1), то каким образом осадки августа могут влиять на колебания поздней древесины? Тем более, что в условиях ГБС характер связи был полностью такой же по тесноте, но противоположный по знаку. Температура июня – более вероятный кандидат на эту роль, но дело в том, что на ширину слоя ранней древесины она не влияет ($R = -0,19$). И если осадки августа объясняют 23 % изменчивости индекса прироста поздней древесины, то температура июня – лишь 12 %. Дать биологическую интерпретацию этой совокупности фактов затруднительно. Однако это возможно.

Прежде всего, отметим, что с осадками августа у нас коррелирован и прирост ранней древесины ($R = -0,46$) и прирост ширины кольца ($R = -0,48$). Затем отметим, что, согласно убедительно обоснованным взгля-

дам М.Г. Романовского [6], погодная динамика Русской равнины, и в особенности количество осадков летних месяцев, определяется растительным покровом за счет механизма транспирации. В свете этой парадигмы наши результаты становятся однозначно объяснимыми.

Продукционный процесс тесно сопряжен с явлением транспирации. Во-первых, транспирация обеспечивает подачу воды и минеральных веществ в ассимиляционную поверхность, во-вторых транспирация – неизбежный процесс, сопутствующий диффузии CO_2 вглубь паренхимы листа, и чем интенсивнее идет фотосинтез, тем интенсивнее должна идти транспирация. Поэтому увеличение прироста, очевидно, оказывается сопряженным с увеличением транспирации. Высокая интенсивность транспирации по-видимому увеличивает количество осадков в августе.

Таким образом, обнаруженная в данном случае достоверная связь колебаний прироста поздней древесины и колебаний осадков в августе, видимо, есть следствие того, что обе эти величины фактически зависят от одной и той же переменной – прироста ранней древесины.

Единственный момент, который, на наш взгляд, теперь требуется пояснить: а каким образом продукционный процесс лиственницы обуславливает колебания осадков над Русской равниной? Какова площадь насаждений лиственницы, чтобы они могли оказывать на климат такое определяющее влияние? Здесь имеет смысл говорить о периодах, благоприятных для фотосинтеза древесной растительности в целом. У лиственницы же «сигнал» продукционного процесса этого года выражен в приросте наиболее четко, так как она ежегодно меняет хвою [7]. Поэтому, вероятно, нам и удалось зафиксировать его в конечном звене сложной цепи передатчиков.

Важно подчеркнуть, что мы не видим в представленных результатах некоторой сформировавшейся концепции. Они, скорее, дают обоснованный повод для интереса к пересмотру устоявшихся к настоящему времени концепций, для некоторого более четкого очерчивания допустимых рамок их применения.

Библиографический список

1. Ваганов, Е.А. Анализ роста дерева по структуре годовых колец / Е.А. Ваганов, А.И. Терсков. – Новосибирск: Наука, 1977. – 94 с.
2. Ваганов, Е.А. Рост и структура годовых колец хвойных / Е.А. Ваганов, А.В. Шашкин. – Новосибирск: Наука, 2000. – 122 с.
3. Дендрохронологическая информация в лесоводственных исследованиях: под ред. В.А. Липаткина, Д.Е. Румянцева. – М.: МГУЛ, 2007. – 138 с.
4. Романовский, М.Г. Индивидуальная изменчивость ширины годовых колец и равнослойность древесины / М.Г. Романовский // Вопросы лесовыращивания и рационального лесопользования: сб. науч. тр. МЛТИ. – Вып. 148. – М.: МЛТИ, 1983. – С. 138–140.
5. Романовский, М.Г. Перспективы моделирования динамики годового прироста древесных растений как функции абиотических факторов / М.Г. Романовский // Рациональное использование и воспроизводство лесных ресурсов: сб. науч. тр. МЛТИ. – Вып. науч. тр. МЛТИ. – Вып. 256. – М.: МЛТИ, 1992. – С. 72–74.
6. Романовский, М.Г. Лес и климат Центральной России / М.Г. Романовский // Идеи биогеоценологии в лесоведении и лесоразведении. – М.: Наука, 2006. – С. 252–256.
7. Шиятов, С.Г. Методы дендрохронологии. Часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации / С.Г. Шиятов, Е.А. Ваганов, А.В. Кирдянов, В.Б. Круглов и др. Уч.-метод. пос. – Красноярск: КрасГУ, 2000. – 80 с.
8. Eklund B. Om granens arsrings variationer inom mellersta Norrland och deras samband. Statens Skogsforskningsinstitut. Band 47, Nr. 1, 1957 – 63P.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ГОДИЧНЫЙ ЛИНЕЙНЫЙ ПРИРОСТ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА БЕРЕГАХ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА

А.Е. КУХТА, *вед. науч. сотр. Института глобального климата Росгидромета и РАН,
канд. биол. наук*

anna_koukhtha@mail.ru

Процесс роста растений существенным образом зависит от состояния внешней среды, определяемого в том числе климатическими условиями. В частности, в литературе отмечалась тесная зависимость роста побегов, корней, фотосинтеза и продукции деревьев от температуры и количества доступной влаги [4; 12; 13; 16; 17; 23]. Вместе с тем связи характеристик роста древесных растений и значений метеорологических переменных в настоящее время изучены недостаточно.

Целью данной работы являлся поиск и анализ зависимостей прироста подроста сосны обыкновенной от температуры и осадков в текущем и предыдущем годах, а также определение климатических факторов, наиболее важных для формирования прироста сосны берегов Кандалакшского залива Белого моря (Мурманская область).

Мурманская область находится в Атлантико-Арктической климатической области умеренного пояса, ее климат морской, складывающийся в значительной степени

под влиянием теплого Мурманского течения. Это зона избыточного увлажнения [7, 24].

Побережье и острова Кандалакшского залива лежат в Кольско-Печорской подпровинции Евроазиатской таежной области, в Североевропейской флористической провинции, на стыке трех флористических районов: Имандровского, Варзугского и Топозерского [Раменская, 1983, цит. по 24]. Преобладающим типом растительности островов и побережья залива являются северо-таежные леса [7, 24].

Исследования проводили на территории острова Великий Кандалакшского государственного природного заповедника (окрестности кордона Городецкий) в сентябре 2000 г. и мыса Киндо комплексного заказника «Полярный круг» (окрестности Беломорской биологической станции МГУ) в сентябре 2007 г. (рис. 1). Объектом измерений служил подрост сосны обыкновенной *Pinus sylvestris* L. Измерения проводились по методике, частично представленной в [9, 10].

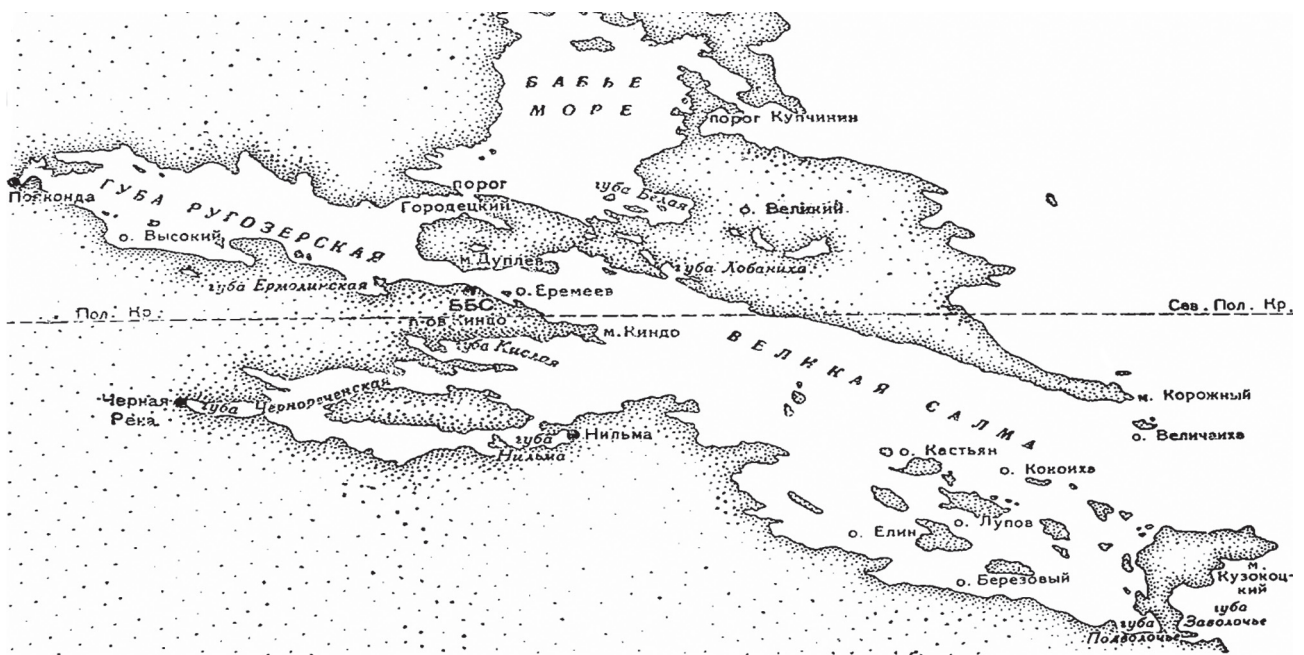


Рис. 1. Карта-схема района исследований (территория Кандалакшского государственного природного заповедника и комплексного заказника «Полярный круг») (<http://www.wsbs-msu.ru/maps/okrest1.gif>)

Показателем отклика приростов сосны на климатические факторы в нашем исследовании является степень вариабельности хода роста. Этот показатель характеризовался рядами индексов прироста, которые получались удалением возрастного тренда. Данная процедура состояла в делении значения прироста каждого года на скользящую среднюю по 5 годам.

Поиск зависимостей рядов индексов прироста и метеорологических переменных осуществлялся с помощью корреляционного анализа. Обнаруженные корреляционные связи позволят продемонстрировать ту степень, в которой межгодовые колебания рядов индексов прироста объясняются межгодовыми колебаниями метеорологических переменных, т.е. продемонстрировать степень климатической обусловленности межгодовых колебаний прироста.

Климатические факторы характеризовались значениями метеорологических аномалий среднемесячных температур и месячных сумм осадков, т.е. отклонениями от среднего значения базового периода [2, 3]. Для выявления климатической составляющей вариабельности хода роста были рассмотрены метеорологические аномалии марта, апреля, мая, июня, июля, августа, сентября текущего и предыдущего годов. Вовлечение в анализ метеорологических показателей предшествующего года необходимо, поскольку для при-

роста текущего года важны размер и качество почки, заложенной в предыдущем году, а также количество хвои прошлых лет, осуществляющей донорские функции по отношению к рассматриваемому побегу [21, 23].

С биоценотической точки зрения район исследований, изобилующий скальными выходами, лощинами, котловинами, характеризуется многообразием местообитаний. Наличие низин при избыточном увлажнении создает благоприятные условия для заболачивания (влажные местообитания). В то же время возвышенные части рельефа нередко испытывают недостаток влаги (сухие местообитания), тонкий слой рыхлых отложений, покрывающий коренные скальные породы, не может задерживать стока осадков в низины [7].

Измерения проводились в свежих, сухих и влажных биотопах изучаемых территорий. Всего было измерено 175 деревьев. Ниже представлены описания характерных для берегов Кандалакшского залива биотопов.

Сухие биотопы. Наиболее типичным представителем данного вида местообитаний является сосняк скальный. Он распространен на почти лишенных почвенного покрова выходах горных пород. Сходным типом леса покрыты верхние части хорошо дренированных всхолмлений и гряд ледникового происхожде-

ния, а также древние наносные морские террасы. Напочвенный покров здесь образуют преимущественно ягельные лишайники, в связи с чем такие боры называют беломошниками.

Свежие биотопы. Ровные возвышенные плато и верхние части склонов занимают в основном сосняки-брусничники, средние и нижние части склонов – сосняки-черничники. Под пологом леса растут кустарнички – брусника, черника, вороника. Почва скрыта под сплошным покровом зеленых мхов-мезофитов, относящихся в основном к родам плевроциум, гилокомиум и дикранум.

Влажные биотопы. В самых нижних частях склонов, в межрядовых понижениях, по окраинам болот и озер, т.е. в местах с избыточным увлажнением доминируют мхи-гигрофиты, преимущественно сфагновые. В условиях избыточного, но еще не застойного увлажнения сфагновые мхи занимают влажные понижения в микрорельефе, а на кочках растут зеленые мхи и кустарнички – багульник, голубика, черника, меньше – брусника и вороника. По мере приближения к заболоченным участкам сфагновые мхи все выше поднимаются по бокам кочек и наконец заселяют их целиком. Одновременно уменьшается количество ягодных кустарничков и в покрове появляются типичные болотные виды – морошка, клюква, сабельник, вахта, разнообразные осоки [7].

К влажным биотопам мы относим и скальные местообитания, образованные мелкими углублениями рельефа, в которых постоянно аккумулируется атмосферная влага, не имеющая стока из-за непроницаемости подстилающей поверхности. В таких микроводоемах развивается болотная растительность – сфагнум, мирт болотный и прочие. Подобные ценозы, хотя и расположенные на выходах скальных пород в окружении сухих местообитаний, по сути, конечно, следует классифицировать как влажные.

Для решения поставленных задач прежде всего было необходимо выяснить, насколько сходны древостои о. Великого и мыса Киндо по характеру variability хода роста. Для этого был осуществлен корреляционный анализ осредненных рядов индексов прироста для двух изучаемых терри-

торий. Полученный коэффициент корреляции R оказался равен 0,496, т.е. была обнаружена значимая положительная корреляция на уровне достоверности 0,90 [1]. Данный результат графически отражен на рис. 2.

Из представленных материалов следует, что ряды индексов прироста древостоев о. Великого и мыса Киндо весьма сходны друг с другом. Представляется очевидным, что 50 % варьирования ходов роста сосняков двух берегов Кандалакшского залива объясняется почти полным тождеством климатических и ценологических условий их произрастания. Различия же объясняются, вероятно, множеством локальных факторов, обусловленных сложным рельефом местности (например, микроклиматические и почвенные характеристики, условия корневой конкуренции, параметры инсоляции и поверхностного стока и т.д.).

Таким образом, можно интерпретировать совокупности подроста сосны двух берегов Кандалакшского залива как структурные элементы единого биогеоценоза. Для решения поставленных в нашем исследовании задач мы сосредоточим усилия на поиске общих для данных территорий закономерностей, считая, что именно они характеризуют взаимоотношения древостоев изучаемой территории с климатической системой. Такой подход позволит отделить маскирующий имеющиеся закономерности «шум», причиной которого являются разнообразные локальные воздействия, и выявить искомые отклики.

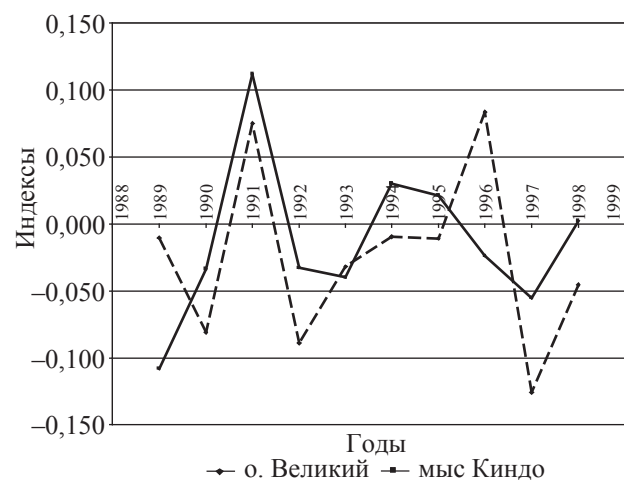


Рис. 2. Осредненные ряды индексов приростов древостоев о. Великий и мыса Киндо

Т а б л и ц а 1

Коэффициенты корреляции между рядами индексов линейного прироста и аномалиями метеорологических переменных влажных биотопов на мысе Киндо

Месяц	Температура		Осадки	
	год в год	год-1	год в год	год-1
март	0,474	0,154	0,071	0,122
апрель	-0,093	0,160	0,162	0,070
Май	-0,011	0,078	0,135	-0,432
июнь	0,323	0,346	-0,686	-0,314
июль	-0,034	-0,103	-0,415	0,027
август	-0,014	0,348	-0,313	-0,077
сентябрь	-0,114	0,046	0,317	0,092
октябрь	-0,118	0,029	-0,061	-0,013

Примечание: здесь и далее «год-1» означает условия предыдущего года

Влажные биотопы. Результаты корреляционного анализа рядов индексов приростов и метеорологических переменных представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, значимая положительная корреляция отмечена для температуры марта текущего года ($R = 0,474$). Значимые отрицательные корреляции обнаружены для осадков июня и июля текущего года: $R = -0,686$ и $R = -0,415$ соответственно. Осадки мая прошлого года также связаны значимой отрицательной корреляцией с рядами индексов прироста ($R = -0,432$).

Полученные результаты согласуются с данными литературы [8, 14, 23]. Положительная корреляция рядов индексов прироста и аномалий температур марта текущего года объясняется тем, что в начале вегетационного сезона дереву необходимо достаточное количество тепла для пуска процессов роста и развития вегетативных органов.

Отмечены отрицательные зависимости рядов индексов прироста от рядов аномалий осадков в текущем году (фенофазы роста междуузлий и формирования почек возобновления). Данное явление легко объяснимо: рост побегов сдерживается таким негативным фактором, как избыток влажности среды обитания.

Отрицательная зависимость обнаружена и для фенофазы роста междуузлий предыдущего года. Известно, что размер линейного

прироста у сосны в большой степени определяется условиями вегетации предыдущего года, а условия текущего года могут лишь задержать или ускорить рост [21, 23]. Следовательно, фактор, негативно воздействующий на рост междуузлий, сдерживает развитие побегов следующего года. Таким негативным фактором для влажных местообитаний, судя по результатам корреляционного анализа, является избыток влаги.

Свежие биотопы. Результаты корреляционного анализа рядов индексов прироста для свежих биотопов представлены в табл. 2.

Судя по результатам, представленным в табл. 2, свежие биотопы о. Великого характеризуются значимой положительной корреляцией рядов индексов прироста и аномалий температур апреля текущего года ($R = 0,333$). Для данных местообитаний характерна отрицательная зависимость рядов индексов от осадков августа ($R = -0,325$).

На территории мыса Киндо в свежих биотопах отмечена отрицательная корреляция с аномалиями осадков июня и июля текущего года ($R = -0,390$ и $R = -0,414$ соответственно).

Причина замеченного несходства в откликах приростов двух изучаемых территорий температуры вегетационного сезона, вероятно, различие локальных температурных режимов (что характерно для районов со скальными выходами и многообразием местообитаний).

Для обеих территорий отрицательная взаимосвязь между рядами индексов прироста и аномалий осадков июня-августа обнаружена в период окончания линейного роста междуузлия и формирования почки возобновления. Следует отметить, что аномалии осадков предыдущего вегетационного сезона, по-видимому, не оказывают влияния на колебания хода роста сосны. Данный результат указывает на достаточное увлажнение свежих биотопов региона.

Сухие биотопы. Для поиска возможных взаимосвязей параметров роста и погодных факторов сухих биотопов исследуемых территорий также был проведен корреляционный анализ. Его результаты представлены в табл. 3.

Т а б л и ц а 2

Коэффициенты корреляции между рядами индексов линейного прироста и аномалиями метеорологических переменных свежих биотопов на мысе Киндо и на о. Великий

Месяц	о. Великий				мыс Киндо			
	Температура		Осадки		Температура		Осадки	
	год в год	год-1	год в год	год-1	год в год	год-1	год в год	год-1
март	-0,224	0,286	-0,194	-0,060	-0,401	0,191	-0,313	0,213
апрель	0,333	-0,201	0,069	-0,156	0,042	0,145	-0,092	-0,002
май	0,067	0,063	0,145	0,068	-0,147	-0,320	0,120	-0,164
июнь	0,305	0,104	0,118	-0,291	0,206	0,027	-0,390	-0,215
июль	-0,024	0,272	-0,155	-0,005	0,049	-0,116	-0,414	-0,013
август	-0,109	0,011	-0,325	0,091	-0,055	-0,126	-0,105	-0,134
сентябрь	-0,305	0,183	-0,166	0,001	-0,137	-0,267	0,241	-0,019
октябрь	0,263	-0,096	0,072	0,209	0,431	0,398	0,013	-0,145

Т а б л и ц а 3

Коэффициенты корреляции между рядами индексов линейного прироста и аномалиями метеорологических переменных сухих биотопов на мысе Киндо и на о. Великий

Месяц	о. Великий				мыс Киндо			
	Температура		Осадки		Температура		Осадки	
	год в год	год-1	год в год	год-1	год в год	год-1	год в год	год-1
март	-0,068	0,135	-0,491	0,276	-0,555	0,193	-0,162	-0,047
апрель	0,122	0,154	0,081	0,279	0,177	0,287	0,065	0,367
май	0,304	-0,058	-0,390	0,417	-0,115	-0,144	-0,005	-0,063
июнь	-0,114	0,105	-0,350	0,291	-0,008	0,090	0,243	-0,142
июль	-0,485	0,127	0,184	-0,008	-0,067	-0,010	-0,207	-0,342
август	-0,184	-0,341	-0,158	-0,262	-0,031	-0,141	-0,177	-0,019
сентябрь	-0,069	0,077	-0,042	0,247	-0,179	-0,030	0,056	-0,094
октябрь	0,106	0,216	0,063	0,289	0,295	-0,125	0,187	0,000

Ряды индексов прироста сухих биотопов на о. Великий обнаруживают отрицательную корреляцию со среднемесячными температурами июля текущего года ($R = -0,485$) и августа прошлого года ($R = -0,341$). Наблюдается отрицательная корреляция с аномалиями осадков марта ($R = -0,491$), мая ($R = -0,390$) и июня ($R = -0,350$) текущего года. При этом отмечена положительная связь с осадками мая предыдущего года ($R = 0,417$).

Для древостоев мыса Киндо найдены следующие закономерности. Существует значимая отрицательная связь колебаний хода роста и температуры марта текущего года ($R = -0,555$). Осадки текущего года, судя по значениям коэффициентов корреляции, не играют существенной роли в определении характера формирования ежегодного прироста. Значимая положительная корреляция выявлена для апреля предыдущего года ($R = 0,367$).

Специфика сухих биотопов состоит в том, что рост температуры влечет увеличение дефицита влаги. Обнаружена отрицательная корреляция аномалий температуры и индексов прироста для фазы роста междуузлий (текущего года) и формирования почки возобновления (текущего и предыдущего годов соответственно).

Наличие отрицательных зависимостей индексов прироста и аномалий осадков июня, июля и августа текущего года остается неясным. В условиях дефицита влаги, пополняемой практически только атмосферными осадками, следовало бы ожидать обнаружения высоких и положительных значений коэффициентов корреляций. Однако следует иметь в виду, что условия сухих биотопов здесь настолько специфичны, что при исследованиях мы вправе ожидать самых парадоксальных эффектов. Вероятно, при выпадении осадков происходит смыв питательных веществ по

наклонной водонепроницаемой поверхности. Следствием этого и является угнетение роста междоузлий, что отражено в полученных результатах.

Количество влаги, доступной растительности берегов Кандалакшского залива, определяется атмосферными осадками. Таким образом, дефицит осадков является стрессом для древостоев на любой из фаз вегетационного сезона. Успешное прохождение деревом фаз зеленения и роста годичных побегов в значительной степени влияет на качество закладывающихся почек возобновления, что, в свою очередь, определяет рост междоузлий в следующем вегетационном сезоне. Этим, очевидно, и объясняются положительные корреляции рядов индексов прироста и аномалий осадков апреля и мая предыдущего года.

Проведенные на территории о. Великий Кандалакшского государственного природного заповедника и на мысе Киндо (комплексный заказник «Полярный круг») исследования не показали сходного для всех древостоев отклика приростов подроста сосны на температуры. Судя по полученным результатам, определяющими в характере зависимости прироста от температур являются различные локальные (в т.ч. микроклиматические) факторы.

Зависимость колебаний линейного прироста от колебаний метеорологических элементов в свежих биотопах берегов Кандалакшского залива характеризуется спектром различных по знаку и величине параметров. Здесь велика роль «шума», определяемого локальными причинами и маскирующего исследуемые нами связи. Очевидно, почвенная влага не является в свежих местообитаниях лимитирующим прирост фактором.

Более выражена связь между колебаниями прироста и колебаниями метеорологических элементов в сухих и во влажных биотопах. Во всех рассмотренных местообитаниях зависимость носит определенный характер – значимая отрицательная реакция на водный стресс (вызываемый повышенными температурами) для сухих биотопов и значимая отрицательная реакция на избыточное атмосферное увлажнение – для влаж-

ных. Условия существования подроста сосны как в сфагновых болотах, так и на скальных обнажениях берегов залива являются критическими – в первом случае из-за переизбытка влаги, во втором – из-за ее нехватки. Именно в биотопах с критическими условиями – на границах возможности существования сосны – мы можем выделить на фоне «шума» наиболее важные для роста древостоев факторы и определить степень их значимости. Таким фактором для древостоев сухих и влажных местообитаний берегов Кандалакшского залива являются атмосферные осадки (их недостаток и избыток соответственно).

Автор приносит благодарность вед. н. с. ИГКЭ, д.ф.-м.н. Э.Я. Раньковой, а также доценту МГУЛ к.б.н. Д.Е. Румянцеву за предоставленные данные, консультации и плодотворные обсуждения материала.

Библиографический список

1. Большев, Л.Н. Таблицы математической статистики / Л.Н. Большев, Н.В. Смирнов. – М.: Наука. – 1983. – 415 с.
2. Будыко, М.И. Изменения климата / М.И. Будыко. – Л.: Гидрометеиздат, 1974.
3. Груза, Г.В. Колебания и изменения климата на территории России / Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. – Т.39. – 2003. – № 2. – С. 166–185.
4. Елагин, И.Н. Времена года в лесах России / И.Н. Елагин. – Новосибирск: Наука, 1994. – 271 с.
5. Елагин, И.Н. Сезонное развитие сосняков европейской части СССР и Сибири / И.Н. Елагин // Фенология, 1969. – Вып. 1(3). – С. 7–9.
6. Елагин, И.Н. Сезонное развитие сосновых лесов / И.Н. Елагин. – Новосибирск: Наука, 1976. – 227 с.
7. Заповедники СССР. Заповедники европейской части РСФСР. – М.: Мысль, 1988. – 287 с.
8. Куперман, Ф.М. Морфофизиология растений / Ф.М. Куперман. – М.: Высшая школа, 1977. – 288 с.
9. Кухта, А.Е. Линейный прирост деревьев как индикатор состояния среды / А.Е. Кухта // Сибирский экологический журнал, 2003. – № 6. – С. 767–771.
10. Кухта, А.Е. Метод мониторинга линейного прироста ювенильных древесных растений и его роль в оценке крупномасштабных изменений состояния природной среды и климата / А.Е. Кухта, С.М. Семенов // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – СПб.: Гидрометеиздат, 2002. – Т. XVIII. – С. 167–192.
11. Кухта, А.Е. Воздействие атмосферного загрязнения на растительность на территории Европы / А.Е. Кухта, Б.А. Кухта, А.А. Рудкова и др. // Обзор загрязнения природной среды в РФ за 1999 г. Фе-

- деральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. – М., 2000. – С. 42–45.
12. Минин, А.А. Корреляционные связи некоторых фенологических явлений / А.А. Минин, С.М. Горбунов. – Известия РГО, 1995. – Т. 127. – Вып. 1. – С. 82–86.
 13. Минин, А.А. Влияние климата на продукцию лесных сообществ / А.А. Минин, В.Н. Козин, В.Д. Собакинских. – М.: Известия РАН, сер. Геогр., 1993. – № 1. – С. 96–100.
 14. Полевой, В.В. Физиология растений / В.В. Полевой. – М.: Высшая школа, 1989. – 464 с.
 15. Семенов, С.М. Тропосферный озон и рост растений в Европе / С.М. Семенов, И.М. Кунина, Б.А. Кухта. – М.: Метеорология и гидрология, 1999. – 208 с.
 16. Синнот, Э. Морфогенез растений / Э. Синнот. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1963. – 603 с.
 17. Цельникер, Ю.Л. Географические аспекты фотосинтеза у лесных деревьев России / Ю.Л. Цельникер, И.С. Малкина, Н.А. Завельская // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – СПб.: Гидрометеоиздат, 2002. – Т. XVIII. – С. 81–109.
 18. Andersson B. Defoliation of Coniferous Trees. Assessments 1984–1987 // The National Swedish Environmental Protection Board. Environmental Quality Laboratory. Uppsala, 1988. 28 pp.
 19. Climate Change Impacts, Adaptations and Mitigation of Climate Change. Scientific and Technical Analysis. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change. (Watson., et al., editors). Cambridge University Press, 1995. 1996.879 pp.
 20. Climate Change The scientific basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change. (Houghton J. T., et al., editors) . Cambridge University Press, Wrong year for SAR WG2, 2001. 2001.881 pp.
 21. Gavrikov V. L., Karlin I. V. A dynamic model of tree terminal growth // Can. J. For. res., vol. 23, 1993., pp. 326–329.
 22. Holten, J.I. and Carey, P.D. Responses of climate change on natural terrestrial ecosystems in Norway. Norsk Institutt for Naturforskning. 1992.59 pp.
 23. Kozlowski T. T., Pallardy S. G. Growth Control in Woody Plants. Academic Press. 1997.644 pp.
 24. <http://oopt.info/index.php?page=1>
 25. <http://www.wsbs-msu.ru/maps/okrest1.gif>

ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ КАМЕННОЙ БЕРЕЗЫ (*BETULA ERMANII* CHAM.) НА ЮЖНОЙ КАМЧАТКЕ

Е.С. ПУГАЧЕВА, *асп. Института географии РАН*

pugachevaelena@gmail.com

Дендроклиматология – это научное направление, которое занимается реконструкцией климатических условий прошлого по годичным кольцам деревьев. Древесные растения реагируют на изменение лимитирующих климатических факторов, таких как температура воздуха, количество осадков и др. В благоприятные по климатическим условиям годы у большей части деревьев формируются широкие кольца, а в неблагоприятные – узкие. Такое чередование колец неповторимо во времени, и чем сильнее годичная изменчивость величины прироста деревьев, тем более надежным индикатором изменений условий среды она является [8].

Многие районы мира, такие как Альпы, Аляска, юго-запад США, исследованы в дендроклиматическом отношении очень подробно. Камчатка, которой посвящена эта работа, пока к ним не относится, тем не менее в последние

годы был выполнен ряд исследований в этой области. Существуют реконструкции температур мая–июня по центральной и восточной Камчатке, выполненные на основе ширины колец лиственницы [12, 16, 17]. Поскольку на южной Камчатке, за исключением кедрового стланика, не растут хвойные деревья, здесь этот подход неприменим. Первые попытки использования каменной березы в дендроклиматологических целях на Камчатке [16] носили экспериментальный характер. Они показали, что использовать каменную березу можно, но она крайне трудно поддается перекрестному датированию из-за неясных границ между годичными кольцами. В международной базе дендрохронологических данных (*NOAA*, www.noaa.gov), где собраны хронологии со всего мира, нет хронологий каменной березы.

В этой работе приводятся результаты дендроклиматического исследования образ-

цов каменной березы, отобранных с четырех площадок на Южной Камчатке, которые позволяют судить о связи приростов березы с климатическими параметрами.

Полуостров Камчатка располагается в восточной части Евразии. Камчатка – это горная территория, с развитым оледенением (446 ледников, площадью 900 км²), с активной вулканической деятельностью, где 29 активных и около 300 потухших вулканов. Климат Камчатки находится преимущественно под влиянием процессов циркуляции атмосферы, развивающихся над северной частью Тихого океана. Главным климатообразующим фактором является интенсивная циклоническая деятельность. По количеству выпадающих осадков Камчатка относится к зоне достаточного увлажнения, а по гидро-термическому режиму преобладают территории с гумидным климатом. Этот характерный и общий для всего ареала каменной березы признак соответствует биологическим требованиям породы к условиям среды [7]. Среднегодовые температуры воздуха – около 0 °С в южной части полуострова в районе города Петропавловск-Камчатский. Зимы холодные и снежные, а лето влажное и облачное. Летние температуры, по данным метеостанции Петропавловск-Маяк, составляют +10 °С, зимние температуры около – 6 °С.

Мощный снежный покров является важной особенностью климата Камчатки, он оказывает влияние на многие природные процессы. Количество выпадающих и отложенных твердых осадков весьма неравномерно, и их распределение зависит от расчлененности рельефа и ветрового режима [5]. Наибольшее количество осадков (2000 мм) выпадает на наветренных склонах хребтов южного вулканического района и в центральной части Кроноцкого полуострова. Наименьшее (300 мм) – на севере области и в центральной части долины реки Камчатки. На остальной территории суммы осадков изменяются от 1600 мм в восточном горно-вулканическом районе до 400 мм на северо-западном побережье [3]. Твердые осадки выпадают с октября по май и составляют около 45 % годовой суммы [2].

Согласно [6] на Камчатском полуострове выделяются следующие растительные

пояса (снизу вверх): 1) горно-таежный пояс светлохвойных и темнохвойных лесов; 2) пояс каменноберезовых лесов; 3) пояс ольхового и кедрового стлаников; 4) пояс горных кустарничково-лишайниковых тундр.

Каменная береза является наиболее распространенной древесной породой. Роль лесообразующей породы она играет на меньшей территории. Отдельные ее рощи, а затем большие массивы появляются севернее мыса Лопаткина, занимая почти весь юг полуострова. Далее на север, разделяясь на две полосы, леса каменной березы тянутся до 58–60° с.ш. (рис. 1). Наибольшая высота распространения каменноберезняков отмечается на внутренних склонах Центральной депрессии, где граница сплошных массивов проходит на высоте 700–800 м н.у.м. На противоположных склонах, обращенных к Охотскому морю и Тихому океану, граница снижается до 600 м н.у.м. Также происходит снижение верхней границы березняков к северу и к югу полуострова по мере сужения суши и усиления морского влияния [7].



Рис. 1. Ареалы распространения растительности на Камчатке: 1 – сфагновые болота; 2 – береза каменная; 3 – кедровый стланик; 4 – горные тундры; 5 – лиственничные леса; 6 – горнотаежные темнохвойные леса (Атлас СССР, 1962 г.)

Характеристика площадок отбора образцов каменной березы, Южная Камчатка

Площадка	Расположение	<i>N</i>	<i>E</i>	<i>H</i> , м	Кол-во кernов	Средняя взаимная корреляция образцов	Средняя чувствительность
NACH	Начикский пер.	53 06 441	157 50 459	424	21	0,642	0,396
ZAV	Завойко	52 57 324	158 40 114	120	22	–	–
PAR	Паратунка	52 58 229	158 15 308	60	18	0,624	0,376
VIL	Мутновский пер.	52 41 473	158 09 699	350	20	0,612	0,329

Ствол каменной березы, как правило, искривленный, рано теряет преобладание роста над боковыми ветвями, поэтому крона начинается невысоко (4–7 метров) над поверхностью почвы. Под влиянием внешних условий каменная береза на Камчатке образует в условиях влажного и туманного климата широкую раскидистую крону, что повышает ее устойчивость к неблагоприятным факторам. Каменноберезняки в верхней части пояса задерживают кронами и конденсируют низкую облачность и увеличивают снегонакопление, улучшая тем самым теплообмен с воздухом и снижая промерзание почвы. Деревья достигают возраста 30–400 лет, однако они очень часто поражаются сердцевинной гнилью, так что реальный набор сохранившихся годовичных колец у них редко превышает 100–150 лет. Большое влияние на распространение и рост данной породы оказывают такие факторы, как теплообеспеченность, инсоляция, высота снежного покрова, степень промерзания почвы, влажность почвы и воздуха. Каменная береза хорошо переносит содержание в воздухе сернистых газов и погребение почв вулканическими пеплами, что дает ей возможность расти вблизи от действующих вулканов и горячих сернистых источников [7].

В 2006 г. на южной части полуострова Камчатка был произведен отбор kernов березы каменной (*Betula Ermani Cham.*) для дендрохронологического анализа. Были отобраны образцы на четырех площадках: две на высотах 350 и 424 м.н.у.м., одна – на высоте 60 м.н.у.м. Эти три площадки располагаются на территории, в основном свободной от антропогенного воздействия. Четвертая пробная площадка была выбрана в пределах города Петропавловск-Камчатский на высоте 120 м.н.у.м., (табл. 1). Для отбора и датиро-

вания образцов использованы стандартные дендрохронологические методы [8].

С каждого дерева отбиралось по два kernа. Если дерево оказывалось молодым или поврежденным сердцевинной гнилью, так что набор сохранившихся колец был небольшим, второй kern не отбирали. Всего был отобран 81 образец. Ширина годовичных колец измерена с точностью около 0,01 мм с помощью полуавтоматической установки для измерения ширины годовичных колец *LINTAB*. Наименьшая полученная ширина кольца составила 0,06 мм, а наибольшая – 5 мм. Выпадающих колец ни в одном из образцов не обнаружено. Перекрестное датирование проводилось при помощи программы *COFECHA* [12], которая позволила отбраковать так называемые «ленивые kernы» с низкой межгодовой изменчивостью ширины колец, не поддающиеся перекрестному датированию. Это часто случается в тех районах, где деревья растут в условиях, близких к оптимальным [15]. Мы не включили в хронологию образцы, которые коррелировали с основной хронологией с коэффициентом корреляции менее 0,40, полагая, что доминирующим в их росте является неклиматический сигнал. Интересно, что образцы, отобранные на площадке *ZAV*, которая располагается непосредственно на территории города Петропавловск-Камчатский, также не коррелируют с общей хронологией; более того, они даже не датируются между собой (рис.2). Это скорее всего связано с активной антропогенной деятельностью в районе их отбора, в том числе и по причине сведения леса в связи с хозяйственными нуждами населения в XX в.

Ширина колец образцов каменной березы, отобранных на расстоянии в несколько десятков километров друг от друга, коррелируют между собой, и эта корреляция достаточно тесная (табл. 2).

**Коэффициенты корреляции ширины колец образцов каменной березы,
прошедшие тест контроля качества перекрестного датирования,
полученные при помощи программы COFESHA**

Seq	Series	Time span		1800	1825	1850	1875	1900	1925	1950	1975
				1849	1874	1899	1924	1949	1974	1999	2024
1	par13b	1900	2005					0,48	0,44	0,79	0,84
2	par14a	1890	2005				0,49	0,46	0,56	0,70	0,72
3	par14b	1910	2005					0,39	0,49	0,53	0,61
4	par5a	1864	2005			0,42	0,63	0,49	0,33	0,51	0,60
5	par5b	1870	2005			0,55	0,64	0,60	0,56	0,39	0,47
6	par9a	1880	2005				0,42	0,58	0,44	0,43	0,48
7	par9b	1878	2005				0,58	0,60	0,59	0,66	0,69
8	par3a	1940	2005						0,57	0,59	0,66
9	par3b	1911	2005					0,41	0,62	0,64	0,69
10	par8a	1920	2005					0,51	0,50	0,45	0,52
11	par8b	1880	2005				0,51	0,62	0,43	0,45	0,52
12	par2b	1890	2005				0,43	0,58	0,54	0,44	0,56
13	par16a	1890	2005				0,47	0,57	0,67	0,40	0,45
14	par16b	1890	2005				0,36	0,48	0,58	0,64	0,66
15	par4a	1880	2005				0,46	0,63	0,67	0,66	0,71
16	nach21b	1920	2005					0,56	0,53	0,63	0,66
17	Nach21a	1910	2005					0,57	0,45	0,58	0,59
18	nach19a	1910	2005					0,55	0,45	0,54	0,55
19	nach19b	1900	2005					0,59	0,48	0,53	0,59
20	nach15a	1848	2005		0,52	0,48	0,50	0,38	0,41	0,60	0,64
21	nach15b	1856	2005			0,59	0,70	0,69	0,52	0,56	0,58
22	nach7a	1840	2005		0,56	0,59	0,74	0,61	0,50	0,71	0,72
23	nach7b	1842	2005		0,46	0,60	0,73	0,58	0,55	0,60	0,63
24	nach8a	1870	2005			0,77	0,76	0,64	0,68	0,80	0,85
25	nach8b	1824	2005	0,51	0,50	0,69	0,74	0,68	0,65	0,78	0,78
26	nach20a	1880	2005				0,49	0,51	0,60	0,63	0,65
27	nach20b	1850	2005			0,53	0,67	0,59	0,57	0,49	0,54
28	nach12a	1875	2005				0,57	0,77	0,66	0,69	0,71
29	nach12b	1870	2005			0,58	0,60	0,65	0,61	0,70	0,70
30	nach14a	1916	2005					0,55	0,52	0,69	0,71
31	nach14b	1870	2005			0,42	0,52	0,71	0,63	0,65	0,66
32	nach6a	1890	2005				0,53	0,51	0,57	0,59	0,58
33	nach6b	1890	2005				0,48	0,49	0,46	0,59	0,65
34	nach13a	1870	2005			0,53	0,63	0,75	0,67	0,67	0,65
35	nach11b	1909	2005					0,55	0,62	0,60	0,63
36	nach11a	1910	2005					0,63	0,63	0,58	0,63
37	vil3b	1891	2005				0,56	0,68	0,45	0,60	0,57
38	vil6b	1841	2005		0,64	0,61	0,59	0,59	0,56	0,69	0,77
39	vil6a	1822	1999	0,62	0,63	0,70	0,70	0,59	0,60	0,79	
40	vil2a	1855	2005			0,52	0,41	0,43	0,56	0,46	0,48
41	vil2b	1920	2005					0,46	0,42	0,39	0,45
42	vill8a	1861	2004			0,68	0,59	0,48	0,37	0,55	0,43
43	vill8b	1841	2005		0,66	0,67	0,52	0,36	0,42	0,48	0,52
44	vill4a	1870	2005			0,46	0,44	0,36	0,40	0,69	0,69
45	vill4b	1890	2005				0,45	0,42	0,56	0,65	0,71
46	villa	1890	2005				0,50	0,55	0,54	0,59	0,58
47	villb	1887	2005				0,46	0,52	0,45	0,51	0,55
48	vill3a	1852	2005			0,71	0,76	0,45	0,47	0,65	0,61
49	vill3b	1872	2005			0,74	0,74	0,64	0,52	0,58	0,58
50	vill1a	1864	2005			0,69	0,66	0,61	0,57	0,58	0,63
51	vill1b	1820	2005	0,42	0,40	0,64	0,51	0,45	0,55	0,48	0,49
52	vill5a	1852	2005			0,56	0,63	0,53	0,55	0,69	0,70
53	vill5b	1840	2005		0,53	0,75	0,66	0,50	0,60	0,80	0,80
54	vill9a	1900	2005					0,56	0,61	0,60	0,59
55	vill9b	1878	2005				0,52	0,55	0,47	0,51	0,58
56	vill2a	1850	2005			0,63	0,50	0,41	0,58	0,76	0,76
57	vill2b	1945	2005						0,62	0,69	0,69
Av segment correlation				0,52	0,54	0,60	0,57	0,55	0,54	0,60	0,63

Т а б л и ц а 3

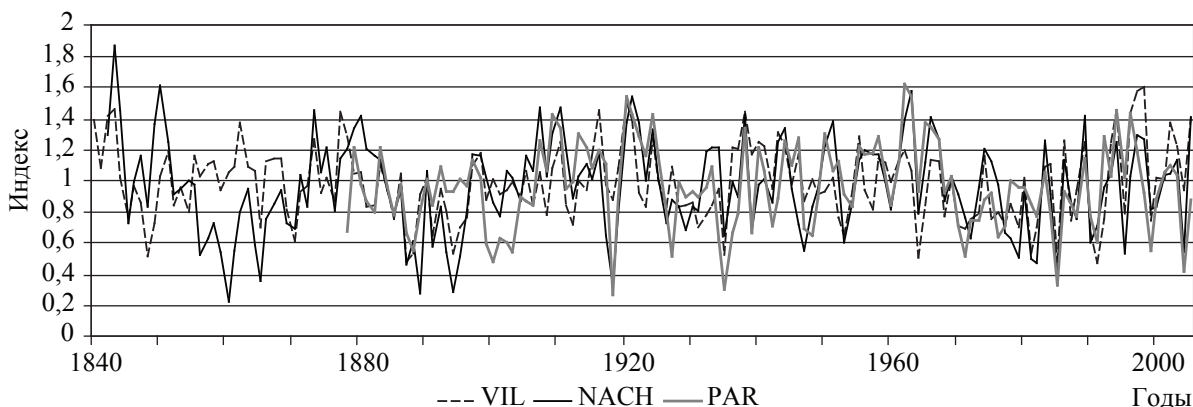
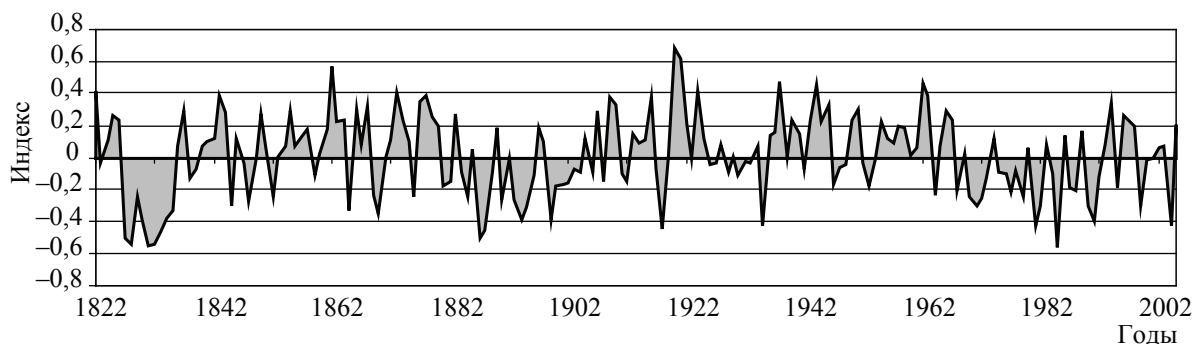
**Коэффициенты взаимной
корреляции хронологий ширины
колец каменной березы**

	<i>VIL</i>	<i>NACH</i>
<i>VIL</i>		
<i>NACH</i>	0,63	
<i>PAR</i>	0,33	0,38

По-видимому, это означает, что прирост березы в большой степени определяется общим внешним фактором, и это, скорее всего, фактор климатический. Различий в годовом приросте колец березы на площадках, отличающихся по высоте на 300–400 м, не выявлено. Это позволяет нам объединить образцы в сводную общую хронологию. Кроме того, мы построили три локальных хронологии (*PAR*, *NACH*, *VIL*), используя для этой цели программу *ARSTAN* [9, 13] (рис. 2). Эта программа рассчитывает индивидуальные индексы прироста каждого образца, аппроксимируя его возрастной тренд линейной или криволинейной зависимостью (в зависимости от выбора оператора). Это необходимо для

удаления возрастного тренда и достижения сопоставимости ширины колец отдельных образцов между собой и приведения их к безразмерному виду. Хронологии представляют собой осредненные погодично значения индексов индивидуальных образцов. На рис. 2 видно, что наши хронологии имеют явное сходство (табл. 3), особенно заметное для последних 100 лет, что связано с более низкой обеспеченностью образцами ранней части хронологий.

Поскольку все площадки располагаются недалеко друг от друга и коррелируют между собой, они были объединены в одну общую хронологию, построенную *RCS* методом (рис. 3). Этот метод позволяет максимально сохранить долгопериодный сигнал в древесно-кольцевых хронологиях и, следовательно, более адекватно реконструировать и прогнозировать изменения климата на этой основе [11]. Всего в хронологию вошли 57 образцов с трех площадок (1822–2004 гг.). Мы использовали как минимум три керна для построения хронологии для каждого года (рис. 4).

Рис. 2. Стандартная *ARSTAN* хронология для площадок *VIL*, *NACH*, *PAR*Рис. 3. Сводная *RCS* хронология для всех образцов

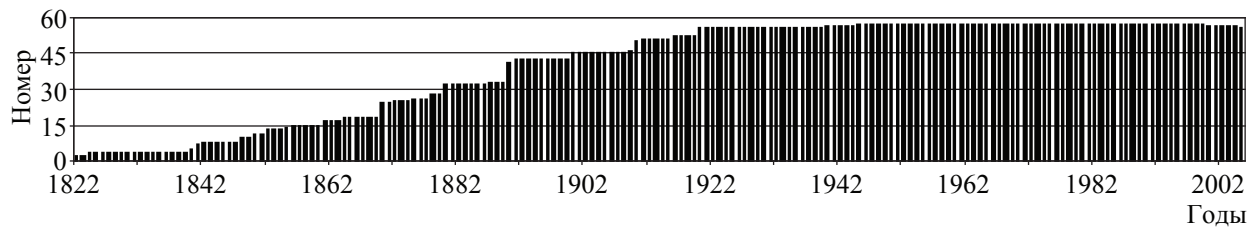


Рис. 4. Количество образцов для каждого года в сводной стандартной хронологии (не менее трех)

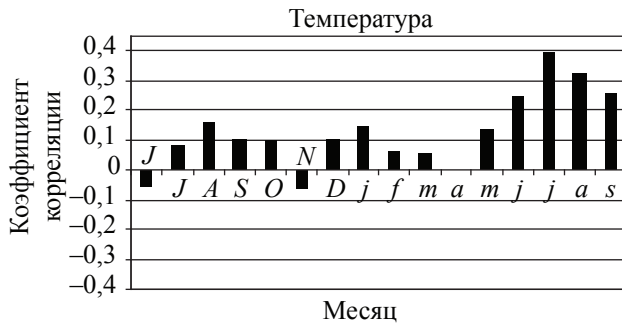


Рис.5. Коэффициенты корреляции сводной стандартной хронологии каменной березы со среднемесячной температурой



Рис.6. Коэффициенты корреляции сводной стандартной хронологии каменной березы со среднемесячными осадками

Для выявления лимитирующих факторов произрастания каменной березы были использованы данные по осадкам и температуре, полученные на метеостанции Петропавловск-Маяк, которая расположена в районе пробных площадей. Непрерывный ряд метеоданных с выбранной метеостанции, которые были использованы для получения корреляционных связей: осадки с 1895 по 1994 г., температура воздуха с 1891 по 1994 г.

Для получения функции отклика были рассчитаны коэффициенты корреляции прироста древесины со средней температурой и осадками для каждого месяца с июня предшествующего года по сентябрь текущего года (всего 16 месяцев) для периода с 1891 по 1994 г. для температуры (рис. 5) и с 1895 по 1994 г. для осадков (рис.6). В результате была получена функция отклика как для отде-

льных локальных хронологий, так и для сводной стандартной хронологии, рассчитанной с помощью программы *ARSTAN*.

На рис. 5 и 6 видно, что имеется статистически значимая корреляция индексов прироста со среднемесячными значениями температуры воздуха с июня по сентябрь текущего года, которые составили: для июня 0,23, июля 0,38, августа 0,33, сентября 0,26 (рис. 5). Температуры предыдущих лет, видимо, не оказывают существенного влияния на прирост, хотя предшествующие теплые сезоны также имеют тенденцию положительно влиять на ширину кольца. Корреляции с осадками не являются статистически значимыми и составляют не более $-0,2$ (рис. 6), но являются отрицательными в летние месяцы текущего года. В целом береза скорее отрицательно реагирует на избыток осадков, что и понятно, принимая во внимание высокую увлажненность на Камчатке.

Полученные нами данные интересно сравнить с аналогичными исследованиями, проводившимися в центральной Японии на верхней границе леса горы Норикюра (Mount Norikura) (1600–2500 м н.у.м.) [14]. В работе получены статистически значимые положительные корреляции прироста каменной березы с летними температурами текущего года (коэффициент корреляции 0,2–0,3) и отрицательная корреляция со среднемесячными осадками июня–сентября текущего года (коэффициент корреляции $-0,25/-0,35$). Эти результаты согласуются с нашими данными для южной Камчатки. Существенно иные статистические связи получены для каменной березы в северной части Китая, в горах Чангбаи (*Changbai Mountain*) [10] на высоте 1700–2000 м н.у.м. Для этого района обнаружены высокие коэффициенты корреляции ширины колец каменной березы со среднемесячными значениями температуры октября предыду-

щего года (+0,38) и среднемесячными значениями осадков ноября и декабря предыдущего года (+0,45). Положительная связь с осадками в данном случае объясняется авторами тем, что маломощные с большим включением вулканических пород почвы на этой территории имеют незначительную влагоемкость, поэтому растения испытывают недостаток в почвенной влаге. На рост каменной березы в этом районе оказывают влияние как жидкие осадки, которые выпадают преимущественно во время сезона роста (максимум в июле–августе), так и снегозапасы предыдущего зимнего периода, которые положительно влияют на ранний прирост древесины [10].

Помимо климатических факторов на прирост березы оказывают влияние и другие процессы, в частности, упоминавшиеся здесь ранее антропогенные воздействия и термальные воды, повышающие температуру почвы и локальную температуру воздуха. Влияние вулканической деятельности на растительность очень существенно [4]. В частности, деревья страдают от термических и химических ожогов, физических повреждений во время извержений и сопутствующих им катастрофических событий. Это вызывает уменьшение годичного прироста или ведет к выпадающим кольцам [18]. С другой стороны, пепел, покрывающий снег, может вызвать более раннее снеготаяние и продлить, таким образом, вегетационный период, что, скорее всего, положительно скажется на ширине годичного кольца. Тонкий слой пепла, богатый разными минеральными примесями, также обычно вызывает увеличение годового прироста. С другой стороны, если этот слой превосходит 20–30 см, деревья могут погибнуть или испытать заметное угнетение. Все это, однако, вряд ли применимо к рассмотренным здесь случаям, поскольку выбранные нами площадки расположены далеко от действующих вулканов.

По полученной нами хронологии каменной березы можно четко выделить годы с наименьшей шириной кольца (рис. 2) – 2004, 1985, 1935, 1918, 1887, 1831, 1828 гг. Первые четыре года покрываются интервалом инструментальных исследований. Два из них (как видно на рис. 6), совпадают с резким

снижением среднелетних температур (1985 и 1918 гг.). В эти же годы наблюдался пониженный прирост лиственницы [16]. Мы затрудняемся на этом этапе исследования объяснить минимумы приростов в 2004 и 1935 гг.; в хронологии лиственницы эти годы ничем не примечательны, и прирост близок к среднему многолетнему значению. 1887 г. был, по-видимому, холодным на всей Камчатке – средняя ширина кольца в сводной хронологии лиственницы меньше двух стандартных отклонений. В хронологию березы в период до середины XIX в. входит небольшое число образцов; таким образом, ее пониженные приросты в 1831 и 1828 гг. нуждаются в дополнительном обосновании.

Помимо межгодовой изменчивости, хронология каменной березы отражает и более долгопериодные колебания климата. В частности, на рис. 3. видно, что за последние полтора столетия выделяется два периода, неблагоприятных в целом для ее роста в 1880-е и в 1970-е гг. Эти периоды были холодными и по метеоданным. По данным о ширине колец лиственницы на Камчатке в 1860–1880-е гг. наблюдалось самое значительное похолодание за последние 350 лет [16]. Температуры начала летнего сезона были на 1,5 °C ниже по сравнению с периодами потепления в середине XX в. [12]. В последний этап этого периода (1880 гг.) наблюдалась аномально высокая аккумуляция снега, что привело к наступанию ледников. Многие ледники стабилизировались в отступании в период похолодания 1970–1980-е гг. [16]. В динамике ширины колец березы на Южной Камчатке отсутствует долгопериодный тренд. Не наблюдается он и за последнее столетие по инструментальным данным (рис. 7).

Каменная береза – широко распространенная древесная порода, которая может быть с успехом использована для дендрохронологических целей. В этой работе мы приводим первую сводную региональную хронологию каменной березы для южной Камчатки для периода XIX и XX вв. Прирост березы в этих условиях зависит от температуры вегетационного периода (май–сентябрь) текущего года. Влияния осадков не обнаружено.



Рис. 7. Среднегодовая температура воздуха (м/с Петропавловск-Маяк)

Сходная реакция на колебания температуры обнаружена ранее в Японии. Полученные результаты дают надежду на продолжение исследований в этом направлении, в том числе в плане использования остатков древесины, погребенных в вулканических отложениях, для датирования событий, связанных с вулканической активностью, и для продолжения дендрохронологического ряда.

Автор выражает благодарность за помощь в проведении полевых исследований и ценные советы О.Н. Соломиной, В.Н. Михаленко и Я.Д. Муравьеву. Частичное финансирование работы было осуществлено в рамках программы РАН «Природные катастрофы».

Библиографический список

1. Атлас СССР. Карта растительности СССР. – М.: ГУГК, 1962.
2. Виноградов, В.Н. Современное оледенение районов активного вулканизма. Результаты исследований по международным геофизическим проектам / В.Н. Виноградов. – М.: Наука, 1975.
3. Глазырин, Г.Е. О климатическом фоне оледенения Камчатки. Гляциологические исследования № 27 / Г.Е. Глазырин, Я.Д. Муравьев, В.Н. Виноградов // Результаты исследования по международным геофизическим проектам АН СССР. – М., 1985. – С. 51–66.
4. Гришин, С.Ю. Влияние на растительность извержения группы Туйла на Ключевской сопке, Камчатка / С.Ю. Гришин // Вестник КАРУНЦ, 2007. – Т. 2 – № 10. – С. 9–16.
5. Муравьев, Я.Д. Снежный покров горных районов Камчатки / Я.Д. Муравьев. // Вопросы географии Камчатки. – Вып. 9. – Петропавловск-Камчатский: АН СССР, 1985. – С. 30–40.
6. Турков, В.Г. Лесоводственно-таксационная характеристика каменноберезовых древостоев Камчатки / В.Г. Турков, В.А. Шамшин // Леса Камчатки и их лесохозяйственное значение. – М.: АН СССР, 1963.
7. Шамшин, В.А. Каменноберезовые леса Камчатки / В.А. Шамшин. – М.: ГЕОС, 1999.
8. Шиятов, С.Г. Методы дендрохронологии / С.Г. Шиятов, Е.А. Ваганов, А.В. Кирдянов и др.: уч.-мет. пос. – Красноярск: КГУ, 2001.
9. Cook E.R. A time-series approach to tree-ring standartization. Ph.D. Thesis. University of Arizona, Tucson, Arizona, 1985.
10. Dapao Yu, Geoff G. Wang, Limin Dai, Qingli Wang. Dendroclimatic analysis of *Betula Ermanii* forest at their upper limit of distribution in Changbai Mountain, Northeast China. *Forest Ecology and Management* 2007, 240: 105–113.
11. Esper, J., Cook, E.R., Schweingruber, F.H. (2002). «Low-frequency signals in long tree-ring chronologies for reconstructing past temperature variability.» *Science* 295: 2250–2253.
12. Gostev M., Wiles G., D'Arrigo R., Jacoby G., and Khomentovsky M. Early summer temperature since 1670 A.D. for Central Kamchatka reconstructed based on Siberian larch tree-ring width chronology, *Can. J. For. Res.*, 26, 2048–2052, 1996.
13. Holmes, R.L. Dendrochronology Program Library, Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson, Arizona, 1992.
14. Kochi Takahashi, Yohei Tokumitsu, Koh Yasue. Climatic factors affecting the tree-ring width of *Betula Ermanii* at the timberline on Mount Norikura, central Japan. *Ecol. Res.* 2005, 20: 445–451
15. Schweingruber, F. H. Tree rings: Basics and applications of dendrochronology. Dordrecht, Riedel Publ., 1988
16. Solomina O., Wiles G., Shiraiwa T., D'Arrigo R., Multiproxy records of climate variability for Kamchatka for the past 400 years. *Clim. Past*, 3, 119–128, 2007
17. Solomina O.N., Muravyev Y.D., Braeuning A., Kravchenko G.N. Two new ring width chronologies of Larch and Birch from the Kamchatka Peninsula (Russia) and their relationship to climate and volcanic activities. *Cryospheric studies in Kamchatka II*, Institute of low temperature science, Hokkaido University, 111–124, 1999.
18. Yamaguchi, D.K., Hoblitt, R.P. 1995. Tree-ring dating of pre-1980 volcanic flowage deposits at Mount St. Helens, Washington. *Geological Society of America Bulletin* 107(9): 1077–1093.

ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ЕЛЬНИКАХ ПОСЛЕ СПЛОШНЫХ РУБОК АГРЕГАТНОЙ ТЕХНИКОЙ

В.И.ОБЫДЁННИКОВ, *проф. каф. лесоводства и подсочки леса МГУЛ, д-р с.-х. наук,*
А.В.ТИБУКОВ, *доц. каф. геодезии и строительного дела МГУЛ*

caf-lesovod@mgul.ac.ru

Кафедрой лесоводства и подсочки леса проводятся длительные исследования лесоводственно-экологических последствий, вызванных рубками главного пользования (согласно Лесному кодексу РФ рубками в спелых и перестойных насаждениях) с применением агрегатной техники [1].

Объектами исследований являлись ельники зоны смешанных (хвойно-широколиственных) лесов Русской равнины (Новгородская, Тверская и Московская области), сосняки среднетаежной подзоны Западной Сибири (Тюменская область) и южнотаежной подзоны Восточной Сибири (Забайкалье) [5–9, 12].

Наиболее обстоятельные исследования проведены в ельниках смешанных лесов Русской равнины. После сплошных рубок агрегатной техникой в ельниках этого реги-

она исследования наибольшее распространение получили вырубki следующих типов (табл. 1) [3, 4].

Для науки и практики особую ценность представляют результаты длительных исследований на стационарных участках или на постоянных пробных площадях. К ним относятся опытные участки Крестецкого леспромхоза Новгородской обл.: кв. 203 Зайцевского лесничества и кв. 135 Усть-Волмского лесничества, где в 1975 г. в ельнике черничном свежем (Е чер.св.) и в ельнике черничном влажном (Е чер.вл.) были проведены опытные рубки с применением агрегатной техники: на валке – валочно-пакетирующая машина ЛП-19, на трелевке – бесчокерный трактор ТБ-1 и ЛТ-157. Характеристика лесных участков до рубки приведена в табл. 2.

Т а б л и ц а 1

Местоположение и почвенные условия характерных типов вырубok и исходных типов леса

Тип вырубki	Местоположение	Почвенные условия	Соответствие типам леса (до рубки)
Лесноевейниковый, ситниково-вейниковый, ситниковый, разнотравно-ситниковый	Верхние части склонов холмов, склоны озовых гряд, невысокие всхолмления, ровные дренированные участки	Дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные	Ельники кисличный и черничный свежие
Сфагновый, ланцетноейниково-сфагновый, щучковый, ситниково-щучковый	Плоские слабовогнутые с водонепроницаемыми грунтами, слегка пониженные участки	Торфяно-перегнойно-подзолистые оглеенные	Ельник черничный влажный

Т а б л и ц а 2

Основные лесоводственно-таксационные показатели опытных участков

Тип леса, квартал, лесничество	ДРЕВОСТОЙ			ПОДРОСТ		
	Состав запас, м ³ /га	Класс возраста	Полнота бонитет	Густота, тыс.шт.	Возраст средний, лет	Встречаемость, %
Е чер.св. 203 Зайцевское	4Е4Ос2Б+Ол 286	VI	0,6	6,8	20	87,8
			II	5,46	20	90,2
Е чер.вл. 135 Усть-Волмское	6Е2Б1С1Ос 200	VI	0,5 III	17,4	20	75,6

**Сохранность подроста и степень повреждения почвенного покрова
на опытных участках Крестецкого ЛПХ**

Тип леса	Комплекс машин	Технология	ПОДРОСТ				Степень минерализации почвы
			Состав	Количество до рубки /после рубки, тыс. шт./га	Сохранность, %	Встречаемость, % до рубки/после рубки	
Ельник черничный свежий	ЛП-19 ТБ-1	I	10Е	6,82/4,10	60,2	87,8/61,6	35,5
		II	10Е	5,46/0,43	7,9	90,2/8,4	77,5
		III	10Е	5,46/1,98	36,3	92,0/48,8	52,5
Ельник черничный влажный	ЛП-19 ЛТ-157	I	10Е	17,4/9,6	55,0	82,1/49,3	36,4
		II	10Е	7,3/0,40	6,4	75,6/4,8	88,0

При разработке лесосек были использованы три технологические схемы:

I – с сохранением подроста ;

II – без сохранения подроста;

III – с частичным сохранением подроста.

По первой технологии валочная машина разрубала объездной волок по периметру лесосеки, который в дальнейшем служил для заезда к новым лентам при их разработке. При работе валочно-пакетирующая машина двигалась по направлению к лесовозному усу, срезая деревья впереди себя и по обеим сторонам. Трелевка деревьев производилась по следу валочной машины на одну погрузочную площадку.

По второй технологии валочная машина двигалась челночным способом, укладывая срезанные деревья на вырубку под углом 30–50° к направлению трелевки. Трелевка деревьев осуществлялась на одну погрузочную площадку.

Третья технологическая схема включает в себя элементы первой и второй схем. Передвигаясь по соседке челночным способом, валочная машина при движении к погрузочной площадке укладывала срезанные деревья на волок сзади себя, а при движении от погрузочной площадки – на вырубку под углом 30–50° к направлению трелевки. Трелевка леса производилась по волоку на одну погрузочную площадку. На сплошных рубках эта технология была впервые применена в 1975 г. в кв. 203 Зайцевского лесничества Крестецкого ЛПХ.

В ельнике черничном свежем (кв. 203) были использованы все три технологии

на базе ЛП-19 + ТБ-1; в ельнике черничном влажном (кв. 135) на рубке леса были использованы I и II технологии с применением комплекса машин ЛП-19 + ЛТ-157.

При использовании означенных технологий выявлено существенное различие в характере повреждения почвы и сохранности подроста ели (табл. 3).

Характер воздействия агрегатных лесозаготовительных машин на подрост и почвенный покров определяется, прежде всего, особенностями работы валочно-пакетирующей машины ЛП-19 по определенным технологическим схемам. Подрост ели сохраняется в достаточном количестве для успешного восстановления леса, и почва повреждается на незначительной площади при таком способе валки леса, когда срезанные деревья выносятся с полупасеки и укладываются на волок сзади валочной машины (технология I). Подрост ели почти полностью уничтожается, и почва повреждается на большей части площади лесосеки при использовании II технологии, при которой предусматривается валка леса под углом к направлению трелевки. По III технологии повреждение почвы и сохранность подроста занимают промежуточное положение.

Восстановление главной породы (ели) после сплошных рубок агрегатной техникой зависит от исходного типа леса, достаточного количества подроста под пологом материнской породы и степени воздействия лесосечных машин на почву и подрост. Важное значение при этом приобретают формирующиеся типы вырубков или их фрагменты, образующиеся после сплошных рубок (табл. 4).

Т а б л и ц а 4

Образование типов вырубок и начального этапа типа леса непосредственно после рубки в ельниках черничных с наличием подроста ели

Сохранность подроста, %	Повреждение почвы, %	Тип вырубки (начальный этап леса) при исходном типе леса	
		Е чер. свежий	Е чер. влажный
80	11–20	Ельник черничный свежий (на этапе молодняка)	Ельник черничный влажный (на этапе молодняка)
70	21–30		
60	31–40	Разнотравно-ситниковый	Сфагновый
50	41–50		
40	51–60	Ситниково-вейниковый	
30	61–70		
20	71–80	Ситниковый	Ситниково-щучковый
10	81–90		
0	91–100		Щучковый

Т а б л и ц а 5

Динамика живого напочвенного покрова на вырубках с поврежденной почвой (исходный тип леса – Е чер. свежий)

Давность рубки	Проективное покрытие, %, при степени повреждения почвы на глубине 0–10 см								
	Слабая – 0,79 г/см ³			средняя – 1,09 г/см ³			сильная – 1,33 г/см ³		
	Ситник	вейник	прочие	ситник	вейник	прочие	ситник	вейник	прочие
1	25	–	10	30	–	2	10	–	–
2	48	10	24	55	–	7	18	–	–
3	47	14	32	58	2	21	25	–	2
4	43	22	13	55	6	15	27	–	3
5	41	29	14	47	15	13	28	1	4
7	18	36	13	32	19	11	28	2	5
11	1	25	35	7	10	31	16	3	21
14	–	14	36	2	4	36	12	2	22
18	–	–	31	0,3	3	37	2	0,5	18

Динамика растительного покрова вырубки в пределах каждого исходного типа леса большей частью определяется мозаичностью среды. Особенности этой среды, вызванные рубкой, зависят от соотношения размеров и пространственного размещения фрагментов вырубки разного качественного состояния, определяемые неодинаковым повреждением почвы, сохранностью подроста и подлеска, наличием или отсутствием их на неповрежденной поверхности почвы и т.д. Величина и встречаемость таких фрагментов в значительной мере определяются применяемой в процессе рубки леса техникой и технологией лесосечных работ. Тип же вырубки на месте отмеченных выше типов леса определяется соотношением площадей с поврежденной и неповрежденной во время рубки почвой.

Формирование растительного покрова вырубки в ельнике черничном свежем с пов-

режденной и неповрежденной почвой существенно различается.

В первые 3–4 года после рубки вся поверхность почвы, поврежденная в той или иной степени, зарастает живым напочвенным покровом, почти полностью представленным ситником развесистым (*Juncus effusus* L.). Отмечено сильное задернение верхнего слоя почвы. В местах со слабой и средней степенью повреждения почвы происходит заметная смена ситникового покрова на вейниковый (табл. 5). При значительном уплотнении (1,3 г/см³ и более) в живом напочвенном покрове в течение 7–8 лет после рубки преобладает ситник. При таком уплотнении резко ухудшается водно-воздушный режим почвы, что препятствует появлению конкурентов ситнику. Фрагменты ситникового покрова в виде парцелл встречаются и через 18–20 лет после рубки под пологом сформировавшегося молодняка.

Т а б л и ц а 6

Возобновление леса после рубки в ельнике черничном свежем

Давность рубки, лет	Естественное возобновление основных пород, тыс.шт./га					всего	Состав
	предварительное	последующее					
		ель	ель	береза	осина		
1	4,10	–	–	–	–	4,10	10Е
3	3,37	0,32	1,50	0,20	2,02	5,39	7ЕЗБед.Ос
6	3,44	0,98	20,10	1,10	22,08	25,52	8Б2Еед.Ос
8	3,33	2,02	23,40	1,70	27,12	30,45	8Б2Е+Ос
11	3,30	2,18	23,50	1,82	27,50	30,80	8Б2Е+Ос
14	2,90	2,72	14,60	1,20	18,52	21,42	7Б3Е+Ос
18	2,67	3,46	6,98	0,70	11,14	13,81	5Е5Б+Ос
24	2,06	4,48	3,05	0,40	7,93	9,99	6Е4Б+Ос
32	1,6	5,50	1,43	0,10	7,03	8,63	8Е2Бед.Ос

Т а б л и ц а 7

Динамика основных видов напочвенного покрова после сплошной рубки в ельнике-черничнике влажном (ЛП-19 + ЛТ-157)

Растение	До рубки*	После* рубки	ДАВНОСТЬ РУБКИ, лет*				
			2	9	18	24	32
Черника	18,6/82,0	11,2/48,0	7,0/36,4	5,0/66,3	5,2/68,0	7,8/58,7	16,1/69,9
Ситник	–	–	15,0/48,0	5,0/24,0	0,4/16,0	0,1/10,4	0,1/1,5
Осока	2,1/22,0	0,8/12,0	6,0/36,0	12,0/28,0	7,6/30,0	6,5/42,0	2,0/17,3
Вейник	0,2/8,3	0,1/5,3	5,0/28,4	27,1/47,8	5,3/12,5	2,3/16,0	4,3/41,3
Щучка	0,2/18	0,1/10,2	2,5/8,0	3,0/16,2	0,4/12,2	0,5/16,0	0,3/7,0
Общее покрытие	25,0	16,5	33,7	43,4	27,0	23,2	15,9
Зеленые мхи	28,4/32,0	17,8/21,3	14,1/18,5	7,0/15,8	7,8/40,6	8,1/50,1	15,9/54,0
Кукушкин лен	–	–	0,2/8,8	1,6/12,0	2,7/28,9	3,5/35,6	10,8/23,6
Сфагнум	44,4/86,5	20,6/53,9	32,0/61,5	48,9/72,7	44,0/70,2	42,0/68,0	61,2/88,4
Итого мхи	72,8	38,4	46,3	57,5	54,5	53,6	87,3

* в числителе – проективное покрытие, %; в знаменателе – встречаемость, %.

Т а б л и ц а 8

Динамика возобновления и формирования ельника после рубки

Категории возобновления	Порода	Количество деревьев, тыс.шт./га, с давностью рубки, лет								
		Год рубки 1975	2	6	9	15	18	24	27	32
Предварительная	ель	9,60	7,40	4,10	3,80	2,83	2,80	2,21	1,98	1,43
Последующая	ель	–	0,40	1,20	1,70	2,39	2,45	2,88	2,06	1,05
	береза	–	16,00	26,00	24,00	18,13	3,81	2,28	1,44	0,65
Итого		9,60	23,80	31,30	29,50	23,35	9,06	7,37	5,48	3,13
Состав		10Е	7Б3Е	8Б2Е	8Б2Е	8Е2Б	6Е4Б	7ЕЗБ	7ЕЗБ	8Е2Б

Через 32 года после рубки под пологом формирующегося древостоя практически полностью восстанавливается живой напочвенный покров, характерный для периода перед рубкой. Ситник сохранился только в местах с сильным уплотнением почвы, по дну

колеи и в местах пробуксовки трелевочных тракторов

Совершенно другая динамика живого напочвенного покрова наблюдается в местах с неповрежденной почвой на месте ельника черничного свежего. На части

вырубки без подроста и подлеска на 2–3-й год преобладает вейник тростниковидный (*Calamagrostis arundinacea* L. Raht), а при наличии подроста и подлеска развитие вейника и других видов живого покрова значительно сдерживается. Восстановление леса после рубки происходит в основном за счет подроста предварительного возобновления ели (табл. 6).

На вырубках разнотравно-ситникового типа сохраненный подрост ели формирует верхний ярус молодняка. Несмотря на участие в составе молодняка двух единиц ели в будущем древостое ей обеспечено господство. М.Е. Ткаченко [11] и А.В. Побединский [10] отмечали, что при малом участии ели ее крупные экземпляры смогут сформировать древостой с преобладанием главной породы.

В ельнике черничном влажном (кв. 135) в течение шести лет после рубки разрастался сфагнум (*Sphagnum girgensohnii*, *Sph. Russowi*) (до 50 % площади), что связано с повышением влажности почвы. С давностью рубки щучка (*Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.) постепенно вытесняет ситник. На неповрежденной части вырубки в местах без подроста расселяется вейник ланцетный (*Calamagrostis lanceolata* Roth), достигая максимального развития на 8–9 год после рубки. Проективное покрытие составляет около трети площади. Под пологом биогрупп сохраненного елового подроста встречаются черника, майник, кислица, седмичник и другие виды напочвенного покрова, характерные для еловых лесов.

Возобновление и формирование леса в этом типе вырубки происходит следующим образом: с увеличением давности рубки количество подроста ели предварительной генерации уменьшается и постепенно увеличивается количество подроста ели последующего возобновления. Одновременно на открытых местах успешно возобновляется береза пушистая и единично сосна, ольха серая, ива. Под влиянием формирующегося молодняка снижается проективное покрытие сфагнума, почти полностью отмирает ситник и постепенно разрастается черника (табл. 7).

На 8–10 год после рубки фрагменты сфагнового типа вырубки трансформируются в фрагменты ланцетнойвейниково-сфагнового типа. В живом напочвенном покрове начинает преобладать вейник ланцетный. На 15-й год состав формирующегося молодняка был 8Б2Е, но после вырубки березы образовался начальный тип леса – ельник черничный влажный с составом 6Е4Б. При этом надо учесть тот факт, что даже при огромной численности березы ель предварительного возобновления занимает верхний ярус и именно она формирует будущий состав леса (табл. 8).

Через 32 года после рубки происходит окончательное формирование исходного типа леса – ельника черничного влажного. В живом напочвенном покрове преобладает черника, вейник представлен единично. На волоках, в местах разворота и по микропонижениям преобладает сфагнум, а по микроповышениям растет черника и зеленые мхи. Мощность сфагнового слоя достигает 25 см, что препятствует прорастанию семян, и в результате этого накопление последующего возобновления практически прекращается. Отсутствует возобновление и под пологом елового древостоя на лентах в связи с высокой сомкнутостью, там же отсутствует живой напочвенный покров. Диаметр ели на высоте 1.3 м – 20 см, высота – 19 м; береза (диаметр до 16 см) постепенно вытесняется елью и ее позиции сохраняются только на волоках и погрузочной площадке.

Итак, в образовании типов вырубок и начальных этапов леса на месте наиболее распространенных ельников-зеленомошников зоны смешанных лесов Русской равнины имеются свои особенности. В пределах каждого исходного типа леса формируются опеределенные типы вырубок или их фрагменты, оказывающие существенное влияние на возобновление и формирование древостоя с участием главной породы.

На месте ельника черничного свежего чаще всего образуются разнотравно-ситниковый, леснойвейниковый, вейниковый, ситниково-вейниковый и ситниковый типы вырубок или их фрагменты в различном соотношении, а на месте ельника черничного влажного –

сфагновый, ланцетновейниково-сфагновый, ситниково-щучковый и щучковый типы вырубков или их фрагменты.

После разработки лесосеки по технологии, предусматривающей укладку деревьев, позади валочной машины ЛП-19 образуются кратковременные разнотравно-ситниковый (Ечер.св.) и сфагновый (Ечер.вл.) типы вырубков. Формирование типов вырубков и образование начальных этапов леса определяется прежде всего размерами и встречаемостью фрагментов вырубков с неодинаковым повреждением почвы, с наличием подроста, подлеска и т.д.

На поврежденной почве в условиях ельника черничного свежего в первые годы после рубки образуется живой напочвенный покров с явным преобладанием ситника. Затем происходит смена ситника вейником тростниковидным, которая наиболее выражена на местах со слабоповрежденной почвой. Формирование напочвенного покрова на неповрежденной почве в значительной мере связано с наличием подроста ели и подлеска, их горизонтальной и вертикальной сомкнутости. В местах без подроста преобладает вейниковый покров. С давностью рубки и по мере формирования молодняка древесных пород вейниковые фрагменты вырубков сокращаются и постепенно исчезают. То же самое происходит и с парцеллами листовенных пород (береза повислая и осина), образовавшимися на поврежденной почве и в местах без подроста с неповрежденной почвой. Куртины и биогруппы сохраненного подроста ели составляют верхний ярус формирующегося молодняка. На 32 год после рубки состав древостоя – 8Е2Б+Ос; максимальные высота и диаметр – 21 м и 24 м.

В условиях ельника-черничника влажного на поврежденной поверхности почвы разрастается преимущественно сфагновый мох, который сменяется вейником ланцетным. При сильном уплотнении почвы в покрове преобладают ситник и щучка. В дальнейшем щучка постепенно вытесняет ситник. В мес-

тах с сохраненным подростом формируются биогруппы ели, а на участках с поврежденной почвой разрастается береза пушистая. По мере формирования молодняка происходит сокращение площади березовых куртин. Ее позиции сохраняются только на волоках и на погрузочной площадке. Через 32 года после рубки состав леса – 8Е2БедОл; высота – 19 м, диаметр на высоте 1,3 м – 20 см.

Библиографический список

1. Лесной Кодекс РФ. – 7-е изд. – М.: Ось-89, 2007. – 80 с.
2. Мелехов, И.С. Вопросы лесовыращивания Вологодско-Сухонского промузла / И.С. Мелехов – Новый север.(ОГИЗ-СевГИЗ). – 1937. – № 3. – С. 70–81.
3. Мелехов, И.С. О теоретических основах типологии вырубков / И.С. Мелехов // Лесной журнал. – 1958. – № 1. – С. 27–38.
4. Мелехов, И.С. Динамическая типология леса / И.С. Мелехов // Лесное хозяйство. – 1968. – № 3. – С. 15–21.
5. Обыденников, В.И. Географические особенности последствий сплошных рубок с использованием агрегатной техники / В.И. Обыденников // Лесное хозяйство. – 1996. – № 5. – С. 20–22.
6. Обыденников, В.И. Машина ЛП-19 на сплошнолесосечных рубках / В.И. Обыденников, Л.Н. Рожин // Лесное хозяйство. – 1977. – № 3. – С. 60–62.
7. Обыденников, В.И. Новые машины на лесосеке с подростом / В.И. Обыденников, С.В. Тавлинкин // Лесная пром-сть. – 1978. – № 5. – С. 28–29.
8. Обыденников, В.И. Смена растительного покрова в ельниках после сплошных рубок агрегатной техникой / В.И. Обыденников, А.В. Тибуков // Лесоведение. – 1996. – № 2. – С. 3–12.
9. Обыденников, В.И. Лесоводственная оценка работы машины ЛП-17 / В.И. Обыденников, В.В. Черныкевич // Лесохозяйственная информация. Вып. ЦБНТИлесхоз. – 1977. – № 6. – С. 9.
10. Побединский, А.В. Рубки и возобновление в таежных лесах СССР / А.В. Побединский. – М.: Лесная пром-сть, 1973.
11. Ткаченко, М.Е. Концентрированные рубки, эксплуатация и возобновление леса / М.Е. Ткаченко. – М.–Л.: Госиздат сельхоз- и колхозно-кооперативной литературы, 1931. – 173 с.
12. Тибуков, А.В. Формирование живого напочвенного покрова и возобновление леса после сплошных рубок / А.В. Тибуков // сб. науч. тр. – Вып. 274. – М.: МГУЛ, 1995. – С. 104–108.

НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ЛЕСА СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ РЕКРЕАЦИИ

А.Н. СОБОЛЕВ, *ст. науч. сотр. Соловецкого музея заповедника,*
П.А. ФЕКЛИСТОВ, *проф. каф. экологии и защиты леса АГТУ, д-р с.-х. наук*

feklistov@agtu.ru

Соловецкие острова расположены в акватории арктического Белого моря в 165 км от условной границы полярного круга. Через архипелаг проходит июльская изотерма 12 °С, на севере Европы маркирующая границу между северной тайгой и лесотундрой [6], что определяет своеобразие растительности Соловецких лесов. В то же время эти острова традиционно являются местом паломничества и туризма многих тысяч людей. За последнее десятилетие туристический поток на Соловки вырос практически в 5 раз. В аттрактивных центрах происходит значительная рекреационная дигрессия лесных сообществ [9]. Напочвенный покров, являясь тонким индикатором, в значительной степени характеризует особенности лесов на островах и влияние на них рекреации.

В основу исследования положены основные рекомендации по биогеоценотическим исследованиям [7]. В разных точках архипелага в наиболее представленных типах леса закладывались таксационные пробные площади [3], в пределах которых производили описание растений напочвенного покрова [1]. На каждой пробной площади для описания растений напочвенного покрова было заложено 15–20 площадок размером 0,5 × 0,5 м, что достаточно для выявления примерно 90 % всех видов в пределах конкретного выдела. Для пробных площадей, испытывающих рекреационное влияние, определялась стадия дигрессии [4]. Для растений определялось обилие по шкале Друде [8], которое в камеральных условиях переводилось в количественные показатели – баллы по шкале Браун-Бланке, как это рекомендуется Г. Вальтером [2]. Затем определялись средние значения количества видов, индекса Шеннона и показателя выравниваемости [5].

Представленные насаждения, в основном смешанные по составу, за исключением

древостоев в экстремальных условиях – березняки в прибрежной части моря, сосняки на бедных песчаных почвах (мохово-лишайниковые и брусничные типы леса) и в условиях застойного переувлажнения (кустарничково-сфагновые). Преобладают разновозрастные древостои возрастом выше 90 лет. Самые старые насаждения имеют возраст 265 лет. Для древостоев характерна низкая продуктивность (IV и ниже класс бонитета).

Среднее количество видов на пробных площадях для различных типов леса колеблется от 11 до 17 (табл. 1). Наиболее богатые – сосняки и ельники черничные (16–17 видов). Наиболее бедные – сосняки брусничные и мохово-лишайниковые, осинник разнотравный (11 видов). В последнем при высоких значениях количества видов в травяно-кустарничковом ярусе отсутствует мохово-лишайниковый ярус.

Значения количества видов выше для травяно-кустарничкового яруса и ниже для мохово-лишайникового.

В травяно-кустарничковом ярусе среднее количество видов в разных типах колеблется от 6 до 11. Наибольшее количество видов, примерно равное, в сосняках, ельниках и березняках черничных, а также в сосняке кустарничково-сфагновом и осиннике разнотравном (11 видов). Самыми бедными типами леса являются сухие сосняки брусничные и мохово-лишайниковые (6–7 видов).

В мохово-лишайниковом ярусе среднее количество видов колеблется от 2 до 7. Больше всего видов в сосняке черничном (7 видов) и березняке брусничном (6 видов). В осиннике разнотравном не было выявлено ни одного вида. Очень мало видов в березняке черничном (2 вида). В сосняке кустарничково-сфагновом выявлен *Dicranum scoparium* и виды рода *Shagnum*.

Т а б л и ц а 1
Количество видов растений
в различных типах леса

Типы леса	Трав.- куст. ярус	Мох- лиш. ярус	Общее число видов
Сосняк черничный	11	7	18
Сосняк брусничный	7	4	11
Сосняк мохово-лишайниковый	6	5	11
Сосняк кустарничково-сфагновый	11	–	–
Ельник черничный	11	5	16
Ельник брусничный	10	4	14
Березняк черничный	11	2	13
Березняк брусничный	10	6	16
Осинник разнотравный	11	0	11

Т а б л и ц а 2
Значения индекса Шеннона
в различных типах леса

Типы леса	Трав.- куст. ярус	Мох- лиш. ярус	Сред- нее
Сосняк черничный	1,79	1,37	1,58
Сосняк брусничный	1,36	1,13	1,25
Сосняк мохово-лишайниковый	1,43	1,23	1,33
Сосняк кустарничково-сфагновый	2,12	–	–
Ельник черничный	1,84	1,21	1,53
Ельник брусничный	2,03	0,96	1,50
Березняк черничный	2,10	0,62	1,36
Березняк брусничный	2,01	1,61	1,81
Осинник разнотравный	1,87	0,00	0,94
Среднее	1,82	0,85	–

Низкие показатели разнообразия демонстрирует и индекс Шеннона (табл. 2). Он колеблется в среднем в пределах от 0,94 до 1,81, что говорит о крайней бедности видового разнообразия. Максимальные средние значения индексов разнообразия свойственны березняку брусничному, соснякам и ельникам черничным, а минимальные – осиннику разнотравному и соснякам брусничному и мохово-лишайниковому.

В то же время значения индекса Шеннона свидетельствует о том, что травяно-кустарничковый ярус более разнообразен в сосняке кустарничково-сфагновом, в ельнике брусничного типа, а также во всех типах березняков.

Наименее разнообразными являются сосняки брусничный и мохово-лишайниковый. В мохово-лишайниковом ярусе наибольшим разнообразием отличаются сосняк черничный и березняк брусничный, наименьшим – березняк черничный и осинник разнотравный.

Показатели выравненности в большинстве находятся в пределах 0,67–0,92, что говорит о высокой выравненности растений по количеству. Значения этих показателей выше в травяно-кустарничковом ярусе и меньше – мохово-лишайниковом. Высокая степень выравненности свидетельствует о низкой межвидовой конкуренции.

Всего в представленных типах леса отмечено 68 видов (45 – в травяно-кустарничковом ярусе и 23 – в мохово-лишайниковом).

Наибольшего обилия в различных типах леса в травяно-кустарничковом ярусе достигают кустарнички – черника (*Vaccinium myrtillus*), брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), вороника (*Empetrum nigrum*), а также лерхенфельдия извилистая (*Lerchenfeldia flexuosa*). Значительное обилие имеют дерен шведский (*Chamaepericlymenum suecicum*), марьянник луговой (*Melampyrum pratense*), голубика (*Vaccinium uliginosum*), ожика волосистая (*Luzula pilosa*), линнея северная (*Linnaea borealis*). В мохово-лишайниковом ярусе наиболее обильны плеурозиум Шребера (*Pleurozium schreberi*), дикранум метловидный (*Dicranum scoparium*), гилокомиум блестящий (*Hylocomium splendens*). Значительное обилие имеют кладонии оленья (*Cladonia rangiferina*) и лесная (*Cladonia sylvatica*).

Для изучения влияния рекреации на лесные насаждения исследования проводились на пробных площадях в ельниках черничниках и сосняках зеленомошниках (черничных и брусничных типах леса) как наиболее распространенных на территории островов (ельники черничники занимают 37,4 % лесопокрытой площади, сосняки зеленомошники – 24,0 %).

Анализ количества видов на разных стадиях дигрессии (табл. 3) показал, что видовой состав напочвенного покрова крайне бедный, в травяно-кустарничковом ярусе на 1 стадии всего 7 видов, а в мохово-лишайниковом – 3 вида.

Т а б л и ц а 3

Изменение количества видов в ельниках черничниках и сосняках зеленомошниках по стадиям дигрессии

Стадия дигрессии	Ельники черничники		Сосняки зеленомошники	
	трав-куст. ярус	мох-лиш. ярус	трав-куст. ярус	мох-лиш. ярус
I	7	3	7	3
III	10	4	6	7
IV	8	4	–	–
V	5	2	3	2

Т а б л и ц а 4

Изменение индекса Шеннона в ельниках черничниках и сосняках зеленомошниках по стадиям дигрессии

Стадия дигрессии	Ельники черничники		Сосняки зеленомошники	
	трав-куст. ярус	мох-лиш. ярус	трав-куст. ярус	мох-лиш. ярус
I	1,48±0,09	0,84±0,11	1,56	0,78
III	1,79±0,12	0,91±0,14	1,40	1,20
IV	1,49±0,23	0,98±0,18	–	–
V	1,05±0,08	0,55±0,09	0,87	0,57

В ельнике черничнике с увеличением степени деградации количество видов травяно-кустарничкового яруса увеличивается до 10 на третьей стадии, а в мохово-лишайниковом ярусе – до 4 на 3–4 стадии рекреационной дигрессии. На 5 стадии дигрессии количество видов падает и достигает минимума как в травяно-кустарничковом ярусе (5 видов), так и в мохово-лишайниковом (2 вида).

Между стадиями дигрессии и количеством видов связь значительная и умеренная (корреляционное отношение $\eta = 0,57 \pm 0,090$ – для травяно-кустарничкового яруса, $\eta = 0,31 \pm 0,122$ – для мохово-лишайникового). Характер обратный и криволинейный, выражен параболой второго порядка ($y = -0,99x^2 + 5,33x + 2,88$ – травяно-кустарничковый ярус, $y = -0,28x^2 + 1,52x + 1,74$ – мохово-лишайниковый ярус)

В сосняке зеленомошнике с увеличением степени деградации количество видов в мохово-лишайниковом ярусе увеличивается на 3 стадии до 7, достигая максимума (при этом его значение становится выше, чем в травяно-кустарничковом ярусе), а количество видов травяно-кустарничкового яруса постепенно уменьшается. На 5 стадии дигрессии количество видов падает и достигает минимума как в травяно-кустарничковом ярусе (3 вида), так и в мохово-лишайниковом (2 вида).

Анализ видового разнообразия по стадиям рекреационной дигрессии (табл. 4) показывает, что видовое разнообразие на разных стадиях дигрессии низкое, индекс Шеннона колеблется от 0,87 до 1,79 в травяно-кустарничковом и от 0,55 до 1,20 в мохово-лишайниковом ярусе.

В ельниках черничниках индекс Шеннона в травяно-кустарничковом ярусе увеличивается от ненарушенных сообществ к фитоценозам 3 стадии рекреационной дигрессии, а затем уменьшается к 5 стадии, в мохово-лишайниковом ярусе наиболее высокое значение индекса Шеннона наблюдается на 4 стадии. Таким образом, умеренные воздействия рекреантов на напочвенный покров увеличивают видовое разнообразие. При этом мохово-лишайниковый ярус замедленно реагирует на рекреационное воздействие. Наиболее низкий индекс Шеннона наблюдается на 5 стадии.

Теснота связи между стадиями дигрессии и индексом Шеннона значительная и умеренная (корреляционное отношение $\eta = 0,58 \pm 0,090$ – для травяно-кустарничкового яруса, $\eta = 0,36 \pm 0,117$ – для мохово-лишайникового). Характер обратный и криволинейный, выражен параболой второго порядка ($y = -0,13x^2 + 0,65x + 0,95$ – травяно-кустарничковый ярус, $y = -0,07x^2 + 0,33x + 0,58$ – мохово-лишайниковый ярус).

В сосняках зеленомошниках индекс Шеннона максимальный в травяно-кустарничковом ярусе на 1 стадии дигрессии, затем он постепенно падает до 1,40 на 3 стадии и до 0,87 на 5 стадии. В мохово-лишайниковом ярусе он растет с 0,78 на 1 стадии до 1,20 на 3 стадии, а затем падает до 0,57. Минимальных значений индекс Шеннона достигает на 5 стадии дигрессии, на вытопанных участках.

Для всех стадий характерна высокая выравненность количества растений (показатель выравненности в основном принимает значения от 0,71 до 0,86).

От 1 стадии рекреационной дигрессии к 5 идет смена видового состава и видов доминант. В ельнике черничнике в травяно-кустарничковом ярусе среди доминант происходит смена черники (*Vaccinium myrtillus*) к лерхенфельдии (*Lerchenfeldia flexuosa*) и далее к луговику дернистому (щучке) (*Deschampsia caespitosa*) и осоке черной (*Carex nigra*). При этом происходит постепенная утрата ряда лесных видов, в видовом составе достигают значительного обилия осоки, злаки, клевера. В мохово-лишайниковом ярусе происходит смена доминирования ритидиадельфа трехгранного (*Rhytidiadelphus triquetrus*) дикранумом метловидным (*Dicranum scoparium*). Падает обилие видов этого яруса ниже 0,10 баллов.

В сосняке-зеленомошнике в травяно-кустарничковом ярусе на 1 стадии преобладают черника (*Vaccinium myrtillus*) и брусника (*Vaccinium vitis-idaea*), на 3 стадии происходит смена доминанта в сторону вороники (*Empetrum nigrum*), а на 5 стадии доминирует опять брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) как сравнительно устойчивый к рекреационной дигрессии вид. При этом происходит постепенная утрата ряда лесных видов, в видовом составе на 5 стадии появляется клевер ползучий (*Trifolium repens*). В мохово-лишайниковом ярусе происходит смена доминирования плеурозиума Шребера (*Pleurozium schreberi*) уже на 3 стадии дикранумами – метловидным (*Dicranum scoparium*) и многоножковым (*Dicranum polysetum*).

Таким образом, различные типы леса (в т.ч. на разных стадиях дигрессии) на Соловках отличаются низким видовым разнообразием растений (всего в среднем на пробных площадях представлено 11–17 видов, индекс Шеннона колеблется в среднем от 0,94 до 1,81). Преобладают растения травяно-кустарничкового яруса. Для фитоценозов характерна высокая выравненность обилия видов (показатель выравненности в основном принимает значения от 0,67 до 0,92). Наиболее богатые типы леса – ельники и сосняки черничники, березняк брусничный.

Наиболее бедные – сосняки мохово-лишайниковый и брусничный, осинник разнотравный. В лесах преобладают кустарнички (черника, брусника, вороника), лерхенфельдия, плеурозиум Шребера, дикранум метловидный, гилокомиум блестящий. Умеренные воздействия рекреантов на напочвенный покров увеличивают видовое разнообразие. В ельнике черничнике разнообразие (индекс Шеннона и количество видов) увеличивается от ненарушенных сообществ к фитоценозам 3–4 стадии рекреационной дигрессии, а затем уменьшается к 5 стадии. В сосняке зеленомошнике максимальные значения разнообразия (индекса Шеннона и количество видов) достигаются на 1–3 стадии дигрессии. Происходит смена доминантных видов в сторону более устойчивых – луговики, осок, брусники, дикранумов.

Библиографический список

1. Астрологова, Л.Е. Методические указания к проведению полевой практики по ботанике / Л.Е. Астрологова, Г.Б. Горгинский. – Архангельск: РИО АЛТИ, 1980. – 32 с.
2. Вальтер, Г. Общая геоботаника / Г. Вальтер. – М.: Мир, 1982. – 264 с.
3. Гусев, И.И. Лесная таксация: учебное пособие к проведению полевой практики И.И. Гусев, В.И. Калинин. – Л.: ЛТА, 1988. – 61с.
4. Казанская, Н.С. Рекреационные леса / Н.С. Казанская, В.В. Ланина, Н.Н. Марфенин. – М.: Лесная пром-сть, 1977. – 96 с.
5. Одум, Ю. Экология / Ю. Одум. В 2 т. – Т. 2. – М.: Мир, 1986. – С. 133.
6. Природная среда Соловецкого архипелага в условиях меняющегося климата / Под ред. Шварцмана Ю.Г., Болотова И.Н. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 184 с.
7. Сукачев, В.Н. Программа и методика биогеоэкологических исследований / В.Н. Сукачев, Н.В. Дылис. – М.: Наука, 1966. – 332 с.
8. Уранов, А.А. О методике Друде / А.А. Уранов // Бюлл. Московского общества испытателей природы, отд. биол. 1935. – Т. 44. – Вып. 1–2. – С. 18–28.
9. Шабунина, Л.Н. Определение возможной рекреационной нагрузки на Соловецком архипелаге с учетом современного состояния природных ландшафтов / Л.Н. Шабунина // Вестник Поморского университета. Серия естественные и точные науки. – 2003. – № 1. – С. 37–41.

ВЛИЯНИЕ ОБНОВИТЕЛЬНЫХ РУБОК УХОДА НА НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МИКРОКЛИМАТА В ЕЛЬНИКАХ ЧЕРНИЧНЫХ

Д.Н. ТОРБИК, *асп. АГТУ,*

П.А. ФЕКЛИСТОВ, *проф. каф. экологии и защиты леса АГТУ, д-р с.-х. наук*

feklistov@agtu.ru

Успех проведения рубок ухода в значительной степени зависит от того, насколько правильно произошло изменение лесной обстановки в том или ином насаждении, насколько соответствуют новые условия среды росту и развитию оставшихся на корню деревьев.

Имеется достаточно сведений, подтверждающих изменение метеорологических факторов в хвойных насаждениях после проведения в них рубок ухода [5, 6, 9, 10], но все они относятся к насаждениям, пройденным рубками ухода равномерно по площади. На сегодняшний день остается практически неизученным вопрос об изменениях экологических факторов по площади, пройденной коридорными рубками ухода, а именно вдоль линий, расположенных перпендикулярно волокам.

Нами были исследованы ельники черничные в районе Малых Карел (Архангельское участковое лесничество), рубки обновления в которых осуществлялись в 2002 г., при этом технологические коридоры (волока) шириной 4–5 м прорубали через каждые 30–40 м в направлении восток–запад.

Для изучения изменения экологических факторов в связи с рубками ухода нами были проведены микроклиматические исследования согласно методическим указаниям [1, 4, 8], при этом использовали линейный метод измерений [7]. По трансектам, расположенным перпендикулярно волокам, на различных расстояниях от границы пасака-волока закладывали контрольные точки, на которых систематически делали необходимые замеры. На волоках точки были заложены в центре и у краев волоков, на пасаках – на расстояниях 2, 4, 8, 12 м от границы пасака-волока и в центрах пасаков. Это позволило проследить изменение метеофакторов по площади лесосеки. В качестве показателей, характеризующих экологические условия и средообразующие

свойства леса на участках рубок ухода, выбраны: освещенность, температура и влажность воздуха. В течение вегетационного периода серия замеров температуры и влажности воздуха на высоте 0,15 м и 1,3 м от поверхности почвы проводилась 2–3 раза в месяц при помощи метеостанции WS 3600. Замеры освещенности осуществлялись эпизодически в условиях безветренной погоды в дневные часы на высоте 1,3 м люксметром Ю-16, дающим представление о потоке лучистой энергии видимой части солнечного спектра.

Исследования показали, что обновительные рубки ухода существенным образом изменяют световой режим в насаждениях (рис. 1). Источником освещения при таком способе рубок становятся волока, освещенность на которых в 1,4 раза выше, чем на пасаках. Интенсивность освещенности на волоках зависит от их ширины. С увеличением ширины волока на 1 м освещенность на волоке увеличивается на 100 лк.

На пасаке значения освещенности изменяются в зависимости от расстояния от границы пасака-волока. Наибольшие средние значения освещенности отмечены на краях пасаки, по мере продвижения к центральной части пасаки освещенность постепенно уменьшается: на расстоянии 4 м от волока в среднем на 0,4 тыс. лк, на расстоянии 8 м – еще на 0,15 тыс. лк и достигает наименьших значений на расстоянии 12 м от южного края волока, где освещенность в 1,4 раза ниже освещенности пасаки у границы с волоками.

Радиационный баланс, а, следовательно, и освещенность, оказывает влияние на термический режим воздуха и, как следствие, тепловой режим почвы.

Анализ температурного режима на высоте 1,3 м и 0,15 м от поверхности почвы показал, что температура в припочвенном слое воздуха всегда выше температуры воздуха на высоте 1,3 м (рис. 2).

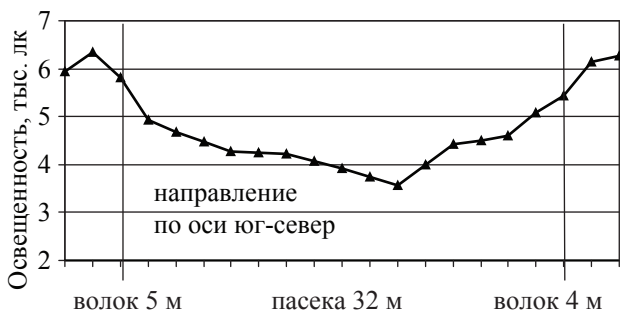


Рис. 1. Изменение освещенности по площади лесосеки (единица измерения интервала по оси x – 2 м)

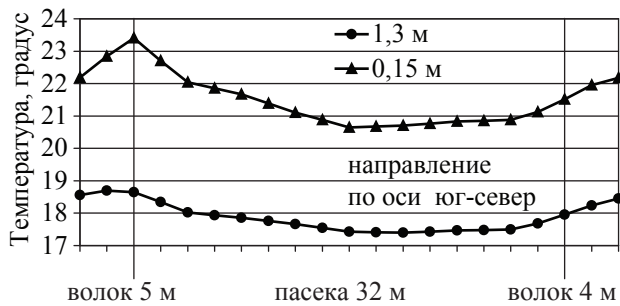


Рис. 2. Изменение температуры воздуха по площади лесосеки на различных высотах (единица измерения интервала по оси x – 2 м)

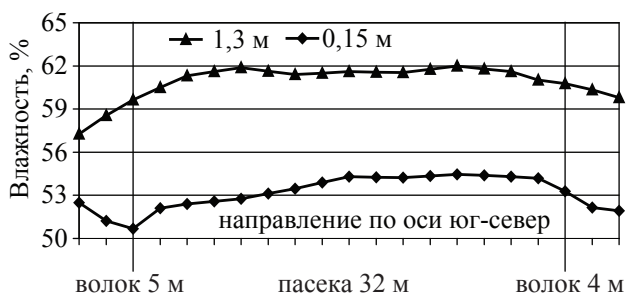


Рис. 3. Изменение влажности воздуха по площади лесосеки на различных высотах (единица измерения интервала по оси x – 2 м)

Наибольшая разница температур на различных высотах наблюдается на волоках – 3,6–4,7 °С, средняя разница для пасеки составляет 3,5 °С. Меньше всего различаются температуры на высоте 1,3 м и 0,15 м в северной части пасеки (центр пасеки – расстояние 8 м от края волока), здесь разница составляет 3,3 °С.

Из рис. 2 видно, что в дневное время воздух на лесосеке прогревается неравномерно. Наибольшие значения температуры воздуха в течение всего периода наблюдения отмечались на волоках, причем значения температуры воздуха на различных участках волоков существенно отличаются. На северном краю волока воздух, как правило, на 0,3 °С

(1,3 м) и на 0,9 °С (0,15 м) выше, чем на южном краю, и на 0,2 °С (1,3 м) и 0,5 °С (0,15 м) теплее воздуха центральной части волока. Повышение температуры на северном краю волока можно объяснить его большей освещенностью в часы наблюдений. Температура воздуха на волоках также зависит от их ширины. Так, на волоке шириной 5 м средневенная температура на 0,5 °С (1,3 м) и на 0,9 °С (0,1 м) выше соответствующих температур на волоке шириной 4 м.

Исследования температурного режима воздуха в различных частях пасеки позволили выявить следующие закономерности. Температура воздуха на пасеке в целом на 0,8 °С (1,3 м) и 1,2 °С (0,15 м) ниже соответствующих температур на волоках. По мере удаления от границы пасека–волок температура воздуха как на высоте 1,3 м, так и на уровне напочвенного покрова постепенно уменьшается и достигает минимальных значений в центральной части пасеки. В южной части пасеки эти изменения более выражены. Так, температура воздуха при продвижении от южного края пасеки к центру в среднем уменьшается на высоте 1,3 м на 0,9 °С, а на высоте 0,15 м на 2 °С, в северной части пасеки, на 0,3 °С и 0,4 °С соответственно. Наибольшая средняя температура воздуха на пасеке отмечена на полосе шириной 12 м, прилегающей к северному краю волока. На этом участке лесосеки воздух на высоте 1,3 м прогревается на 0,3–0,9 °С лучше, чем воздух центральной части пасеки. Температура припочвенного слоя воздуха здесь на 0,4–2,0 °С выше соответствующего значения в центре пасеки.

Наблюдения за показателями влажности воздуха на высоте 1,3 м и 0,15 м вдоль линий, расположенных перпендикулярно волокам, позволили выявить ряд закономерностей в изменениях значений влажности воздуха по площади, пройденной рубками обновления.

Исследования показали, что на высоте 1,3 м влажность воздуха выше, чем на уровне напочвенного покрова (рис. 3). Разница относительной влажности на высоте 1,3 м и на уровне напочвенного покрова составляет: на волоках 7,4 %, на пасеках – 7,8 %.

В дневное время влажность воздуха на волоках обычно на 2,1 % (1,3 м) и 1,7 % (0,15 м)

ниже, чем на пасаках. Повышение относительной влажности на пасаках можно объяснить увеличением проективного покрытия растений травяно-кустарничкового яруса [2]. Растения испаряют большее количество воды и тем самым обогащают водяным паром приземный слой атмосферы, в нем наблюдается повышенное влагосодержание воздуха по сравнению с волоками, на которых проективное покрытие растений меньше. Увеличению влажности воздуха на пасаках способствует еще и уменьшение растительным покровом скорости ветра, а следовательно, и турбулентной диффузии пара [3], а также более низкие температуры воздуха и почвы [10].

Из рис. 3 видно, что наименьшие значения влажности воздуха отмечены на волоке шириной 5 м (влажность воздуха на высоте 1,3 м на 3 %, а на высоте 0,15 м на 2,2 % ниже соответствующих значений на пасеке). На волоке шириной 4 м относительная влажность воздуха всего на 1,2 % (на высоте 1,3 м) и на 1,1 % (на уровне напочвенного покрова) меньше влажности пасеки. Таким образом, с увеличением ширины волока влажность воздуха на нем понижается.

На пасеке закономерности изменения средних за период наблюдения показателей влажности воздуха на различных высотах несколько отличаются. На высоте 1,3 м наименьшие значения влажности наблюдаются на краях пасеки, причем на южном краю относительная влажность воздуха на 0,5 % ниже, чем на северном. По мере удаления от границ пасека–волок относительная влажность воздуха постепенно повышается и достигает максимальных значений на расстоянии 8 м от волоков. В центральной части пасеки влажность воздуха немного снижается, здесь она на 0,5 % меньше максимальных значений для этой высоты.

Анализ изменения показателей влажности воздуха на высоте 0,15 м по площади пасеки показывает, что наименьшие значения влажности наблюдаются на южном краю пасеки. По мере удаления от южной границы пасека–волок влажность воздуха постепенно повышается в сумме на 2,4 % и достигает максимальной величины на расстоянии 8 м от южного края волока. На полосе шириной 4 м вдоль северной границы пасека–волок влажность

воздуха снова снижается, но менее значительно – на северном краю пасеки влажность всего на 0,3 % меньше максимального значения.

В среднем за период наблюдения наибольшие значения относительной влажности воздуха отмечены на расстоянии 8 м от южного края волока. Наименьшие – на полосах шириной 4 м и 2 м вдоль северного и южного краев волока соответственно.

Таким образом, характерной особенностью фитолимата насаждений в связи с обновительными рубками ухода является изменение показателей метеофакторов по площади лесосеки.

1. Источником освещения при таком способе рубок становятся волока, на которых освещенность в 1,3–1,5 раз выше освещенности пасек. Влияние волоков на освещенность пасеки прослеживается по всей ширине последней. Наименее освещенным является участок пасеки на расстоянии 12 м от южного края волока, с уменьшением расстояния до волоков освещенность пасеки постепенно увеличивается.

2. Температура воздуха на волоках на 0,8 °С (1,3 м) –1,2 °С (0,15 м) выше, чем на пасеке. На пасеке, на полосе шириной 12 м вдоль северного края волока, в дневные часы создается зона наибольшего прогревания воздуха. Температура воздуха на высоте 1,3 м и 0,15 м от поверхности почвы изменяется в пространстве синхронно, но вблизи почвы ее значения в среднем выше на 3,6 °С.

3. Микроклимат на волоках, по сравнению с пасаками, характеризуется пониженной относительной влажностью воздуха (влажность воздуха на волоках на 1,7–2,1 % ниже влажности на пасаках). Наибольшее влияние волоков на влажность воздуха пасеки проявляется на высоте 1,3 м – в полосе шириной 4 м вдоль северного края волока, на уровне напочвенного покрова – в южной части пасеки. На уровне напочвенного покрова влажность воздуха в среднем на 7,4–7,8 % меньше, чем на высоте 1,3 м.

Библиографический список

1. Бабич, Н.А. Лесная метеорология: лабораторный практикум / Н.А. Бабич, Н.П. Гаевский, Г.И. Травникова. – Архангельск: РИО АГТУ, 1995. – 76 с.

2. Бурова, Н.В. Антропогенная трансформация пригородных лесов / Н.В. Бурова, П.А. Феклистов. – Архангельск: АГТУ. 2007. – 264 с.
3. Лосев, А.П. Агрометеорология / А.П. Лосев, Журинина Л.П. – М.: Колос, 2001. – 304 с.
4. Косарев, В.П. Лесная метеорология / В.П. Косарев, В.И. Таранков. – М.: Экология, 1991. – 176 с.
5. Савин, Е.Н. Коридорный уход за елью в елово-лиственных насаждениях / Е.Н. Савин // Лесное хозяйство, 1963. – № 2. – С. 10–15.
6. Савина, А.В. Физиологическое обоснование рубок ухода / А.В. Савина. – М.–Л.: Госпромиздат, 1961. – 100 с.
7. Софронов, М.А. О “линейном” методе описаний и измерений при изучении лесной растительности / М.А. Софронов, Волокитина А.В. // Лесной журнал. 1997. – № 4. – С. 52–57.
8. Чертовской, В.Г. Практическое пособие по исследованию предтундровых лесов / В.Г. Чертовской, В.А. Семенов и др. – Архангельск: АИЛиЛХ. 1977. – 35 с.
9. Чибисов, Г.А., Вялых Н.И., Минин Н.С. Рубки ухода за лесом на Европейском Севере: практическое пособие / Г.А. Чибисов, Н.И. Вялых, Н.С. Минин. – Архангельск, 2004. – 128 с.
10. Рубки ухода и фитоклимат: монография / Г.А. Чибисов, А.И. Нефедова. – Архангельск, 2007. – 266 с.

90-ЛЕТНИЙ ОПЫТ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В БУЗУЛУКСКОМ БОРУ

П.Г. МЕЛЬНИК, *доц. каф. лесоводства и подсочки леса МГУЛ, канд. с.-х. наук,*

И.Н. СМИРНОВ, *руководитель Боровой ЛОС ВНИИЛМ,*

Л.В. КАМЫШОВА, *ст. науч. сотр. Боровой ЛОС ВНИИЛМ*

melnik@mgul.ac.ru

Географические культуры являются основным средством для изучения географической изменчивости наследуемых свойств лесных пород [8]. Опыты с ними позволяют определить характер географического распределения популяций определенного вида в далеком прошлом. А так как не существует лучшего способа определения свойств различных географических происхождений, то опыты с географическими культурами в настоящее время являются важнейшим, а часто и единственным основанием для рекомендаций по использованию того или иного источника репродуктивного материала [15].

В России такую природную лабораторию основал в 1878 г. профессор М.К. Турский в Лесной даче Петровской земледельческой и лесной академии под Москвой. В период с 1910 по 1916 гг. по инициативе и под руководством В.Д. Огиевского на территории европейской части СССР была создана обширная система географических культур сосны обыкновенной, а также было заложено несколько опытов с лиственницей и дубом.

Мысль о необходимости постановки таких опытов возникла у В.Д. Огиевского задолго до того, как представилась возможность их осуществления в связи с назначением его в 1909 г. заведующим Центральной

контрольной и опытной станцией древесных семян. Так, еще в июне 1898 г. на IX Всероссийском лесохозяйственном съезде в Самаре он заявил: «...интересно сравнить различия качества семян не от величины семян, а от различия местностей, откуда семена взяты, например, в Тульской губернии семена могут быть из Костромской или Харьковской губерний. Важно выяснить разницу, которая окажется в саженцах, полученных от таких семян, взятых из различных местностей. Этим вопросом заинтересованы и за границей – на австрийских и швейцарских опытных станциях производятся соответствующие опыты. К нам неприменимы их результаты, потому что там не может быть такой огромной разницы в условиях местности, таких изменений температуры, какие наблюдаются у нас» [11].

В Бузулукском бору заложено две серии опытов с географическими культурами сосны обыкновенной в 1914–1916 гг. и в 1976 г., в общей сложности создано пять объектов. Значительный научный и производственный интерес представляют объекты по испытанию климатипов сосны, заложенные А.П. Тольским по программе Центральной контрольной и опытной станции древесных семян в 1914–1916 гг. на четырех участках: один – на дюнных песках в кв. 26 в мшистом сосняке

и три участка на черноземовидных супесях в кв. 75 и 84 в припойменном сосняке. На всех участках выращенные в местном питомнике двухлетние сеянцы высаживались по сплошь обработанной почве с размещением посадочных мест $1,5 \times 0,75$ аршина ($1,07 \times 0,53$ м, густота посадки – 17,6 тыс. шт./га).

Предыдущий анализ состояния, роста и качества климатипов был сделан С.З. Никоновым (1926, 1928), В.А. Шишкиным и Г.В. Чесноковым (1936), Г.Г. Юнашом (1953) и А.А. Хировым (1974). Посадки в кв. 84 с климатипами из Франции, Богемии, Венгрии, Тироля и Польши погибли молодыми. На другом участке в кв. 75, погибшем к семидесятым годам от корневой губки, размещалась коллекция из 22 лесничеств 17 губерний России. Это был единственный участок с полной характеристикой древостоев, где заготавливались семена. Имеющиеся в архиве материалы прежних исследований вместе с публикациями С.З. Никонова (1928) и Г. Юнаша (1953) позволяют оценить климатипы этих уникальных культур. К 15 годам на объекте сохранилось 41–79 % (Никонов, 1926; 1928), а к 24 годам – 24–46 % [13] высаженных сосен. Снижение сохранности было минимальным у казанского, киевского и бузулукского экотипов и максимальным – у вятского (38 %) и пермского (46 %). К наихудшим по росту климатипам относились: архангельский, пермский, вятский, уфимский, волынский и киевский. Местная сосна росла лучше других, но со II класса возраста с ней начали конкурировать орловская, тамбовская и владимирская сосна.

В Боровом опытном лесничестве в данное время сохранилось два участка географических культур сосны, заложенных в 1915 и 1916 гг.

В кв. 84 Борового опытном лесничестве объект заложен в 1915 г. на территории старого питомника (поляна в припойменном бору). Были высажены сеянцы из семян Архангельской, Вятской, Тамбовской, Казанской, групп западных губерний и Бузулукского бора (Самарская губерния). К 1972 г. сохранилось сосен от 2,5 % (Архангельская губерния) до 22,5 % (Казанская и Самарская губерния). Рост сосны из семян северного происхожде-

ния (Архангельская губерния) значительно хуже, чем деревьев, полученных из семян местных и центральных районов России [1].

В кв. 26 Борового опытном лесничестве опытный участок XI, площадью 1,5 га заложен в 1916 г. в типе леса мшистый сосняк. В связи с большей представленностью экотипов, размеров пробных площадей и длительностью исследований на объекте анализ полученных результатов исследований проводится только для последнего объекта.

Географические культуры сосны обыкновенной второй серии опытов заложены в кв. 107 Красно-Зорькинского лесничества Управления лесами «Бузулукский бор» в Борском районе Самарской области (пункт закладки по государственному реестру № 27) по общесоюзной программе и методике [9]. Общая площадь культур – 21,4 га.

В посадках представлены 40 экотипов из 27 лесосеменных районов и подрайонов, согласно действующему районированию [2]. Все экотипы имеют по 3 повторности кроме экотипа № 57 (4 повторности) и № 86 (1 повторность). Размер блоков – 0,10 га, 0,15 га и 0,25 га.

Рельеф участка, занятого культурами, по нивелировке 1977 г. волнистый с общим подъемом в северном направлении. Понижения (условные отметки 1,0–3,0 м) занимают 31 % блоков и повышения (условные отметки 6,0–8,0 м) – 11 % блоков.

Почва на участке легкосупесчаная, подстилаемая мелкозернистым песком. Мощность гумусового горизонта на эродированных (сдутых) почвах – около 30 см, на обычных – 69–100 см, а на погребных вместе с золовым наносом превышает 200 см.

Культуры посажены 21–27 апреля 1976 г. с размещением $2,5 \times 0,75$ м (5,3 тыс. шт./га) агрегатом из двух СЛЧ-1. Дополнение культур 14–18 апреля 1977 г. (под меч Колесова трехлетними сеянцами) оказалось малоэффективным из-за сильной засухи в апреле, мае и июне.

За первые три года посадки сильно пострадали от выдувания ветром и личинок майского хруща, а в 1983–1985 гг. – от лосей. Многократное повреждение лосями привело к суховершинности и облому сухих вершинок на высоте до 2 м от почвы, с образова-

нием кустообразных сосен (в среднем 22,3 %; от 3,5 % – экотипе семипалатинском, до 61 % – в литовском).

С целью получения объективных данных о сравнительной успешности роста и продуктивности испытываемых провинциенций сосны рассчитывался суммарный показатель целесообразности интродукции, или внедрения конкретных провинциенций [3]. Дополнительно для объективной оценки роста провинциенций использовался индекс оценки потомств [10].

$$I = a_1 I_1 + a_2 I_2 + a_3 I_3 + \dots + a_n I_n,$$

где $a_1 \dots a_n$ – коэффициент веса (значимости) признаков;

$I_1 \dots I_n$ – члены индекса отдельных признаков.

$$I = (b_{oi} - b_0) / \sigma,$$

где b_0 – среднее значение по опыту;

σ – стандартное отклонение b_{oi} по опыту.

На объекте географических культур (кв. 26) в 13-летнем возрасте [5] и в 35-летнем [14] отмечали превосходство местной сосны по сохранности и росту. В 58-летнем возрасте, по данным А.А. Хирова (1974), преимущество местной сосны не было бесспорным (табл. 2).

По данным таксации, выполненной в 2004 г., в 88-летнем возрасте лучшими по росту в высоту и по диаметру являлись экотипы сосны из Черниговской, Казанской, Пермской (Чердымское лесничество) и Витебской губерний. Лидировали по запасу стволовой древесины Владимирская и Черниговская губернии по сравнению с контролем. Местная бузулукская сосна не отличается явным преимуществом по анализируемым показателям, отличительной особенностью является только наибольшее число сохранившихся стволов на 1 га (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Таксационная характеристика 88-летних географических культур сосны обыкновенной в Бузулукском бору

№ Блока	Происхождение семян (губерния, лесничество)	Среднее		Класс бонитета	G, м ² /га	N, шт./га	M, м ³ /га
		H, м	D, см				
I	Пермская, Чердымское	24,4	23,1	II	35,81	810	401
II	Новгородская, Залугское	23,4	22,8	II	32,15	730	347
III	Пермская, Талицкое	23,1	22,5	II	27,25	626	293
IV	Нижегородская, Лыковское	22,8	22,0	II	45,03	1101	487
V	Владимирская, Тихановское	23,5	21,9	II	47,05	1169	521
VI	Витебская, Велижское	24,1	21,6	II	36,18	902	409
VII	Новгородская, Валдайское	21,5	21,2	III	37,22	943	401
VIII	Черниговская, Собичское	25,6	26,1	I	43,27	734	514
IX	Казанская, Царевское	25,3	24,0	I	34,79	706	404
X	Казанская, Кокшайское	24,1	23,7	II	40,80	850	482
XIII–XIV	Самарская, Боровое опытное	22,8	21,2	II	44,25	1135	496

Т а б л и ц а 2

Показатели роста 88-летних географических культур сосны в Бузулукском бору

Происхождение (губерния, лесничество)	58 лет				88 лет				$I_{58} + I_{88}$	Ранг ($I_{58} + I_{88}$)
	$H_{ср}$, м	$D_{ср}$, см	M, м ³ /га	Ранг, I_{58}	$H_{ср}$, м	$D_{ср}$, см	M, м ³ /га	Ранг, I_{88}		
Черниговская, Собичское	17,4	18,2	237	1	25,6	26,1	514	1	3,12	1
Казанская, Кокшайское	17,6	16,2	337	2	24,1	23,7	482	3	1,85	2
Пермская, Чердымское	18,1	16,2	256	3	24,4	23,1	401	5	1,11	3
Казанская, Царевское	16,2	15,6	198	7	25,3	24,0	404	2	0,7	4
Владимирская, Тихановское	15,4	15,2	263	6	23,5	21,9	521	4	0,24	5
Самарская, Боровое опытное	17,1	14,2	302	4	22,8	21,2	496	8	0	6
Витебская, Велижское	16,2	15,9	196	5	24,1	21,6	409	7	-0,12	7
Нижегородская, Лыковское	15,0	15,1	234	8	22,8	22,0	487	6	-0,36	8
Новгородская, Валдайское	15,4	15,1	191	9	21,5	21,2	401	11	-1,49	9
Новгородская, Залугское	13,4	14,4	125	11	23,4	22,8	347	9	-1,79	10
Пермская, Талицкое	13,3	15,9	110	10	23,1	22,5	293	10	-1,83	11

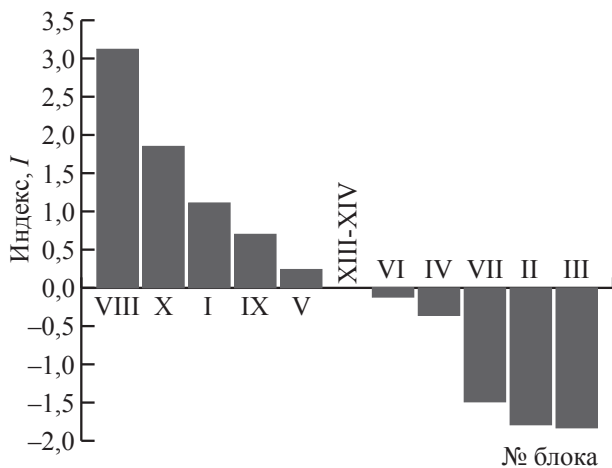


Рис. 1. Целесообразность внедрения экотипов по данным 88-летних географических культур сосны в Бузулукском бору

Для географических культур сосны в Бузулукском бору были рассчитаны индексы оценки потомств для 58 и 88 лет по средней высоте, среднему диаметру и запасу стволовой древесины на одном гектаре (табл. 2, рис. 1).

Как видно из данных табл. 2, ранги климатипов меняются в процессе онтогенеза. Климатипы, имеющие наилучшие позиции в 88 лет, не всегда имели такое положение в 58 лет. Наибольшую возрастную стабильность проявляют провинциции сосны обыкновенной из Черниговской и Пермской (Талицкое лесничество) губерний, однако если первая занимает уверенно лидирующие позиции, то вторая отличается плохим ростом по всем показателям роста и продуктивности.

Для анализа роста географических культур сосны, заложенных в 1976 г. в кв. 107 Красно-Зорькинского лесничества, в августе 2006 г. были отобраны повторности, где деревьев с неискривленными стволами из-за повреждений лосями, т.е. без кустообразных, суховершинных, сухих, было в блоке от 108 шт. (68 Кировский экотип) до 567 шт. (55 Воронежский экотип). На первой повторности и ряде экотипов второй и третьей повторности лесхозом проведены рубки ухода, такие экотипы также были исключены из анализа. На большинстве осмотренных участков рубки ухода носят приисковый характер, что ставит под сомнение объек-

тивность полученного материала на блоках, пройденных уходом, а также существуют серьезные опасения утраты научной ценности самого объекта географических культур сосны обыкновенной. Таким образом, для исследований были взяты 33 экотипа, охватывающие все лесосеменные районы, представленные на объекте.

На момент проведения исследований географические культуры сосны находились в фазе формирования стволов. Начало этой фазы характеризуется завершением отпада (особенно сильного в перегущенных насаждениях) и дальнейшим интенсивным накоплением столового запаса. Ее завершение совпадает с ослаблением роста в высоту, сильным очищением ствола от сучьев [7].

Согласно полученным таксационным характеристикам (табл. 3) видно, что в 30 лет показатели роста и продуктивности:

1) отличные, имеют экотипы – 37 Киевский, 38 Сумской, 48 Костромской, 50 Рязанский, 56 Воронежский, 62 Волгоградский, 67 Удмуртский, 123 Кустанайский;

2) хорошие, имеют экотипы – 25 Латвийский, 57 Пензенский, 83 Бузулукский, 86 Новосибирский, 125 Семипалатинский;

3) средние, имеют экотипы – 26 Литовский, 33 Ровенский, 41 Смоленский, 54 Тамбовский, 55 Воронежский, 59 Ульяновский, 64 Саратовский, 65, 66а Татарский, 76, 77 Свердловский, 79 Курганский, 124 Кокчетавский;

4) неудовлетворительные, имеют экотипы – 42 Тверской, 43 Московский, 45 Нижегородский, 49 Калужский, 68 Кировский, 71 Башкирский, 78 Свердловский.

Для географических культур сосны в Бузулукском бору были рассчитаны индексы оценки потомств для 14 и 30 лет по средней высоте, среднему диаметру и запасу стволовой древесины на одном гектаре (табл. 4, рис. 2).

Как видно из табл. 4, ранги экотипов меняются в процессе онтогенеза. Наибольшую возрастную стабильность проявляют провинциции сосны обыкновенной из Киевской, Кустанайской, Самарской, Семипалатинской, Новосибирской, Пензенской, Калужской, Свердловской (Ивдельский) областей.

Таксационная характеристика 30-летних географических культур сосны обыкновенной в кв. 107 Красно-Зорькинского лесничества

№ эко- типа	Происхождение семян (республика, область, лесхоз)	Средние		Класс бонитета	G, м ² /га	N, шт./га	M, м ³ /га
		H, м	Д, см				
25	Латвия, Яулненговский	14,1	15,8	Ia	41,53	1955	321
26	Литва, Пренайский	14,5	16,3	Ia	30,40	1355	235
33	Ровенская, Дубровицкий	13,1	15,2	I	33,92	1677	248
37	Киевская, Бориспольский	16,9	16,7	Ia	53,85	2319	470
38	Сумская, Свесский	15,0	17,4	Ia	39,48	1545	314
41	Смоленская, Рославский	13,9	16,4	Ia	39,02	1705	293
42	Тверская, Бежецкий	10,0	13,4	II	30,58	1962	182
43	Московская, Куровской	12,7	15,4	I	28,38	1401	201
45	Нижегородская, Городецкий	13,5	13,3	I	28,11	1769	206
48	Костромская, Костромской	15,6	17,9	Ia	42,39	1419	365
49	Калужская, Калужский	12,3	15,2	I	28,74	1443	201
50	Рязанская, Солотчинский	17,7	18,4	Ia	50,48	1803	462
54	Тамбовская, Черновский	12,7	17,2	I	34,17	1200	255
55	Воронежская, Воронежский	12,8	15,0	I	36,77	1900	259
56	Воронежская, Хреновской	15,7	15,1	Ia	47,86	2421	420
57	Пензенская, Никольский	13,1	14,1	I	51,60	2747	399
59	Ульяновская, Мелекесский	12,4	15,1	I	44,19	2316	302
62	Волгоградская, Камышинский	15,2	15,0	Ia	51,11	2719	419
64	Саратовская, Вольский	12,9	15,9	I	32,95	1512	240
65	Татарстан, Зеленодольский	12,5	13,3	I	46,39	2706	345
66А	Татарстан, Камский	12,7	14,5	I	39,23	2217	275
67	Удмуртия, Воткинский	15,6	18,4	Ia	38,76	1363	325
68	Кировская, Слободский	12,8	18,1	I	20,70	745	144
71	Башкирия, Авзянский	13,2	16,3	I	24,99	1126	181
76	Свердловская, Ревдинский	13,5	15,5	I	42,69	2101	314
77	Свердловская, Тавдинский	13,0	13,6	I	42,62	2730	307
78	Свердловская, Ивдельский	11,4	13,1	II	35,00	2401	226
79	Курганская, Курганский	12,6	13,1	I	43,08	3010	309
83	Самарская, Бузулукский бор	14,7	16,0	Ia	41,75	1959	325
86	Новосибирская, Зунунский	15,5	14,6	Ia	38,42	2111	324
123	Кустанайская, Ара-Карачайский	15,4	17,9	Ia	39,29	1435	323
124	Кокчетавская, Урумкайский	13,7	15,7	Ia	35,11	1689	263
125	Семипалатинская, Долонский	15,1	14,6	Ia	44,24	2462	364

Таким образом, можно сделать выводы, несмотря на существующее мнение, что различия в росте и продуктивности между экотипами с возрастом сглаживаются, несостоятельны даже для 88-летних географических культур сосны обыкновенной, эту разницу для отдельных экотипов можно установить визуально.

У сосен местного происхождения нет явного преимущества по среднему диаметру и высоте, а также по запасу стволовой древесины. Местная сосна сохраняет лидирующие позиции только до фазы жердняка, в дальнейшем она утрачивает это преимущество.

Лучшими по росту и продуктивности, по сравнению с контролем, в фазе спелости,

являются экотипы происхождения из Черниговской, Казанской, Пермской (Чердымское лесничество) и Владимирской губерний. В фазе формирования стволов – из Киевской и Сумской областей Украины; Костромской, Рязанской, Воронежской, Волгоградской областей и Республики Удмуртия, а также Кустанайской области Казахстана.

Лесной массив Бузулукский бор расположен в Заволжье на стыке Оренбургской и Самарской областей, поэтому результаты исследований географической изменчивости сосны обыкновенной, полученные в Красно-Зорькинском лесничестве, приемлемы для корректировки лесосеменного районирования этих двух областей.

Показатели роста экотипов сосны в возрасте 14 и 30 лет

Происхождение семян (республика, область, лесхоз)	14 лет				30 лет				$I_{14}+I_{30}$	Ранг ($I_{14}+I_{30}$)
	H_{cp} , м	D_{cp} , см	M , м ³ /га	Ранг, I_{14}	H_{cp} , м	D_{cp} , см	M , м ³ /га	Ранг, I_{30}		
Рязанская, Солотчинский	7,6	10,9	85	4	17,7	18,4	462	1	2,18	1
Киевская, Бориспольский	7,4	10,6	115	2	16,9	16,7	470	2	2,01	2
Воронежская, Хреновской	8,2	11,0	99	1	15,7	15,1	420	6	1,57	3
Сумская, Свесский	8,0	10,5	93	3	15,0	17,4	314	7	0,94	4
Удмуртия, Воткинский	7,4	10,9	79	7	15,6	18,4	325	4	0,93	5
Кустанайская, Ара-Карачайский	7,8	10,2	93	6	15,4	17,9	323	5	0,88	6
Костромская, Костромской	7,0	10,8	64	14	15,6	17,9	365	3	0,40	7
Бузулукский бор (контроль)	7,4	9,7	102	10	14,7	16,0	325	9	0	8
Семипалатинская, Долонский	7,2	9,9	102	9	15,1	14,6	364	10	-0,05	9
Волгоградская, Камышинский	6,8	9,6	98	15	15,2	15,0	419	8	-0,19	10
Кировская, Слободской	7,2	10,2	110	5	12,8	18,1	144	19	-0,36	11
Смоленская, Рославский	7,0	9,8	102	11	13,9	16,4	293	13	-0,38	12
Новосибирская, Зунунский	6,9	9,6	106	12	15,5	14,6	324	11	-0,39	13
Воронежская, Воронежский	6,9	10,5	102	8	12,8	15,0	259	24	-0,70	14
Пензенская, Никольский	6,6	9,8	97	16	13,1	14,1	399	16	-0,93	15
Ульяновская, Мелекесский	6,9	9,7	101	13	12,4	15,1	302	21	-1,07	16
Латвия, Яулненговский	6,4	9,5	90	20	14,1	15,8	321	12	-1,11	17
Литва, Пренайский	6,2	9,5	88	22	14,5	16,3	235	14	-1,43	18
Кокчетавская, Урумкайский	6,5	9,9	67	23	13,7	15,7	263	18	-1,63	19
Свердловская, Ревдинский	6,3	9,9	66	26	13,5	15,5	314	15	-1,64	20
Ровенская, Дубровицкий	6,1	10,5	70	19	13,1	15,2	248	22	-1,74	21
Тамбовская, Черновский	6,8	9,5	61	28	12,7	17,2	255	17	-1,75	22
Татарстан, Камский	6,8	9,2	88	18	12,7	14,5	275	26	-1,87	23
Татарстан, Зеленодольский	6,7	9,3	83	21	12,5	13,3	345	27	-1,97	24
Курганская, Курганский	6,6	9,7	80	17	12,6	13,1	309	29	-2,03	25
Саратовская, Вольский	6,5	9,3	66	29	12,9	15,9	240	20	-2,23	26
Башкирия, Авзянский	6,2	9,8	59	30	13,2	16,3	181	23	-2,35	27
Нижегородская, Городецкий	6,1	9,5	77	24	13,5	13,3	206	31	-2,69	28
Калужская, Калужский	5,8	9,8	61	31	12,3	15,2	201	30	-2,88	29
Свердловская, Тавдинская	5,9	8,9	69	33	13,0	13,6	307	25	-2,93	30
Московская, Куровской	6,3	8,8	66	25	12,7	15,4	201	28	-2,95	31
Тверская, Бежецкий	6,6	9,4	71	27	10,0	13,4	182	33	-3,40	32
Свердловская, Ивдельский	6,1	9,2	69	32	11,4	13,1	226	32	-3,43	33

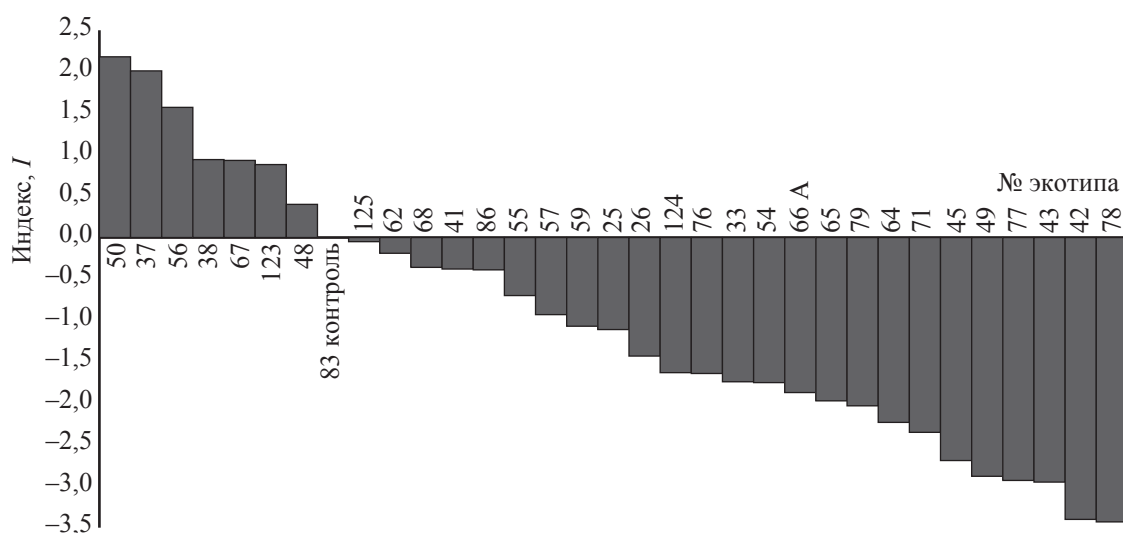


Рис. 2. Целесообразность внедрения экотипов по данным 30-летних географических культур сосны в Красно-Зорькинском лесничестве

По действующему лесосеменному районированию Самарская область входит в 21 Средне-Волжский лесосеменной район, 21б Заволжский лесосеменной подрайон. На основании результатов оценки роста экотипов сосны в географических культурах Красно-Зорькинского лесничества необходимо дать следующие рекомендации по уточнению лесосеменного районирования применительно к переброске семян на территорию 21 Средне-Волжского района:

– необходимо внести предложения по использованию семян сосны из Рязанской, Воронежской, Костромской, Волгоградской и Новосибирской областей России, Киевской и Сумской областей Украины, Семипалатинской и Кустанайской областей Казахстана, а также из Латвии.

– исключить из перечня областей, из которых разрешена переброска семян Московскую, Нижегородскую и Кировскую области.

По действующему лесосеменному районированию Оренбургская область входит в 23 Оренбургский лесосеменной район. На основании результатов оценки роста экотипов сосны можно дать следующие рекомендации по уточнению лесосеменного районирования применительно к переброске семян на территорию 23 Оренбургского лесосеменного района:

– необходимо внести предложения по использованию семян сосны из Удмуртии, Рязанской, Воронежской, Костромской, Пензенской, Волгоградской и Новосибирской областей России, Киевской и Сумской областей Украины, Семипалатинской и Кустанайской областей Казахстана, а также из Латвии.

Островная популяция бузулукской сосны очень специфична; при хорошей продуктивности аутохтонных древостоев, большом формовом разнообразии, высокой индивидуальной изменчивости особей, отсутствии дефицита в семенах при небольшом объеме лесных культур сосны, а также опасности засорения лесного генофонда нет никакой необходимости для использования в лесо-

культурной практике Бузулукского бора ино-районных семян.

Библиографический список

1. Годнев, Е.Д. Бузулукский бор / Е.Д. Годнев. – М., 1974. – 67 с.
2. Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР. – М.: Лесная промышленность, 1982. – 368 с.
3. Мерзленко, М.Д., Мельник П.Г. Итог тридцати вегетаций в географических культурах ели Сергиево-Посадского опытного лесхоза / М.Д. Мерзленко, П.Г. Мельник // Науч. тр. МГУЛ. – М.: МГУЛ, 1995. Вып. 274. – С. 64–77.
4. Никонов, С.З. Влияние происхождения семян на качество сосновых насаждений / С.З. Никонов. – Рукопись, архив Боровой ЛОС, папка № 463, 1926.
5. Никонов, С.З. К вопросу о влиянии происхождения семян на рост сосновых насаждений в Бузулукском бору Самарской губ. / С.З. Никонов // Известия Казанского ин-та сельского хоз-ва и лесоводства, часть лесная, вып. 1. – Казань, 1928.
6. Огиевский, В.Д. Избранные труды / В.Д. Огиевский. – М.: Лесная пром-сть, 1966. – 356 с.
7. Писаренко, А.И. Создание искусственных лесов / А.И. Писаренко, М.Д. Мерзленко. – М.: Агропромиздат, 1990. – 270 с.
8. Правдин, Л.Ф. Леса будущего / Л.Ф. Правдин. – М.: Знание, 1971. – 63 с.
9. Проказин, Е.П. Изучение имеющихся и создание новых географических культур (Программа и методика работ) / Е.П. Проказин. – Пушкино: ВНИИЛМ, 1972. – 52 с.
10. Роне, В.М. Генетический анализ лесных популяций / В.М. Роне. – М.: Наука, 1980.
11. Санников, Г.П. Географические культуры В.Д. Огиевского / Г.П. Санников // Избр. тр. В.Д. Огиевского. – М.: Лесная пром-сть, 1966. – С. 327–352.
12. Изучить имеющиеся и создать новые географические культуры основных лесообразующих пород и разработать лесосеменное районирование (науч. отчет по теме 3/053.028, 1973) / А.А. Хиров – Рукопись, Боровая ЛОС, 1974.
13. Шишкин, В.А. Опыт культур сосны разных географических (рас) в Бузулукском лесхозе / В.А. Шишкин, Г.В. Чесноков. – Рукопись, архив Боровой ЛОС. – Брянск, 1936.
14. Юнаш, Г.Г. Географические посадки сосны в Бузулукском бору / Г.Г. Юнаш // Лесное хоз-во, 1953. – № 8. – С. 34–37.
15. Schultze V. Klimaänderung new Kriterien für Herkunftsempfehlungen: (Vortr) Symp. "Klimaänder. Österreich: Herausforder. Forestgenet. und Walddau", Wien, 9 Nov., 1994 // FBVA – Ber. 1994. № 81. p. 34-47.

ВЛИЯНИЕ РУБОК УХОДА, ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ИХ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ В КУЛЬТУРАХ

С.А. КОРЧАГОВ, доц. каф. лесного хозяйства ВГМХА им. Н.В. Верещагина, канд. с.-х. наук,
С.Е. ГРИБОВ, доц. каф. лесного хозяйства ВГМХА им. Н.В. Верещагина, канд. с.-х. наук,
Н.А. КЛЮКВИНА, асп. каф. лесного хозяйства ВГМХА им. Н.В. Верещагина,
Ю.М. АВДЕЕВ, асп. каф. лесного хозяйства ВГМХА им. Н.В. Верещагина,
Р.В. ЩЕКАЛЕВ, директор департамента ЗАО «Синтезморнефтегаз», канд. биол. наук

serkor@vologda.ru

Изменчивость свойств древесины объясняется индивидуальной наследственностью, влиянием окружающей среды и лесоводственными воздействиями. В скандинавских странах, США успешно выращивается древесина с заранее заданными качествами посредством применения различных мероприятий, хотя впервые эта задача была поставлена, сформулирована и обоснована в нашей стране [2, 3].

Одним важных из лесохозяйственных мероприятий может быть внесение удобрений. Их влияние на качественные характеристики древесины наиболее детально изучено в молодых, средневозрастных лесных плантациях, в лесных культурах (Следнев, Матюшкина, Коржицкая, Козлов, Гелес, Шубин и др.), в приспевающих и спелых естественных насаждениях (Смирнов, Яценко-Хмелевский, Казимиров, Куликова, Морозова, Бахвалов, Серый, Казимиров, Горбунова, Паршевников и др.) Сведения о влиянии удобрений на плотность древесины обобщены З.А. Коржицкой и А.П. Матюшкиной [1], Shepard с соавторами [14].

Результаты проведенных исследований неоднозначны. Различия в выводах могут быть связаны с тем, что не всегда акцентируется связь между составом, периодичностью внесения удобрений и качественными характеристиками древесины. Кроме того, бывают не учтены типы леса, на которых произрастают удобренные древостои, а также классы роста и развития деревьев. В работе И.И. Степаненко [11] подчеркивается взаимосвязь между указанными факторами. Дисперсионный анализ подтвердил существенное влияние естественной дифференциации деревьев в лесу, вида вносимых удобрений, сочетания вида и дозы удобрений на ширину годичных слоев и процент поздней древесины по типам леса.

Рубки ухода представляют собой одновременно и важнейший прием выращивания хозяйственно ценных лесных насаждений и мощное средство получения большой массы древесины [12]. С одной стороны, при рубках ухода, в том числе и в молодом возрасте, можно заготовить значительное количество разнообразных деловых сортиментов. С другой стороны, проведение рубок ухода способствует созданию наиболее благоприятных условий для оставляемых на дорастивание хозяйственно-ценных древесных пород. После изреживания также могут наблюдаться изменения в процессах формирования древесины, что неоднозначно отразится на ее качественных характеристиках.

По мнению Т.А. Мелеховой, рубки ухода в хвойно-лиственных насаждениях Европейского Севера дают хороший лесоводственно-хозяйственный эффект и обеспечивают направленное выращивание хвойных древостоев [5]. Под влиянием рубок ухода происходит усиление деятельности камбия, в результате чего увеличивается прирост древесины. Этот факт подтверждается [8] для 20–40-летних березово-еловых насаждений (средняя подзона тайги), где отмечена продолжительность деятельности камбия у ели в течение вегетационного периода в среднем за 20 лет наблюдений 31 день, а в пройденных рубками ухода – 41. Изменение условий среды, вызванное изреживанием древостоев, способствует формированию равнослойной древесины ели с благоприятным соотношением ранней и поздней древесины в годичных слоях. Отмечается увеличение толщины стенок ранних и поздних трахеид, что указывает на возможность сохранения или даже улучшения физико-механических свойств древесины ели после рубки [4, 7].

Т а б л и ц а 1

**Характеристика 42-летних посевов сосны и виды лесоводственных уходов,
проведенных на участках (тип леса – сосняк черничный)**

№	Состав	Средние		Класс бонитета	Число шт·га ⁻¹	Запас м ³ ·га ⁻¹	Уходы	
		d, см	h, м				Рубки ухода, % выборки по числу стволов	Внесение удобрений, кг·га ⁻¹ по д.в.
35А	10С+Б	8,4	11,7	III	3 620	147	Контроль	
33А	10С+Б	10,8	12,4	II	2 188	142	60, в посевном месте оставлено 2 дерева	–
34А	10Сед.Б	12,5	12,8	II	1 656	150	78, в посевном месте оставлено 1 дерево	–
31А	10С	9,4	13,6	II	3 020	164	–	53N 53P 53K
32А	10С ед.Б	9,5	12,8	II	2 909	168	–	159N
30А	10С	13,6	13,5	II	1 188	129	75	53N 53P 53K

Т а б л и ц а 2

**Макроструктура и плотность древесины сосны в контроле (35А)
и разреженных участках (33А и 34А)**

Показатели ¹	Среднее значение с основной ошибкой на участках			Достоверность различий опытных вариантов с контролем, t ²
	3 620 ³	2 188	1 656	
Густота, шт·га ⁻¹	3 620 ³	2 188	1 656	
Ширина годичных слоев, мм	1,4±0,11	2,2±0,03	2,2±0,02	достоверно во всех случаях, (t ≥ 7,0)
Число годичных слоев в 1 см, шт.	8,2±0,7	4,6±0,1	4,5±0,1	достоверно во всех случаях, (t ≥ 5,1)
Процент поздней древесины, %	33,8±1,2	26,2±0,4	27,1±0,5	достоверно во всех случаях, (t ≥ 5,2)
Плотность при влажности 12 %, г·см ⁻³	0,53±0,01	0,43±0,01	0,44±0,01	достоверно во всех случаях, (t ≥ 6,4)

Примечание: 1 – показатели в данной таблице и далее рассчитаны на основании обследования древесины, сформировавшейся после уходов, на 15 кервах для каждого из вариантов, взятых возрастным буровом со средних деревьев на высоте 1,3 м в направлении север–юг. На контроле обследован аналогичный возрастной период формирования древесины; 2 – табл. критерий Стьюдента при доверительном уровне 95 % равен 2,05; 3 – контроль.

Однако О.И. Полубояринов с соавторами выявил уменьшение плотности древесины в среднем на 4–5 % после проведения рубок ухода при увеличении радиального прироста [10], а С.А. Москалевой и В.А. Тисовой не выявлено существенных различий между плотностью сосны в насаждениях, пройденных уходами (381–399 кг·м⁻³), и контролем (392 кг·м⁻³) [6].

Исследования характеристик древесины, формирующейся под совместным влиянием рубок ухода и вносимых удобрений, занимают заметное место в отечественной литературе. Как правило, исследованиями охвачены молодняки и средневозрастные насаждения.

По данным С.А. Москалевой, Л.Е. Крыжановской, рубки ухода в сочетании с азотными удобрениями увеличивают интенсивность деятельности камбия и способствуют удлине-

нию периода его активности за счет более ранней реактивации (на 5–10 дней) и более позднего окончания его работы (на 10–20 дней) [9]. Кроме того, происходят положительные изменения в макро- и микроструктуре древесины: Увеличивается ширина годичного слоя, доля поздней древесины в нем, толщина стенок поздних трахеид, диаметр внутренних полостей ранних и поздних трахеид [13]. Отмечается, что в первые три года в секциях с рубками ухода и внесением удобрений плотность древесины уменьшается на 5–10 %. На четвертый – увеличивается примерно на столько же, достигая плотности разреженных участков. После второй подкормки отмечается увеличение плотности древесины на всех участках на 5–8 % по сравнению с первой. Плотность формирующейся под влиянием комплексных уходов древесины в значительной степени обусловлена густотой древостоя. Наибольшая

плотность наблюдается на участках с густотой 1,6 и 0,9 тыс. шт. га⁻¹.

Следует отметить, что литературные данные порой противоречивы и свидетельствуют о неоднозначности влияния лесоводственных воздействий на свойства формирующейся древесины, что подчеркивает сложность этого вопроса и необходимость системного подхода при его решении.

Учитывая то, что лесные культуры являются приоритетными объектами при подборе площадей под рубки ухода, определенный интерес представляют исследования влияния разреживаний на формирование древесины на таких участках. С целью исследования изменчивости свойств древесины после рубок ухода нами использован стационарный объект на территории средней подзоны тайги (Емцовский учебно-опытный лесхоз, Архангельская область), представленный 42-летними посевами сосны обыкновенной с проведенными ранее лесоводственными уходами. Помимо изучения влияния рубок ухода различной интенсивности на свойства древесины оставляемых на корню деревьев, на объекте также исследованы изменения показателей качества древесины под воздействием вносимых удобрений и комплексных уходов. Таксационная характеристика на момент обследования культур на контрольном и опытных участках представлена в табл. 1.

В настоящее время на участках сформировались сосновые насаждения с незначительной примесью березы. Исключение составляют участки 30А и 31А, где береза не участвует в составе культурфитоценоза.

Культуры сосны на контрольном участке растут на один класс бонитета ниже, что определяется их меньшей высотой на данном этапе формирования. Максимальная средняя высота древостоя наблюдается на участках 30А и 31А. Можно предположить, что на рост культур в высоту в этом случае положительное влияние оказало ранее вносимое полное удобрение.

При уменьшении густоты древостоя возрастает его средний диаметр. Так, например, при густоте культур (участок 30А) в 3 раза меньшей по сравнению с контролем, средний диаметр древостоя возрастает в

1,6 раза. Нельзя исключать, что в этом случае на положительные изменения в радиальном приросте оказало влияние применение в комплексе рубок ухода и полного удобрения.

Максимальный запас стволовой древесины наблюдается в вариантах с густотой 2 909 и 3 020 шт. га⁻¹ и внесением удобрений (участок 31А и 32А). Различия по запасу на участках с проведенными комплексными уходами, рубками ухода различной интенсивности и контроле не выходят за пределы принятой в таксации точности. Удаление части деревьев из полога посредством рубок ухода в конечном итоге компенсировалось дополнительным приростом древесины по высоте, и, главным образом, по диаметру, а также появлением естественного возобновления, что и предотвратило потери в запасе древесины.

Анализ макроструктуры позволил выявить следующие изменения в строении древесины, формирующейся после проведения рубок ухода в сравнении с контролем. В опытных секциях средняя ширина годичного слоя (табл. 2) в 1,6 раза больше по сравнению с контролем. Полученные для данных секций результаты представляют собой отдельные (по сравнению с контролем) генеральные совокупности.

Проведение изреживаний отразилось и на процентном соотношении ранней и поздней древесины в годичном слое. А именно, под воздействием рубок ухода происходит уменьшение процентного содержания поздней древесины в годичном слое в среднем на 7 %. Статистическая обработка данных позволила выявить достоверные различия по данному показателю между опытными вариантами и контролем.

Результаты исследований также свидетельствуют о снижении плотности древесины сосны после проведения разреживания. Так, рубки ухода интенсивностью 60 % вызвали уменьшение плотности на 9 %, интенсивностью 78 % – на 7 %. Полученные данные представляют собой отдельные генеральные совокупности (в сравнении с контролем) на всех уровнях доверительной вероятности. Существенных различий по плотности древесины между опытными секциями с различной степенью изреживания не выявлено ($t = 1,4$).

Т а б л и ц а 3

**Макроструктура и плотность древесины сосны в контроле (35А)
и удобренных участках (31А и 32А)**

Показатели	Среднее значение с основной ошибкой на участках			Достоверность различий опытных вариантов с контролем, <i>t</i>
	контроль	формула удобрения		
		53N 53P 53K	159N	
Ширина годичных слоев, мм	1,4±0,11	1,6±0,03	1,7±0,02	достоверно между 32А и контролем (<i>t</i> = 2,7)
Число годичных слоев в 1 см, шт.	8,2±0,7	6,5±0,1	5,9±0,1	достоверно во всех случаях, (<i>t</i> ≥ 2,4)
Процент поздней древесины, %	33,8±1,2	24,6±0,2	24,7±0,3	достоверно во всех случаях, (<i>t</i> ≥ 7,3)
Плотность при влажности 12 %, г·см ⁻³	0,53±0,01	0,48±0,01	0,45±0,01	достоверно во всех случаях, (<i>t</i> ≥ 3,6)

Т а б л и ц а 4

**Макроструктура и плотность древесины сосны в контроле (35А)
и участке с комплексным уходом (30А)**

Показатели	Среднее значение с основной ошибкой на участках		Достоверность различий опытного варианта с контролем, <i>t</i>
	контроль	комплексный уход	
Ширина годичных слоев, мм	1,4±0,11	2,2±0,02	достоверно (<i>t</i> = 7,2)
Число годичных слоев в 1 см, шт.	8,2±0,7	4,6±0,1	достоверно (<i>t</i> = 5,1)
Процент поздней древесины, %	33,8±1,2	23,1±0,4	достоверно (<i>t</i> = 8,5)
Плотность при влажности 12 %, г·см ⁻³	0,53±0,01	0,49±0,01	достоверно (<i>t</i> = 2,9)

Внесение полного и азотного удобрений (участки 31А и 32А) также вызвало увеличение среднего прироста по радиусу ствола на 13–18 % (табл. 3). Данные статистической обработки позволили выявить достоверные различия по этому показателю между участком с внесением азотного удобрения и контролем, различия в средней ширине годичного слоя между вариантом с внесением полного удобрения и контролем статистически недостоверны (*t* = 1,8).

Результаты проведенных исследований также позволили выявить, что у деревьев сосны после внесения удобрений наблюдается уменьшение процентного содержания поздних зон. Различия между показателями в опытных вариантах и контроле статистически достоверны.

Внесение удобрений также сказывается на плотности формирующейся древесины. В частности, внесение азотного удобрения вызвало снижение плотности в сравнении с контролем на 15 %, внесение полного удобрения – на 10 %, что является статистически обоснованным. Аналогичным образом на свойствах древесины сосны

отразилось проведение комплексных уходов, включающих совместное проведение изреживаний и внесение полного удобрения. Анализируя табл. 4, можно отметить статистически достоверно различимое в сравнении с контролем увеличение (в 1,6 раза) средней ширины годичного слоя после проведения лесоводственных уходов.

При этом наблюдается снижение в 1,5 раза процентного содержания поздних зон в древесине сосны, что, в свою очередь, отрицательно отразилось на величине плотности древесины. Плотность при нормализованной влажности после проведения уходов снизилась на 7,5 % в сравнении с контролем, что является существенным.

На основании сказанного можно заключить следующее. Проведение рубок ухода, внесение удобрений и их комплексное использование вызывает увеличение параметрических показателей деревьев сосны, а именно их диаметра и высоты. При этом разреживания способствовали большему приросту по диаметру ствола в сравнении с контролем. Все рассматриваемые лесоводственные уходы вызвали изменения соотно-

шения между ранней и поздней древесиной в годичном слое, процент поздней древесины на опытных участках снизился после проведения уходов. Кроме того, проведение уходов вызвало уменьшение плотности древесины сосны. Все это, в конечном итоге, указывает на некоторое снижение качества древесины сосны после уходов и вызывает необходимость учета полученных выводов при целевом выращивании древостоев.

Библиографический список

1. Коржицкая, З.А. Изменение свойств древесины под влиянием лесохозяйственных мероприятий / З.А. Коржицкая, А.П. Матюшкина // Влияние условий произрастания и лесохозяйственных мероприятий на свойства древесины и целлюлозы. – Петрозаводск, 1980. – С. 5–33.
2. Мелехов, И.С. О качестве северной сосны / И.С. Мелехов. – Архангельск: Сев. изд-во, 1932. – 21 с.
3. Мелехов, И.С. Древесина северной ели / И.С. Мелехов. – М.: Гослестехиздат, 1934. – 36 с.
4. Мелехов, И.С. Выборочные рубки и качество древесины / И.С. Мелехов // Рубки и возобновление леса на Севере. – Архангельск: Арх. кн. изд-во, 1960. – С. 32–36.
5. Мелехова, Т.А. К вопросу о формировании древесины сосны в связи с рубками ухода / Т.А. Мелехова // Лесной журнал, 1961, № 4. – С. 42–45.
6. Москалева, С.А. Физико-механические свойства древесины сосны, формирующейся под влиянием рубок ухода / С.А. Москалева, В.А. Тисова // Мат. отчет. сессии по итогам НИР за 1977 г. – Архангельск, 1978. – С. 27–28.
7. Москалева, С.А. Анатомические и физико-механические свойства древесины ели, формирующейся после выборочных рубок / С.А. Москалева, Г.А. Чибицов // Вопросы лесовосстановления на Европейском Севере. – Архангельск, 1976. – С. 75–80.
8. Москалева, С.А. Исследование анатомического строения и физико-механических свойств древесины хвойных пород / С.А. Москалева, Г.А. Чибицов // Наука – лесному хозяйству Севера. – Архангельск: СевНИИЛХ, 1999. – С. 137–143.
9. Москалева, С.А. Формирование трахеид сосны при комплексных уходах / С.А. Москалева, Л.Е. Крыжановская // Мат. отчет. сессии по итогам НИР за 1983 г. – Архангельск, 1984. – С. 59–60.
10. Полубояринов, О.И. Влияние рубок ухода на комплексные показатели качества древесины / О.И. Полубояринов, Н.С. Полончук // Лесоводство, лесные культуры, почвоведение, 1980. – № 9. – С. 67–71.
11. Степаненко, И.И. Влияние минеральных удобрений на строение и формирование древесины сосны в связи с типами леса / И.И. Степаненко: автореф. дисс. ... к.б.н. – М., 1993. – 19 с.
12. Тимофеев, В.П. Лесоводство / В.П. Тимофеев, Н.В. Дылис. – М.: Сельхозгиз. 1953. – 552 с.
13. Чибицов, Г.А. Влияние комплексных уходов на анатомические свойства древесины сосны / Г.А. Чибицов, С.А. Москалева, Л.Е. Крыжановская, А.А. Личутина // Мат. отчет. сессии по итогам НИР за 1993 г. – Архангельск, 1994. – С. 45–46.
14. Shepard Jr. R. K., Shottafer J.E., Genco J.M. Kraft pulp yields and wood properties of fertilized red spruce // Canad. J. Forest. Res. 1980. Vol. 10, № 2. P. 183–189.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ СОСНОВО-ЛИСТВЕННИЧНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПРИАНГАРЬЯ

Е.М. РУНОВА, *декан лесопромышленного факультета Братского ГУ, д-р с.-х. наук,*
А.А. КУНИКЕЕВА, *асп. Братского ГУ*

runova@rambler.ru

Леса Приангарья – основная сырьевая база крупнейших лесопромышленных комплексов Сибири. Иркутская область располагает уникальными лесными ресурсами. По данным учета лесного фонда на 01.01.2006 г., покрытые лесной растительностью земли занимают 60,1 млн га.

Развитие лесного хозяйства требует всестороннего и глубокого изучения лесов этого района, среди которых особо следует отметить сосново-лиственничные насаждения. Для создания устойчивых и долговеч-

ных смешанных сосново-лиственничных насаждений необходимо знать межвидовые и внутривидовые взаимоотношения, которые складываются в различных почвенно-климатических условиях. Эти взаимоотношения между отдельными породами насаждения могут быть направлены как в сторону конкуренции, так и в сторону взаимопомощи. Необходимо знать, как сложатся эти взаимоотношения в определенных условиях среды, чтобы направить их в желательную сторону.

Средние таксационные показатели эксплуатационного фонда Иркутской области

Преобладающие породы	Возраст, лет	Бонитет	Полнота	Запас на 1 га, м ³		Средний прирост покрытых лесом земель, м ³	Средний состав
				покрытых лесом земель	спелых и перестойных		
Сосна	88	3,8	0,67	188	275	2,17	
Лиственница	121	4,1	0,59	187	217	1,65	
По области	86	3,9	0,65	167	232	2,06	3С3Л1Е2Б1Ос

За последние годы сократились площади и запасы древесины сосново-лиственничных древостоев. Это явление обусловлено более интенсивной вырубкой этих древостоев.

Главными лесообразующими породами района исследований являются сосна и лиственница сибирская. Эти насаждения чаще всего произрастают на зеленомошных и разнотравных насаждениях. Решающую роль в межвидовых и внутривидовых взаимоотношениях сосны и лиственницы играет развитие и расположение в почвогрунте их физически активных корневых систем.

Лиственница в биологическом отношении хорошая спутница сосны, ели, березы. Наибольший прирост в высоту у лиственницы наблюдается в июне и июле, то есть когда сосна закончила рост. Растянутый период роста лиственницы может создавать ей преимущества перед другими древесными породами. Она способна получать воду и минеральные элементы из почвы, когда другие древесные породы закончили рост. При совместном произрастании с сосной лиственница вытесняет эту породу за счет потребления большого количества воды и иссушения почвы [1–3].

В сосново-лиственничных насаждениях происходит более полное использование производительности ресурсов данного местообитания и повышение плодородия почвы. Эти смешанные насаждения лучше используют солнечную энергию, минеральные вещества, влагу почвы, улучшают физические и химические свойства подстилки и почвы, положительно влияют на формирование деловых стволов, на защитные и водоохраные свойства леса. Наконец, они более устойчивы к неблагоприятному климатическому воздействию.

Сосново-лиственничные леса таежной зоны Приангарья характеризуются средней полнотой, средней продуктивностью, своеоб-

разным строением и возрастной структурой, слабой способностью к самовосстановлению и повышенной чувствительностью к природным и антропогенным воздействиям, поэтому требуется разработка комплекса лесохозяйственных мероприятий по сохранению ценных сосново-лиственничных экосистем.

Лиственничные леса занимают в Иркутской области немногим меньше трети лесопокрытой площади. Лиственница занимает 18,6 млн га, или 31,5 % общей площади, занятой лесом. Наибольшие массивы лиственницы распространены в восточных и центральных районах области.

Сосняки занимают 16,6 млн га, или 28,1 % покрытых лесом земель области. Наибольшее распространение сосна получила на равнинной и центральной части области, по долинам рек Ангара, Лена и их притокам.

Естественное возобновление лиственницей вырубок и гарей во многих случаях происходит удовлетворительно и без смены пород, но в типах леса с сильно развитым травянисто-моховым живым покровом оно обычно затягивается на длительные сроки. При наличии семян возобновление гарей может быть успешным и обеспечит одновозрастной древостой.

Для успеха выращивания имеют значение особенности требований лиственницы к климату и почве; ее наследственные биологические и лесоводственные особенности; агротехника выращивания. При этом все условия должны рассматриваться в единстве и во взаимосвязи.

В одних и тех же климатических районах успешность выращивания лиственницы зависит от микроклимата, экспозиции освещения. Лиственница требовательна к свету и не переносит верхушечного затенения. Повышенные, открытые, хорошо освещаемые и проветриваемые участки – наилучшие для ее роста.

Динамика таксационных показателей насаждений 3 класса бонитета

Таксационные показатели	КЛАСС ВОЗРАСТА											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Разнотравный тип леса												
СОСНА												
Средняя высота, м	2,5	8,0	16,89	18,3	21,44	22,4	22,6	22,9	23,43	23,64	23,67	24,5
Средний диаметр, см	4,0	8,0	18,0	20,0	25,18	27,57	29,4	32,0	34,29	35,3	35,8	36,1
Средний запас, м ³	–	16,33	56,0	85,3	132,7	130,7	146,2	184,4	190,9	194,7	189,5	205,3
Доля в составе	1,8	2,5	2,8	3,5	4,6	4,9	5,5	5,8	6,2	6,4	6,8	7,5
ЛИСТВЕННИЦА												
Средняя высота, м	1,8	8,0	15,88	19,0	22,8	23,4	24,3	25,18	25,6	25,7	25,8	26,2
Средний диаметр, см	2,36	8	16,25	19,64	27,67	28,0	31,7	33,8	36,0	36,4	38,0	40,8
Доля в составе	1,3	1,9	2,0	2,2	2,4	2,8	2,7	2,8	2,7	2,8	2,6	2,3
Средний запас, м ³	–	14,0	37,25	54,91	63,1	72,4	68,82	73,5	80,88	83,8	78,4	61,75
Средняя полнота	0,54	0,7	0,75	0,7	0,66	0,58	0,6	0,61	0,63	0,65	0,65	0,625
Ср. запас	19,58	70	169,17	215,0	244,4	251,42	255,45	286,36	292,8	288,18	276,0	272,5
Зеленомошный тип леса												
СОСНА												
Средняя высота, м	2,5	8,0	17,0	18,7	21,51	22,6	22,7	23,0	23,6	24,0	24,2	25,0
Средний диаметр, см	4,0	8,0	17,7	19,6	21,2	22,5	25,3	28,1	29,3	32,8	34,6	35,1
Средний запас, м ³	–	5,25	13,6	17,6	21,6	20,3	22,1	26,4	29,1	31,9	29,2	18,2
Доля в составе	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1	1	1,1	1,2	1,3	1,0	0,7
ЛИСТВЕННИЦА												
Средняя высота, м	2,7	8,0	17,0	19,0	22,85	23,57	24,4	25,18	25,66	25,8	25,9	26,3
Средний диаметр, см	2,5	8,0	18,0	18,5	22,0	23,4	24,2	26,7	28,0	30,2	32,2	34,0
Доля в составе	1,1	2,7	3,1	3,5	4,0	4,2	4,3	4,8	5,0	5,3	4,6	3,7
Средний запас, м ³	–	20,25	52,7	77,5	95,2	94,0	97,1	115,2	123,0	130,7	133,6	98,8
Средняя полнота	0,6	0,7	0,75	0,6	0,63	0,56	0,55	0,6	0,63	0,6	0,55	0,5
Ср. запас	20,0	75,0	170,0	220,0	240,0	217,0	220,0	240,0	242,5	245,8	260,0	260,0

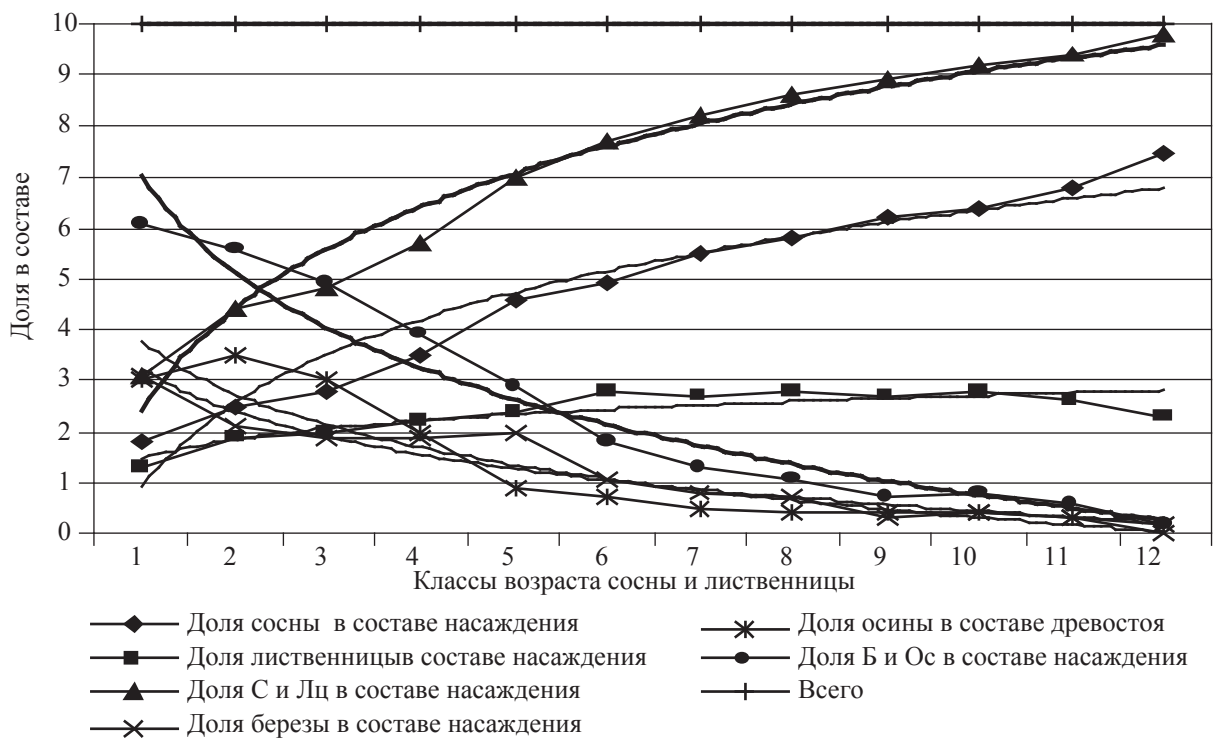


Рис. 1. График зависимости среднего запаса сосны от класса возраста для разных типов леса (м³/га)

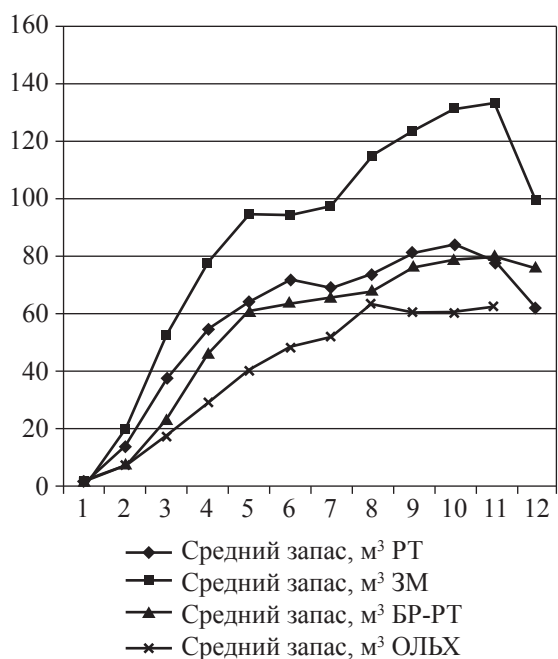


Рис. 2. График зависимости среднего запаса лиственницы от класса возраста для разных типов леса (м³/га)

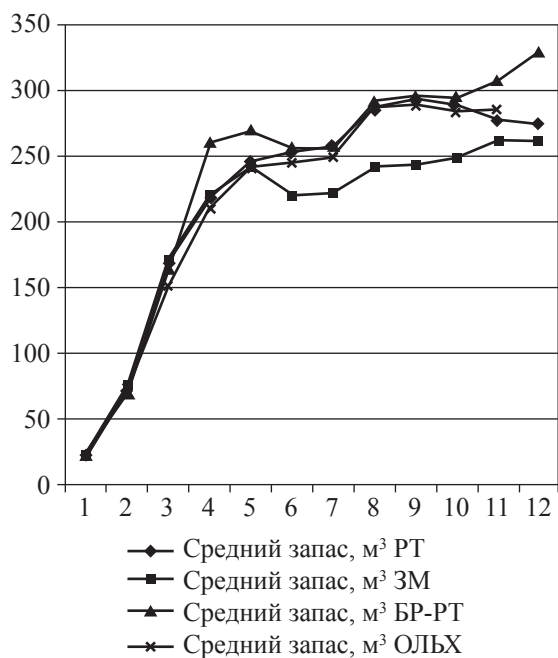


Рис. 3. График зависимости среднего запаса от класса возраста для сосново-лиственничного насаждения третьего класса бонитета для разных типов леса (м³/га)

Почвы для лиственницы нужны свежие, рыхлые, с хорошей аэрацией, мощные. Там, где влаги в почве недостаточно, или там, где ее чрезмерно много, а обмен воздуха плохой и вода физиологически малодоступна, лиственница растет плохо, суховершинит и гибнет.

Эффективность выращивания лиственничных древостоев в различных лесорастительных условиях Восточной Сибири изучена недостаточно. Особенно важны детальные исследования первых этапов формирования молодняков, когда закладываются пространственно-ценотические структуры насаждений, определяющие их последующий рост и продуктивность.

Таксация насаждений, особенно смешанных сложных и разновозрастных, какими являются сосново-лиственничные, по элементам леса позволяет адекватно описать их строение и динамику.

Рост сосны и лиственницы в первые 10–20 лет жизни, а также задержка в сроках последующего переноса семян на вырубке способствуют смене лиственными породами – березой и осинкой. Поколения сосны и лиственницы формируются под лиственным пологом в качестве подчиненных ярусов, и только к 40 годам эти породы выходят в главный полог. Такие восстановительные смены – характерный путь формирования сосново-лиственничных насаждений. Сосна получает преобладание в составе леса обычно лишь к возрасту спелости, уступая до того времени господство лиственным и сопутствующим породам.

Динамика роста отдельных элементов древостоя составляет в конечном итоге динамику всего сообщества. Как показали исследования, индивидуальный рост отдельных деревьев по диаметру и в высоту подчиняется параболическому закону. Наблюдаемые на логарифмических кривых роста переломы носят объективный характер.

Плавное увеличение высоты сосны и лиственницы наблюдается лишь после достижения 100–120-летнего возраста. Рост этих пород в толщину продолжается до глубокой старости, а в высоту – до 160–180 лет.

Экспериментальные данные свидетельствуют, что все таксационные показатели тесно взаимосвязаны.

Типовая схема восстановительной динамики сосны и лиственницы из-под полога лиственных пород представлена на рис. 1.

Стадии развития древостоев приурочены к 20-летним периодам – классам возраста сосны и лиственницы. Эта схема приводится

для разнотравной группы типа леса, которая имеет наибольшее хозяйственное значение и удельный вес

Как показано на рис.1, сосново-лиственничное насаждение проходит 3 фазы: лиственничную (около 10 лет), лиственнично-сосново-лиственничную (врастание сосново-лиственничного яруса в лиственничный, около 40 лет), сосново-лиственничную (распад лиственничного полога, около 120–160 лет).

По составу и строению эти насаждения являются смешанными и разновозрастными.

Динамика таксационных показателей сосново-лиственничных насаждений Приангарья свидетельствует о повышении доли участия сосны в составе насаждений преобладающей разнотравной группы типов леса.

Это показывает, что сосна занимает преобладающую позицию в своих местообитаниях.

По результатам исследований приводится динамика основных таксационных показателей сосны и лиственницы. Динамика древостоев составлена по основным группам типов леса (табл. 2) отдельно для каждого элемента леса и в целом для сосново-лиственничного насаждения.

Как видно на рис. 2, наибольший запас к возрасту спелости имеет сосна бруснично-

разнотравных, разнотравных и ольшанниковых типов леса, наименьший – в зеленомошных.

Лиственница имеет сравнительно близкие значения запасов в различных и зеленомошных типах леса, но наибольший – в зеленомошных.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что наилучшими условиями для произрастания сосново-лиственничных насаждений являются бруснично-разнотравный, разнотравный типы леса, при этом к возрасту рубки запас сосново-лиственничных древостоев достигает до 300 м³/га даже для III класса бонитета. Целесообразно сохранять естественные сосново-лиственничные древостои и рекомендовать создание сосново-лиственничных культур для увеличения продуктивности и устойчивости искусственных насаждений в условиях Приангарья.

Библиографический список

1. Боченко, Л.Г. Лиственница в Заволжье / Л.Г. Боченко: сб. «Внедрение лиственницы в лесные насаждения». – М.: Гослесбумиздат, 1956.
2. Вайчис, М.В. Некоторые почвы лиственничных и еловых лесов Литовской ССР и их изменение под влиянием леса / М.В. Вайчис. – Тр. Литовского НИИЛХ, т. III. Каунас, 1958.
3. Тимофеев В.П., В.П. Роль лиственницы в подняттии продуктивности лесов / В.П. Тимофеев. – М.: АН СССР. 1961.– 160 с.

СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

А.П. ЦАРЕВ, проф. ПетрГУ, д-р. биол. наук,
Н.В. ЛАУР, доц. ПетрГУ канд. с.-х. наук

Отбор и изучение плюсовых деревьев (ПД) активно ведется как во многих странах мира, так и в нашей стране [1, 5–8]. К настоящему времени в РФ отобрано около 40 тыс. плюсовых деревьев разных древесных пород. Однако остаются сомнения в генетической ценности, поскольку оценка их по потомству происходит очень медленными темпами. Для получения достоверного ответа необходимо создавать испытательные культуры, заложенные в соответствии с методикой полевого опыта. К сожалению, таких работ проведено очень мало, поэтому имеющиеся объекты

при всех их отклонениях от классических полевых опытов имеют особую ценность. Одними из таких опытов являются культуры, созданные доцентом СПбГЛТА Ф.А. Чепиком в Карелии. В настоящей работе подведены некоторые предварительные итоги, полученные при изучении роста и развития потомков плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на части полей этого опытного объекта.

Целью работы было проведение генетической оценки некоторых плюсовых деревьев сосны обыкновенной и выделение перс-

tsarev@psu.karelia.ru

пективных плюсовых деревьев для введения в лесосеменные плантации 2-го порядка.

Исследования проводились на испытательных культурах сосны обыкновенной, созданных Ф.А. Чепиком в Шуйском лесничестве Петрозаводского лесхоза. Общая площадь культур около 13 га. Этот полигон является наиболее крупным в Карелии. К сожалению, в основном он закладывался для изучения других биологических особенностей сосны обыкновенной, в частности, типов морфогенеза. В отличие от изучения типов морфогенеза испытание плюсовых деревьев рассматривалось как дополнительная задача и, возможно поэтому, не в полной мере выдержаны требования, предъявляемые методикой закладки полевых опытов с плюсовыми деревьями. В частности, не выдержан принцип повторения и рандомизации размещения делянок, на которых высаживалось семенное потомство того или иного плюсового дерева. В результате этого данные испытательные культуры представляют собой в основном неповторный опыт. Вследствие этого результаты, получаемые в данном опыте, имеют предварительный характер.

Однако учитывая, что к настоящему времени это самый долговременный опыт в республике и других более полных и методически выдержанных экспериментов пока не создано, наблюдения имеют определенный смысл и могут быть использованы для предварительной генетической оценки испытываемых плюсовых деревьев, отобранных в Карелии. Рост и развитие потомства плюсовых деревьев изучался на 3 полях, заложенных в 1988 г. (поле № 10) и 1989 г. (поля № 12, 13). Тип леса – сосняк черничник. Ко времени последних замеров возраст потомков плюсовых деревьев на полях 12 и 13 составлял 17 лет, а на поле 10–19 лет. Площадь каждого поля равна 1,0 га. Размещение семей порядное. Расстояние между рядами – 3 м, расстояние между посадочными местами в рядах – 1,0 м.

Методика исследований. Измерялись следующие показатели потомков ПД: высота деревьев, м; диаметр на высоте 1,3 м, см; высота до 1-го живого сучка, м; диаметр кроны, м; толщина самого толстого сучка, см; максимальный угол прикрепления сучьев, градусы;

наличие шишек и мужского цветения; наличие пороков или заболеваний. Материалы полевых наблюдений обрабатывались таксационными методами (А. В. Тюрин и др., 1956; А. Д. Лозовой и др., 1975) и методами математической статистики (Дж. У. Снедекор, 1961; Э. В. Ивантер, А. В. Коросов, 2005 и др.).

Всего на трех полях было изучено 44 семьи плюсовых деревьев сосны обыкновенной. При этом были обследованы, измерены и проанализированы показатели для более 5000 семенных потомков этих плюсовых деревьев.

Анализ полученных данных показал, что число сохранившихся к 17–19-летнему возрасту деревьев по семьям колебалось от 10 до 310 экз. У большинства плюсовых деревьев сохранилось по 50–70 потомков. У более половины плюсовых деревьев потомства высажены в нескольких рядах, и их представленность превышает 100 экз. Такое количество растений позволяет получить статистически обоснованные результаты.

Средние показатели роста потомства плюсовых деревьев приведены в табл. 1–3.

По данным табл. 1 и материалам анализа других исследованных показателей на поле № 12 можно сделать следующие выводы.

Наиболее перспективными по высоте оказались 4 ПД (№ 1043, 1053, 1045, 1042). По диаметру в группу перспективных отнесены 3 ПД (1053, 1045, 1042). Превышающих контроль по объему выделилось 5 ПД (№ 1046, 1043, 1053, 1045, 1042).

Оценка общей комбинационной способности (ОКС) по высоте, диаметру, объему показала, что более перспективными оказались те же 5 ПД (1045, 1053, 1042, 1043, 1046). Они могут быть выделены в элитные деревья (ПД, показавшие при семенном размножении высокий уровень наследования хозяйственно ценных признаков и свойств) и рекомендованы для лесосеменных плантаций второго порядка.

По габитуально-морфологическим признакам, а именно по высоте первого живого сучка и диаметру кроны, лучшими оказались ПД № 1054, 1188, 1038, 1040, 1041, по толщине сучков и максимальному углу их отклонения лучшие ПД № 1054, 1149, 1041, 1200, 670.

Т а б л и ц а 1

**Средние показатели роста 17-летнего потомства и оценка ОКС
плюсовых деревьев сосны обыкновенной на испытательных культурах
Шуйского лесничества Петрозаводского лесхоза (поле № 12)**

№ ПД	Кол-во исследованных потомков	Высота ± ошибка, м	ОКС по высоте, м	Диаметр ± ошибка, см	ОКС по диаметру, см	Объем видového цилиндра, м ³ · 10 ⁻³	ОКС по объему видového цилиндра, м ³ · 10 ⁻³
1054	368	5,73±0,16 [±]	-0,20	9,47±0,40 [±]	0,11	41,4	-0,67
1046	263	5,69±0,14 [±]	-0,24	10,01±0,52 [±]	0,65	45,4	3,33
1043	360	6,17±0,09 ⁺	0,24	9,71±0,31 [±]	0,35	46,7	4,63
1053	45	6,30±0,10 ⁺	0,37	10,13±0,37 ⁺	0,77	50,8	8,73
1188	7	6,51±0,38 [±]	0,58	8,71±1,17 [±]	-0,65	38,8	-3,27
1045	122	6,32±0,11 ⁺	0,39	10,02±0,29 ⁺	0,66	49,9	7,83
1149	22	5,49±0,21 [±]	-0,44	7,91±0,58 ⁻	-1,45	27,0	-15,07
1042	90	6,28±0,12 ⁺	0,35	10,22±0,42 ⁺	0,86	52,2	10,13
1038	157	6,10±0,16 [±]	0,17	9,32±0,38 [±]	-0,04	42,0	-0,07
1040	65	6,06±0,10 [±]	0,13	9,03±0,30 [±]	-0,33	38,8	-3,27
1041	297	6,04±0,15 [±]	0,11	8,71±0,39 [±]	-0,65	36,1	-5,97
1192	8	5,19±0,52 [±]	-0,74	7,38±1,00 ⁻	-1,98	22,2	-19,87
1200	21	4,86±0,28 ⁻	-1,07	5,95±0,64 ⁻	-3,41	13,5	-28,57
670	42	4,19±0,19 ⁻	-1,74	4,76±0,40 ⁻	-4,60	7,5	-34,57
Среднее	∑=1867	5,93±0,02		9,36±0,07		42,1	

Т а б л и ц а 2

**Средние показатели роста 17-летнего потомства плюсовых деревьев сосны
обыкновенной на испытательных культурах Шуйского лесничества
Петрозаводского лесхоза (поле № 13)**

№ ПД	Кол-во исследов. потомков	Высота ± ошибка, м	ОКС по высоте, м	Диаметр ± ошибка, см	ОКС по диаметру, см	Объем видов. цилиндра, м ³ · 10 ⁻³	ОКС по объему видového цилиндра, м ³ · 10 ⁻³
428	186	5,05±0,03 ⁺	0,26	10,95±0,11 ⁺	2,5	47,5	20,7
429	115	4,61±0,02 ⁻	-0,18	9,30±0,09 ⁺	0,8	31,3	4,53
430	112	4,52±0,02 ⁻	-0,29	8,08±0,07 [±]	-0,4	23,2	-3,7
431	33	5,48±0,01 ⁺	0,71	9,65±0,06 ⁺	1,2	40,1	13,2
433	207	4,33±0,02 ⁻	0,36	8,50±0,08 [±]	0,1	24,6	-2,3
435	155	4,94±0,03 [±]	0,16	9,08±0,07 ⁺	0,6	32,0	5,1
437	292	4,42±0,04 [±]	-0,35	6,73±0,09 ⁻	-1,7	15,7	-11,1
671	8	3,07±0,02 ⁻	-1,80	3,75±0,05 ⁻	-4,7	3,4	-23,5
1024	21	5,37±0,01 ⁺	0,42	10,37±0,07 ⁺	1,9	45,3	18,5
1025	210	4,86±0,02 [±]	0,07	8,35±0,09 [±]	-0,1	26,6	-0,3
1026	54	5,25±0,03 ⁺	0,46	8,89±0,10 [±]	0,4	32,6	5,7
1029	5	3,38±0,02 ⁻	-1,15	8,60±0,10 [±]	0,1	19,6	-7,2
1141	23	4,50±0,02 [±]	-0,30	9,74±0,03 ⁺	1,3	33,5	6,7
1143	61	4,25±0,03 ⁻	-0,53	4,96±0,04 ⁻	-3,5	8,2	-18,7
1147	9	5,94±0,02 ⁺	0,99	11,11±0,11 ⁺	2,7	57,6	30,7
1148	15	4,00±0,01 ⁻	-0,77	8,07±0,08 [±]	-0,4	20,4	-6,4
Среднее	∑=1506	4,79±0,01		8,45±0,01		26,85	

**Средние показатели роста 19-летнего потомства и оценка ОКС
плюсовых деревьев сосны обыкновенной на испытательных культурах
Шуйского лесничества Петрозаводского лесхоза (поле № 10)**

№ ПД	Кол-во исслед. потомков	Высота ± ошибка, м	ОКС по высоте, м	Диаметр ± ошибка, см	ОКС по диа- метру, см	Объем видово- го цилиндра, м ³ · 10 ⁻³	ОКС по объему видового ци- линдра, м ³ · 10 ⁻³
158	113	6,80±0,07 ⁺⁾	0,24	11,75±0,14 ⁺⁾	2,79	73,7	31,6
681	113	6,95±0,06 ⁺⁾	0,39	10,00±0,07 ⁺⁾	1,04	54,6	12,5
1101	105	6,35±0,10 ⁻⁾	-0,21	7,20±0,18 ⁻⁾	-1,76	25,8	-16,3
1078	107	5,65±0,08 ⁻⁾	-0,91	7,75±0,10 ⁻⁾	-1,21	26,6	-15,5
453	119	6,15±0,11 ⁻⁾	-0,41	8,70±0,23 ^{±)}	-0,26	36,5	-5,6
450	119	7,30±0,11 ⁺⁾	0,74	8,65±0,16 ^{±)}	-0,31	42,9	0,8
155	137	6,75±0,15 ^{±)}	0,19	8,95±0,11 ^{±)}	-0,01	42,4	0,3
835	59	6,80±0,13 ^{±)}	0,24	8,40±0,32 ^{±)}	-0,56	37,7	-4,4
375	51	6,70±0,25 ^{±)}	0,14	9,40±0,93 ^{±)}	0,44	46,5	4,4
448	111	6,65±0,10 ^{±)}	0,09	7,55±0,26 ⁻⁾	-1,41	29,8	-12,3
1074	86	6,80±0,04 ⁺⁾	0,24	9,05±0,05 ^{±)}	0,09	43,7	1,6
329	95	6,15±0,15 ⁻⁾	-0,41	9,40±0,32 ^{±)}	0,44	42,7	0,6
1062	99	6,40±0,13 ^{±)}	-0,16	9,50±0,37 ^{±)}	0,54	45,3	3,2
371	42	6,45±0,44 ^{±)}	-0,11	9,10±0,65 ^{±)}	0,14	41,9	-0,2
среднее	Σ=1356	6,56±0,03		8,96±0,08		42,1	

По генеративному признаку лучшие показатели дали ПД № 1054, 1046. Также хорошие показатели по плодоношению имеют ПД № 1043, 1192, 1200, 670.

Примечания здесь и далее:

^{+) — достоверно лучше контроля при $\alpha_{0,05}$;}

^{-) — достоверно хуже контроля при $\alpha_{0,05}$;}

^{±) — достоверные отличия от контроля при $\alpha_{0,05}$ отсутствуют.}

Меньше всего пороков имеют потомства ПД № 1200, 1040, 1046, 1053, 670, 1054, 1043, 1045. Наиболее распространенные пороки — пасынок, многоствольность (чаще двуствольность), многовершинность (чаще двухвершинность), также встречались деформация ствола, возможно вызванная заболеванием «сосновый вертун», кривизна ствола, наличие подкорного клопа и рак.

В соответствии с вышеперечисленным в перспективную группу по комплексу признаков можно включить следующие плюсовые деревья: № № 1053, 1043, 1045, 1046, которые могут быть предложены для дальнейшего использования.

По результатам исследований, проведенных на участке № 13 испытательных

культур сосны обыкновенной, можно сделать следующие выводы.

К перспективным по росту в высоту можно отнести потомства плюсовых деревьев № № 1147, 431, 1024, 1026, 428; по росту в диаметре — потомки плюсовых деревьев № № 1147, 428, 431, 429, 1024 и др. (табл. 2).

Оценка ОКС по интегральному показателю роста (объему видовых цилиндров) позволила выделить в качестве лучших потомства плюсовых деревьев № 1147, 428, 431, 1024, 1026, 1141, 435 и др.

Плодоношение на участке незначительное, обильное плодоношение отмечалось только у хорошо развитых деревьев. Наибольший балл плодоношения имеет потомство плюсовых деревьев № 1148, 1024, 429, наименьший балл плодоношения у № 671, 1029, 1141.

Наибольший процент пороков наблюдается у потомства плюсовых деревьев № 1147, 1148, 433, 435, а наименьший — у плюсовых деревьев № 1024, 1025, 1026, 1029, 1141, 1143. Этот показатель важен при выращивании пиловочника. Лучшее по данному показателю подходят плюсовые деревья № 1024, 1025, 1026, 1029, 1141, 1143.

Краткая характеристика показателей роста и качества потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной на некоторых полях испытательных культур в Петрозаводском лесхозе

№ п. ПД	Число потомков/возраст, лет	Площадь делянки, м ²	Высота, м	Диаметр, см	Объем стволов, м ³	Запас на делянке, м ³	Запас, м ³ /га	Процент от контроля
1046	263/17	1761	5,69	10,01	0,0245	6,444	37,90	108
1043	360/17	1800	6,17	9,71	0,0249	8,964	49,80	141
1053	45/17	300	6,3	10,13	0,0277	1,247	41,57	118
1045	122/17	513	6,32	10,02	0,0279	3,404	66,35	188
1042	90/17	438	6,28	10,22	0,0295	2,655	60,62	172
428	186/17	900	5,05	10,95	0,0250	4,65	51,67	147
431	33/17	129	5,48	9,65	0,0220	0,726	56,28	160
435	155/17	600	4,94	9,08	0,0170	2,635	43,92	125
1024	21/17	108	5,37	10,37	0,0210	0,441	40,83	116
1026	54/17	177	5,25	8,89	0,0190	1,026	57,97	165
1147	9/17	39	5,94	11,11	0,0308	0,277	71,03	202
158	113/19	600	6,80	11,75	0,0400	4,52	75,33	228
681	113/19	600	6,95	10,00	0,0300	3,39	56,5	181
450	119/19	600	7,30	8,65	0,0250	2,975	49,58	159
1074	86/19	600	6,80	9,05	0,0235	2,0210	33,68	108
Среднее, по полю 12	1867	9339	5,93	9,36	0,0225	42,0075	44,98	Ср. запас для 17-летних насаждений 35,20 м ³ /га (100 %)
Среднее, по полю 13	1506	≈10000	4,79	8,45	0,0154	23,19	23,19	
Среднее, по полю 10	1356	≈10000	6,56	8,96	0,0230	31,19	31,19	Ср. запас для 19-летних насаждений 31,19 м ³ /га (100 %)

Самым распространенным пороком является двуствольность, двухвершинность, пасынок, кривоствольность, рак, многовершинность. Кроме того, на участке было отмечено наличие смоляных потеков и обломов вершин.

В целом, в список лучших деревьев на этом поле можно включить плюсовые деревья № 1147, 428, 431, 1024, 1026, 1141, 435.

Данные наблюдений 19-летних потомков сосны обыкновенной (поле № 10) показали, что лучшими деревьями были:

– по высоте потомства плюсовых деревьев № № 450, 681, 1074; по диаметру № 158 и 681. В целом по интегральному показателю роста (объему видовых цилиндров) к лучшим можно отнести потомки плюсовых деревьев № 158, 681, 375, 1062 и др.;

– по габитуально-морфологическим признакам, а именно по высоте первого живого сучка и диаметру кроны, лучшими оказались ПД № 681, 448, 1074, по толщине сучков и максимальному углу их отклонения лучшие – ПД № 158, 1074;

– по генеративному признаку лучшие показатели дали ПД № 835, 1074, 371. Так-

же хорошие показатели по плодоношению имеют потомства ПД № 158, 453, 155, 375, 1062;

– меньше всего пороков имеют потомства ПД № 158, 1101, 1078, 453, 448, 1074, 329. Наиболее распространенные пороки – пасынок, двуствольность, двухвершинность, также встречались деформация и кривизна ствола, наличие подкорного клопа и рак.

В соответствии с вышеперечисленным в перспективную группу можно включить следующие плюсовые деревья: № 158, 681, 1074, 329, которые могут быть предложены для дальнейшего использования.

Анализ полученных результатов показал, что к настоящему времени среди испытанных по потомству плюсовых деревьев можно выделить лучшую треть, в которую могут быть включены следующие 15 деревьев: № 1045, 1053, 1042, 1043, 1046, 1147, 428, 431, 1024, 1026, 435, 158, 681, 450, 1074.

Краткие характеристики потомств этих плюсовых деревьев приведены в табл. 4.

В результате изучения полученного материала могут быть сделаны следующие выводы:

– лучшие показатели были у потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной, отобранных в Медвежьегорском (№ 1024, 1026, 1042, 1043, 1045, 1046, 1053.), Заонежском (№ 428, 431, 435, 450, 681, 1074), Лахденпохском (№ 158) и Чупинском (1147) лесхозах Карелии;

– репродуктивный материал, собранный из этих деревьев, может рассматриваться как перспективный для создания ЛСП-II и использован для дальнейших генетико-селекционных исследований и тестов;

– проведенные исследования являются только началом большой работы по изучению и генетико-селекционной оценке огромного массива плюсовых деревьев сосны обыкновенной (свыше 1200 экз.), отобранных в Республике Карелия в предыдущие годы, их мониторингу и ротации в случае необходимости.

Результаты таких исследований могут иметь большое значение как в теоретическом, так и в практическом плане по обновлению и расширению лесосеменной базы на селекционной основе в России в целом и в Республике Карелия, в частности.

Библиографический список

1. Вересин, М.М. Селекционный отбор быстрорастущих форм древесных пород при лесовыращивании / М.М. Вересин // Науч. зап. Воронежского лесохозяйств. ин-та. Т. IX. – Воронеж: Воронежское обл. книгоизд-во, 1946. – С. 74–103.
2. Ивантер, Э.В. Введение в количественную биологию / Э.В. Ивантер, А.В. Коросов. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2003. – 304 с.
3. Лозовой, А.Д. Таксация тонкомерной древесины / А.Д. Лозовой, В.А. Бугаев, В.Н. Егоров. – Воронеж: Воронежский ГУ, 1975. – 131 с.
4. Снедекор, Дж.У. Статистические методы в применении к исследованиям в сельском хозяйстве и биологии / Дж.У. Снедекор. – М.: Изд-во с.-х. литературы, журналов и плакатов, 1961. – 503 с.
5. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации – М.: ФС лесного хозяйства России, 2000. – 198 с.
6. Царев, А.П. Вопросы и проблемы плюсовой селекции / А.П. Царев, Н.В. Лаур // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2006. – № 5(47). – С. 118–123.
7. Lindquist B. Forst-Genetik in der schwedischen Waldbaupraxis. Radebeul und Berlin: Neumann Verlag, 1954. – 156 S.
8. Tsarev A.P. Is it Necessary to Keep Plus Trees? // Conservation and sustainable management of boreal forests: a Canadian-Russian perspective. 2006. St. Petersburg. Russia – University Laval, Quebec. P. 78–79.

АНАЛИЗ ГИБРИДОВ СИРЕНИ СЕЛЕКЦИИ О.Е. НИКОЛАЕВОЙ

С.П. ПОГИБА, *проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, канд. с.-х. наук*,
Т.А. СОКОЛОВА, *проф. каф. садово-паркового и ландшафтного строительства МГУЛ,*
канд. с.-х. наук,
Н.А. ЕРМАКОВА, *соискатель каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ*

pogiba@mgul.ac.ru

На территорию МГУЛ в 1974 г. из Гребневского питомника ЩУОлесхоза было пересажено 38 гибридов сирени селекции О.Е. Николаевой. Основная часть этой коллекции находится в Ивантеевском дендропарке им. акад. А.С.Яблокова. Все сведения и схемы гибридизации не сохранились. Известно, что скрещивание проводилось как между сортами сирени обыкновенной, так и между сиренью обыкновенной и амурской, сиренью обыкновенной и венгерской.

Для восстановления какой-либо информации об исходных родительских формах была проведена комплексная оценка данных

гибридов сирени и поставлена задача разделить исследуемые гибриды на группы по сходным признакам и выделить наиболее перспективные из них кандидатами в сорта. Для этого изначально был снят подробный план исследуемого участка (дендроплан) и каждому кустарнику присвоен номер. Каждое растение было проанализировано по следующим признакам: форма и цвет соцветий, их параметры (длина, ширина), диаметр и форма цветка, форма и количество лепестков, параметры листовой пластинки (длина, ширина, число пар жилок), сроки цветения, аромат (табл. 1).

Т а б л и ц а 1

Сравнительная характеристика исследуемых гибридов сирени по основным признакам

Сорт (№)	Форма цветка и диаметр, см	Аромат	Соцветие			Листья		Срок цветения
			форма	рыхлость кисти	ширина, длина см	ширина, длина см	кол-во пар жилок	
1	Цветение отсутствует	–	–	–	–	$\frac{5,3}{10,4}$	4–5	Поздний
1a	Простые, Д=1,5см, 4лепестка, заостренные	Душистый резкий	Конусо-видная	Рыхлая	$\frac{5,2}{10,9}$	$\frac{5,9}{8,0}$	4–6	Ранний
2	Цветение отсутствует	–	–	–	–	$\frac{6,3}{11,7}$	4–6	Поздний
3	Простые, Д=1,2см, 4лепестка	Душистый, резкий	Стройная	Средней рыхлости	$\frac{4,7}{13,7}$	$\frac{5,1}{6,8}$	4	Средний
4 (венг.)	Простые	–	–	–	–	$\frac{4,4}{11,1}$	7–9	Поздний
5	Простые, Д=1,1см, 4лепестка, заостренные	Душистые, нежный	Конусо-видная	Рыхлая	$\frac{5,8}{12,4}$	$\frac{5,8}{7,8}$	4–5	Ранний
5a	Простые, Д=1,1см, 4лепестка	Душистый, резкий	Стройная	Рыхлая	$\frac{5,8}{14,7}$	$\frac{8,6}{10,4}$	5–6	Средний
6	Простые, Д=1,4см, 4лепестка, заостренные	Душистый, резковатый	Конусо-видная	Средней плотности	$\frac{5,7}{13}$	$\frac{6,8}{9,4}$	6–7	Средний
8	Махровые, Д=1,3см, 2венчика	Душистый, нежный	Пирами-дальная	Рыхлая	$\frac{4,5}{17,6}$	$\frac{6,5}{8,4}$	3–5	Ранний
8a	Махровые, Д=1,5см, 2венчика	Душистый, резкий	Тупопира-мидалная	Плотная	$\frac{6,4}{21,1}$	$\frac{6,4}{9,3}$	4–7	Ранний
9	Простые, Д=1,6, 4лепестка	Душистый резкий	Конусо-видная	Средней рыхлости	$\frac{8,6}{14,2}$	$\frac{7,4}{9,0}$	5–6	Ранний
10	Простые, Д=2,3, 4лепестка	Душистый нежный	Конусо-видная	Плотная	$\frac{10,4}{22,2}$	$\frac{6,3}{10,2}$	4–6	Ранний
11	Простые, Д=1,4см, 4лепестка	Души-стый, очень нежный	Узкопира-мидалная	Средней рыхлости	$\frac{5,8}{15,8}$	$\frac{5,5}{6,5}$	3–5	Ранний
12	Простые, Д=1,4см, 4лепестка	Душистый, нежный	Конусо-видная	Средней плотности	$\frac{5,4}{11,2}$	$\frac{5,8}{7,7}$	4–5	Средний
12a	Простые, Д=1,7см, 4лепестка	Душистый, нежный	Конусо-видная	Рыхлая	$\frac{6,3}{14,6}$	$\frac{6,0}{8,5}$	4–5	Поздний
13	Простые, Д=1,2см, 4лепестка	Душистый, резкий	Пирами-дальная	Средней рыхлости	$\frac{7,6}{15,5}$	$\frac{4,8}{10,3}$	3–4	Поздний
14	Цветение отсутствует	–	–	–	–	$\frac{5,0}{12,8}$	3–4	Поздний
15	Простые, Д=1,0–1,1см, 4лепест-тка	Душистый, резкий	Пирами-дальная	Рыхлая	$\frac{3,8}{11,8}$	$\frac{6,1}{8,4}$	4–5	Ранний
16	Простые, Д=1,5см, 4лепестка	Душистый, резковатый	Узкопира-мидалная	Рыхлая	$\frac{5,8}{14,0}$	$\frac{6,4}{7,8}$	4–5	Средний
17	Простые, Д=1,4см, 4лепестка, заостренные	Душистый, резкий	Конусо-видная	Рыхлая	$\frac{5,7}{11,5}$	$\frac{5,1}{7,7}$	4–5	Ранний
18–19	Простые, Д=1,5см, 4лепестка	Душистый, резкий	Пирами-дальная	Средней плотности	$\frac{5,7}{13,6}$	$\frac{5,2}{7,5}$	3–5	Ранний
20	Простые, Д=1,6–1,7см, 4лепес-тка	Душистый, резкий	Пирами-дальная	Средней плотности	$\frac{7,5}{16,6}$	$\frac{4,9}{7,0}$	4–6	Средний
21	Простые, Д=2,4, 4лепестка	Душистые резкий	Широко-пирами-дальная	Средней плотности	$\frac{9,9}{13,6}$	$\frac{4,4}{6,6}$		Ранний
22	Простые, Д=2,4–2,5см, 4лепес-тка	Душистый, резкий	Узкопира-мидалная	Средней рыхлости	$\frac{5,1}{20,6}$	$\frac{6,6}{9,7}$	6–7	Поздний

Сорт (№)	Форма цветка и диаметр, см	Аромат	Соцветие			Листья		Срок цветения
			форма	рыхлость кисти	ширина, длина см	ширина, длина см	кол-во пар жилок	
23	Простые, Д=1,5см, края заостренные, изогнутые, 4лепестка	Душистый, резкий	Узкопирамидальная	Рыхлая	$\frac{6,0}{16,2}$	$\frac{6,6}{10,7}$	4–6	Ранний
23а	Простые, Д=0,9см, края изогнуты наружу, заостренные 4лепестка	Душистый, резкий	Узкопирамидальная	Рыхлая	$\frac{4,2}{14,3}$	$\frac{6,3}{10}$	3–5	Средний
24	Простые, Д=2 см, 4 лепестка	Душистый, резкий	Узкопирамидальная	Рыхлая	$\frac{7,6}{21,6}$	$\frac{6,5}{8,2}$	5–7	Поздний
25	Простые, Д=1,4см, 4лепестка, изогнутые	Душистый, резковатый	Пирамидальная	Рыхлая	$\frac{4,6}{13,2}$	$\frac{5,9}{9,1}$	4–5	Ранний
26	Простые, Д=1,8–2см, 4–5 лепестков	Душистый, резкий	Цилиндрическая	Рыхлая	$\frac{5,4}{15,8}$	$\frac{5,9}{8,8}$	6–8	Ранний
27	Простые, Д=1,8–2см, 4лепестка	Душистый, резкий	Пирамидальная	Рыхлая	$\frac{7,9}{22,8}$	$\frac{7,2}{9,3}$	6–8	Ранний
28	Махровые, Д=1,6см, 4лепестка	Душистый, нежный	Пирамидальная	Плотная	$\frac{5,3}{10,7}$	$\frac{6,6}{8,7}$	4–5	Ранний
29	Простые, Д=1,5–1,6см, 4–5 лепестков	Приторный, резкий	Узкопирамидальная	Средней плотности	$\frac{4,6}{14,3}$	$\frac{6,1}{8,5}$	5–6	Средний
30	Соцветие отсутствует	–	–	–	–	$\frac{5,8}{13,4}$	4–5	–
31	Простые, Д=2,3см, 4лепестка	Душистый резкий	Широкопирамидальная	Плотная	$\frac{8,9}{22}$	$\frac{5,8}{9,5}$	4–6	Ранний
32	Простые, Д=1,4–1,5см, 4лепестка	Душистый, резковатый	Пирамидальная	Средней рыхлости	$\frac{5,6}{14,3}$	$\frac{7,2}{9,8}$	3–5	Средний
33	Простые, Д=1,3см, 4заостренных лепестка	Душистый, нежный	Пирамидальная	Плотная	$\frac{5,8}{14,6}$	$\frac{7,0}{9,9}$	6–8	Средний

В результате при оценке данных признаков выделяем группу гибридов, сходных морфологически (по форме листовой пластинки, срокам цветения и соцветиям) с сиренью амурской (№ 1, 2, 13, 14, 30), имеющих поздние сроки цветения, вытянутые широкоовальные короткозаостренные на конце листья.

Также выделен гибрид № 4, сходный морфологически с сиренью венгерской (цветет на 2 недели позже остальных гибридов, листья эллиптические, на верхушке заостренные, сверху темно-зеленые, снизу сизоватые, цветет обильно).

Определение цвета соцветий проводилось по методике Всесоюзного научно – исследовательского института имени Менделеева с помощью атласа («Атлас цветов на 1000 экземпляров (оттенков) АЦ-1000») (табл. 2).

По цвету выделено 4 группы гибридов: белые (12,5 %), сиреневые (68,5 %), фиолетовые (12,5 %) и пурпурные (6,5 %). Группа сиреневых гибридов была разделена на 3 подгруппы явного различия оттенков соцветий входящих в нее гибридов: лиловые (54 %), голубоватые (32 %) и розоватые (14 %).

Распределение гибридов по группам:

- белая группа: № 5а, 6, 23а, 33;
- сиреневая группа:
 - подгруппа лиловых: № 1а, 5, 8, 11, 13, 15–20, 25;
 - подгруппа голубоватых: № 3, 8а, 23, 26–28, 32;
 - подгруппа розоватых: № 9, 12, 12а;
- группа фиолетовых: № 21, 22, 24, 29;
- группа пурпурных: № 10, 31.

Цветовая оценка гибридов сирени селекции О.Е. Николаевой

Сорт (№)	Название цвета по ощущениям	Карта	Название цвета по атласу
1a	Бутон розовато-сиреневый	15.0, 16/2	Кобальт фиолетовый светлый г-57.7 р-16.0
	Открытый цветок светло-сиреневый	15.5, 18/2	Фиолетовый хинокридоновый г-53.1 р-20.0
3	Бутон сиреневый	16.0, 14/2	Краплак фиолетовый г-32.7 р-14.0
	Открытый цветок голубовато-сиреневый (белый центр 20%)	14.0, 16/2	Кобальт фиолетовый темный г-48.4 р-15.0
5	Бутон розовато-сиреневый	15.0, 16/2	Кобальт фиолетовый светлый г-57.7 р-16.0
	Открытый цветок светло-сиреневый	15.5, 18/2	Фиолетовый хинокридоновый г-53.1 р-20.0
5a	Открытый цветок белый	0.0, 20/	Жженая кость г-86.8
6	Бутон розоватый	1.0, 16/4 и 15.0, 18/2 и 16/2 1.6, 18/4-16/4	Алый 2с г-60.3 р-34.0 г-53.5 р-33.0
	Открытый цветок (наружная сторона) белый с розоватым оттенком		
	Открытый цветок (внутренняя сторона)	0.0, 20/	Жженая кость г-86.8
8	Открытый цветок бледно-сиреневый	14.0, в два раза светлее, чем 16/2 и 13.4, 20/2	Кобальт фиолетовый темный г-48.4 р-15.0 Фиолетовый диоксазановый г-62.7 р-21.0
8a	Бутон фиолетовый	15.0, 16/2 и 18/2	Кобальт фиолетовый светлый г-66.0 р-22.0; г-57.7 р-16.0
	Открытый цветок голубовато-сиреневый	14.0, 16/2 и 14/2	Кобальт фиолетовый темный г-48.4 р-15.0; г-38.4 р-5.0
9	Бутон розовато-бордовый	Ближе всего 1.3, 14/4	Краплак красный г-24.4 р-27.0
	Открытый цветок розовато-сиреневый	1.0, 16/6	Розовый хинокридоновый г-33.2 р-15.0
10	Бутон фиолетово-пурпурный	15.5, 8/2	Фиолетовый хинокридоновый
	Открытый цветок темно-пурпурный	1.0, 14/8	Розовый хинокридоновый
11	Бутон светло-сиреневый с розоватым оттенком	15.0, 18/2 и 16/2	Кобальт фиолетовый светлый г-66.0 р-22.0; г-57.7 р-16.0
	Открытый цветок светло-сиреневый	Ближе всего 15.5, 18/2 15.0, 18/2 и 16/2	Фиолетовый хинокридоновый г-48.4 р-15.0; г-38.4 р-5.0 Кобальт фиолетовый светлый г-57.7 р-16.0; г-66.0 р-22.0
12	Бутон розовато-сиреневый	15.0, 18/2	Кобальт фиолетовый светлый г-66.0 р-22.0
	Открытый цветок двух расцветок: красновато-сиреневый	15.0, 14/2 и 12/2	Кобальт фиолетовый светлый г-49.1 р-13.0; г-39.4 р-16.0
	розовато-сиреневый с голубыми прожилками	15.5, 18/2 и 16/2	Фиолетовый хинокридоновый г-53.1 р-20.0; г-44.6 р-15.0
12a	Бутон розовато-бордовый	Ближе всего 1.3, 14/4	Краплак красный г-24.4 р-27.0
	Открытый цветок розовато-сиреневый	1.0, 16/6	Розовый хинокридоновый г-33.2 р-15.0
13	Бутон сиреневый	15.0, 12/4	Кобальт фиолетовый светлый г-34.2 р-10.0
	Открытый цветок светло-сиреневый (белый центр 20%)	14.0, 16/2	Кобальт фиолетовый темный г-48.4 р-15.0
15	Открытый цветок на солнечной стороне (10% белый центр)	14.0, 16/2, но больше 14/2	Кобальт фиолетовый темный г-48.4 р-15.
	Открытый цветок в тени светло-сиреневый (25% белый центр)	14.0, 12/2	Кобальт фиолетовый темный г-30.0 р-5.0
16	Бутон розовато-сиреневый	15.0, 16/2	Кобальт фиолетовый светлый г-57.7 р-16.0
	Открытый цветок светло-сиреневый	15.5, 18/2	Фиолетовый хинокридоновый г-53.1 р-20.0

Сорт (№)	Название цвета по ощущениям	Карта	Название цвета по атласу
17	Бутон розовато-сиреневый	15.0, 16/2	Кобальт фиолетовый светлый г-57.7 р-16.0
	Открытый цветок светло-сиреневый	15.5, 18/2	Фиолетовый хинокридоновый г-53.1 р-20.0
18-19	Бутон светло-сиреневый	15.0, 16/2	Кобальт фиолетовый светлый г-57.7 р-16.0
	Открытый цветок светло-сиреневый (белый центр 5%)	15.5, 18/4 и 16/4 и 14.0, 16/2	Фиолетовый хинокридоновый г-36.0 р-10.0; г-33.6 р-9.0 Кобальт фиолетовый темный г-48.4 р-15.0
20	Бутон светло-сиреневый с розоватым оттенком	15.0, 18/2 и 16/2	Кобальт фиолетовый светлый г-66.0 р-22.0; г-57.7 р-16.0
	Открытый цветок светло-сиреневый	Ближе всего 15.5, 18/2 и 15.0, 18/2 и 16/2	Фиолетовый хинокридоновый г-48.4 р-15.0; г-38.4 р-5.0 Кобальт фиолетовый светлый г-57.7 р-16.0; г-66.0 р-22.0
21	Бутон темный розовато-фиолетовый	15.0, 14/2, 16/2 и 18/2	Кобальт фиолетовый светлый г-49.1 р-13.0; г-57.7 р-16.0; г-66.0 р-22.0
	Открытый цветок фиолетовый (белый центр 1%)	13.4, 14/2, 16/2 и 18/2	Фиолетовый диоксазановый г-36.3 р-5.0; г-43.4 р-5.6; г-48.4 р-10.0
22	Бутон розовато-фиолетовый	1.6, 16/2 и 14/2	Алый 2с г-60.0 р-35.0; г-49.5 р-40.0
	Открытый цветок фиолетовый с голубоватыми прожилками	15.0, 14/4 и 12/4	Кобальт фиолетовый светлый г-39.5 р-9.0; г-34.2 р-10.0
23	Открытый цветок голубовато-сиреневый	14.0, 16/2	Кобальт фиолетовый темный г-48.4 р-15.0
23a	Бутон бледно-розовый	13.4, светлее и розовее, чем 18/2	фиолетовый диоксазановый г-48.4 р-10.0
	Открытый цветок грязно-белый	0.0, 20/-18/	Жженая кость г-86.8 г-77.7
24	Бутон темный розовато-фиолетовый	15.0, 14/2, 16/2 и 18/2	Кобальт фиолетовый светлый г-49.1 р-13.0; г-57.7 р-16.0 г-66.0 р-22.0
	Открытый цветок фиолетовый (белый центр 1%)	13.4, 14/2, 16/2 и 18/2	Фиолетовый диоксазановый г-36.3 р-5.0; г-43.4 р-5.6; г-48.4 р-10.0
25	Открытый цветок бледно-сиреневый	13.4, 20/2 и 14.0, 16/2, но светлее	Фиолетовый диоксазановый г-62.7 р-21.0 Кобальт фиолетовый темный г-48.4 р-15.0
26	Бутон фиолетовый	15.0, 14/2	Кобальт фиолетовый светлый г-49.1 р-13.0
26	Открытый цветок голубовато-сиреневый (белый центр 5%)	14.0, 16/2 и 14/2	Кобальт фиолетовый темный г-48.4 р-15.0; г-38.4 р-5.0
27	Открытый цветок голубовато-сиреневый (белый центр 7-10%)	14.0, 16/2 и 14/2	Кобальт фиолетовый темный г-48.4 р-15.0; г-38.4 р-5.0
28	Открытый цветок с наружной стороны сиреневый	15.0, 18/2 и 16/2	Кобальт фиолетовый светлый г-66.0 р-22.0; г-57.7 р-16.0
	С внутренней стороны голубовато-сиреневый (белый центр 15-20%)	15.5, 18/2-18/4	Фиолетовый хинокридоновый г-53.1 р-20.0; г-36.0 р-10.0
29	Бутон темно-фиолетовый	1.0, 16/6 и 14/8	Розовый хинокридоновый г-33.2 р-15.0; г-19.2 р-18.0
	Открытый цветок фиолетовый (белый центр 5%)	15.0, 14/4 и 12/4	Кобальт фиолетовый светлый г-39.5 р-9.0; г-34.2 р-10.0
31	Бутон фиолетово-пурпурный	15.5, 8/2	Фиолетовый хинокридоновый
	Открытый цветок темно-пурпурный	1.0, 14/8	Розовый хинокридоновый
32	Бутон розовато-сиреневый	15.0, 14/2	Кобальт фиолетовый светлый г-49.1 р-13.0
	Открытый цветок голубовато-сиреневый (белый центр 5%)	15.5, 16/4 и 18/4	Фиолетовый хинокридоновый г-33.6 р-9.0; г-36.0 р-10.0
33	Открытый цветок с внутренней стороны белый	0.0, 20/	Жженая кость г-86.8
	С наружной стороны бледно-розовый	17.0, 16/2 и 1.6, 16/4-16/6	Английская красная г-65.8 р-41.0 Алый 2с г-53.5 р-33.0; г-50.4 р-35.0

Зависимость формы соцветий исследуемых гибридов от коэффициента соцветий

Форма по схеме	№ гибрида	Коэффициент соцветия	Форма, определенная визуально
Узкая (0,25-0,34)	3	0,34	Стройная
	8a	0,31	Тупопирамидальная
	11	0,26	Узкопирамидальная
	16	0,32	Узкопирамидальная
	24	0,25	Узкопирамидальная
	25a	0,3	Узкопирамидальная
	27	0,32	Узкопирамидальная
	30	0,34	Пирамидальная
	31	0,34	Цилиндрическая
	32	0,34	Пирамидальная
Средняя (0,35-0,55)	1a	0,47	Конусовидная
	5	0,47	Конусовидная
	5a	0,38	Стройная
	6	0,44	Конусовидная
	8	0,41	Пирамидальная
	10	0,47	Конусовидная
	12	0,48	Конусовидная
	12a	0,43	Конусовидная
	13	0,36	Пирамидальная
	15	0,46	Пирамидальная
	17	0,49	Конусовидная
	18-19	0,42	Пирамидальная
	20	0,45	Пирамидальная
	25	0,37	Узкопирамидальная
	26	0,35	Узкопирамидальная
	33	0,49	Пирамидальная
	37	0,39	Пирамидальная
38	0,39	Пирамидальная	
Широкая (0,55 и более)	9	0,6	Конусовидная
	21	0,73	Широкопирамидальная
	29	0,56	Широкопирамидальная

С помощью программы Microsoft office Excel проведена оценка достоверности отличий таких признаков, как коэффициент соцветий (отношение ширины к длине), листового коэффициента (отношение ширины в самом широком месте к длине) и диаметра цветка по критерию Стьюдента при уровне доверительной вероятности 0,05 (двухвыборочный t-тест с различными дисперсиями). Однако пурпурная группа при анализе не учитывалась, т.к. она состоит только из двух идентичных гибридов. Также в результате сложности построения непрерывного ряда цветового перехода разделение сиреневой группы на подгруппы не проводилось. В результате выяснено, что

1. Коэффициент соцветия:

– отличия между белыми и фиолетовыми недостоверны ($t_{\phi}=1,46$; $t_{кр}=2,02$);

– отличия между белыми и сиреневыми достоверны ($t_{\phi}=2,60$; $t_{кр}=2,00$);

– отличия между сиреневыми и фиолетовыми недостоверны ($t_{\phi}=0,60$; $t_{кр}=2,03$).

2. Листовой коэффициент:

– отличия между белыми и фиолетовыми недостоверны ($t_{\phi}=0,34$; $t_{кр}=2,00$);

– отличия между белым и сиреневым недостоверны ($t_{\phi}=0,75$; $t_{кр}=2,01$);

– отличия между сиреневыми и фиолетовыми недостоверны ($t_{\phi}=1,16$; $t_{кр}=2,02$).

3. Диаметр цветка:

– отличия между белыми и фиолетовыми достоверны ($t_{\phi}=15,22$; $t_{кр}=1,99$);

– отличия между белыми и сиреневыми достоверны ($t_{\phi}=8,47$; $t_{кр}=2,00$);

– отличия между сиреневыми и фиолетовыми достоверны ($t_{\phi}=11,24$; $t_{кр}=2,01$).

Листовые коэффициенты исследуемых гибридов сирени

№	Листовой коэффициент										Среднее
1	0,53	0,52	0,53	0,53	0,47	0,47	0,50	0,48	0,48	0,56	0,51
1a	0,83	0,77	0,70	0,69	0,84	0,79	0,56	0,74	0,75	0,79	0,74
2	0,56	0,58	0,53	0,57	0,34	0,35	0,50	0,53	0,55	0,54	0,50
3	0,81	0,66	0,79	0,82	0,82	0,50	0,74	0,78	0,66	0,83	0,77
4	0,39	0,34	0,43	0,50	0,38	0,46	0,41	0,33	0,35	–	0,40
5	0,71	0,68	0,65	0,80	0,77	0,79	0,76	0,78	0,79	–	0,75
5a	0,88	0,77	0,86	0,82	0,66	0,91	0,82	0,83	0,90	–	0,83
6	0,66	0,80	0,62	0,71	0,81	0,83	0,62	0,66	0,94	0,69	0,73
8	0,85	0,82	0,88	0,88	0,89	0,74	0,78	0,92	–	–	0,84
8a	0,76	0,85	0,60	0,67	0,65	0,65	0,75	0,69	–	–	0,70
9	0,70	0,93	0,87	0,72	0,89	0,71	0,77	0,79	–	–	0,80
10	0,61	0,67	0,58	0,65	0,71	0,62	0,56	0,57	–	–	0,62
11	0,85	0,82	0,88	0,88	0,89	0,74	0,78	0,92	–	–	0,84
12	0,66	0,64	0,74	0,78	0,62	0,78	0,88	0,89	–	–	0,75
12a	0,65	0,85	0,69	0,77	0,67	0,67	0,67	0,71	–	–	0,71
13	0,71	0,74	0,74	0,78	0,70	0,73	0,72	0,69	–	–	0,73
14	0,39	0,34	0,43	0,50	0,38	0,46	0,41	0,33	0,35	0,44	0,40
15	0,81	0,83	0,79	0,85	0,81	0,81	0,81	0,81	–	–	0,82
16	0,85	0,76	0,56	0,64	0,82	0,80	0,81	0,83	–	–	0,76
17	0,63	0,69	0,59	0,69	0,67	0,73	0,71	0,60	–	–	0,66
18-19	0,64	0,66	0,71	0,66	0,67	0,69	0,65	0,71	0,75	0,79	0,69
20	0,66	0,76	0,71	0,67	0,66	0,71	0,71	0,71	–	–	0,70
21	0,55	0,62	0,77	0,73	0,68	0,57	0,80	0,68	–	–	0,67
24	0,78	0,65	0,68	0,66	0,66	0,70	0,68	0,68	–	–	0,69
25	0,65	0,63	0,55	0,60	0,66	0,60	0,59	0,68	–	–	0,62
25a	0,63	0,69	0,64	0,62	0,56	0,64	0,67	0,60	–	–	0,63
26	0,84	0,86	0,60	0,65	0,62	0,78	0,80	0,80	–	–	0,74
27	0,72	0,74	0,74	0,71	0,71	0,76	0,71	0,71	–	–	0,72
28	0,56	0,47	0,43	0,50	0,33	0,45	0,33	0,43	–	–	0,44
29	0,64	0,56	0,60	0,69	0,62	0,74	0,63	0,65	–	–	0,64
30	0,65	0,67	0,72	0,66	0,60	0,65	0,63	0,61	–	–	0,65
31	0,70	0,64	0,65	0,67	0,71	0,63	0,67	0,66	–	–	0,66
32	0,88	0,65	0,91	0,78	0,70	0,71	0,78	0,83	–	–	0,78
33	0,92	0,82	0,86	0,83	0,60	0,67	0,67	0,80	–	–	0,77
37	0,78	0,68	0,75	0,70	0,78	0,70	0,77	0,70	–	–	0,73
38	0,68	0,70	0,74	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	–	–	0,70

Таким образом, между рассматриваемыми группами гибридов нет ярко выраженных отличий по коэффициентам листовому и соцветия. В то же время они достоверно отличаются по диаметру цветка. На рис. 1 показана диаграмма зависимости диаметра цветка от насыщенности его оттенка. Растения с фиолетовыми цветками имеют наибольший диаметр, растения с белыми цветками – наименьший. Растения с сиреневыми цветками имеют промежуточный – средний диаметр. В то же время у группы с пурпурными цветками, которая не была включена

в анализ, оказались самые крупные цветки (22,24 мм).

Таким образом, признаки окраска цветка и диаметр цветка не являются независимыми и демонстрируют такую коррелятивную изменчивость: с увеличением насыщенности окраски цветка диаметр увеличивается.

Для определения формы соцветий исследуемых гибридов использовался коэффициент соцветия. Схематически определив форму соцветий в зависимости от длины и ширины, принимаем

1) 0,25...0,34 – узкая;

- 2) 0,35...0,54 – средняя;
- 3) 0,55 и более – широкая.

В результате по форме соцветия все гибриды разделились на 3 группы (табл. 3). Накладывая полученные данные на группы по цвету, получаем, что соцветия с белой и сиреневой окраской цветков имеют в основном узкую и среднюю форму. Форма соцветий гибридов с фиолетовой окраской цветков совершенно различна и варьирует от узкой до широкой. Растения, относящиеся к пурпурной группе, обладают наиболее крупными соцветиями, относящимися по форме к средней и широкой группе. Таким образом, выявлена корреляция между окраской соцветий и их формой.

С помощью коэффициента наследуемости была определена наследуемость величины соцветия ($H^2_{cp} = 0,87 = 87\%$, $H^2_{cp} > 0,5$). Величина соцветий наследуется и является генетически обусловленным признаком.

С помощью листового коэффициента (отношение ширины листа к длине) все гибриды по форме листовой пластинки были разделены на группы:

- с вытянутыми листьями (как у сирени амурской и сирени венгерской)
- с широкояйцевидными и сердцевидными листьями (как у сирени обыкновенной).

По срокам цветения каждая цветовая группа представлена следующим образом:

- 1) гибриды сирени, обладающие белой окраской соцветий, цветут в средние сроки;
- 2) гибриды сиреневой группы:
 - а) лиловые цветут в основном в ранние сроки;
 - б) голубоватые – в основном в ранние сроки;
 - в) розоватые – в основном в средние сроки;
- 3) гибриды фиолетовой группы различны по срокам цветения;
- 4) гибриды пурпурной группы цветут в ранние сроки.

В результате оценки всего комплекса рассмотренных признаков выявлены наилучшие, на наш взгляд, экземпляры. Ниже приведено комплексное описание 10 кандидатов в сорта и предложены их названия.

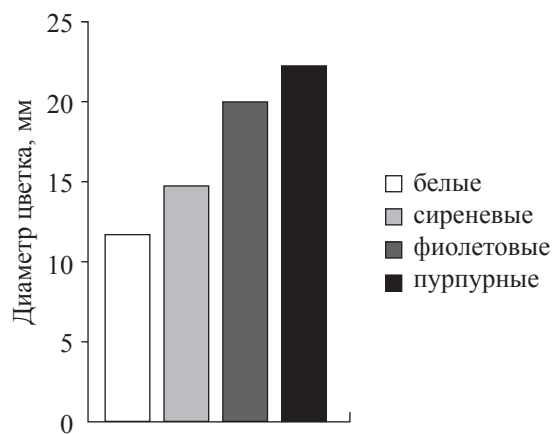


Рис. 1. Диаграмма корреляции диаметра цветка и насыщенности оттенка

I Белые:

№ 6 «Пастель». Цветки некрупные до 15 мм, простые. Лепестки на концах заостренные. Соцветия очень красивые, конусовидные, средней плотности, величиной 13 × 6 см. Бутоны розовые, открытые цветки с наружной стороны розоватые, с внутренней – белые. Аромат цветков резковатый, душистый. Цветет в средние сроки. Отобран по декоративности окраски цветков.

№ 33 «Снежная». Цветки простые, до 13 мм. Лепестки округлые, на конце заостренные. Открытый цветок с внутренней стороны белый, с наружной – бледно-розовый. Соцветия пирамидальные, плотные, размером 15 × 6 см. Цветет в средние сроки. Аромат соцветий душистый, нежный. Отобран по декоративной форме и окраске цветков (рис. 2).

II Сиреневые:

№ 8а «Игрстная». Цветки махровые из двух венчиков, диаметр до 15 мм. Лепестки овальные. Бутоны фиолетовый, открытый цветок голубовато-сиреневый. Соцветия тупо-пирамидальные, плотные, размером 21 × 6,5 см. Аромат резкий, душистый. Цветет в ранние сроки. Отобран по декоративности (махровости) цветка (рис. 3).

№ 20 «Стратосфера». Цветки простые, до 17 мм. Лепестки округлые. Бутоны светло-сиреневый с розоватым оттенком, открытый цветок светло-сиреневый. Соцветия крупные, размером 17 × 8 см, пирамидальные, средней плотности, поникшие. Цветет в средние сроки, обильно. Аромат резкий, душистый. Отобран по обильности цветения.



Рис. 2. Снежная № 33



Рис. 3. Игрстная № 8а



Рис. 4. Звездная № 23



Рис. 5. Ольга № 27



Рис. 6. Александра № 21



Рис. 7. Память о Николаевой № 10 и № 31

№ 23 «Звездная». Цветки простые до 15 мм, края лепестков заостренные, изогнутые. Открытый цветок голубовато-сиреневый. Соцветия узкопирамидальные, средней рыхлости, размером 16×6 см. Цветет в ранние сроки. Аромат соцветий резкий, душистый. Отобран по необычной форме лепестков (рис. 4).

№ 27 «Ольга». Цветки простые из 4–5 лепестков, крупные, до 20 мм. Лепестки округлые. Открытый цветок голубовато-сиреневый (белый центр 7–10 %). Соцветия пирамидальные, рыхлые, размером 23×8 см, поникшие. Цветет в ранние сроки, обильно. Аромат соцветий резкий, душистый. Отобран по крупным лепесткам и обильности цветения (рис. 5).

III Фиолетовые:

№ 21 «Александра». Цветки крупные, простые, до 24 мм диаметром. Лепестки округлые. Бутон темный, розовато-фиолетовый, открытый цветок фиолетовый. Соцветия широкопирамидальные, средней плотности, размером 14×10 см. Цветет рано, обильно. Аромат соцветий резкий, душистый. Отобран по обильности цветения и крупным цветкам (рис. 6).

№ 22 «Светлана». Цветки крупные, простые, диаметром до 25 мм. Лепестки округлые. Бутон розовато-фиолетовый, открытый цветок фиолетовый с голубоватыми прожилками. Соцветия узкопирамидальные, средней рыхлости, величиной 21×5 см. Срок цветения поздний. Аромат соцветия резкий, душистый. Отобран по крупным размерам соцветий и цветков.

IV Пурпурные:

№ 10 и № 31 «Память о Николаевой». Гибриды с крупными, простыми цветками 21–23 мм. Величина соцветий более 20 см. Лепестки округлые. Соцветия плотные, ши-

рокопирамидальные, темно-пурпурные. Кусты высокие, пряморослые. Цветет в ранние сроки. Аромат цветков резкий, душистый. Отобраны по насыщенности окраски и крупным цветкам (рис. 7).

Библиографический список

1. Горб, В.К. Сирень / В.К. Горб, Е.Ш. Беларусец. – Киев: Урожай, 1990. – 173 с.
2. Громов, А.Н. Сирень / А.Н. Громов. – М.: Московский рабочий, 1963. – 240 с.
3. Колесников, Л.А. Сирень / Л.А. Колесников. – М.: Московский рабочий, 1952.
4. Любавская, А.Я. Лесная селекция и генетика / А.Я. Любавская. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 284 с.
5. Любавская, А.Я. Методические указания к проведению учебной практики по лесной селекции и генетике / А.Я. Любавская, С.П. Погиба, С.П. Романовский. – М.: МГУЛ, 1981. – 35 с.
6. Любавская, А.Я. Селекционная оценка древесных растений, применяемых для озеленения г. Москвы / А.Я. Любавская, О.Н. Виноградова. – М.: МГУЛ, 2006. – 113 с.
7. Лунева, З.С. Сирень / З.С. Лунева, Н.Л. Михайлов, Е.А. Судакова. – М.: Агропромиздат, 1989. – 256 с.
8. Окунева, И.Б. Сирень: знакомая и незнакомая / И.Б. Окунева // В мире растений. – 2003. – № 6.
9. Погиба, С.П. Методы количественной генетики в лесной селекции / С.П. Погиба, Г.А. Курносков, Е.В. Казанцева. – М.: МГУЛ, 2005. – 32 с.
10. Рубцов, Л.И. Виды и сорта сирени, культивируемые в СССР: каталог-справочник / Л.И. Рубцов, Н.Л. Михайлов, В.Г. Жоголева. – Киев: Наукова думка, 1980. – 128 с.
11. Свалов, Н.Н. Вариационная статистика / Н.Н. Свалов. – М.: МГУЛ, 1996. – 77 с.
12. Яблоков, А.С. Ивантеевский дендрологический сад ВНИИЛМ (каталог) / А.С. Яблоков М.И. Докучаева. – М.: Гос. ком. лесного хозяйства Совета Министров СССР, 1976. – 83 с.
13. Стрелаков, И.Ф. Сирень / И.Ф. Стрелаков, Н.И. Потапова. – М.: ЗАО Фитон+, 2003. – 144 с.

КРАТКИЙ ОБЗОР И ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ СИСТЕМАТИКИ РОДА *ACER* L.

Е.Ю. ТЕРЕХОВА, *асп. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ*

terehova@mgul.ac.ru

Изучением таксономии рода *Acer* занималась группа ученых. Но, несмотря на значительный накопленный ими объем знаний и данных, некоторые таксоны все еще недостаточно изучены и тяжело поддаются определению. Сходство многочисленных видов,

главным образом в пределах секций, до сих пор остается основной проблемой в изучении данного рода. Современные исследования, особенно по биохимии растений, разъяснили часть спорных отношений между таксонами, но часть полученных данных, в свою очередь,

Система А.И. Поярковой (1933 г.)

Секция	Серия	Кол-во видов
<i>Palmata</i>	<i>Palmata</i>	14
<i>Microcarpa</i>	<i>Sinensia</i>	13
<i>Integrifolia</i>	<i>Oblonga</i>	9
<i>Microcarpa</i>	<i>Spicata</i>	4
<i>Macrantha</i>	<i>Parviflora</i>	1
	<i>Tegmentosa</i>	7
	<i>Micrantha</i>	5
	<i>Crataegifolia</i>	10
<i>Glabra</i>	<i>Glabra</i>	2
<i>Arguta</i>	<i>Arguta</i>	6
<i>Negundo</i>	<i>Negundo</i>	3
<i>Cissifolia</i>	<i>Cissifolia</i>	2
<i>Carpinifolia</i>	<i>Carpinifolia</i>	1
<i>Rubra</i>	<i>Rubra</i>	2
	<i>Saccharina</i>	1
<i>Trilobata</i>	<i>Tatarica</i>	4
	<i>Trifida</i>	3
<i>Trifoliata</i>	<i>Grisea</i>	4
	<i>Manshurica</i>	2
<i>Lithocarpa</i>	<i>Macrophylla</i>	1
	<i>Villosa</i>	5
<i>Goniocarpa</i>	<i>Monspessulana</i>	9
	<i>Opulifolia</i>	8
<i>Gemmata</i>	<i>Trautveterana</i>	2
	<i>Velutina</i>	2
	<i>Pseudoplatani</i>	1
<i>Saccharina</i>	<i>Saccharum</i>	8
<i>Platanoidea</i>	<i>Picta</i>	15
	<i>Platanoidea</i>	1
	<i>Quinqueloba</i>	1
	<i>Campestris</i>	2
	<i>Pubescentia</i>	3

ставит под вопрос предварительно принятые выводы. Развивающиеся новые таксономические методы исследований и их данные доказывают не только сложность рода, но и невозможность применения чисто морфологического подхода при выяснении систематических связей в работе с родом *Acer*.

Род *Acer* выделил Tournefort в 1700 г. Линней принял *Acer* как самостоятельный род в первом выпуске «*Genera Plantarum*» (1737). Позже в «*Species Plantarum*» (1753) он описал девять видов клена, из которых *A. pseudoplatanus* был им принят как типовой вид рода [7].

Первые монографии рода *Acer* были написаны Lauth (1781), Thunberg (1793), и Spach (1834). Однако самая важная ранняя монография была написана Рах, который опубликовал две работы: первую в 1885 г. и вторую в 1902 г. [8]. Рах различил 114 видов и устроил их в 13 секций. Он сгруппировал полученные секции в четыре «категории» и создал филогенетическую схему (схема 1).

Классификация (1885) Рах была основана на ограниченном числе морфологических характеристик. В действительности его четыре категории отличались только на основе ориентации вставки тычинок на нектарном диске и отсутствии или наличии дисков.

- Extrastaminalia
 - Section *Rubra*
 - Section *Spicata*
 - Section *Palmata*
 - Section *Trifoliata*
 - Section *Integrifolia*
- Adi scantha
 - Section *Negundo*
- Intrastaminalia
 - Section *Macrantha*
 - Section *Indivisa*
- Perigyna
 - Section *Glabra*
 - Section *Campestris*
 - Section *Platanoidea*
 - Section *Saccharine*
 - Section *Lithocarpa*

Схема 1. Система Рах (1902)

Определение границ рода приводило к значительным противоречиям, главным образом о местонахождении *Acer negundo*. Несколько авторов помещали этот вид в отдельный род *Negundo*. Rafinesque (1833) предложил название *Negundium* для этого таксона. Nieuwland (1911, 1914) и Small (1933) поместили и другие виды рода *Acer* в отдельные рода. Эти работы не нашли поддержки и в настоящее время не приняты.

После Рах были предприняты дальнейшие таксономические исследования рода. Наибольший интерес представляют исследования Поярковой (1933), Momotani (1961, 1962), Ogata (1967), Murray (1970), de Jong (1976), и Delendick (1981). Также были изданы различные региональные таксономические ревизии и обзоры рода: для Китая, Рос-

сии и других республик прежнего Советского Союза, Европы, Индокитая, Ирана, Японии, Кореи, Малайзии, Непала, Северной Америки, Пакистана, Турции.

Пояркова (1933) была первой, кто раскритиковал систему Рах, указывая на гетерогенность (разнородность) многих секций. Она предложила более естественную группировку рода в 17 секций, 4 из которых были новые; в каждой секции различались 1–5 серий, приводя в общей сложности к 32 сериям (табл.1). Пояркова также была первой, кто связал некоторые старые и новые таксоны: серию *Lithocarpa* (синоним – серия *Villosa* Pojarkova) с серией *Macrophylla*; серию *Monspessulana* с серией *Saccharodendron* (синоним – серия *Saccharum* Pojarkova); и серию *Arguta* с серией *Glabra* [3].

Momotani (1961) был первым, кто уделит большое внимание числу почечных чешуй как важной морфологической особенности в классификации и филогении. Он разделил род на три подрода: *Acer*, *Negundo* и *Carpinifolia*, установил 13 секций в подроде *Acer*, включая одну новую секцию – *Macrophylla*. Momotani предложил очень естественную группировку рода, за исключением одной гетерогенной секции *Integrifolia*, которая содержит виды с различными характеристиками листовой пластинки [4].

Ogata (1967) провел исследование анатомии и морфологии древесины. Он уделял много внимания филогении, но некоторые интересные таксоны из западной и юго-восточной Азии, важные в филогенетическом и таксономическом отношении, были по разным причинам недоступны для него. Ogata, интересуясь инфрагенетическими отношениями в роду, отметил, что отсутствие нескольких древних «форм», которые, возможно, связывали существующие секции, мешает правильно распознавать взаимосвязи между секциями [4]. Он выделил шесть групп в пределах рода, которые заметно отличаются друг от друга (схема 2).

Важные признаки, используемые Ogata в группировке секций, включают число почечных чешуй, форму орешков, особенности анатомии древесины, устройство соцветий на ветвях, тип листа и способ вставки нектарного диска.

Группа А

Section *Macrantha* (primitive)

Section *Parviflora*

Section *Palmata*

Section *Glabra*

Section *Negundo*

Section *Rubra*

Section *Ginnala*

Группа В

Section *Platanoidea*

Section *Pubescititia*

Группа С

Section *Acer* (кроме *A sempervirens*)

Группа D

Section *Oblonga*

Section *Trifoliata*

A. sempervirens из секции *Acer*

Группа Е

Section *Lithocarpa*

Section *Huptiocarpa*

Группа F

Section *Indivisa*

Схема 2. Система Ogata (1967)

Следующим исследователем рода *Acer* был Murray (1970). Главными целями, к которым он обратился в своих исследованиях, были:

- 1) оценка предыдущих классификаций рода;
- 2) определение статуса для каждого таксона;
- 3) классификация каждой единицы в соответствии с номенклатурой.

Murray предложил семь подродов с четырьмя секциями и 35 сериями. Подроды базировались главным образом на различиях в морфологических признаках цветков и соцветий (особенно на устройстве соцветия на ветвях) и на сексуализации растений (однополые или раздельнополые). В определении таксонов более низкого ранга, особенно серий, как основной критерий им использовались морфологические характеристики листа. Игнорирование важных филогенетических особенностей почечных чешуй, цветков и соцветий и первостепенная важность морфологии листа привели к созданию довольно искусственной классификации рода. Подход Murray

находится на контрасте с другими исследователями его поколения [4].

В 1976г. de Jong провел всестороннее исследование цветения и репродуктивного размножения рода *Acer*. Его систематическая схема включала 14 секций, из которых 9 подразделены на две или три серии (схема 3).

Вместо того чтобы предлагать филогенетическую схему, de Jong (1976) издал множество замечаний по пересекающимся сходствам между таксонами рода [5].

- Section *Acer*
 - Series *Acer*
 - Series *Monspessulana*
 - Series *Saccharodendron*
- Section *Platanoidea*
 - Series *Platanoidea*
 - Series *Pubescentia*
- Section *Palmata*
 - Series *Palmata*
 - Series *Sinensia*
 - Series *Penninervia*
- Section *Macrantha*
 - Series *Tegmentosa*
 - Series *Wardiana*
- Section *Parviflora*
 - Series *Parviflora*
 - Series *Distyla*
 - Series *Ukurunduensia*
- Section *Trifoliata*
- Section *Rubra*
- Section *Ginnala*
- Section *Lithocarpa*
 - Series *Lithocarpa*
 - Series *Macrophylla*
- Section *Negundo*
 - Series *Negundo*
 - Series *Cissifolia*
- Section *Glabra*
 - Series *Glabra*
 - Series *Arguta*
- Section *Integrifolia*
 - Series *Trifida*
 - Series *Pentaphylla*
- Section *Irdivisa* Pax
- Section *Hyptiocarpa* Fang

Схема 3. Система de Jong (1976)

- Группа I
 - Section *Parviflora*
- Группа II
 - Section *Palmata*
- Группа III
 - Section *Ginnala*
 - Section *Rubra*
 - Section *Hyptiocarpa*
- Группа IV
 - Section *Platanoidea*
 - Section *Oblonga*
 - Section *Pentaphylla*
 - Section *Acer*
 - Section *Goniocarpa*
 - Section *Saccharina*
 - Section *Trifoliata*
 - Section *Lithocarpa*
 - Section *Macrophylla*
 - Section *Pubescentia*
- Группа V
 - Section *Macrantha*
 - Section *Irdivisa*
 - Section *Glabra*
 - Section *Arguta*
 - Section *Cissifolia*
 - Section *Negundo*

Схема 4. Система Delendick'a (1981)

Интерес к таксономии рода *Acer* проявлял также Delendick (1981). Несмотря на то, что в то время он был занят исследованием химии флавоноидов кленов, им был проделан критический обзор предыдущих классификаций, особенно таких, как классификации Ogata (1967) и de Jong (1976). В результате он предложил 20 секций, устроенных в пять групп (схема 4)

Группы Delendick не имеют никакого таксономического статуса, хотя за ними следуют секции. Схема Delendick (1981) не была издана как полная классификация. Он предложил демонстрировать не только большее число особенностей и тенденций, которые нужно рассмотреть и понять, чтобы построить комплексную систему рода, но также подчеркивать сложность и неполноту данных. Работа Delendick по филогении рода основана на полном исследовании прежних схем и на результатах его исследования

относительно биохимии *Acer*. Его новые данные разъясняют некоторые понятия о роде, но в то же самое время увеличивают сложность в выяснении филогенетических отношений.

Благодаря работам, посвященным исследованию химической деятельности пероксидазы изоферментов в камбиальных тканях, Santamour (1982) проверил классификации Rehder (1949), Murray (1970), и de Jong (1976). Его работа охватила химическое исследование приблизительно 50 видов. Результаты, полученные им, представляют несомненный интерес, но имеют ограниченную ценность, особенно выше уровня секции [4].

Tanai (1978a) исследовал разновидности *Acer*, используя метод очищения листа. Он точно сравнивал окаменелости с существующими видами. Он создал филогенетическое древо, которое значительно отличается от систем Ogata, de Jong, и Delendick. Работа Tanai представляет интерес в связи с его обработкой данных по окаменелостям признанных таксонов.

В 1983 г. Mai издал результаты своего исследования эндокарпия европейских и западно-азиатских таксонов. В 1984 г. он издал еще одну работу, написанную в том же направлении, только она уже охватывала весь род *Acer*. Признавая потребность слияния всех морфологических характеристик, а также палеоботанических исследований в постройке естественной схемы, он пришел к выводу, что различия в карпоморфологических характеристиках разрешали определение секций и серий. Таким образом, он разделил род на четыре филогенетических группы, которые, по его мнению, можно было бы рассматривать как подроды (схема 5).

Его таксономическая номенклатурная обработка частично ошибочна и не принимает во внимание исследования и классификацию Delendick. Сходства среди подродов Mai остаются довольно неясными [8].

Последняя классификация рода была предложена de Jong в 1990 г. Она содержит немного адаптированные его ранние (1976) работы и некоторые новые представления из работ Delendick (1981), Santamour (1982a) и Mai (1984).

Subgenus *Acer*
 Section *Acer*
 Series *Acer*
 Series *Saccharodendron*
 Section *Goniocarpa*
 Series *Monspessulana*
 Section *Pentaphylla*
 Series *Pentaphylla*
 Series *Trifida*
 Section *Hyptiocarpa*
 Series *Decandra*
 Section *Rubra*
 Series *Eriocarpa*
 Series *Rubra*
 Subgenus *Carpinifolia*
 Section *Parviflora*
 Series *Parviflora*
 Series *Distyla*
 Section *Arguta*
 Series *Arguta*
 Series *Ukurunduensia*
 Section *Glabra*
 Series *Glabra*
 Section *Macrantha*
 Series *Tegmentosa*
 Series *Rufinervia*
 Series *Wardiana*
 Section *Palmata*
 Series *Palmata*
 Series *Sinensia*
 Series *Penninervia*
 Section *Pubescentia*
 Series *Pubescentia*
 Section *Ginnala*
 Series *Tatarica*
 Section *Indivisa*
 Series *Carpinifolia*
 Subgenus *Sterculiacea*
 Section *Platanoidea*
 Series *Platanoidea*
 Series *Campestris*
 Section *Trifoliata*
 Series *Grisea*
 Series *Macrophylla*
 Section *Lithocarpa*
 Series *Lithocarpa*
 Series *Diabolica*
 Subgenus *Negundo*
 Section *Negundo*
 Series *Negundo*

Схема 5. Система Mai (1984)

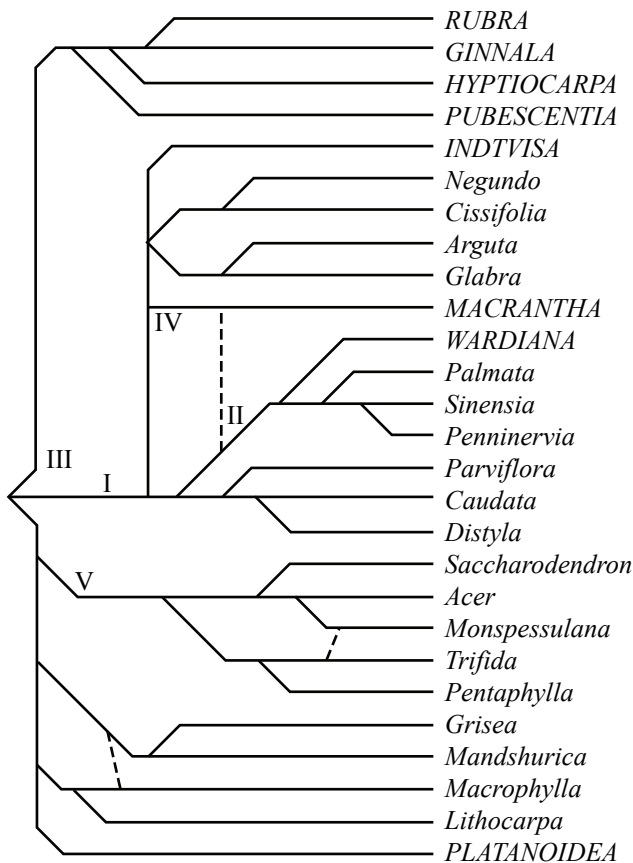


Рис. 1 Последняя предложенная филогенетическая схема рода *Acer*

За основу новой филогенетической схемы рода *Acer* была принята филогенетическая концепция Delendick с разделением рода на пять групп. Она имеет большую ценность для лучшего понимания рода *Acer* и его длинной истории. Эта схема показывает размещение секций и серий и их отношения к самому примитивному предку рода *Acer*. Она не предназначена для того, чтобы представить определенное генеалогическое древо для рода, а скорее усиливает представления в визуальной форме о возможном развитии рода (рис. 1).

Эта филогенетическая схема отражает сложность тенденций в пределах и между таксонами, многие из которых развиваются независимо от различных инфрагенетических категорий. Например, у пяти главных групп Delendick некоторые из таксонов сохраняют примитивные внетычиночные нектарные диски, но все же во всех группах наблюдается тенденция к уходу от данного признака. Далее, по крайней мере в четырех группах, может быть прослежена явная эволюционная

тенденция от однодомности к двудомности и от верхушечных к боковым соцветиям. Кроме того, партенокарпическая тенденция ограничивается двумя группами [6].

Таким образом, хотя данные, доступные для рода *Acer* обширны, из-за поступления все новых знаний история рода становится более сложной для понимания. Новые методы, включая кладистику и числовую таксономию, могут помочь в развитии имеющейся картины, но наибольшее значение по-прежнему будут иметь анатомические, фитохимические и палеоботанические данные.

С течением времени и с обогащением фактическим материалом меняются представления систематиков, что неизбежно приводит к изменению и пересмотру системы. Кроме того, всегда существовали и будут существовать разные точки зрения, разные оценки одних и тех же фактов, а, следовательно, и разные варианты системы. Однако построение естественной системы есть и будет конечной целью ботаника. Необходимым является то обстоятельство, что требуется определенная договоренность в трактовке серий и секций при работе с родом *Acer*. Таксоны должны быть представлены как естественные группы, чтобы в пределах каждой таксономической группы можно было различить адаптацию, свойственную ей, и одновременно эволюционирование с другими группами.

Библиографический список

1. Аксенова, Н.А. Клены / Н.А. Аксенова. – М.: МГУ, 1975.
2. Любищев, А.А. Проблемы формы, систематики и эволюции организмов / А.А. Любищев. – М.: Наука, 1982.
3. Пояркова, А.И. Ботанико-географический обзор кленов СССР в связи с историей всего рода *Acer* L. / А.И. Пояркова. // Тр. Бот. инст. АН СССР, сер. I. – 1933.
4. D.M. van Geideren: «Maples of the World», Timber Press, 1994.
5. Jong P.C. de. 1976. Flowering and sex expression in *Acer* L. A biosystematic study. Meded. Landb. Univ. Wageningen 76(2):1–201.
6. Jong P.C. de. 1990a. Taxonomy and distribution of *Acer*. Int. Dendr. Soc. Yrbk. 1990:6–10.
7. Linnaeus C. 1751. *Philosophia botanica*. Stockholmiae, Amstelodami.
8. Pax F. Monographie der Gattung *Acer*. Englers Bot. Jahrb., VI, 1885, pp. 287–374.

РОЛЬ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ФОРМИРОВАНИИ ТРАДИЦИОННЫХ ВЕРОВАНИЙ СЛАВЯН

Т.А. САДАКОВА, *Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН*

tatiana_cdes2006@mail.ru

Период I–II вв. нашей эры в истории формирования славянского этноса носит название архаического, или праславянского. С начавшимся в IV в. Великим переселением народов, как этот процесс назван в истории, славянские племена стали расселяться по территории Центральной и Восточной Европы [2]. Расселение происходило в нескольких направлениях. Племена, продвигавшиеся на север и восток, занимали обширную территорию Восточно-Европейской равнины, на юге – Балканский полуостров, на западе – бассейны Одра и среднего Дуная. Направления расселения славян определили и дальнейшее их разделение на восточную, южную и западную ветви. Многочисленные союзы славян Восточной Европы, расселяясь по лесным и лесостепным просторам, образовывали самостоятельные поселения. Названия славянских племенных союзов образовывались чаще всего от ландшафтных условий их местообитания: поляне (степная и лесостепная полосы), древляне (территории широколиственных и смешанных лесов).

Общей чертой всех славянских объединений являлась сильная взаимосвязь традиций и верований с природными и ландшафтными условиями их местообитания [9]. Бережное и трепетное отношение славян к окружающей природе объяснялось не только сложившейся системой жизнеобеспечения, которая строилась на использовании природных богатств, но и беззащитностью человека перед силами природы, его зависимостью от экологических, климатических и погодных условий. Привычный быт и хозяйство, а также жизнь человека всецело зависели от благосклонности Матери-природы. Она воспринималась славянами как живое существо, способное к сочувствию и оказанию помощи, но и наделялась непостижимыми способностями, принося возмездие за неподобающее отношение к себе [3]. Внимательно наблюдая за всеми явлениями природы, за сменой

времен года, дня и ночи, подмечали и запоминали признаки приближающихся изменений. Складываемые на основе этих наблюдений приметы касались как сельского хозяйства и промыслов, так и быта и культурных традиций славян.

В народных верованиях черты одушевленного существа и божественные качества приписывались не только природе в целом, но и каждому из ее элементов: воздушной, водной стихиям, земле, животным и деревьям [11]. Вместе с приметами и верой в одушевленность предметов окружающей среды рождались и обряды, являющиеся своеобразным способом защиты от негативного влияния таинственных сил природы.

Деревьям в славянской мифологической культуре придавалось очень большое значение. Известно о существовании священных рощ, которые служили для отправления многочисленных обрядов – «моления в рощеньи» и местом проведения народных празднований. В священных рощах запрещалась рубка деревьев, сбор хвороста. Считалось, что нарушение этого запрета влекло неизбежное наказание. Иногда особо почитаемыми становились определенные деревья, и тогда возле них совершались обряды исцеления, венчания, а также имеются сведения об обычае ритуального кормления священных деревьев, хотя данные об этом ритуале относятся уже к христианской эпохе [12].

Условия лесной полосы как местообитания восточных славян порождали приметы, верования и обычаи, связанные с древесными и кустарниковыми растениями, наиболее часто встречающимися в данной местности. Это береза, дуб, ясень, ель, сосна, лещина – характерные представители лесов умеренной зоны.

Лес – элемент ландшафта. В.М. Васильев определил это понятие как «совокупность древесных растений, которые в своем росте оказывают взаимное влияние друг на друга и

на окружающую среду». На формирование и развитие лесных древостоев оказывают влияние климат и почва. К климатическим факторам относятся и свет, состав воздуха, температура, ветер, влага [14]. От климатических и от почвенных условий во многом зависит тип и состав древостоев, однако лес оказывает немалое влияние на климатический режим данной местности и почвенный состав.

Современная наука изучает взаимное влияние этих факторов и лесных насаждений, а также экологические и ботанические характеристики и свойства каждого из представителей лесных биоценозов.

Наблюдение за природой у славян – своего рода древняя наука, и результаты этих наблюдений играли большую роль в формировании культурных традиций.

Чаще всего почитаемыми становились старые деревья, с мощными стволами, крепкими ветвями, всевозможными наростами и дуплами. Первоначально любое такое дерево называли дубом и лишь позже под этим названием стали подразумевать определенный ботанический вид.

По современным научным данным, дуб – широко распространенный в европейской части листопадный вид, основная лесообразующая порода. Известно множество видов этого дерева. Наиболее часто встречается в нашей полосе дуб черешчатый. Это очень крупное долговечное дерево (его возраст может составлять 500, а иногда и 1500 лет), достигающее высоты 40–50 м и толщины ствола до 4 м в диаметре. Крона имеет плотную широкопирамидальную, раскидистую форму. У дуба, растущего на открытом пространстве, рост боковых ветвей начинается очень низко, из-за чего ствол кажется коротким и более мощным. Ветви крепкие, массивные, многократно изогнутые [8].

Дуб – персонаж многих русских сказок и былин. Например, именно на дубе находился сундук со смертью Змея-Горыныча. Миф о мировом дереве – огромном древе, обнимающем собою мир, был сложен славянами также о дубе. Знаменитое Лукоморье, у которого «дуб зеленый», по некоторым сведениям, не что иное, как зеленое поле на берегу моря, большого озера («луг

у моря»). Под дубами вершили суд, исполняли жертвоприношения [3]. Дубы считали также деревьями-целителями, дающими силу. Те качества дуба, о которых мы знаем сейчас из научных источников – его долговечность, прочность, были замечены славянами вследствие многолетних наблюдений, отсюда подобное использование его образа в обрядности и мифологии.

Береза – самое любимое русским народом дерево. Это часто встречающаяся в лесной и лесостепной зоне порода. Образует чистые березняки, а также входит в состав смешанных лесов. В настоящее время род насчитывает около 60 видов [5]. Березу повислую (бородавчатую) издревле считают символом Руси. Это стройное с ажурной кроной дерево до 20 м высотой, с белой гладкой корой, на старых экземплярах в нижней части – трещиноватая. Ветви березы обычно повислые, иногда очень длинные. Береза быстро заполняет пустующие земли, а так как срок ее жизни относительно невелик – 100–150 лет, то более долговечные хвойные породы (ель, сосна), поселяясь под ее пологом, после отмирания березы занимают господствующее положение.

В сравнении с другими древесными породами весной береза распускается одной из первых, что повлияло на формирование славянских верований об этом дереве таким образом, что ее стали считать сосредоточением жизненных сил природы. Кроме того, культ славянской богини Берегини, «породившей все сущее», также связывают с березой [4]. Позже появилась традиция сажать это дерево около дома, веря, что оно принесет благополучие в семью [1].

Ель – широко распространенная порода в русских лесах. По данным современной ботаники, ель насчитывает 36 видов [8]. Ель обыкновенная – важная лесообразующая порода. Это вечнозеленое стройное дерево с конусовидной кроной, до 40 м высотой, диаметр ствола более 1 м. Продолжительность жизни ели обыкновенной около 300 лет. Ель образует обширные леса, которые бывают чистыми или смешанными с другими древесными породами (береза, сосна), а также кустарниками.

В ельниках часто бывает недостаточное освещение, слабо выражен напочвенный покров, отсюда поверье славян об этом дереве как о «нечистом», говорилось о его связи с темными силами, а также о его возможности отгонять злых духов, относящихся, в основном, к загробному миру [10].

Лещина (орешник) – листопадный кустарник высотой 2–5 м, реже – дерево до 7 м, с простыми округлыми или овальными крупными листьями. Встречается в лесах, на опушках и склонах. Быстро разрастается, дает обильную поросль.

Лещина была на Руси священным растением. Например, под орешником прятались в грозу, считая, что в этот кустарник не может попасть молния, из него изготавливались поделки, которые являлись оберегами [4].

Практически все породы деревьев имели то или иное значение в мифологии славян. Некоторые аспекты их использования в языческих ритуалах схожи с более поздним применением в христианских обрядах.

Рассматривая значение древесных пород в формировании славянской обрядности, нельзя не упомянуть и о травянистых растениях, хотя сведений о них и их использовании в славянской культуре значительно меньше. Часто встречаются упоминания об овощных, огородных растениях, но и эти данные относятся к более позднему времени. Множество сказок сложено в народе о такой огородной культуре, как репа. Это и сказка о репке, выросшей до невероятных размеров, и о мужике, который делил «вершки и корешки» репы с медведем, и некоторые другие. Было сложено множество загадок о луке [4].

Неудивительно, что этим элементарным огородным культурам уделялось на Руси такое внимание. Огород являлся важной составляющей жизнеобеспечения славянской семьи, что не могло не отразиться в народных фольклорных произведениях.

Название «гриб» появилось еще в праславянский период [7]. Грибы считались достаточно важным объектом промысла славян. Постепенно стали появляться их видовые названия, а вместе с ними и фольклорный персонаж «Боровик», дух лесной чащи. Такие всем известные названия грибов, как

подосиновик, подберезовик родились не случайно. Давая им подобные названия, славяне связывали определенные виды грибов с местом их произрастания. То, что для нас теперь очевидно, в древности являлось результатом долгих наблюдений за природой и взаимосвязями, в ней существующими.

Интересны также происхождения славянских названий других растений. Смородина – от «смородь» (современное «смрад») – по характерному резкому запаху, который издают части этого растения. Осока – от древнеславянского «осечи» – обрезать. Папоротник – славянские «портъ», «пороть» (современное «парить»), что говорит о схожести листа папоротника с крылом большой птицы [7].

Изначально год у древних славян делился на две части – зимнюю и летнюю. Позже стали появляться названия месяцев, образующиеся в основном из названий сельскохозяйственных работ в это время года [13]. Началом года являлся март – время пробуждения, возрождения природы от зимнего сна. Не только месяцы, но и отдельные дни носили у славян названия, образованные от природных явлений и сельскохозяйственных работ: 4 марта – Герасим-грачевник (прилет грачей); 26 апреля – Степан-ранопашец; 4 августа – Евдокия-малинуха (сбор малины) и др. [3].

Славянские праздники были в основном связаны с днями почитания того или иного персонажа народного фольклора. В дни празднеств совершались обряды поклонения божеству или мифическому герою, ставящие целью снискать его расположение.

Итак, при рассмотрении некоторых особенностей славянской культуры становится очевидной тесная взаимосвязь между экологическими условиями местообитания славянских народов, их способами хозяйствования с верованиями и культурными традициями. Зарождение фольклорных и мифических персонажей произошло также вследствие почитания, одухотворения и обожествления элементов природного ландшафта, присущего средней полосе.

Богатые культурные традиции древних славян оказали большое влияние на дальнейшее становление культуры нашего народа. А

некоторые славянские традиции, образы мифических и фольклорных персонажей дошли до наших дней практически не изменившись, лишь утратив магическое значение.

Библиографический список

1. Подборка из статей первого издания Славянской энциклопедии, подготовленной институтом славяноведения и балканистики РАН. www.paganism.msk.ru.
2. Алексеев, С.В. Славянская Европа V–VI вв / С.В. Алексеев. – М., 2005.
3. Афанасьев, А.Н. Мифология древней Руси / А.Н. Афанасьев. – М., 2005.
4. Баландинский, Б.Б. Языческие шифры русских мифов / Б.Б. Баландинский. – М., 2007.
5. Валягина-Малютина, Е.Т. Деревья и кустарники зимой / Е.Т. Валягина-Малютина. – М., 2001.
6. Васильев, В.М. Лесопарковое хозяйство / В.М. Васильев. – М., 1952.
7. Головкин, Б.Н. О чем говорят названия растений / Б.Н. Головкин. – М., 1986.
8. Гроздова, Н.Б. Деревья, кустарники и лианы (Справочное пособие) / Н.Б. Гроздова, В.И. Некрасов, Д.А. Глоба-Михайленко. – М., 1986.
9. Гудзь-Марков, А.В. Домонгольская Русь в летописных сводах V–XIII вв. / А.В. Гудзь-Марков. – М., 2005.
10. Душечкина, Е.В. Русская елка: история, мифология, литература / Е.В. Душечкина. – СПб, 2002.
11. Капица, Ф.С. Славянские традиционные верования, праздники и ритуалы. Справочник / Ф.С. Капица. – М., 2006.
12. Левкиевская, Е.Е. Мифы русского народа / Е.Е. Левкиевская. – М., 2003.
13. Садакова, Т.А. Историко-культурные предпосылки для создания экспозиции «Русский сад». Сб. докл. междунар. конф. «Ландшафтная архитектура в ботанических садах» / Т.А. Садакова. – М., 2007.
14. Тюльпанов, Н.М. Лесопарковое хозяйство / Н.М. Тюльпанов. – Л., 1975.

ПРОБЛЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОГРАНИЧЕННОГО ЧИСЛА ВИДОВ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В ОЗЕЛЕНЕНИИ МОСКВЫ

А.В. ЕВМЕНОВА, *асп. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ*

shu74@mail.ru

Сложная экологическая обстановка крупного мегаполиса, такого как Москва, предъявляет жесткие требования к ассортименту древесных и кустарниковых растений. Помимо высокой декоративности, растения в городе должны обладать такими свойствами, как устойчивость к выбросам промышленных предприятий и транспорта, отличаться бактерицидностью, высокой фотосинтезирующей активностью, снижать городской шум, быть устойчивыми к применяемым в городе противогололедным материалам [4].

Высокие темпы развития жилищного строительства обуславливают нарастание спроса на декоративный посадочный материал. При современных требованиях нормативных документов посадочный материал, используемый в городском озеленении, должен быть III–IV группы, заложенный в производство как минимум 10–12 лет назад.

В итоге многолетней работы в Москве сложился эмпирический ассортимент, прошедший известный путь искусственного отбора в условиях современного города. Количество древесных видов, рекомендуемых учеными

для озеленения в условиях Москвы, колеблется от 82 до 268 (Грохольская, Стельмахович, 1953; Галактионов и др., 1966; Колесников, 1974). Среди предлагаемых видов имеются быстро- и медленнорастущие, требующие тщательного ухода или неприхотливые.

В соответствии с Приложением 2 к Постановлению Правительства Москвы № 121-ПП от 27.02.2007 г., по результатам исследований научных организаций, данным проектных институтов составлены методические рекомендации по применению древесных и кустарниковых видов растений при разработке проектов озеленения и благоустройства.

Рекомендованный ассортимент включает 154 вида деревьев, 191 вид кустарников и 8 видов лиан. Основной ассортимент представлен 74 видами деревьев, 74 видами кустарников и 11 видами лиан; дополнительный ассортимент соответственно – 59 видами деревьев и 77 видами кустарников. Ассортимент редких видов (ограниченного пользования) насчитывает 21 вид деревьев, 40 видов кустарников и 3 вида лиан разнообразных форм и сортов.

Анализ ассортимента деревьев и кустарников

Группы	ООО «Королевский питомник декоративного садоводства»	ФГУП «Ивантеевский лесной селекционный опытно-показательный питомник»	Горзеленхозстрой	ЗАО «ТИС'С-РУЗА»	«Питомник Савватеевых»	ФГУП дендропарк «ЛОСС»
Деревья хвойные	6 видов, 4 формы и сорта	7 видов, 6 форм и сортов	6 видов, 4 формы и сорта	21 вид, 150 форм и сортов	9 видов, 32 формы и сорта	11 видов, 27 форм и сортов
Деревья лиственные	20 видов, 3 формы и сорта	18 видов, 2 формы и сорта	15 видов, 3 формы и сорта	32 вида, 41 форма и сорт	23 вида, 81 форма и сорт	16 видов, 2 формы и сорта
Кустовидные хвойные	1 вид	3 вида, 1 форма и сорт	–	6 видов, 100 форм и сортов	2 вида, 31 форма и сорт	9 видов, 1 форма и сорт
Кустарники лиственные	29 видов, 16 форм и сортов	39 видов, 16 форм и сортов	46 видов, 16 форм и сортов	87 видов, 201 форма и сорт	71 вид, 141 форма и сорт	79 видов, 11 форм и сортов
Лианы	7 видов	5 видов	6 видов	7 видов	2 формы и сорта	8 видов
ИТОГО	26 видов деревьев, 30 видов кустарников, 7 видов лиан	25 видов деревьев, 42 вида кустарников, 5 видов лиан	21 вид деревьев, 46 видов кустарников, 6 видов лиан	53 вида деревьев, 93 вида кустарников, 7 видов лиан	31 вид деревьев, 73 вида кустарника	27 видов деревьев, 88 видов кустарников, 8 видов лиан

Однако большинство проектировщиков и исполнителей сталкиваются с одной и той же проблемой – посадочным материалом. Большинство из запроектированных к высадке видов отсутствуют в питомниках, купить их невозможно, приходится вносить в проект изменения и утверждать их заново.

Нами был проанализирован ассортимент нескольких ведущих питомников:

– ООО «Королевский питомник декоративного садоводства»;

– ФГУП «Ивантеевский лесной селекционный опытно-показательный питомник»;

– Горзеленхозстрой;

– ЗАО «ТИС'С-РУЗА»;

– «Питомник Савватеевых»;

– ФГУП дендропарк «ЛОСС».

Следует отметить, что если ФГУП «Ивантеевский лесной селекционный опытно-показательный питомник», ООО «Королевский питомник декоративного садоводства» и ФГУП дендропарк «ЛОСС» выращивают свой посадочный материал, то

ЗАО «ТИС'С-РУЗА» и «Питомник Савватеевых» специализируются на доращивании импортного посадочного материала.

Анализ ассортимента деревьев и кустарников проводился по группам, учитывался ассортимент, предлагаемый к продаже в сезоне 2008 г. (таблица).

Как видно из табл. 1, даже в питомниках, специализирующихся на доращивании посадочного материала, ассортимент достаточно ограничен.

Например, из хвойных деревьев в ООО «Королевский питомник декоративного садоводства» есть только два вида ели: сибирская (*Picea obovata Ledeb.*) и сербская (*Picea omorica (Panc.) Purkyne*); один вид лиственницы: сибирская (*Larix sibirica ledeb.*); пихта одноцветная (*Abies concolor*); два вида сосны: обыкновенная (*Pinus silvestris L.*) и кедровая сибирская (*Pinus silbirica Rupr.*) и туя западная (*Thuja occidentalis L.*) и несколько ее форм.

В ФГУП «Ивантеевский лесной селекционный опытно-показательный питомник» ситуация аналогичная. Видовой состав

ассортимента хвойных деревьев практически такой же, исключение составляют виды ели: европейская (*Picea abies* (L.) Karst), канадская (*Picea glauca* Voss. f. *Conica*) и колючая (*Picea pungens* Engelm. f. *Glauca*); а также кипарисовик горохоплодный и одна его форма (*Chamaecyparis pisifera* (Sieb. et Zucc.) Endl. и *Chamaecyparis pisifera* (Sieb. et Zucc.) Endl. f. *plumosa aurea*).

Что касается хвойных кустарников, то здесь ситуация еще более тревожная. В ООО «Королевский питомник декоративно-садоводства» из хвойных кустарников, предлагаемых к продаже в сезоне 2008г., в прайс-листе присутствует только можжевельник казацкий (*Juniperus sabina* L.).

В ФГУП «Ивантеевский лесной селекционный опытно-показательный питомник» в прайс-листе, помимо вышеупомянутого, заявлены еще два вида и одна форма: можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.), можжевельник обыкновенный ф. колоновидная (*Juniperus communis* L. f. *Hibernica*) и микробиота перекрестнопарная (*Microbiota decussata* Kom.).

Горзеленхозстрой полностью повторяет ассортимент предыдущих двух рассмотренных питомников, но еще более скуден по разнообразию форм и сортов хвойных пород деревьев и кустарников. Ассортимент ФГУП дендропарк «ЛЮСС» несколько более широк, но все равно это лишь малая часть необходимого разнообразия древесно-кустарниковых растений для озеленения Москвы.

За исключением ЗАО «ТИС'С-РУЗА» и «Питомника Савватеевых» в процентном соотношении ассортимент, предлагаемый к продаже в 2008г., составляет лишь порядка 16 % для древесных пород, 27 % – для кустарниковых и 82 % – для лиан от общего количества видов, рекомендованных к использованию.

Что касается ЗАО «ТИС'С-РУЗА» и «Питомника Савватеевых», то там картина иная. Процентные показатели выше. В ЗАО «ТИС'С-РУЗА» 34 % для древесных пород, 49 % – для кустарниковых и 88 % – для лиан. В «Питомнике Савватеевых» 20 % для древесных пород, 38 % – для кустарниковых.

В этих двух питомниках в предлагаемом к продаже ассортименте большое разнообразие форм и сортов. Однако, к сожалению, это достигается за счет использования иностранного посадочного материала, доращиваемого в наших условиях.

Данные таблицы подтверждают, что ассортимент наших питомников достаточно ограничен и совершенно не соответствует методическим рекомендациям по применению древесных и кустарниковых видов растений при разработке проектов озеленения и благоустройства, утвержденных Постановлением Правительства Москвы № 121-ПП от 27.02.2007г.

Посадочный материал из питомников должен отвечать требованиям по качеству и параметрам, установленным государственным стандартом (ГОСТ 24909-81 с изменениями от 01.01.88 г., ГОСТ 25-769-83 с изменениями от 01.01.89 г., ГОСТ 26869-86). Саженцы должны иметь симметричную крону, очищенную от сухих и поврежденных ветвей, прямой штабб, здоровую, нормально развитую корневую систему с хорошо выраженной скелетной частью; на саженцах не должно быть механических повреждений, а также повреждений вредителями и болезнями. Все предлагаемые к высадке древесные породы должны быть высажены с прикорневым комом, а кустарники и лианы – с оголенной корневой системой.

Однако ассортимент древесно-кустарниковых растений в питомниках ограничен. Большинство подмосковных питомников имеет недостаточное количество маточников и выпускает в продажу один и тот же скудный ассортимент. Чаще всего такие питомники выращивают саженцы лишь тех древесных пород, которые наиболее широко применяются для лесовосстановления (многие выращивают саженцы только одной породы).

Питомники Москвы и Подмосковья выращивают посадочный материал в соответствии со спросом на рынке, который чаще всего основывается не на научных знаниях, а на их отсутствии.

Почему же сложилась столь неудовлетворительная ситуация? Почему в итоге

выращивается и используется в озеленении ограниченное количество видов деревьев и кустарников?

Причин этому несколько:

- часть рекомендуемых видов не подходит из-за достаточно суровых климатических условий;

- многие виды имеют долгий период роста, достаточно сложно размножаются. Не разработана агротехника размножения и выращивания, и питомники не заинтересованы в использовании этих видов, поскольку экономическая отдача наступает через достаточно продолжительный промежуток времени;

- некоторые растения ядовиты и пользуются меньшим спросом;

- в питомниках отсутствуют маточники (одна из важнейших причин);

- нет знаний по агротехнике размножения и выращивания древесно-кустарниковых видов, в связи с чем питомник несет большой риск потери части инвестиций;

- влияют тенденции моды и спроса на различные виды деревьев и кустарников, вследствие чего питомники выращивают тот посадочный материал, который будет быстро реализован;

- неблагозвучное название растения, отпугивающее потенциальных покупателей.

К сожалению, в настоящий момент рынок посадочного материала заполнен большим числом видов, сортов и форм в основном голландских, польских и немецких. Такова тенденция во всех крупных организациях, торгующих посадочным материалом.

Посадочный материал иностранного происхождения не выдерживает критики. В первую очередь, это низкая зимостойкость. Климатические условия в Москве суровее, чем в Европе. Климат более континентальный, с резкими сменами температур, низкими средними зимними и летними температурами и поздними заморозками [7]. В связи с этим большая часть посадочного материала вымерзает в первую зиму, а если выживает, то не достигает желаемого уровня декоративности. Следует учитывать, что многие зарубежные питомники, к примеру

голландские и польские, практикуют черенкование древесных растений в закрытом грунте, то есть в оранжерее. Последствия использования такого посадочного материала в городских условиях с учетом нашей зимы могут быть только плачевными. Помимо этого, иностранные производители посадочного материала широко используют стимуляторы роста, что впоследствии приводит к истощению растений. Высадка таких «стимулированных» растений в условиях большого города со скудным обеспечением питательными веществами и влагой приводит к гибели.

В последнее время в ассортимент, используемый в озеленении Москвы, вводятся виды, которые не выдерживают условий большого мегаполиса – дым, газ, уплотнение почвы, зима [5].

Вместе с тем, флора нашей страны вполне подходит для интродукции и последующего выращивания посадочного материала для озеленения. Известно, что первичное испытание большинства видов древесно-кустарниковых растений в условиях центральной части Российской Федерации уже проведено, а для многих видов – неоднократно [3].

Ряд наблюдений и исследований был проведен в Главном ботаническом саду Российской академии наук. Опыт специалистов ГБС свидетельствует о том, что мероприятия ухода помогают, в основном, растениям южного происхождения. Виды древесно-кустарниковой растительности, завезенные из более северных областей России, характеризуются более коротким сезоном вегетации, малыми приростами, поверхностной корневой системой. Эти особенности закреплены у них генетически. Например, известный вид ивы (*Salix reticulata* L.), привезенный с Кольского полуострова, в условиях Москвы заканчивает вегетацию и сбрасывает листья уже в августе.

Исходя из вышесказанного растения южных высокогорий более перспективны для интродукции в условиях Москвы [3].

Интересен перспективный ассортимент видов и форм березы. В настоящее время ассортимент березы ограничен дву-

мя видами: березой бородавчатой, или повислой, и березой пушистой, или белой. Однако в ботанических садах и дендрариях собрана богатейшая коллекция видов березы, многие из которых заслуживают широкого внедрения в посадки на территории Москвы. Работу по репродукции более 20 интродуцированных видов березы следует подвергнуть дополнительной селекционной оценке [6].

В озеленении, причем не только Москвы, но и других городов, почти неизвестны виды отечественного происхождения рода можжевельник, среди которых имеются очень засухоустойчивые, долговечные и крупные деревья. Известно около 70 видов, распространенных в Северном полушарии от Арктики по всему умеренному поясу. Большинство видов этого рода имеет небольшие ареалы, приуроченные к определенным горным странам или системам, а за их пределами замещаются другими, хоть и близкими, но хорошо различимыми видами. Только немногие, например можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis* L.), имеют обширные ареалы [6].

Ассортимент древесно-кустарниковых растений, рекомендуемый для озеленения Главным ботаническим садом Российской академии наук, включает растения 606 наименований. Именно на этот ассортимент следует ориентироваться при выращивании растений в питомниках. Большое количество видов объясняется интенсивной интродукцией, проводимой специалистами ГБС. Многие растения, которые раньше не использовались, сейчас могут быть рекомендованы к выращиванию в питомниках [4].

Можно с достаточно высокой долей вероятности прогнозировать, какие виды и как будут расти в условиях Москвы. Однако использование некоторых видов в озеленении невозможно без селекции и разработки специальной агротехники.

Внедрение новых отечественных древесно-кустарниковых пород должно сопровождаться углубленным изучением

внутривидового разнообразия, отбором и искусственным размножением наиболее перспективных форм. Такие работы будут способствовать не только сохранению генофонда ценных для озеленения городов растений, но и его обогащению [6].

Наша страна имеет собственный богатый ассортимент древесно-кустарниковых растений, удовлетворяющий требованиям озеленения городов, и использование иностранного посадочного материала нецелесообразно. При площади, которую занимает Российская Федерация, и разнообразии ее растительных ресурсов, количество материала для использования в озеленении и выращивания в наших питомниках не только достаточно, но и избыточно.

Библиографический список

1. Список продукции основных питомников на реализацию, весна 2008 г. ООО «Королевский питомник декоративного садоводства», ФГУП «Ивантеевский лесной селекционный опытно-показательный питомник», Горзеленхозстрой, ЗАО «ТИС'С-РУЗА», «Питомник Савватеевых», ФГУП дендропарк «ЛОСС».
2. Постановление Правительства Москвы № 121-ПП от 27.02.2007г. «О внесении изменений в постановление Правительства Москвы от 10 сентября 2002 г. N 743-ПП».
3. Скворцов, А.К. Формирование устойчивых интродукционных популяций / А.К. Скворцов, Ю.К. Виноградова, А.Г. Куклина и др. – М.: «Наука», 2005. – С. 3,4, 171–173.
4. Якушина, Э.И., Древесные растения в озеленении Москвы / Э.И. Якушина. – М.: «Наука», 1982. – С. 13–40, 70–88.
5. Мониторинг состояния лесных и городских экосистем: монография. – М.: МГУЛ, 2004. – С. 108–123.
6. Любавская, А.Я. Селекционная оценка древесных растений, применяемых для озеленения г. Москвы / А.Я. Любавская, О.Н. Виноградова. – М.: МЛТИ, 1983. – С. 4–12, 13–24.
7. Рысин, Л.П. Лесное наследие Москвы / Л.П. Рысин, С.Л. Рысин. – М., 1997. – С. 7–19.
8. Александрова, М.С. Древесные растения парков Подмосковья / М.С. Александрова, П.И. Лапин, И.П. Петрова и др. – М.: «Наука», 1979. – С. 4–14.
9. Полякова, Г.А. Флора и растительность старых парков Подмосковья / Г.А. Полякова. – М.: «Наука», 1992. – С. 16–74.

ОБСУЖДЕНИЕ ПРИНЦИПОВ РЕКОНСТРУКЦИИ БОТАНИЧЕСКОЙ ЭКСПОЗИЦИИ РОДА ТУЯ НА ТЕРРИТОРИИ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА РАН

А.В. КОТОВА, *асп. каф. садово-паркового и ландшафтного строительства МГУЛ*

kot_anyuta@mail.ru

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН площадью 331,5 га, расположенный на севере Москвы, относится к территориям специального назначения. Подразумевается его использование не только в научных, но и в просветительских и рекреационных целях, поэтому эстетический облик насаждений является одним из важнейших факторов формирования ландшафтов с участием древесных растений на его территории.

ГБС РАН был основан в апреле 1945 г. в честь 220-летия АН СССР. Более половины территории сада занимает хорошо сохранившийся лесной массив, где преобладали дуб, береза и сосна. Все коллекции были расположены под пологом заповедной дубравы, что в настоящее время является одной из причин к проведению реконструкционных работ в экспозициях открытого грунта. К таким экспозициям относится дендрарий, основанный в 1948 г.

Исчерпывающая характеристика дендрария ГБС РАН приводится в монографии, обобщающей его 60-летний опыт интродукции [3].

Территория дендрария занимает около 75 га и представляет собой восточный склон моренного плато, сложенного красно-бурыми валунными суглинками. Рельеф территории выровненный, имеет небольшой наклон к руслу реки Лихоборки. Почвы дендрария дерново-среднеподзолистые, суглинистые. Гидрологические условия территории характеризуются наличием трех водоносных горизонтов. Основной горизонт расположен на глубине 2–6 м в песчаных и супесчаных отложениях. Его мощность достигает 1–1,5 м, насыщенность водой колеблется в зависимости от интенсивности атмосферных осадков и их распределения по сезонам. Коллекция открытого грунта в дендрарии ГБС в настоящее время насчитывает 1379 видов древесных растений, относящихся к 173 родам из 53 се-

мейств. Семейство сосновые (*Pinaceae Lindl.*) представлено здесь такими родами, как *Abies Mill.* (здесь и далее в скобках указано число видов в коллекции – 19), *Larix Mill.* (10), *Picea A. Dietr.* (19), *Pinus L.* (19), *Pseudotsuga Carriere* (1), *Tsuga Carriere* (3).

Дендрарий ГБС АН СССР создавался как обширная экспозиция древесно-кустарниковых растений отечественной и зарубежной дендрофлоры, способных расти в открытом грунте в условиях Москвы. В число экспонируемых растений входят деревья, кустарники и лианы. На первых этапах строительства дендрарий оформлялся как ландшафтный парк с высокими требованиями уровня архитектуры и техники садоустройства. Это позволяло успешно и эффективно выявлять декоративные свойства растений и в дальнейшем использовать их для озеленения.

Дендрарий построен по систематическому принципу, когда растения в коллекциях экспонируются в составе различных родовых комплексов, по возможности объединенных в семейства. Элементарной экспозицией в дендрарии является ботанический вид, главные его разновидности и формы естественного происхождения или возникшие в результате творческих усилий человека. Систематический способ размещения растений имеет множество положительных аспектов.

Во-первых, это доступность в нахождении нужного материала с помощью обычного путеводителя.

Во-вторых, концентрация растений, принадлежащих к одному роду, поможет облегчить изучение экспозиционного материала. Контактное размещение растений близких видов позволяет легче обнаружить и усвоить общие признаки, особенности и специфические различия между формами, разновидностями и близкими видами, улавливать которые без сравнительного изучения материала иногда довольно трудно.



Рисунок. Фрагмент экспозиции рода Туя. Рост туи западной в условиях сомкнутого насаждения обусловил очищение ствола от сучьев на значительную высоту

В-третьих, принцип размещения экспозиций по родам, а в пределах рода по секциям, с учетом происхождения, отвечает общей идее развития, положенной в основу построения всего сада, и является правильным с ботанической точки зрения.

Продолжительность жизни и период декоративности растений может различаться в природе и культуре. Старение искусственных ценозов, какими являются ботанические экспозиции, происходит гораздо быстрее, чем естественных. В настоящее время возраст большинства экспозиций, составляющих дендрарий – более 60 лет. Это привело к необходимости разработки научных принципов реконструкции ботанических экспозиций на территории ГБС РАН.

Количество хвойных растений от общего числа на момент создания экспозиции составляло 3141 шт. (6,7 %) и занимало площадь 4,87 га, т.е. 19,9 % от всей площади сада. Хвойные посадки, занимающие центральную часть массива дендрария и вытянутые вдоль его продольной оси, создают декоративный эффект круглый год и служат фоном для групп из лиственных деревьев и кустарников.

Для данного этапа исследования была взята одна из хвойных пород, широко представленных в саду, – экспозиция рода туя (*Thuja* L.) (рисунок). Род представлен вечнозелеными однодомными деревьями или кустарниками с плоскими ветвями и плотно прижатой к ветвям крестовидно расположенной чешуевидной хвоей. Род включает в себя пять видов, два из них естественно распространены в Северной Америке, остальные – в Китае, Корее и Японии. Все виды туи хорошо переносят загрязнение воздуха дымом и газами, что делает их незаменимыми компонентами при озеленении городов. В ГБС РАН представлено 3 вида рода туя – Т. западная (27 сортов – 406 экз.), Т. гигантская, или складчатая (6 экз.), Т. японская, или Стендиша (27 экз.).

Туя западная (*Thuja occidentalis* L.) представляет собой дерево 12–20 м высотой. В естественном ареале распространена в Восточной части Северной Америки от Новой Шотландии на запад до Манитобы, на юг до Северной Каролины, Теннесси и Иллинойса. Часто растет на холодных, влажных и болотистых торфяных почвах. Наиболее благоприятствуют ее росту свежие супесчаные почвы, на сухих почвах развивается значительно хуже, но в то же время может считаться засухоустойчивой. Образует как чистые насаждения, так и насаждения с лиственницей американской. На болотистой почве образует непроходимые леса. Устойчива против вредных насекомых и грибов. С точки зрения проектирования ландшафтных композиций важно отметить теневыносливость данного вида, его способность хорошо расти под пологом других хвойных или

лиственных пород. Интродукция в условиях Европы по разным данным началась с 1536 [4] или с 1554 г. [6].

В интродукции на территории России встречается от Архангельска до Черного моря. В ГБС в интродукции с 1938 г. В настоящее время около 168 экземпляров, выращенных из семян и саженцев, полученных из дендрария ТСХА, Липецкой ЛСОС, Московской области, имеются растения репродукции ГБС. В возрасте 54 года высота туи достигает 12,5 м. Зимостойкость высокая, растение не обмерзает. Vegetация начинается в среднем с 5 мая.

Туя складчатая (*Thuja plicata* D. Don) представляет собой дерево 45–60 м высотой. Естественный ареал вида расположен по Тихоокеанскому побережью Северной Америки, от Аляски до северной части Калифорнии, на восток – до Монтаны. Встречается в горах до высоты 2100 м над уровнем моря. Образует чистые насаждения или растет в смеси с другими хвойными породами. В интродукции распространена на Украине, в Крыму, Душанбе, Ташкенте. В ГБС в интродукции с 1948 г., семена были получены из Минска и Львова. В условиях ГБС в возрасте 16 лет представляет собой кустарник высотой 2,3 м. Зимостойкость низкая, обмерзают старые побеги, иногда – вся надземная часть растения до снегового покрова. Vegetация начинается в среднем с 24 мая.

Туя Стендиша, или японская (*Thuja standishii* (Gordon) Carriere) представляет собой дерево 10–20 м высотой. Естественный ареал – Япония (остров Хондо). Растет в горах, в смешанных лесах на высоте 1000–1800 м над уровнем моря. В ГБС в интродукции с 1957 г., около 27 экземпляров, полученных из дендропарка «Тростянец», Липецкой ЛСОС, Нижнего Новгорода. В 33 года дерево достигает высоты 7,6 м. Зимостойкость средняя, обмерзают однолетние побеги (до 100 %), изредка обмерзают и старые побеги. Vegetация начинается в среднем с 19 мая.

Туя – распространенное парковое растение, она довольно долговечна, зимостойка, теневынослива, не очень требовательна к плодородию почвы и прекрасно переносит стрижку. В культуре отобрано много ее декоративных форм. Среди представителей рода туя особенно ценятся формы, отличающиеся по габитусу

– пирамидальные (Т.з. «Альбоспиката», Т.з. «Вариана»), шарообразные (Т.з. «Вудварди», Т.з. «Глобоза», Т.з. «Филиформис», Т.з. «Кристата»), колоновидные (Т.з. «Дугласи Пирамидалис», Т.з. «Фастигиата», Т.з. «Розентали»), конусовидные (Т.з. «Боти», Т.з. «Эльвангериана») кроны, по цвету хвои – бело-пестрые (Т.з. «Альбоспиката»), золотистые (Т.з. «Ауреа», Т.з. «Аурео-Вариегата», Т.з. «Эльвангериана Ауреа», Т.з. «Лютеа», Т.з. «Риверси», Т.з. «Вервена»), голубоватые (Т.з. «Вагнери», Т.з. «Спиралис»), а также миниатюрные формы – низкорослые и карликовые (Т.з. «Компакта», Т.з. «Умбракулифера»).

В течение ряда лет интенсивного развития дендрария и в соответствии с теорией интродукции экспозиция пополнялась очень быстро. Многочисленные образцы Туи западной (*Thuja occidentalis*) (63 образца) разного происхождения уплотняли первоначальные посадки. Вследствие этого площадь, отведенная более 60 лет назад под родовой комплекс, содержала гораздо больше растений, чем предполагалось изначально. Это привело к загущенности посадок со всеми вытекающими последствиями, основным из которых является потеря декоративности каждого отдельно взятого растения, и, как следствие, экспозиции в целом. Близкое расстояние между растениями привело к очищению нижней части ствола, пожелтению и отмиранию хвои. После суровых зим регулярно случаются вывалы растений, не выдерживающих снеговой и ветровой нагрузки. Декоративные формы Т. западной перекрывают друг друга в посадках. Недостаток освещенности приводит к потере окраски хвои у золотистых, сизых форм, а также форм, имеющих бело-пеструю и светло-зеленую хвою. Для сохранения экспозиции и приданию ей первоначального декоративного облика необходимо начать реконструкционные работы. Поскольку туя имеет компактную корневую систему, легко переносит стрижку, то следует полагать, что большинство растений можно будет пересадить, и они минуют неизбежную выбраковку. Однако более точное и полное исследование дендрометрических параметров, возрастных и эстетических характеристик растений могут указать и другой путь.

Распределение экземпляров туи из экспозиции рода туя дендрария ГБС РАН по классам добротности

Классы добротности	Кол-во, шт.	%	Характеристика класса
I	0	0	Деревья здоровые, хорошо растущие, без признаков ослабления, не имеющие декоративных изъянов
II	44	18,7	Деревья здоровые, хорошо растущие, с некоторыми недостатками в кроне или в стволе, не угрожающими их долговечности
III	48	20,6	Деревья со значительными недостатками в кроне и в стволе, но могущие еще долго оставаться на корне
IV	100	38,3	Деревья с явными признаками болезни, с дефектами в кроне и в стволе, не требующие, однако, удаления в течение ближайших пяти лет
V	58	22,4	Деревья с явными признаками отмирания и не оставляющие сомнения в необходимости их удаления в ближайшие пять лет

Для объективного определения состояния растений экспозиции рода туя была проведена оценка по пятибалльной шкале добротности [1], где к I классу относятся растения здоровые, хорошо растущие, без признаков ослабления и не имеющие изъянов в декоративном отношении, а к последнему, V классу, относятся деревья с явными признаками отмирания и не оставляющие сомнения в необходимости их удаления в ближайшие пять лет.

Нами было обследовано 250 экземпляров, входящих в состав экспозиции. Результаты обследования приведены в таблице.

Были обследованы 250 экземпляров рода туя. Экземпляры распределились по классам добротности следующим образом.

Подводя итоги данных, приведенных в таблице, можно сделать следующие заключения.

К I классу добротности, который оценивает деревья здоровые, хорошо растущие, без признаков ослабления, не имеющие изъянов в декоративном отношении, не отнесено ни одного растения.

Удовлетворительными по состоянию можно считать около 40 % растений, отнесенных к классам II и III.

Растения IV и V классов, которые подлежат рубке срочно и, вероятно, будут назначены к удалению, составляет более 50 % коллекции. В этот класс через пять лет может перейти часть растений из III класса. Фактическое состояние коллекции можно признать неудовлетворительным.

Необходимая реконструкция коллекции может развиваться по двум сценариям.

Первый путь – это реконструкция в рамках территории существующей экспозиции. При этом в ходе санитарной рубки и рубок ухода придется избавиться от части растений. По мере роста растений одна и та же территория становится пригодной для произрастания все меньшего числа экземпляров растений – таковы общие закономерности развития насаждений, хорошо известные лесоведам.

Вторым путем, по нашему мнению более перспективным, можно считать дублирование экспозиционного участка на другую часть территории дендрария. Новая экспозиция рода туя будет создаваться с соблюдением норм посадок, учета возрастных изменений растений, правил экспонирования и с учетом приемов ландшафтной архитектуры.

Библиографический список

1. Васильев, В.М. Лесопарковое хозяйство / В.М. Васильев. – М.: Изд-во Министерства коммунального хозяйства РСФСР, 1952. – 180 с.
2. Древесные растения Главного ботанического сада АН СССР. – М.: Наука, 1975. – 547 с.
3. Древесные растения Главного ботанического сада им Н.В. Цицина РАН. 60 лет интродукции / отв. редактор А.С. Демидов. – М.: Наука, 2005. – 586 с.
4. Капер, О.Г. Хвойные породы. Лесоводственная характеристика / О.Г. Капер. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1954. – 303 с.
5. Колесников, А.И. Декоративная дендрология / А.И. Колесников. – М.: Лесная пром-сть, 1974. – 704 с.
6. Крюссман, Г. Хвойные породы / Г. Крюссман. – М.: Лесная пром-сть, 1986. – 256 с.

ФЛОРА, ЛИХЕНО- И МИКОБИОТА ЕЛЬНИКОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

С.В. ДЕГТЕВА, зам. дир. по науке Института биологии Коми НЦ УрО РАН, д-р биол. наук,
 Г.В. ЖЕЛЕЗНОВА, с. н. с. Института биологии Коми НЦ УрО РАН, д-р биол. наук,
 Д.А. КОСОЛАПОВ, н. с. Института биологии Коми НЦ УрО РАН, канд. биол. наук,
 В.А. МАРТЫНЕНКО, в. н. с. Института биологии Коми НЦ УрО РАН, д-р биол. наук,
 Т.Н. ПЫСТИНА, с. н. с. Института биологии Коми НЦ УрО РАН, канд. биол. наук,
 Т.П. ШУБИНА, с. н. с. Института биологии Коми НЦ УрО РАН, канд. биол. наук

degteva@ib.komisc.ru

На большей части территории европейского северо-востока России зональными растительными сообществами являются темнохвойные леса из ели сибирской с незначительной примесью осины, березы, пихты, сосны. Ельники широко распространены как на водоразделах, так и в долинах рек, на склонах коренных берегов, предгорий и хребтов Урала. При классификации сообществ этой формации [8] выделены 67 ассоциаций, относящихся к шести типам леса (лишайниковому, зеленомошному, долгомошному, травяному, сфагновому и травяно-сфагновому). Сегодня, когда мировое научное сообщество проявляет особый интерес к проблеме биологического разнообразия, исследование еловых лесов региона как никогда актуально, поскольку именно здесь сохранились их ненарушенные массивы, площадь которых наибольшая в европейских масштабах. Обобщение геоботанических материалов, хранящихся в фитоценологии Института биологии Коми НЦ УрО РАН, и данных собственных многолетних исследований авторов позволили выявить особенности флористических комплексов, лишено- и микобиоты еловых лесов подзон средней и северной тайги.

Список сосудистых растений, зарегистрированных в еловых лесах подзон северной и средней тайги европейского северо-востока России, насчитывает 266 видов из 154 родов, принадлежащих к 56 семействам. Это количество более значительно, чем в сосновых лесах (рис. 1), но ниже, чем в производных лиственных (березовых, осиновых) фитоценозах [15]. В направлении с севера на юг отмечается увеличение видового разнообразия со 198 до 238.

Основу флористических комплексов составляют покрытосеменные, причем дву-

дольных в 3,3 раза больше, чем однодольных. Подобное соотношение численности классов близко к показателям, полученным для флоры таежной зоны Республики Коми [11]. Разнообразие голосеменных невелико (7 видов), однако именно их представители, прежде всего *Picea obovata*, выполняют эдификаторную роль. В древостоях еловых лесов постоянна примесь *Pinus sylvestris*, местами *Abies sibirica* *Larix sibirica*, а в предгорьях и горах Урала и *Pinus sibirica*. В Приуралье и на западном макросклоне Северного и Приполярного Урала заметную ценофитическую роль под пологом ельников выполняют сосудистые споровые растения, прежде всего папоротники (*Dryopteris expansa*, *Diplasium sibiricum*, *Athyrium filix-femina*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Phegopteris connectilis*). В местообитаниях с застойным увлажнением возрастает постоянство и обилие представителя хвощей – *Equisetum sylvaticum*. При этом на долю споровых растений приходится лишь 9,4 % от общего числа видов, зарегистрированных в ельниках.

Систематическая структура ценофлоры еловых лесов имеет ряд особенностей, проявляющихся в спектре ведущих семейств. В десятку семейств, отличающихся наибольшим разнообразием видового состава, входят *Asteraceae* (25 видов), *Poaceae* (24), *Cyperaceae* (22), *Rosaceae* (18), *Ranunculaceae* (15), *Salicaceae* (14), *Ericaceae* (10), *Orchidaceae* (9), *Caryophyllaceae* (8), *Athyriaceae*, *Fabaceae*, *Pyrolaceae* (по 8). Положения трех первых семейств закономерны, поскольку они лидируют во всех бореальных флорах Евразии. Значительное разнообразие семейства *Rosaceae* характерно для всех лесных сообществ Европейской России [11].

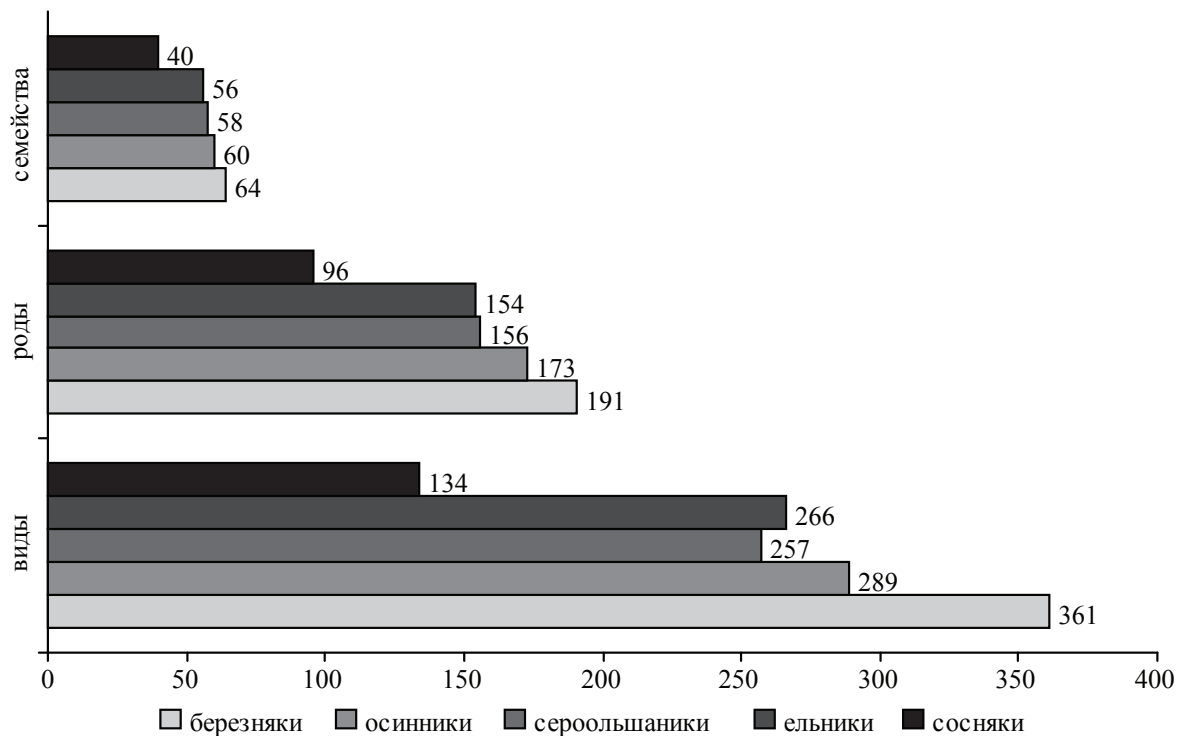


Рис. 1. Число видов, родов и семейств сосудистых растений в различных лесных формациях европейского северо-востока России

При этом в еловых лесах оно оказывается несколько выше, чем в мелколиственных [15]. Во флористических комплексах ельников по сравнению с флорой таежной зоны существенно повышается ранг семейств *Ericaceae*, *Athyriaceae*, *Pyrolaceae*. Представители этих семейств не только более разнообразны. Многие из них отличаются высоким постоянством и часто выступают в роли доминантов травяно-кустарничкового яруса. Это прежде всего такие представители вересковых, как *Vaccinium myrtillus*, *V. uliginosum*, *V. vitis-idaea*, *Ledum palustre*. Упомянутые многовидовые семейства объединяют свыше половины видов (166 или 62,4%). В то же время значительна (около трети) доля одновидовых семейств. Это отражает общую тенденцию относительной молодости флоры территории европейского северо-востока России, формирование которой происходило с конца плейстоцена [5]. Подобная картина весьма характерна для флор территорий, расположенных в северной части бореальной зоны Голарктики [14].

Спектр наиболее крупных родов включает *Carex* (20 видов), *Salix* (13), *Stellaria* (7), *Galium* и *Ranunculus* (по 6), *Calamagrostis*,

Equisetum, *Hieracium*, *Rubus*, *Viola* (по 5). Перечисленные таксоны объединяют более четверти видов (77 или 28,9%). Обращает на себя внимание явное лидерство родов *Carex* и *Salix*, типичное для таежных флор европейского северо-востока России [10]. Свыше двух третей родов (108 или 70,1%) содержат по одному виду.

В процессе формирования флоры европейского северо-востока России после четвертичных оледенений рассматриваемую территорию постепенно заселяли виды, отличающиеся типами и размерами ареалов. Сегодня здесь наиболее широко распространены бореальные растения, определяющие облик растительных сообществ таежной зоны. В ельниках, наиболее типичных сообществах темнохвойной тайги, зарегистрированы 188 видов (72,0% от общего числа) данной широтной группы. Близость тундровой зоны, наличие крупной горной системы (Урал), в пределах которой выражен пояс горных тундр и гольцов, определяет присутствие во флоре региона растений северных широтных групп – арктической, гипоарктической и арктоальпийской. Под пологом еловых лесов их зарегистрировано 46 (17,6%).

Самые разнообразные среди северных растений – представители гипоарктической фракции, среди них наиболее ценотически значимы *Betula nana*, *Chamaepericlymenum sueticum*, *Empetrum hermaphroditum*, *Rubus chamaemorus*, *Vaccinium uliginosum*.

Роль видов южных широтных групп – неморально-бореальной, неморальной и лесостепной – существенно меньше. Таких растений в ельниках – 20 (7,6 %). Представители неморально-бореальной и неморальной групп (*Carex rhizina*, *Daphne mezereum*, *Lathyrus vernus*, *Stellaria holostea*, *Milium effusum* и др.), вероятно, являются реликтами теплых климатических периодов четвертичного времени. Количество полизональных видов также невелико – 5 (1,9 %). Это закономерно, поскольку в эту группу во флоре северо-востока европейской России входят преимущественно водные, прибрежноводные и сорные растения, которые для зональной растительности нехарактерны.

Флоры, располагающиеся в бореальной зоне Северного полушария, отличаются от флор других областей преобладанием видов с обширными ареалами, охватывающими всю Голарктику или Евразийский континент. Ценофлора еловых лесов в этом отношении не исключение. Наибольшие доли в ней составляют евразийские и циркумполярные виды – 38,5 и 33,9 % соответственно. Доли европейских и азиатских (сибирских) видов примерно одинаковы – 13,4 и 12,6 %. Это отражает положение региона на границе двух частей света – Европы и Азии. Сибирские виды – *Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*, *Larix sibirica* определяют облик основного яруса еловых лесов. Растений, ареалы которых могут классифицироваться как почти космополитные, крайне мало – всего 2 (0,8 %). Это представители папоротников – *Botrychium lunaria* и *Cystopteris fragilis*.

Отличительная особенность флоры региона – присутствие эндемичных видов, встречающихся только в пределах горной страны Урал. Под пологом ельников, развивающихся на скалах по берегам уральских рек, в пармальной полосе Предуралья и на склонах гор, отмечены два эндемика – *Anemonastrum biarmiense* и *Thymus talijevii*.

Европейский северо-восток России характеризуется суровыми климатическими условиями – низкими значениями среднегодовых температур, малой продолжительностью теплого периода года. Норма выпадения осадков здесь превышает норму испарения. Для большинства ландшафтов, где доминируют еловые леса, характерны кислые, бедные элементами минерального питания и гумусом подзолистые, болотно-подзолистые и торфянистые почвы. Все это определяет спектр жизненных форм и соотношение экологических групп растений во флористическом комплексе ельников. Абсолютное большинство растений относится к травам. Среди них 203– многолетние растения, 3 – однодвулетние. Растения древесной жизненной формы менее многочисленны. Деревьев насчитывается 14 видов, кустарников – 26, полукустарников – 3, кустарничков – 15. При этом именно древесные растения чаще всего играют определяющую роль в сложении сообществ. Разнообразие трав увеличивается в направлении с севера на юг.

Анализ отношения видов к содержанию в почвах элементов минерального питания показывает, что преобладают растения, не предъявляющие больших требований. Олиготрофных видов оказалось 9,5 %, на долю мезоолиготрофов приходится 45,4 %. Мезотрофы составляют 36,6 %. Эумезотрофных видов – 8,0 %, эутрофов – лишь 0,4 %. Повышенные потребности к содержанию в почве элементов минерального питания, в частности азота, проявляют растения, типичные для ельников травяной группы типов *Actaea spicata*, *Angelica archangelica*, *Bistorta major*, *Dryopteris dilatata*, *Phegopteris connectilis*, *Rubus idaeus*, *Valeriana wolgensis* и др.

По отношению к фактору увлажнения виды, обитающие в еловых лесах, распределяются следующим образом. Наибольшую долю (48,1 %) составляют мезофиты. К их числу принадлежит большинство растений, населяющих сообщества хорошо дренированных местообитаний. Для упомянутых экотопов характерны и ксеромезофиты, но их участие существенно ниже – 10,4 %. В заболоченных и пойменных лесах обитают мезогигрофиты (35,0 %) и гигрофиты (6,5 %).

Т а б л и ц а 1

Число таксонов листостебельных мхов в основных лесных формациях европейского северо-востока России

Таксон	Ельники	Сосняки	Березняки
Вид	223	105	160
Род	89	41	64
Семейство	36	24	28

Т а б л и ц а 2

Спектр ведущих семейств листостебельных мхов основных лесных формаций европейского северо-востока России

Семейство	Ельники	Сосняки	Березняки
	число видов		
<i>Sphagnaceae</i>	24	24	21
<i>Dicranaceae</i>	30	17	18
<i>Brachytheciaceae</i>	23	12	15
<i>Amblystegiaceae</i>	21	8	18
<i>Bryaceae</i>	17	8	12
<i>Mniaceae</i>	17	1	14
<i>Polytrichaceae</i>	12	8	12
<i>Plagiotheciaceae</i>	10	3	8
<i>Hypnaceae</i>	7	1	5
<i>Pottiaceae</i>	5	1	1

Анализ ценотической приуроченности видов свидетельствует о закономерном преобладании в ельниках лесных и лугово-лесных растений (121 вид, 46,0 %). Заметно участие луговых (72 вида, 27,4 %) и болотных (45 видов, 17,1 %) растений. Отмечены также виды, наиболее типичные для выходов скал (11, 4,2 %), тундр (10, 3,8 %) и единичные сорные растения (4 вида, 1,5 %). Такое соотношение в целом отражает широкий ареал и значительное типологическое разнообразие еловых лесов. Наибольшим постоянством в ельниках, кроме эдификатора *Picea obovata*, отличаются *Betula pubescens*, *Sorbus aucuparia*, *Carex globularis*, *Linnaea borealis*, *Vaccinium myrtillus*, *V. vitis-idaea*. В средней тайге к числу константных видов относятся также типичные бореальные растения, как *Abies sibirica*, *Rubus chamaemorus*, *Equisetum sylvaticum*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Oxalis acetosella*, *Trientalis europaea*. В подзоне северной тайги увеличивается постоянство гипоарктических видов – *Ledum palustre*, *Vaccinium uliginosum*, *Avenella flexuosa*, *Empetrum hermaphroditum*.

Еловые леса – местообитания 13 видов сосудистых растений, включенных в «Красную книгу Республики Коми» [7]. Восемь из них принадлежат к категории уязвимых: *Anemonastrum biarmiense*, *Cryptogramma stelleri*, *Cypripedium calceolus*, *Dendranthema zawadskii*, *Epipactis atrorubens*, *Paeonia anomala*, *Pinus sibirica*, *Thymus talijevii*. Папоротники *Polystichum lonchitis* и *Woodsia alpina* в регионе отнесены к числу редких растений, два вида – *Cotoneaster uniflorus* и *Dactylorhiza fuchsii* нуждаются в биологическом надзоре. *Chrysosplenium tetrandrum* рассматривается как вид с неопределенным статусом.

Бриофлора еловых сообществ по числу видов является наиболее богатой в ряду бриофлор лесных формаций (табл. 1). В ельниках произрастают 223 вида листостебельных мхов, относящихся к 53 родам и 36 семействам. Во флоре мхов ведущими являются восемь семейств, включающих от 10 до 30 видов (табл. 2). Самые многовидовые роды листостебельных мхов – *Sphagnum*, *Dicranum* и *Brachythecium*. Указанные систематические группы характерны для бриофлор многих растительных зон Северного полушария (тундровой, таежной, смешанных и широколиственных лесов, лесостепной). Своеобразие бриофлоры еловых лесов европейского северо-востока России проявляется прежде всего в более активной роли семейств *Dicranaceae*, *Sphagnaceae*, *Brachytheciaceae* и *Amblystegiaceae* и таких родов, как *Sphagnum*, *Dicranum* и *Brachythecium*. Значительное участие в формировании флоры листостебельных мхов представителей семейств *Sphagnaceae* и *Amblystegiaceae* указывает на переувлажнение почв средне- и северотаежных ельников.

В составе ведущих семейств и родов преобладают виды, обычные для таежной зоны. Почти во всех исследованных еловых ценозах встречаются *Brachythecium reflexum*, *B. salebrosum*, *Climacium dendroides*, *Hylocomium splendens*, *Plagiothecium laetum*, *Pleurozium schreberi*, *Polytrichum commune*, *P. strictum*, *Sphagnum girgensohnii*. В то же время в среднетаежных предуральских ельниках, где широко распространены выходы горных пород, зарегистрировано значительное число специфических видов, среди

них – *Andreaeae rupestris*, *Encalypta procera*, *Seligeria campylopoda* и др. [6].

Высокое разнообразие бриофитов еловых лесов объясняется не только большими площадями, занятыми ельниками, но и обилием в них местообитаний, заселяемых мхами. Это не только почва, но и древесные субстраты (стволы деревьев и кустарников и их основания, обнаженные корни, гниющая древесина), заполненные водой микропонижения, камни и выходы горных пород, нарушенные участки (тропы, незадернованные участки почвы у корней ветровальных деревьев, кострища). Наибольшим разнообразием отличаются мохообразные напочвенного покрова. Среди них наиболее ценотически значимы виды, типичные для европейских таежных лесов: *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, *Ptilium crista-castrensis*, *Polytrichum commune*. Напочвенные листостебельные мхи играют большую роль также в еловых лесах Карелии [1, 3] и всего европейского северо-запада России [2, 4].

В ельниках отчетливо заметна приуроченность мохообразных к древесине. На разлагающихся древесных остатках складываются специфические условия обитания для листостебельных мхов. Это мезофитный кислый субстрат, богатый продуктами распада органических веществ. Видовой состав мхов меняется в зависимости от степени разложения древесины. Наиболее распространенные в этих местообитаниях виды *Amblystegium serpens*, *Plagiothecium laetum*, *Pohlia nutans*, *Ptilium crista-castrensis*, *Pleurozium schreberi*. На древесине, находящейся на последних стадиях разложения, обычно поселяется облигатный эпиксил *Tetraphis pellucida*. В затененных нишах на мелкоземной почве упавших деревьев собран вид со светящейся в темноте протонемой – *Schistostega pennata*, причисляемый к индикаторам старовозрастных еловых лесов [9].

На европейском северо-востоке России для еловых сообществ не характерно наличие больших обрастаний из эпифитных мхов [16]. Листостебельные мхи сосредотачиваются здесь только в нижних частях стволов, поднимаясь по коре хвойных деревьев преимущественно на высоту до 10 см.

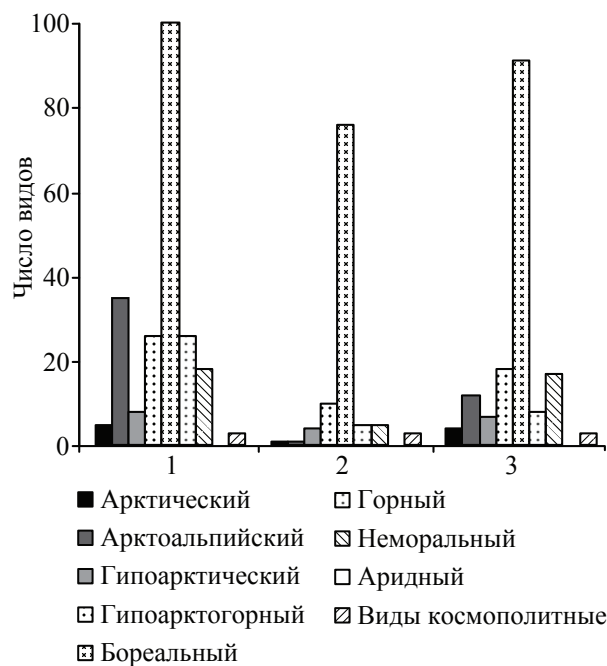


Рис. 2. Распределение географических элементов флоры листостебельных мхов в основных лесных формациях европейского северо-востока России: 1 – ельники, 2 – сосняки, 3 – березняки

Облигатных эпифитов насчитывается всего четыре: *Pylaisiella polyantha*, *Neckera pennata*, *Orthotrichum speciosum*, *O. obtusifolium*. Они поселяются на коре преимущественно лиственных пород, особенно осины, причем не только в основании стволов, но и на высоте до двух и более метров. В эпифитном комплексе постоянно присутствуют также виды с широкой экологической амплитудой – *Dicranum fuscescens* и *Sanionia uncinata*.

В бриофлоре ельников, как и в других лесных формациях европейского северо-востока России, преобладают (рис. 2) листостебельные мхи бореального элемента (102 вида). Отличительной чертой флоры мхов еловых сообществ по сравнению с бриофлорами сосняков и березняков таежной зоны является увеличение как числа северных видов, так и доли их участия. Преимущественно олигомезотрофный характер местообитаний, избыточное увлажнение почв в еловых лесах способствуют произрастанию здесь большего числа видов листостебельных мхов, принадлежащих к арктическому (5 видов), гипоарктическому (8), гипоарктогорному (26) и арктоальпийскому (36) элементам. Однако мохообразные данных групп не играют боль-

шой ценотической роли в лесах рассматриваемой формации. Показатели их встречаемости очень низкие, абсолютное большинство, за исключением гипоарктогорных *Pseudobryum cinclidioides* и *Tomentypnum nitens*, были отмечены в ельниках единично. Постоянное присутствие в хвойных лесах листовенных пород деревьев благоприятствует произрастанию неморальных мохообразных (18 видов). Большинство видов исследованной бриофлоры имеет сплошное циркумполярное распространение, и только *Brachythecium latifolium*, *Myrinia pulvinata*, *Seligeria pusilla* встречаются в Европе, Сибири и Северной Америке, *Scleropodium ornellanum* – в Европе и Азии, *Seligeria campylopoda* – в Европе и Северной Америке, *Plagiomnium confertidens* – преимущественно в Сибири. Таким образом, флора листовенных мхов еловых лесов таежной зоны европейского северо-востока России носит ярко выраженный бореальный характер.

Экологический анализ показал, что наибольшее разнообразие в сообществах ели имеют мхи-мезофиты (97 видов или 43,0 %), как и в других лесных формациях. В то же время наличие каменистых экотопов способствует увеличению количества ксеромезофитных видов (26 или 12,0 %).

В лесных местообитаниях европейского северо-востока России обнаружено 52 вида листовенных мхов, включенных в Красную книгу Республики Коми [7], из них 28 видов приурочены к еловым лесам. Ко второй категории (V) – уязвимых видов с сокращающейся численностью, еще не достигшей критического уровня, – отнесен только *Dicranum viride*, зарегистрированный в заболоченном еловом морошково-сфагновом лесу на Южном Тимане. Редких листовенных мхов, имеющих немногочисленные популяции в природе и относимых к третьей категории охраны (R), насчитывается одиннадцать (*Anomodon longifolius*, *Neckera pennata*, *Schistostega pennata* и др.). В четвертой группе (I) мхов неопределенного статуса, требующих дополнительного изучения, всего два вида: *Seligeria campylopoda*, *S. pusilla*. Пятая категория (Cd) объединяет 13 видов мохообразных, которые являются редкими на европейской части северо-востока России, произ-

растают в местах, подверженных повышенной антропогенной нагрузке, и требуют биологического надзора (*Hylocomiastrum umbratum*, *Paraleucobryum longifolium*, *Pohlia andrewsii* и др.). В еловых ценозах неоднократно был отмечен охраняемый эпифитный вид *Neckera pennata*, который может рассматриваться как индикатор участков старовозрастных лесов, не подвергавшихся в течение длительного времени вырубкам или пожарам. В Европе он находится под угрозой исчезновения и отнесен к группе исчезающих уязвимых бриофитов [23]. Северные пределы произрастания *Neckera pennata* в лесах европейской части северо-востока России доходят до 63° с. ш. Существование немногочисленных популяций этого вида в исследованных лесах пока устойчивое.

В еловых лесах таежной зоны Республики Коми выявлено 328 видов лишайников (330, включая внутривидовые таксоны), относящихся к 97 родам и 43 семействам. Набор десяти лидирующих по численности семейств и родов характерен для лишайнобиот лесной зоны Северного полушария (табл. 3). Большинство представителей таких крупных семейств, как *Parmeliaceae*, *Lecanoraceae*, *Physciaceae*, *Pertusariaceae* и *Bacidiaceae*, – типичные эпифиты, многие из них являются массовыми и обычными видами таежных ельников. Лишайники, относящиеся к семействам *Coniocubaceae* и *Micareaeae*, заселяют как живые деревья и кустарники, так и гниющую древесину. Семейства *Cladoniaceae* и *Peltigeraceae* объединяют в своем составе в основном напочвенные виды. Обычно эпигеиды в ельниках немногочисленны, поселяются, как правило, в основаниях стволов деревьев и на валежнике, поскольку не выдерживают конкуренции с мохообразными и травянистыми растениями. Наиболее представительны они в напочвенном покрове ельников северотаежного облика, послепожарных или подвергнутых выборочной рубке. Однако проявляются специфические черты, присущие данной формации. Так, при сравнении со структурой ведущих семейств и родов лишайнобиот подзон средней и южной тайги Республики Коми [13] обращают на себя внимание высокие позиции в еловых лесах

**Структура ведущих семейств
и родов лишайников еловых лесов
Республики Коми**

Семейство	Ранг семейства	Число видов	Род	Ранг рода	Число видов
<i>Parmeliaceae</i>	1	39	<i>Cladonia</i>	1	35
<i>Cladoniaceae</i>	2	36	<i>Lecanora</i>	2	16
<i>Lecanoraceae</i>	3	31	<i>Chaenotheca</i>	3	15
<i>Physciaceae</i>	4	20	<i>Peltigera</i>	4	14
<i>Mycocaliciaceae</i>	5	17	<i>Chaenothecopsis</i>	5–6	11
<i>Coniocubaceae</i>	6	15	<i>Pertusaria</i>	5–6	11
<i>Peltigeraceae</i>	7	16	<i>Artonia</i>	7–10	9
<i>Pertusariaceae</i>	8	14	<i>Bryoria</i>	7–10	9
<i>Micareaeae</i>	9	12	<i>Rinodina</i>	7–10	9
<i>Bacidiaceae</i>	10	11	<i>Usnea</i>	7–10	9

представителей бывшего порядка *Caliciales* (семейства *Coniocubaceae* и *Mycocaliciaceae*, роды *Chaenotheca* и *Chaenothecopsis*). Факторами, способствующими поддержанию многообразия калициоидных лишайников в еловых лесах, являются, во-первых, присутствие необходимых субстратов, а именно старовозрастных деревьев ели и древесины на различных стадиях разложения, особенно сухостоя; во-вторых, наличие массивов ненарушенных ельников с постоянным и влажным микроклиматом [17, 18, 19, 24].

В составе биоты лишайников еловых лесов наиболее многочисленны бореальные (220 видов, или 68,1 %) и неморальные (56 видов, 17,1 %) лишайники при незначительном участии мультирегionalных, монотанных и арктоальпийских видов. Лишайники арктоальпийской группы встречаются преимущественно в еловых лесах подзоны северной тайги и верхней части горно-лесного пояса Уральских гор. Разнообразие неморальных видов, наоборот, выше в южных районах республики, особенно в долинных ельниках.

Среди эколого-субстратных групп преобладают эпифиты (198 видов, или 60,4 %), затем следуют эпиксилы (67 видов, 20,4 %) и эпигеиды (44 вида, 13,4 %). Отмечены виды эпибриофитной (7) и эпилитной (5) групп, а также лишайники, являющиеся паразитами или парасимбионтами на слоевищах других видов лишайников или на свободно живущих водорослях (7).

В пойменных и долинных еловых лесах в настоящее время зарегистрировано 170 видов лишайников. В условиях повышенной влажности воздуха на ветвях елей формируются богатые видами сообщества эпифитных лишайников, в которых доминантами выступают представители родов *Usnea*, *Bryoria*, *Hypogymnia*, *Parmelia*. Здесь можно встретить такие редкие виды, как *Hypogymnia vitatta*, *Evernia divaricata*, *Usnea longissima*, *Ramalina thrausta*, *Tuckneraria laureri* и др. Стволы зарастают лишайниками в меньшей степени из-за сильного затенения и/или периодического затопления водой. На коре и древесине стволов поселяются в основном накипные лишайники.

Из числа редких и охраняемых отмечены виды рода *Arthonia* (*A. arthonoides*, *A. cinereopruinosa*, *A. incarnata*, *A. leucopellea*) и калициоидные лишайники *Cyphelium karelicum*, *Chaenotheca laevigata*, *C. subroscida*. В составе древостоев еловых лесов встречаются и другие древесные виды – *Salix caprea*, *Populus tremula*, *Sorbus aucuparia*, *Abies sibirica*, *Betula spp.* и др. На стволах осин, древовидных иви рябин также обнаружены редкие лишайники: *Sticta nylanderiana*, *Heterodermia speciosa*, *Pertusaria hemisphaerica*, *Peltigera collina*, *Lobaria pulmonaria*, *L. scrobiculata*.

В еловых лесах, сформировавшихся на водоразделах, выявлено 187 видов. На стволах и ветвях деревьев преобладают те же кустистые и листоватые лишайники, которые были отмечены и в поймах, однако многие редкие, чувствительные к влажности воздуха эпифиты здесь выпадают. Более высокое разнообразие видов в сравнении с долинными экотопами обусловлено в основном увеличением числа эпигеидов, доля которых возрастает при продвижении к северу, а также эпиксиллов. На плакорах наиболее богатая, насыщенная редкими видами лишайнобиота характерна для заболоченных (травяно-сфагновых и сфагновых) ельников, длительное время не затронутых пожарами и ветровалами.

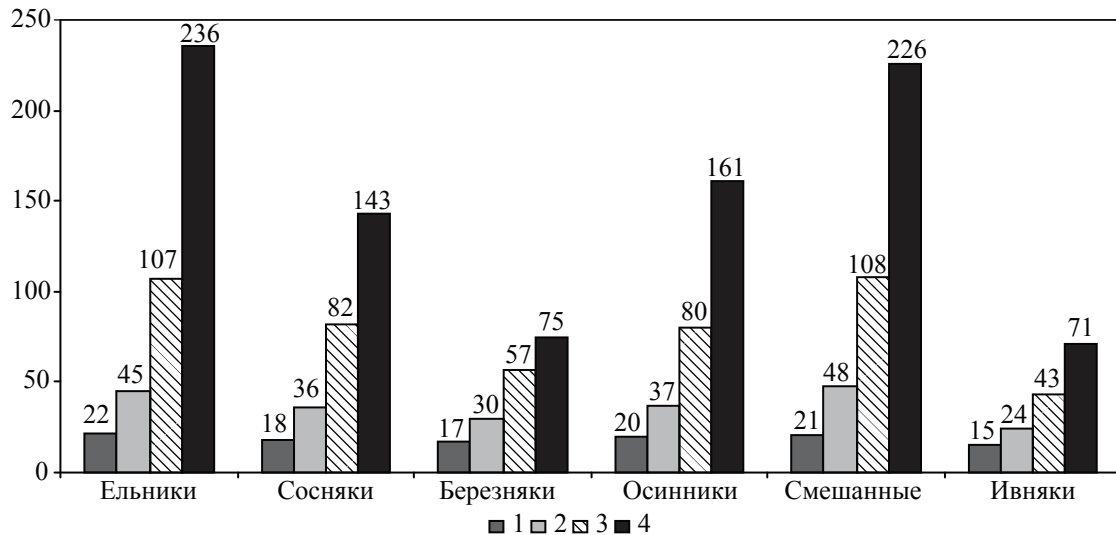


Рис. 3. Таксономическое разнообразие афиллофороидных макромицетов в различных лесных формациях подзоны средней тайги Республики Коми: 1 – число порядков, 2 – число семейств, 3 – число родов, 4 – число видов

В этих рефугиумах можно встретить виды, являющиеся индикаторами девственных таежных лесов – *Alectoria sarmentosa*, *Bryoria fremontii*, *Hypogymnia vitatta*, *Lobaria pulmonaria* и др. Кроме того, высокий уровень разнообразия лишайников отмечается и в сохранившихся крупных массивах ненарушенных еловых лесов. Примерами могут служить ельники предгорий Урала, на юге республики – массив девственных лесов, расположенный на границе с Кировской областью. В последнем сохранились крупные участки ненарушенных папоротниковых ельников южнотаежного облика, где в высоком обилии встречаются лишайники неморального географического элемента. Многие из них имеют высшие категории охраны. Это *Heterodermia speciosa*, *Cetrelia olivetorum*, *Sticta nylanderiana*, *Pannaria conoplea* и др. Всего в еловых насаждениях Республики Коми отмечено 40 из 79 видов лишайников, включенных в Красную книгу Республики Коми [7].

Нарушение естественных ельников приводит к значительному сокращению разнообразия лишайников. Так, в бассейне реки Большая Сыня (зона северной тайги) во вторичных еловых лесах, восстанавливающихся после выборочных рубок или пожаров, их выявлено всего лишь 60 видов, в то время как в старовозрастных лесах видовое бо-

гатство существенно выше – 116. В первую очередь уменьшают численность и исчезают редкие, индикаторные и охраняемые лишайники [12].

В еловых лесах подзоны средней тайги исследована также биота афиллофороидных макромицетов. В ее формировании принимают участие 236 видов из 107 родов, 38 семейств и 22 порядков. Установлено, что ельники обладают самой богатой микобиотой среди остальных лесных формаций (рис. 3). Таксономический анализ показал, что лидирующими по числу видов порядками, насчитывающими более 10 видов, являются *Hyphodermatales* (52 вида), *Fomitopsidales* (36), *Hymenochaetales* (22), *Schizophyllales* (17), *Stereales* (15), *Coriariales*, *Xenasmatales* и *Phanerochaetales* (по 11 видов). Только одним видом представлены порядки *Aporpiales* и *Bondarzewiales*. Ведущие семейства: *Chaetoporellaceae* (27 видов), *Phaeolaceae* (21), *Schizophyllaceae* (17), *Fomitopsidaceae* (15), *Phellinaceae* (13), *Peniophoraceae* (12) и *Corioloraceae* (10). Средняя видовая насыщенность семейств составляет 6,2, родовая насыщенность – 2,2. Наиболее крупные роды, слагающие биоту афиллофороидных макромицетов в ельниках: *Postia* (14 видов), *Phellinus* (13), *Skeletocutis* (11), *Hyphodontia* (10), *Tomentella* (7), *Antrodia*, *Peniophora* и *Phlebia* (по 6 видов). Это свидетельствует о типично бореальных чертах данной микобиоты.

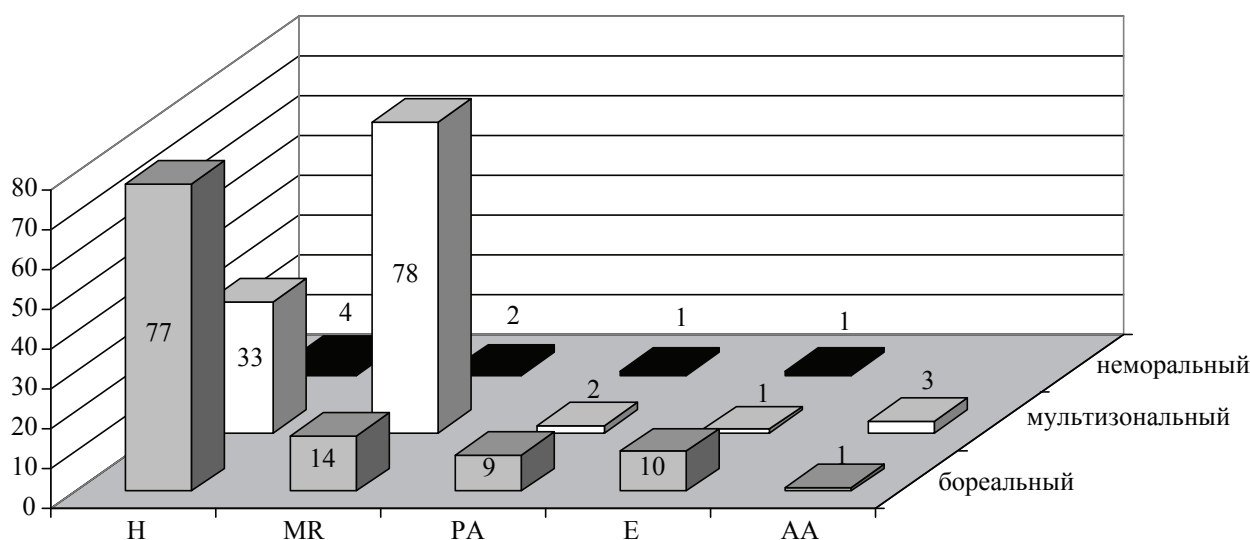


Рис. 4. Распределение афиллофороидных макромицетов еловых лесов по географическим элементам и типам ареала. Типы ареалов: MR – мультирегиональный, H – голарктический, EA – евразийский, E – европейский, AA – амфиатлантический

Одной из важнейших задач было выявление особенностей географического распространения видов, которые составляют биоту. Оказалось, что в среднетаежных еловых лесах среди афиллофороидных макромицетов наиболее полно представлены виды мультizonального элемента – 117 (50,0 %), который включает такие грибы, как *Amphinema byssoides*, *Ceriporia viridans*, *Gloeoporus taxicola*, *Fomitopsis pinicola*, *Hyphodontia crustosa*, *Perenniporia subacida*, *Phanerochaete velutina*, *Porotheleum fimbriatum* и др. Представителей бореального географического элемента, к которым относятся *Antrodia serialis*, *Cystostereum murrayi*, *Climacocystis borealis*, *Fomitopsis rosea*, *Leucogyrophana mollusca*, *Parmastomyces mollissimus*, *Skeletocutis papyracea*, *Trechispora cohaerens* и др., – 111 видов (47,0 %). Вместе они составляют основное ядро биоты афиллофороидных макромицетов. На виды неморального элемента (*Antrodia romellii*, *Botryobasidium pruinautum*, *Ganoderma lucidum*, *Ischnoderma resinosum* и др.) приходится всего 3,0 %.

Распределение по долголетно-региональному признаку показало, что большинство видов имеет обширные типы ареалов. Так, в пределах Голарктического флористического царства встречается 114 видов (48,0 % общего числа): *Antrodia heteromorpha*, *Diplomitoporus lindbladii*, *Hapalopilus rutilans*,

Phellinus chrysoloma, *Phlebia centrifuga*, *Postia subcaesia*, *Trichaptum laricinum*, *Veluticeps abietina* и др. Мультирегиональных видов, распространенных и за пределами Голарктики, насчитывается 94 (40,0 %): *Amylostereum chailletii*, *Coniophora arida*, *Fomitopsis pinicola*, *Heterobasidion annosum*, *Resinicium bicolor*, *Phellinus nigrolimitatus* и др. Виды с европейским, евразийским и амфиатлантическим распространением представлены незначительным числом, их доля в сумме составляет 12,0 %. Таким образом, преобладающими в биоте афиллофороидных макромицетов являются виды мультizonального географического элемента с мультирегиональным типом ареала и бореальные виды с голарктическим типом ареала (рис. 4).

Наибольшее число видов афиллофороидных грибов (229) в еловых лесах исследованного региона было отмечено на древесине различного состояния. Из ксилотрофов 28 видов встречаются на живых деревьях, причем 9 из них являются патогенами (*Bondarzewia mesenterica*, *Fomitopsis officinalis*, *Heterobasidion annosum*, *Onnia tomentosa*, *Phaeolus schweinitzii* и др.). На древесине валежа, находящейся на различных стадиях разложения, был зарегистрирован 221 вид. На почве и опаде развиваются 14 видов (*Bankera violascens*, *Clavaria argillacea*, *Clavariadelphus sachalinensis*, *Lentaria byssiseda*, *Ramaria*

abietina, *Thelephora terrestris* и др.), относящихся в основном к группе рогатиковых и томентеллоидных грибов. Семь видов могут вступать в симбиотрофные отношения с древесными растениями (*Amphinema byssoides*, *Piloderma byssinum*, *P. bicolor* и др.).

На деревьях *Picea obovata* в еловых лесах изученной территории отмечено наибольшее число видов – 148, причем 28 из них (*Anomoporia albolutescens*, *Hyphoderma sibiricum*, *Onnia tomentosa*, *Parmastomyces mollissimus*, *Postia guttulata*, *Serpula himantiooides* и др.) зарегистрированы только на ели. Значительное обогащение микобиоты еловых лесов происходит за счет афиллофороидных макромицетов, которые развиваются на деревьях других пород, встречающихся в древостое и подлеске: *Abies sibirica*, *Populus tremula*, *Betula spp.*, *Salix caprea* и *Sorbus aucuparia*. На пихте отмечено 36 видов, на лиственных деревьях их зарегистрировано 124. Среди последних чаще всего встречаются *Daedaleopsis septentrionalis*, *Hyphodontia barba-jovis*, *Fomes fomentarius*, *Ganoderma lipsiense*, *Inonotus radiatus*, *Perenniporia subacida*, *Phanerochaete velutina*, *Phellinus punctatus*, *Piptoporus betulinus*, *Postia tephroleuca*, *Trametes hirsuta*, *Trechispora mollusca* и др.

Анализ афиллофороидных грибов по типам вызываемых ими гнилей показал, что из 214 зарегистрированных в ельниках видов, для которых удалось установить тип гнили, 157 (74,0 %) относятся к грибам белой гнили, а 57 (26,0 %) вызывают бурую гниль. Такое соотношение типично для таежных лесов с преобладанием хвойных пород.

По отношению к влажности в еловых лесах преобладают мезофилы – 121 вид (51,0 %). К гигрофилам относится – 69 (29,0 %) видов, а на долю ксерофилов приходится 46 видов (20,0 %). Подобное распределение вполне характерно для еловых лесов, в которых наблюдается наиболее благоприятный гидротермический режим. При этом в ельниках наиболее распространены афиллофороидные грибы с мономитической и димитической гифальной системой – соответственно 153 и 63 вида (65 и 27,0 %). Это также характерно для таежных лесов, в которых обычно имеется большое количество крупномерного валежа на различных стадиях разложения.

Сравнение с микобиотами афиллофороидных макромицетов других лесных формаций показало, что специфическими для еловых лесов являются 44 вида: *Athelia subovata*, *Botryobasidium botryosum*, *Ceraceomyces violascens*, *Clavariadelphus sachalinensis*, *Diplomitoporus crustulinus*, *Hyphoderma sibiricum*, *Hyphodontia latitans*, *Hypochnicium lundellii*, *Ramaria abietina*, *Postia sericeomollis*, *Steccherinum nitidum*, *Sistotrema octosporum*, *Tubularinella medius* и другие. Это примерно пятая часть от общего числа видов, зарегистрированных в лесных экосистемах изученного региона. В еловых лесах подзоны средней тайги найдено 18 видов, включенных в Красную книгу Республики Коми [7]: *Anomoporia albolutescens*, *Bondarzewia mesenterica*, *Clavariadelphus pistillarum*, *Fomitopsis cajanderi*, *Ganoderma lucidum*, *Phellinus sulphurascens*, *Skeletocutis lilacina*, *Steccherinum collabens* и другие.

Анализ флоры, лишено- и микобиоты еловых лесов свидетельствует о том, что при несколько меньшем разнообразии флористических комплексов сосудистых растений в сравнении с ценофлорами лиственных лесов, сообщества данной формации наиболее богаты мхами, лишайниками и афиллофороидными макромицетами. Особенно высокими показателями видовой насыщенности характеризуются массивы девственных и старовозрастных ельников, которые могут рассматриваться как ключевые участки, важные для поддержания разнообразия споровых организмов таежного биотома. Полученные данные о структуре флористических комплексов и биот основных зональных растительных сообществ европейского северо-востока России могут служить основой мониторинговых наблюдений состояния разнообразия лесных экосистем, что особенно актуально в условиях усиливающегося антропогенного пресса на ландшафты региона.

Библиографический список

1. Абрамов, И.И. Обзор биофлоры среднетаежной Карелии / И.И. Абрамов, Л.А. Волкова // Новости систематики низших растений. – Л., 1985. – Т. 22. – С. 197–201.
2. Абрамова, А.Л. Мхи южной тайги (окрестности г. Дно Псковской области) / А.Л. Абрамова, И.И. Абрамов // Новости систематики низших растений. – Л., 1977. – Т. 14. – С. 200–212.

3. Волкова, Л.А. Листостебельные мхи Карелии: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Волкова Л.А. – Л., 1977. – 20 с.
4. Вьюнова, Г.В. Экологическая характеристика бриофлоры Ленинградской области / Г.В. Вьюнова // Проблемы бриологии в СССР. – Л., 1989. – С. 66–75.
5. Горчаковский, П.Л. Флора и растительность высокогорий Урала / П.Л. Горчаковский. – Свердловск, 1966. – 27 с.
6. Железнова, Г.В. Флора листостебельных мхов европейского Северо-Востока / Г.В. Железнова. – СПб., 1994. – 149 с.
7. Красная книга Республики Коми. – М.: Сыктывкар, 1998. – 528 с.
8. Леса республики Коми. – М., 1999. – 332 с.
9. Максимов, А.И., Хокканен Т. Биоразнообразие мохообразных старых еловых лесов биосферного заповедника “Северная Карелия”, Финляндия / А.И. Максимов, Т. Хокканен // Освоение Севера и проблемы природовосстановления: Тез. IV международ. конф. (3–7 августа 1998 г.). – Сыктывкар, 1998. – С. 117–118.
10. Мартыненко, В.А. Флора северной и средней подзон тайги европейского Северо-Востока. Автореф. дис. ... докт. биол. наук. / В.А. Мартыненко. – Екатеринбург, 1996. – 31 с.
11. Мартыненко, В.А. Флористический состав хвойных лесов Коми АССР / В.А. Мартыненко. – Сыктывкар, 1990. 20 с.
12. Природные комплексы заказника «Сынинский». Биологическое разнообразие особо охраняемых природных территорий Республики Коми. – Вып.3. – Сыктывкар, 2005. – 156 с.
13. Пыстина, Т.Н. Лишайники таежных лесов европейского Северо-Востока (подзоны южной и средней тайги) / Т.Н. Пыстина. Екатеринбург, 2003. – 239 с.
14. Толмачев, А.И. Введение в географию растений / А.И. Толмачев. – Л., 1974. – 244 с.
15. Дегтева, С.В. Ценотическая и флористическая структура лиственных лесов европейского Севера / С.В. Дегтева, Г.В. Железнова, Т.Н. Пыстина, Т.П. Шубина. – СПб., 2001. – 269 с.
16. Шубина, Т.П. Листостебельные мхи равнинной части средней тайги европейского Северо-Востока / Т.П. Шубина, Г.В. Железнова. – Екатеринбург, 2002. – 158 с.
17. Aronsson M., Hallingbäck T., Mattsson J.-E. Rudlistade Vdхter i Sverige 1995. Uppsala, 1995. 272 p.
18. Halonen P., Huвdrien M., Kauppi M. The epiphytic lichen flora on conifers in relation to climate in the Finnish middle boreal subzone // Lichenologist, 1991. Vol. 23. P. 61-72.
19. Holien H. Influence of site and stand factors on the distribution of crustose lichens of the Caliciales in a suboceanic spruce forest area in central Norway // Lichenologist, 1996. Vol. 28, № 4. P. 315-330.
20. Ignatov M. S., Afonina O. M. Check-list of mosses of the former USsR // Arctoa, 1992. Vol. 1. P. 1-85.
21. Kirk P. M., Cannon P. F., David J. C., Stalpers J. A. Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi. 9-th edition. CAB International, 2001. 655 p.
22. Nordic Macromycetes / Hansen L., Knudsen H. eds. Copenhagen: Nordsvamp, 1997. Vol. 3: heterobasidioid, aphylophoroid and gastromycetoid Basidiomycetes. 445 p.
23. Red Data Book of European Bryophytes. Trondheim, 1995. 291 p.
24. Rose F. Lichenological indicators of age and environmental continuity in woldlands // Lichenology: progress and problems. London, 1976. P. 276-308.

ФЛОРА ВЫСШИХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ УСТЬ-ПЫРСЬИНСКОГО БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНА ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА (ВЕРХНЕЕ ТЕЧЕНИЕ р. ИЛЫЧ, РЕСПУБЛИКА КОМИ)

В.А. КАНЕВ, *с. н. с. Института Биологии Коми НЦ УрО РАН, канд. биол. наук*

kanev@ib.komisc.ru

Нами продолжено флористическое изучение мало изученных в ботаническом отношении отдельных районов Печоро-Илычского государственного природного заповедника, находящегося на Среднем Урале в Троицко-Печорском районе Республики Коми (РК). Печоро-Илычский государственный заповедник – один из старейших в России (основан в 1930 г.), входит в Список всемирного

наследия природы ЮНЕСКО в составе девственных лесов восточной части РК общей площадью около 3,28 млн га.

Летом 2007 г. проведены исследования в мало изученном Усть-Пырсьинском ботанико-географическом районе заповедника [7]. Ботанико-географическое районирование заповедника дано согласно работам Лавренко и др. [4] и Улле [7]. Данный район

занимает северную часть Верхнеильчской низины и располагается к северу от долины ручья Щука-Ель. Его восточная граница проходит вдоль западных макросклонов хребтов Щука-Ель-из и Кычил-из, западная тянется у подножия Высокой Пармы. На севере район захватывает низовья реки Кожим-ю. Это самый равнинный район в пределах Верхнеильчского бассейна, здесь практически отсутствуют обнажения карбонатных пород. Здесь господствуют темнохвойные таежные леса, заболоченность одна из самых высоких в заповеднике. Преобладают в основном болотные аапа-комплексы с богатым набором видов [1]. Отмечаются сосновые заболоченные леса и олигомезотрофные болота на водоразделах. Согласно геоботаническому районированию, принятому в России [2], изученная территория относится к Камско-Печорско-Западноуральской подпровинции Урало-Западносибирской таежной провинции Евразийской таежной области и располагается в полосе экотона подзона северной и средней тайги. По районированию, принятому в РК, данная территория относится к округу пармовых и горных еловых, пихтовых и пихтово-еловых лесов с участием кедра и лиственницы (Северный и Приполярный Урал) [5].

Исследования проводились маршрутным методом от реки Илыч (ниже устья р. Пырью) к западному склону хребта Щука-ель-из. Латинские названия растений приводятся по сводке С.К. Черепанова [6]. В результате проведенных исследований было выявлено, что флора высших сосудистых споровых, голосеменных и покрытосеменных растений составляет 252 вида, относящихся к 158 родам и 60 семействам, что составляет примерно одну треть от всей флоры заповедника (723 вида из 306 родов и 91 семейства). По гербарным материалам, хранящимся в гербарии Института Биологии Коми НЦ (СУКО) и Печоро-Ильчского заповедника (ПБЗ), здесь произрастает 147 видов из 41 семейства [7]. Впервые на данной территории нами найдены 105 видов растений. Здесь произрастают следующие охраняемые и редкие растения, которые включены в Красную Книгу РК [3] – сосна сибирская,

или кедр (*Pinus sibirica*), ветреница пермская (*Anemonastrum biarmense*), ветреница лесная (*Anemone sylvestris*), пальчатокоренник пятнистый (*Dactylorhiza maculata*), девясил иволлистный (*Inula salicina*). Один вид относится к эндемику Урала и Предуралья – ветреница пермская (*Anemonastrum biarmense*).

Восемь видов относится к папоротникам – *Matteuccia struthiopteris*, *Gymnocarpium dryopteris*, *Phegopteris connectilis*, *Athyrium distentifolium*, *Athyrium filix-femina*, *Dryopteris carthusiana*, *Diplazium sibiricum*, *Rhizomatopteris montana*. Шесть видов относится к хвощам – полевой, речной, болотный, луговой, лесной, камышковый (*Equisetum arvense*, *E. fluviatile*, *E. palustre*, *E. pratense*, *E. scirpoides*, *E. sylvaticum*). Четыре вида относится к плаунам – сплюснутый (*Diphasiastrum complanatum*), булавовидный (*Lycopodium clavatum*), годичный (*L. annotinum*) и плаунок плауновидный (*Selaginella selaginoides*), которые обычны в различных лесах и по берегам рек. Шесть видов принадлежат к голосеменным растениям, которые представлены хвойными растениями – пихта сибирская (*Abies sibirica*), лиственница сибирская (*Larix sibirica*), ель сибирская (*Picea obovata*), сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*), сосна сибирская, или кедр (*Pinus sibirica*), можжевельник обыкновенный (*Juniperus communis*).

Остальные виды (228) относятся к покрытосеменным или цветковым растениям, из которых 67 однодольные (семейства *Sparganiaceae*, *Alismataceae*, *Potamogetonaceae*, *Juncaginaceae*, *Alismataceae*, *Poaceae*, *Cyperaceae*, *Juncaceae*, *Melanthiaceae*, *Alliaceae*, *Trilliaceae*, *Convallariaceae*, *Orchidaceae*), а 161 вид растений – двудольные (остальные семейства, кроме перечисленных). Соотношение двудольных и однодольных составляет 2,4:1.

Наибольшим разнообразием отличаются семейства мятликовые астровые (*Asteraceae*) с 26 видами, (*Poaceae*) с 26, осоковые (*Cyperaceae*) с 18, розоцветные (*Rosaceae*) и лютиковые (*Ranunculaceae*) с 15 видами каждое, ивовые (*Salicaceae*) с 11 и вересковые (*Ericaceae*) с 8 видами. Всего десятка ведущих семейств включает 57,4 % видов флоры.

Среди ведущих родов наибольшим числом видов представлен род *Carex* – 16 видов, которые являются обычными травянистыми растениями на болотах, по берегам рек, в заболоченных лесах. Вторым родом по численности видов – *Salix* (10), все виды этого рода являются древесными породами (деревьями, кустарниками) и произрастают на болотах, по берегам рек, в тундрах. Относительным разнообразием видов также отличаются роды *Equisetum*, *Ranunculus*, *Rubus*, *Galium*, *Lusula*, *Calamagrostis*, *Hieracium*, *Poa*. Наибольшее количество родов содержат семейства *Asteraceae* (20) и *Poaceae* (15), далее следуют *Rosaceae* (10), *Ranunculaceae* (10), *Scrophulariaceae* (6), *Ericaceae* (5), *Apiaceae* (5), *Fabaceae* (5), *Orchidaceae* (5).

Географический анализ флоры по составу широтных групп показал преобладание бореальных видов, к числу которых относится более 71,0 % выявленных сосудистых растений. Большинство бореальных видов широко распространены и нередко являются доминирующими и ценообразующими во многих сообществах — ель сибирская (*Picea obovata*), вейник пурпурный (*Calamagrostis purpurea*), осока водяная (*Carex aquatilis*), горец змеиный (*Bistorta major*), бодяк разнолистный (*Cirsium heterophyllum*), аконит высокий (*Aconitum septentrionale*).

Суммарное участие северных широтных групп составило 19,0 %. Арктических видов три (1,2 %) – ива шерстистая (*Salix lanata*), астрагал субполярный (*Astragalus subpolaris*), осока кругловатая (*Carex rotundata*). Из аркто-альпийских видов (6,7 %) встречаются мятлик альпийский (*Poa alpina*), ива копьевидная (*Salix hastata*), фиалка двуцветная (*Viola biflora*) и др. Из гипоарктических видов (11,1 %) – пушица влагалищная (*Eriophorum vaginatum*), ольховник кустарниковый (*Duschekia fruticosa*), очанка холодная (*Euphrasia frigida*), береза карликовая (*Betula nana*), жирянка обыкновенная (*Pinguicula vulgaris*) и др.

Один вид относится к неморальным – звездчатка лесная (*Stellaria nemorum*). Неморально-бореальных видов 8, или 3,2 % – бор развесистый (*Milium effusum*), скерда болотная (*Crepis paludosa*), телиптерис лесной

(*Phegopteris connectilis*) и др. Лесостепные виды не отмечены. Четырнадцать видов имеют полизональное распространение (5,6 %) – ситник лягушачий (*Juncus bufonius*), хвощ полевой (*Equisetum arvense*), двуклосточник канаречниковидный (*Phalaroides arundinacea*), ежеголовник простой (*Sparganium emersum*), рдест альпийский (*Potamogeton alpinus*). Среди полизональных видов сорных растений не отмечено, представители данной группы являются обычными видами для сообществ, в которых они произрастают.

В составе флоры среди долготных групп преобладают виды с широкими голарктическими и евразийскими ареалами (участие видов этих групп практически одинаковое – 40,1 и 39,3 % соответственно). Расположение данной территории на Урале обусловило наличие азиатских видов, доля которых составила 9,5 %. Европейских видов примерно столько же, как и видов предыдущей группы – 9,1 %. Космополитных видов четыре – рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus*), рдест плавающий (*Potamogeton natans*), мшанка лежащая (*Sagina procumbens*), болотник короткоплодный (*Callitriche cophocarpa*).

Один вид является эндемиком Урала и Предуралья – ветреница пермская (*Anemonastrum biarmense*).

Основной жизненной формой являются травы, к которым относится свыше трех четвертей биоморфологического состава флоры (83,8 %). Большая часть трав (80,6 %) являются многолетними (*Trollius europaeus*, *Ranunculus repens*, *Veronica longifolia*, *Achillea millefolium*). Одно- и двухлетних растений (*Melampyrum sylvaticum*, *Rhinanthus vernalis*) немного (3,2 %). Все древесные жизненные формы насчитывают 16,2 % видов, из них деревьев всего 5,8 %, кустарников примерно столько же – 5,6 % (*Salix phylicifolia*, *Juniperus communis*). Большинство древесных растений (*Picea obovata*, *Abies sibirica*, *Pinus sibirica*, *Pinus sylvestris*, *Betula pubescens*) являются лесообразующими породами и образуют первый ярус, другая часть деревьев образуют второй древесный ярус или подлесок (*Salix caprea*, *Salix pyrolifolia*, *Sorbus aucuparia*). Кустарники играют важную роль в растительном покрове лесов и лугов и не-

редко являются доминантами в сообществах, особенно виды рода ива (*Salix sp.*), которые образуют монодоминантные сообщества в поймах рек. Довольно разнообразен набор кустарничков и полукустарничков – 4,8 % (*Andromeda polifolia*, *Chamaepericlymenum suecicum*, *Linnaea borealis*, *Vaccinium myrtillus*), некоторые из них играют существенную роль в растительном покрове лесов, болот, при образовании травяно-кустарничкового яруса.

Список высших сосудистых растений

Abies sibirica Ledeb.
Achillea millefolium L.
Aconitum septentrionale Koelle
Actaea erythrocarpa Fisch.
Adoxa moschatellina L.
Agrostis gigantea Roth
Agrostis stolonifera L.
Agrostis tenuis Sibth.
Alchemilla murbeckiana Bus.
Alisma plantago-aquatica L.
Allium schoenoprasum L.
Alopecurus aequalis Sobol.
Alopecurus pratensis L.
Amoria repens (L.) C. Presl
Andromeda polifolia L.
Anemonastrum biarmiense (Juz.) Holub
Angelica archangelica L.
Angelica sylvestris L.
Antennaria dioica (L.) Gaertn.
Anthoxanthum odoratum L.
Anthriscus sylvestris (L.) Hoffm.
Artemisia vulgaris L.
Aster sibiricus L.
Astragalus subpolaris Boriss. et Schischk.
Athyrium distentifolium Tausch ex Opiz
Athyrium filix-femina (L.) Roth
Atragene sibirica L.
Avenella flexuosa (L.) Drej.
Batrachium trichophyllum (Chaix) Bosch
Betula nana L.
Betula pubescens Ehrh.
Betula tortuosa Ledeb.
Bistorta major S.F. Gray
Bistorta vivipara (L.) S.F. Gray
Bromopsis inermis (Leyss.) Holub
Cacalia hastata L.
Calamagrostis lapponica (Wahlenb.)
 C. Hartm.

Calamagrostis neglecta (Ehrh.) Gaertn.,
 Mey. et Scherb.
Calamagrostis purpurea (Trin.) Trin.
Callitriche cophocarpa Sendtner
Caltha palustris L.
Campanula rotundifolia L.
Cardamine pratensis L.
Carex acuta L.
Carex aquatilis Wahlenb.
Carex brunnescens (Pers.) Poir.
Carex cespitosa L.
Carex chordorrhiza Ehrh.
Carex cinerea Poll.
Carex disperma Dew.
Carex globularis L.
Carex juncella (Fries) Th. Fries
Carex lasiocarpa Ehrh.
Carex limosa L.
Carex nigra (L.) Reichard
Carex pauciflora Lightf.
Carex rotundata Wahlenb.
Carex vaginata Tausch
Carex vesicaria L.
Chamaedaphne calyculata (L.) Moench
Chamaenerion angustifolium (L.) Scop.
Chamaenerion latifolium (L.) Th. Fries
 et Lange
Chamaepericlymenum suecicum (L.)
 Aschers. et Graebn.
Chrysosplenium alternifolium L.
Cirsium heterophyllum (L.) Hill
Coeloglossum viride (L.) C. Hartm.
Comarum palustre L.
Conioselinum tataricum Hoffm.
Corallorrhiza trifida Chatel.
Cortusa matthioli L.
Crepis paludosa (L.) Moench
Crepis sibirica L.
Crepis tectorum L.
Dactylorhiza maculata (L.) Soo
Daphne mezereum L.
Delphinium elatum L.
Deschampsia cespitosa (L.) Beauv.
Dianthus superbus L.
Diphasiastrum complanatum (L.) Holub
Diplazium sibiricum (Turcz. ex
 G.Kunze) Kurata
Dryopteris carthusiana (Vill.) H.P.
 Fuchs
Duschekia fruticosa (Rupr.) Pouzar

- Elymus caninus* (L.) L.
Empetrum hermaphroditum Hagerup
Epilobium palustre L.
Equisetum arvense L.
Equisetum fluviatile L.
Equisetum palustre L.
Equisetum pratense Ehrh.
Equisetum scirpoides Michx.
Equisetum sylvaticum L.
Erigeron acris L.
Eriophorum polystachion L.
Eriophorum vaginatum L.
Euphrasia frigida Pugsl.
Festuca ovina L.
Festuca pratensis Huds.
Festuca rubra L.
Filipendula ulmaria (L.) Maxim.
Galium boreale L.
Galium mollugo L.
Galium palustre L.
Galium uliginosum L.
Geranium albiflorum Ledeb.
Geranium sylvaticum L.
Geum rivale L.
Goodyera repens (L.) R.Br.
Gymnocarpium dryopteris (L.) Newm.
Heracleum sibiricum L.
Hieracium alpinum L.
Hieracium altipes (Lindb.fil. ex Zahn)
 Juxip
Hieracium umbellatum L.
Hieracium vulgatum Fries
Hierochloa odorata (L.) Beauv.
Hippuris vulgaris L.
Hylotelephium triphyllum (Haw.) Holub
Hypericum quadrangulum L.
Inula salicina L.
Juncus bufonius L.
Juncus filiformis L.
Juniperus communis L.
Larix sibirica Ledeb.
Lathyrus palustris L.
Lathyrus pratensis L.
Lathyrus vernus (L.) Bernh.
Ledum palustre L.
Leucanthemum vulgare Lam.
Ligularia sibirica (L.) Cass.
Linaria vulgaris L.
Linnaea borealis L.
Listera cordata (L.) R.Br.
Listera ovata (L.) R.Br.
Lonicera pallasii Ledeb.
Luzula frigida (Buchenau) Sam.
Luzula multiflora (Ehrh.) Lej.
Luzula pallidula Kirschner
Luzula pilosa (L.) Willd.
Lycopodium annotinum L.
Lycopodium clavatum L.
Lysimachia vulgaris L.
Maianthemum bifolium (L.)
 F.W. Schmidt.
Matteuccia struthiopteris (L.) Tod.
Melampyrum pratense L.
Melampyrum sylvaticum L.
Melica nutans L.
Mentha arvensis L.
Menyanthes trifoliata L.
Milium effusum L.
Moneses uniflora (L.) A. Gray
Myosotis asiatica (Vestergren) Schischk.
 et Serg.
Myosotis palustris (L.) L.
Oberna behen (L.) Ikonn. (=Silene
 cucubalus)
Omalotheca norvegica (Gunn.) Sch.
 Bip. et F. Schultz
Omalotheca sylvatica (L.) Sch. Bip. et F.
 Schultz
Ortilia secunda (L.) House
Oxalis acetosella L.
Oxycoccus microcarpus Turcz. ex. Rupr.
Oxycoccus palustris Pers.
Pachypleurum alpinum Ledeb.
Padus avium Mill.
Paris quadrifolia L.
Parnassia palustris L.
Pedicularis compacta Steph.
Pedicularis sceptrum-carolinum L.
Persicaria amphibia (L.) S.F. Gray
Petasites frigidus (L.) Fries
Petasites radiatus (J.F. Gmel.) Toman
Phalaroides arundinacea (L.) Rauschert
Phegopteris connectilis (Michx.) Watt
Phleum alpinum L.
Phleum pratense L.
Picea obovata Ledeb.
Pinguicula alpina L.
Pinus sibirica Du Tour
Pinus sylvestris L.
Pleurospermum uralense Hoffm.

Poa alpina L.
Poa palustris L.
Poa pratensis L.
Poa supina Schrad.
Polemonium caeruleum L.
Populus tremula L.
Potamogeton alpinus Balb
Potamogeton gramineus L.
Potamogeton natans L.
Potamogeton pectinatus L.
Potentilla norvegica L.
Prunella vulgaris L.
Pyrola minor L.
Pyrola rotundifolia L.
Ranunculus gmelinii DC.
Ranunculus polyanthemos L.
Ranunculus propinquus C.A. Mey.
Ranunculus repens L.
Ranunculus reptans L.
Rhinanthus vernalis (N. Zing.)
 Schischk. et Serg.
Rhizomatopteris montana (Lam.)
 A.Khokhr.
Ribes hispidulum (Jancz.) Pojark.
Rorippa amphibia (L.) Bess.
Rorippa palustris (L.) Bess.
Rosa acicularis Lindl.
Rosa majalis Herrm.
Rubus arcticus L.
Rubus chamaemorus L.
Rubus humilifolius C.A. Mey.
Rubus idaeus L.
Rubus saxatilis L.
Rumex acetosa L.
Rumex acetosella L.
Sagina procumbens L.
Salix caprea L.
Salix dasyclados Wimm.
Salix hastata L.
Salix jensseensis (Fr.Schmidt) B. Flo-
 der.
Salix lanata L.
Salix lapponum L.
Salix myrsinifolia Salisb.
Salix phylicifolia L.
Salix pyrolifolia Ledeb.
Salix viminalis L.
Sanguisorba officinalis L.
Saussurea alpina (L.) DC.
Saussurea parviflora (Poir.) DC.

Saxifraga aestivalis Fisch. et C.A.Mey.
Selaginella selaginoides (L.) C.Mart.
Senecio nemorensis L.
Solidago virgaurea L.
Sorbus sibirica Hedl.
Sparganium emersum Rehm.
Stellaria bungeana Fenzl
Stellaria nemorum L.
Stellaria palustris Retz.
Tanacetum bipinnatum (L.) Sch. Bip.
Tanacetum vulgare L.
Taraxacum officinale Wigg.
Thalictrum minus L.
Thalictrum simplex L.
Trientalis europaea L.
Trifolium pratense L.
Triglochin palustre L.
Trollius europaeus L.
Urtica sondenii (Simm.) Avror. ex
 Geltm.
Vaccinium myrtillus L.
Vaccinium uliginosum L.
Vaccinium vitis-idaea L.
Valeriana wolgensis Kazak.
Veratrum lobelianum Bernh.
Veronica longifolia L.
Vicia cracca L.
Viola biflora L.
Viola canina L.
Viola epipsila Ledeb.

Библиографический список

1. Боч, М.С. Болота верховьев рек Печоры и Илыча (Северное Приуралье) / М.С. Боч, В.И. Василевич // Болота Европейского Севера СССР. – Петрозаводск, 1980. – С. 42–75.
2. Исаченко, Т.И. Ботанико-географическое районирование / Т.И. Исаченко, Е.М. Лавренко // Растительность Европейской части СССР. – Л.: Наука, 1980. – С. 10–20.
3. Красная книга Республики Коми. – М., 1998. – 527 с.
4. Лавренко, А.Н. Флора Печоро-Илычского биосферного заповедника / А.Н. Лавренко, З.Г. Улле, Н.П. Сердитов. – СПб.: Наука, 1995. – 256 с.
5. Леса Республики Коми. – М.: ДИК, 1999. – 322 с.
6. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. – СПб., 1995. – 990 с.
7. Улле, З.Г. Флористическая изученность территории Печоро-Илычского заповедника / З.Г. Улле // Тр. Печоро-Илычского заповедника. Вып. 14. – Сыктывкар, 2005. – С. 34–46.

ВЫЯВЛЕНИЕ ФАКТОРОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ БОЛОТНЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРОТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ КАРЕЛИИ

С.А. КУТЕНКОВ, науч. сотр. Института биологии Карельского научного центра РАН,
канд. биол. наук

effort@krc.karelia.ru

Болотные леса (БЛ) развиваются в результате одновременного протекания двух основных ландшафтообразующих процессов таежной зоны: лесо- и болотообразования, что приводит к сосуществованию видов различных экологических групп на участке. Занимая экотонное положение, БЛ характеризуются как сообщества, обладающие высоким биологическим разнообразием [10, 14]. Несмотря на пограничное положение, они тем не менее могут не испытывать значительных эндогенных изменений в масштабе сотен и даже тысяч лет.

Переувлажнение почвы приводит к редкостойности древостоя, снижению его эдификаторной роли, развитию смешанных насаждений, а также снижению зависимости напочвенного покрова от доминирующей породы деревьев. Это открывает возможности для типологии сообществ на основе состава напочвенного яруса, в большей мере характеризующего экологию участков, чем древостой. Это нашло отражение в работах Каяндера (1913) и других финских геоботаников [11]. В данной работе основой для выявления экологических характеристик сообществ также служит состав напочвенного яруса.

Основным экологическим градиентом, обеспечивающим высокое разнообразие болотных лесов, так же как и открытых болот, является водно-минеральное питание (ВМП). На его ведущую роль так или иначе указывали многие авторы [1, 3, 7, 10]. Водно-минеральное питание представляет собой комплексный градиент, составляющими которого являются насыщенность минеральными веществами (трофность), проточность, уровень грунтовых вод (УГВ) и др. Целью данной работы явилось выявление основных составляющих водно-минерального питания участков и их влияния на биологическое разнообразие БЛ.

Материалом для анализа послужили 82 геоботанических описания растительных

сообществ болотных лесов, выполненных в период 2006–2007г. в северотаежной подзоне Карелии на территориях НП «Паанаярви», ПНП «Тулос», Прибеломорской низменности в районе пос. Гридино и островах Белого моря. Видовая насыщенность сообществ составляет от 20 до 78 видов растений на участок, а общая флора насчитывает более 250 видов, включая листостебельные и печеночные мхи.

Для отражения биологического разнообразия сообществ был использован бестрендовый анализ соответствия (DCA) [8], проведенный на основе данных о проективном (%) покрытии видов травяно-кустарничкового и мохового ярусов сообществ в программе PC-ORD [13]. Полученная на его основе двумерная диаграмма дает возможность определять степень сходства/различия сообществ и связывать их видовое разнообразие и экологические факторы.

Нагрузка (коэффициент детерминации) на первые две оси DCA ординации составила 48 и 23 % соответственно (при использовании меры Сьеренсена). Описания распределились по диаграмме облаком в форме ромба (рис. 1), причем левая нижняя его сторона образована плотной вытянутой группой из большого числа описаний (2/3 всего объема), а остальные описания расположены рыхло по правой верхней половине диаграммы.

Крайнее левое положение занимают сосняки кутарничково (багульниково)-сфагновые (1 на рис. 1), далее плотной группой вправо вниз следуют чернично- (2), хвощово- (3) и вейниково-сфагновые (4) сообщества с древостоем из сосны, ели и березы. В верхней части диаграммы находятся молиниевые-сфагновые сосняки (5), ниже – болотно-травяные ельники с обилием герани, осоки дернистой, хвощей и сфагнума Варнсторфа (6), еще ниже – древесно-вахтовые сообщества (7) и правую часть занимают ельники и березняки с большой долей таволги в напочвенном покрове (8).

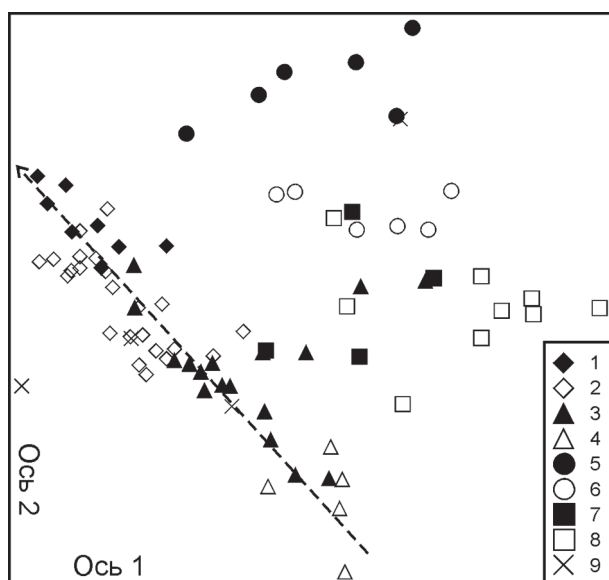


Рис. 1. DCA-ординация геоботанических описаний болотных лесов (обозначение сообществ см. в тексте, за исключением 9 – прочие)

Основой для выявления особенностей водно-минерального питания участков БЛ послужила концепция видов-индикаторов, разработанная для типологии болот Финляндии [6, 7]. Природные условия Карелии и Финляндии в достаточной мере сходны, и использование данных финских авторов по экологии видов вполне приемлемо. В качестве отдельных экологических составляющих водно-минерального питания участков рассматриваются следующие:

- трофность, или доступность питательных веществ для растений (омбро-, олиго-, мезо- и евтрофные условия);
- степень увлажнения или уровень грунтовых вод, обычно связанные с развитием элементов микрорельефа на участке (кочки, промежуточный уровень и понижения);
- основной источник поступления воды и минеральных веществ на участок, или, как указывают авторы, «степень независимости болотной растительности от окружающей природы». Здесь выделяется влияние окрайки болота (грунтовые воды, поверхностные воды и высокий уровень водообмена с подстилающей минеральной почвой) и влияние условий центра болота (за счет атмосферных осадков и веществ, содержащихся в торфяной толще).

Для подавляющего числа видов, составляющих флору исследуемых БЛ, опре-

делена индикаторная роль в отношении данных составляющих, а также предпочитаемого типа местопроизрастания.

При этом индикаторные значения большинства видов имеют нечеткие границы, поскольку сами виды имеют широкие экологические амплитуды. В результате присутствие одного и того же вида может указывать, например, как на омбротрофные, так и на олиготрофные условия питания и как на низкий, так и на средний УГВ. Однако при использовании всего набора видов на участке представляется возможным определить основные составляющие его водно-минерального питания. Особенно удобной данная концепция является для анализа экотонных сообществ, во флоре которых представлены виды разных экологических групп. К подобным сообществам относятся и анализируемые здесь БЛ.

Для каждого сообщества была рассчитана доля видов-индикаторов отдельных составляющих ВМП во флоре. Полученные значения были наложены на ординационную плоскость, результатом чего явился ряд диаграмм, наглядно демонстрирующих зависимость распределения участков по ординационной плоскости от действующих факторов ВМП (рис. 2).

Для всей совокупности сообществ характерно преобладание видов, индицирующих поступление дополнительных минеральных веществ из подстилающей минеральной почвы, связанное с большой вертикальной и горизонтальной подвижностью воды по торфяной толще, либо с небольшой глубиной торфяной залежи (рис. 2, *SM*). По отношению к УГВ преобладают виды, предпочитающие промежуточный уровень (5–20 см) микрорельефа (рис. 2, *Л*). Исключение составляют багульниково- и чернично-сфагновые сообщества (левая часть диаграммы), в которых столь же обильны виды, характерные для облесенных сосной олиготрофных болот, практически не имеющих поступления минеральных веществ извне, а в отношении увлажнения – виды, предпочитающие уровень кочек (более 20 см).

Использование индикации ряда других составляющих водно-минерального питания участков позволило выявить следующие закономерности.

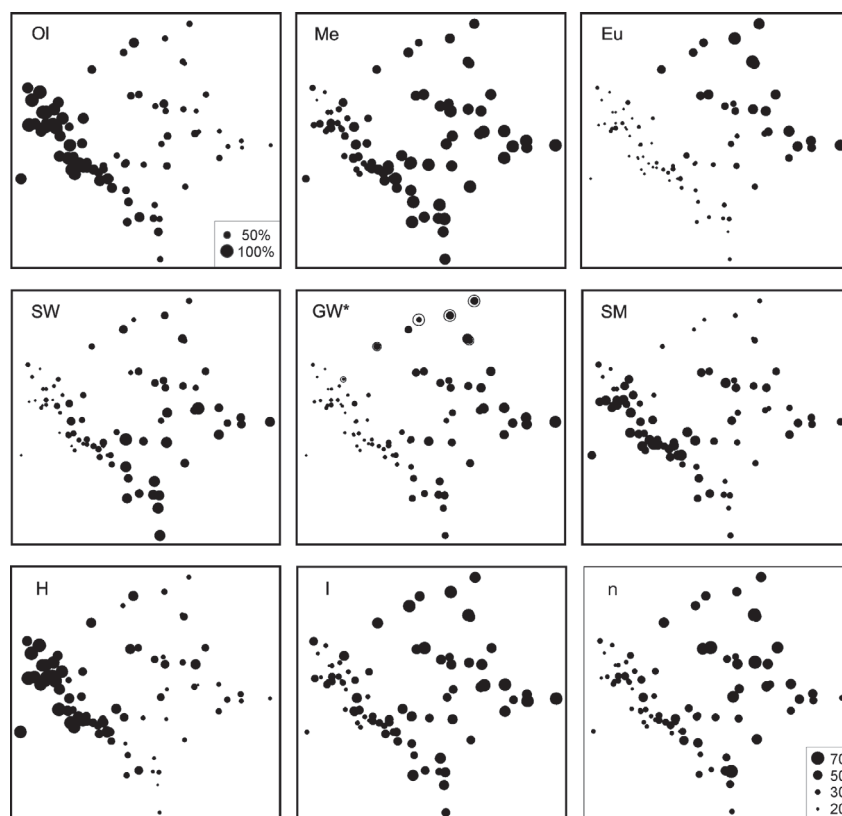


Рис. 2. Доля видов-индикаторов в сообществах (% от общего числа видов): *Ol* – олиготрофных; *Me* – мезотрофных; *Eu* – евтрофных условий; *SW* – влияния поверхностных вод; *GW** – влияния грунтовых вод (дополнительно, окружностью отмечены доли индикаторов обилия минеральных веществ в торфяной толще); *SM* – водообмена с минеральной почвой; *H* – низкого УГВ; *I* – среднего УГВ. Рассчитано по *Eurola et al.*, 1984 и *Eurola, Huttunen*, 2006; *n* – общее число видов в сообществах

Плотная вытянутая группа сообществ в левой нижней части диаграммы представляет собой ряд от обильно увлажненных мезотрофных сообществ в нижней части к более сухим и олиготрофным в верхней (отмечено стрелкой на рис. 1). В нижней части ряда в сообществах значительная доля принадлежит видам, требовательным к небольшому поступлению минеральных веществ с поверхностными водами, характерному для окраек болот (рис. 2, *SW*). К таким видам относятся *Equisetum sylvaticum*, *Naumburgia thyrsiflora*, *Calamagrostis phragmitoides*, *Callapalustris*, *Sphagnum riparium*, *S. fimbriarum* и некоторые другие. К верхнему концу ряда данные виды постепенно исчезают, уступая ведущую роль болотным и лесным кустарничкам, пушице (*Eriophorum vaginatum*), сфагновым мхам (*Sphagnum angustifolium*, *S. russowii*), т.е. видам, индицирующим более бедные условия питания центров болот. Видовая насыщенность сообществ вдоль ряда в целом снижается (названия сосудистых растений в работе приводятся в соответствии со сводкой

С.К. Черепанова (1995), мхов – М.С. Игнатова и О.М. Афониной (1992)).

Данный ряд соответствует классическому эдафо-фитоценологическому ряду ухудшения проточности и активизации болотообразовательных процессов, отмечаемому отечественными авторами [2, 3], и близкому понятию градиента окрайка–центр у европейских геоботаников [12, 15].

Остальные сообщества лежат на диаграмме рыхлой группой в стороне от данного ряда, что указывает на действие дополнительных факторов. Их флора представлена большим количеством евтрофных видов (рис.2, *Eu*), характерных для болотных участков с высоким и средним УГВ, такими как *Filipendula ulmaria*, *Cirsium heterophyllum*, виды семейства Mniaceae, *Sphagnum teres*, *Calliergon cordifolium*, *C. giganteum* и многими другими. Кроме того, сообщества травяно-болотных ельников и березняков, лежащих в правой части диаграммы, имеют богатую подпитку грунтовыми (ключевыми) водами (рис. 2, *GW*), что

выражается в наличии большого числа соответствующих видов-индикаторов: *Geum rivale*, *Geranium sylvaticum*, *Brachythecium rivulare*, *Sphagnum warnstorffii* и др.

В сосняках молиниевых-сфагновых, расположенных в верхней части диаграммы, существенную долю флоры составляют виды, характерные для центральных частей открытых низинных и аапа-болот: *Molinia caerulea*, *Baeothryon alpinum*, *Tofieldia pusilla*, *Carex dioica*, *C. flava*, *Parnassia palustris*, *Sphagnum subsecundum* и др. Данные виды индицируют обилие минеральных веществ в торфяной толще, что косвенно связано с подпиткой богатыми грунтовыми водами.

Таким образом, влияние ключевой подпитки является важным фактором биологического разнообразия сообществ БЛ, который действует обособленно от режима проточности. При этом далеко не всегда на участке явно проявляется выклинивание грунтовых вод, однако действие данного фактора выражается в появлении во флоре большого числа видов, не встречающихся на участках с хорошей проточностью, но с бедным питанием. Его присутствие не позволяет однозначно интерпретировать оси DCA ординации как градиенты трофности и степени увлажнения.

Флора сообществ, испытывающих явное влияние грунтовых вод, в среднем на 20 видов превосходит флору сообществ, не имеющих такого влияния (рис.2, *n*). На DCA диаграмме сообщества, испытывающие влияние грунтовых вод, занимают значительную часть, не образуя при этом плотных группировок. Это свидетельствует о сильном варьировании флоры сообществ, что обусловлено различием химического состава и интенсивностью поступления грунтовых вод на участках. Такой большой разброс, наряду с большим числом видов, приходящимся на участки, указывает и на то, что именно данные сообщества обеспечивают высокое биологическое разнообразие БЛ северотаежной подзоны Карелии. Вместе с тем, данные сообщества в большей мере привязаны к выходам кристаллических пород основного состава и являются намного более редкими для Карелии, чем сообщества, не испытывающие влияния богатых грунтовых вод (вейниково-, хвощово-, чернично- и багульни-

ково-сфагновые). Последние встречаются по всей северотаежной Карелии, независимо от состава кристаллических пород и четвертичных отложений. Их видовое разнообразие относительно невелико и обусловлено, в основном, степенью проточности участка.

Исследования проведены при поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Биоразнообразие и динамика генофондов»

Библиографический список

1. Лопатин, В.Д. Метод экоэнетических координат при изучении лесов таежной зоны / В.Д. Лопатин, А.Д. Волков и др. // Структура и динамика лесных ландшафтов Карелии. – Петрозаводск, 1985. – С. 159–180.
2. Пьявченко, Н.И. Лесное болотоведение / Н.И. Пьявченко. – М., 1963. – 192 с.
3. Сукачев В.Н. Растительные сообщества (Введение в фитосоциологию) / В.Н. Сукачев. – Т. III. – Л.-М., 1928. – 232 с.
4. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР) / С.К. Черепанов. – СПб.: Мир и семья–95, 1995. – 991 с.
5. Cajander, A. K. Studien über die Moore Finnlands. Acta Forestalia Fennica 2(3), 1913. P. 1–208.
6. Eurola S., Hicks S., Kaakinen E. Key to Finnish Mire Types // European Mires. London, 1984. 117 p.
7. Eurola S., Huttunen A. Mire plant and their ecology in Finland // Finland – land of mires. Helsinki, 2006. P. 127–144.
8. Hill M.O. DECORANA – a FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging // Ecology and Systematics, Cornell University. New York, 1979. 52 p.
9. Ignatov M. S., Afonina O. M. Check-list of mosses of the former USSR // Arctoa. 1992. Vol. 1. P. 1–85.
10. Korpela L. The importance of forested mire margin plant communities for the diversity of managed boreal forests in Finland. Academic dissertation. Helsinki. 2004. 60 p.
11. Lindholm T., Heikkilä R. Geobotany of Finnish forests and mires: the Finnish approach // Finland – land of mires. Helsinki, 2006. P. 95–103.
12. Malmer N. Vegetational gradients in relation to environmental conditions in northwestern European mires // Can. J. Bot. № 64, 1986. P. 375–383.
13. McCune B., Mefford M.J. 1999: PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data. Version 4.17. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
14. Ohlson M., Söderström L., Hultberg G., Zackrisson O., Hermansson J. Habitat qualities versus long-term continuity as determination of biodiversity in boreal old-growth swamp forests // Biological Conservation 1997, № 81. P. 221–231.
15. Wheeler B.D, Proctor C.F. Ecological gradients, subdivisions and terminology of north-west European mires // Journal of Ecology, № 88. London, 2000. P. 187–203.

ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ *PLANTAGO MAJOR L.*, *PLANTAGO MEDIA L.*, *PLANTAGO LANCEOLATA L.*, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ОДНОМ СООБЩЕСТВЕ

Г.О. ОСМАНОВА, доц. МарГТУ, канд. биол. наук

guyli@marsu.ru

Т а б л и ц а 1

Распределение видов по фракциям в зависимости от значения экологической валентности

Экологическая валентность	Фракция
0,01–0,33	Стеновалентные виды
0,34–0,44	Гемистеновалентные виды
0,45–0,55	Мезовалентные виды
0,56–0,66	Гемизэвривалентные виды
0,67–1,00	Эвривалентные виды

Наиболее часто встречаемыми видами из рода *Plantago L.*, практически космополитами, являются три – *Plantago major* (подорожник большой), *P. media* (п. средний) и *P. lanceolata* (п. ланцетолистный). Они имеют не только разные жизненные формы, но и отличаются принадлежностью к той или иной экологической группе по отношению к факторам среды. Несмотря на это, все три вида *Plantago* могут встречаться в пределах одного сообщества. Это и определило цель работы – изучить структуру их ценопопуляций (ЦП) при совместном произрастании.

Исследования проводили в Моркинском и Звениговском районах Республики Марий Эл. Было выбрано 4 участка, где совместно произрастали *P. major*, *P. media* и *P. lanceolata*.

Участок 1 был расположен в окрестностях д. Коркатово Моркинского р-на на мезоповышении близ озера Шургуер и характеризовался внедрением древесных видов: березы повислой (*Betula pendula* Roth.), клена остролистного (*Acer platanodes* L.), липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.), ивы козьей (*Salix caprea* L.). В травяно-кустарничковом ярусе были отмечены *Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv., *Ranunculus acris* L., *Rumex confertus* Willd. Общее проективное покрытие составляло 95 %.

Участок 2 находился в мезопонижении в 50 м и был более затененным и влажным, чем первый. В травяно-кустарничковом ярусе были отмечены *Carex vulpina* L., *Prunella vulgaris* L., *Potentilla anserina* L. Общее проективное покрытие составляло 90 %.

На небольшом склоне опушки смешанного леса находился участок 3, в котором доминирующими видами были *Festuca pratense* L., *Ranunculus acris* L., *Centaurea jacea* L. Он отличался от двух предыдущих участков интенсивным освещением, недостатком влаги, невысоким травостоем (до 15 см). Общее проективное покрытие составляло 95 %.

Участок 4 был расположен вдоль железнодорожного полотна (Звениговский р-н, пос. Красногорский) и характеризовался отсутствием затенения, недостатком влаги и низким травостоем (до 10 см). Преобладающими видами на этом участке были *Agrostis tenuis* Sibth., *Trifolium repens* L., *Plantago media*. Общее проективное покрытие составляло 45 %.

Во всех местообитаниях были проведены стандартные геоботанические описания с учетом видов по Браун-Бланке. Списки видов растений были обработаны с помощью программы «Ecoscale» [6] по экологическим шкалам Л.Г. Раменского с соавторами [10] и Д.Н. Цыганова (1983) [9]. Для выявления количественной оценки использования каждого фактора тем или иным видом определялась стено-эвривалентность видов [5]. По значению экологической валентности виды были подразделены на 5 фракций (табл. 1): стеновалентные (СВ) – гемистеновалентные (ГСВ) – мезовалентные (МВ) – гемизэвривалентные (ГЭВ) – эвривалентные (ЭВ) виды.

На исследуемых участках были заложены трансекты, представляющие собой ряд примыкающих друг к другу площадок 0,25 м² каждая (по 20 площадок на каждом участке, всего 80). Закладка трансект проводилась таким образом, чтобы они пересекали участки, характеризующиеся как относительно высо-

ким, так и низким обилием вида. Виды рода *Plantago* на площадках выкапывали и гербаризировали. На основании комплекса качественных морфологических и количественных признаков, согласно критериям выделения онтогенетических состояний [3, 4, 7] определяли онтогенетическое состояние каждой особи.

В качестве интегральных характеристик структуры ЦП использовали следующие демографические показатели: индекс возрастности (Δ) А.А. Уранова [8], индекс эффективности (ω) Л.А. Животовского [1] и индекс восстановления Л.А. Жуковой [2]. Тип ЦП определяли, используя классификацию «дельта-омега» Л.А. Животовского [1].

Характеристики климатических условий местообитаний, полученные при обработке описаний по шкалам Д.Н. Цыганова [9], для трех видов *Plantago* практически не отличаются: климат характеризуется как материковый суббореально-неморальный с умеренными зимами. Количество осадков за год приблизительно равно испарению за тот же период или чуть меньше его. Почвы исследуемых участков характеризуются как бедные и достаточно обеспеченные азотом. Увлажнение участков сухолесолуговое (10,86–11,37) и влажнолесолуговое (12,96) со слабо переменным (5,42) умеренно переменным увлажнением (7,03). Оценки экотопов по экологическим шкалам Л.Г. Раменского с соавторами [10] показали, что тип увлажнения почвы на участках меняется от сухолугового (участок 3, 4) до влажнолугового (участок 1, 2). Почвы характеризуются как довольно богатые и богатые (13,22–14,28). Участки испытывают слабое, умеренное влияние выпаса (2,5–5,0) (сенокосная, полупастбищная стадия). В целом анализ местообитаний изученных видов рода *Plantago* показал, что количественные оценки экотопических условий, в которых обитают изученные нами ЦП *P. major*, *P. media* и *P. lanceolata*, входят в диапазоны соответствующих шкал Д.Н. Цыганова [9] и Л.Г. Раменского с соавторами [10].

Оценка стено-эвривалентности *P. major*, *P. media* и *P. lanceolata* по шкалам Д.Н. Цыганова [9] показала высокую лабильность исследуемых растений по отношению к большинству экологических факторов. У этих видов отсутствуют ситуации, в которых

их популяции занимают стеновалентные и гемистеновалентные позиции, это, по-видимому, и объясняет их широкое распространение в разных экологических условиях.

Результаты анализа онтогенетической структуры исследуемых видов на участке 1 показали, что ЦП *P. major*, *P. media* и *P. lanceolata* являются нормальными неполночленными. Следует отметить, что ЦП *P. major* и *P. media* в этом местообитании были представлены всего 20 и 24 особями соответственно. У *P. major* и *P. lanceolata* спектр онтогенетических состояний был левосторонним, т.к. в ЦП доминировали особи прегенеративного периода. В спектре онтогенетических состояний *P. media* преобладала группа особей постгенеративного периода, поэтому тип спектра был охарактеризован как правосторонний (табл. 2). Онтогенетический спектр исследуемых видов одновершинный с максимумом на группе имматурных (*P. major*), субсенильных (*P. media*) и молодых генеративных (*P. lanceolata*) растениях (рисунок А).

На участке 2 численность *P. major* была невелика и составляла всего 11 особей. Ценопопуляции всех трех видов *Plantago* нормальные неполночленные, а спектры – одновершинные. В ЦП *P. major* и *P. lanceolata* отсутствовали особи постгенеративного периода. Большим количеством особей на этом участке по сравнению с названными видами была представлена ЦП *P. media* (92 особи). В ценопопуляции *P. media* и *P. lanceolata* доминирующей группой в онтогенетическом спектре были виргинильные растения (69,5 % и 40,8 %, соответственно) (табл. 2, рисунок Б).

На участке 3 наиболее многочисленно были представлены особи *P. media* (234 особи) (табл. 2). Очевидно, данное местообитание оказалось благоприятным для произрастания этого вида *Plantago*. В ценопопуляции *P. media* преобладали особи прегенеративного периода (49,58 %), из них 37,1 % составляли растения виргинильного онтогенетического состояния. Растения постгенеративного периода отсутствовали у *P. major* и *P. lanceolata*. Онтогенетический спектр трех видов *Plantago* был одновершинным с максимумом на группе виргинильных растений (рисунок В), а их ценопопуляции – нормальными неполночленными.

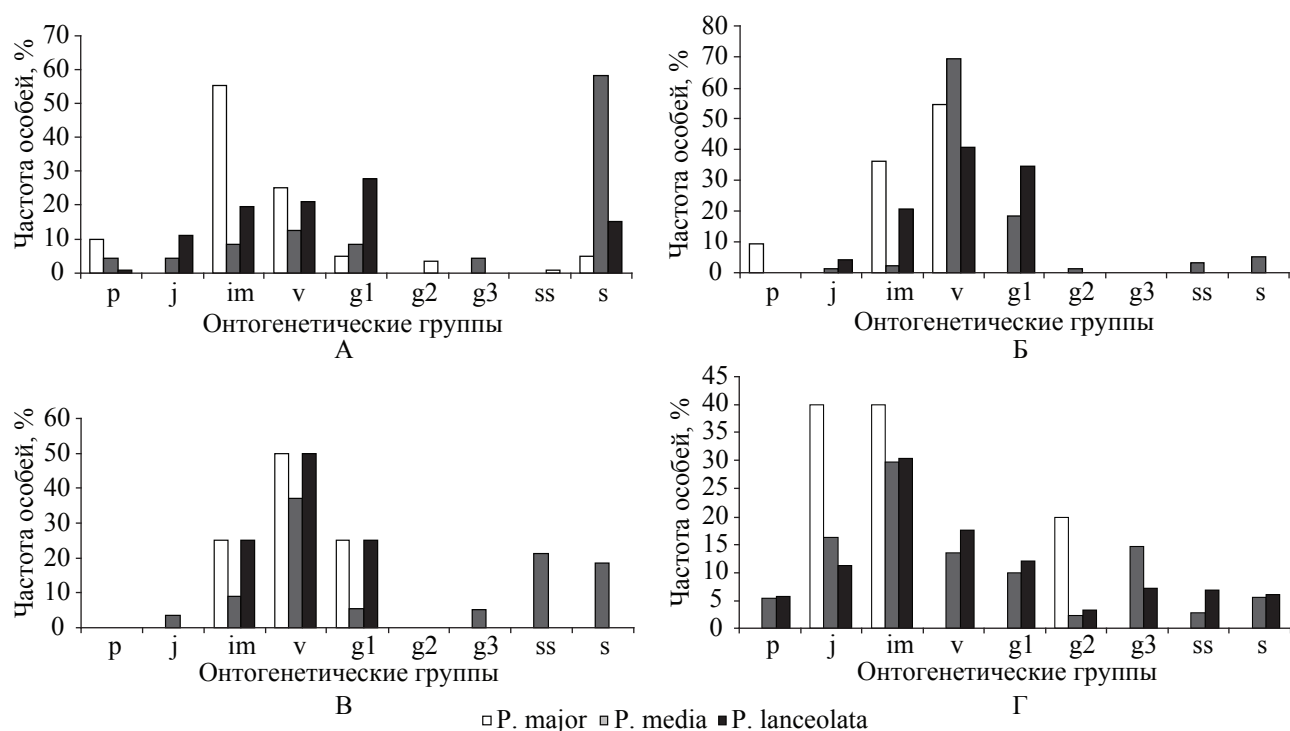


Рисунок. Спектры онтогенетических состояний ценопопуляций: А – на участке 1; Б – на участке 2; В – на участке 3; Г – на участке 4

Т а б л и ц а 2

Характеристика ценопопуляций *P. major*, *P. media* и *P. lanceolata*

Вид	Онтогенетическая структура, %			I_v	Δ	ω	$I_{ст}$	Тип ценопопуляции [1]
	1	2	3					
<i>Участок 1</i>								
<i>P. major</i>	90,00	5,00	5,00	16,00	0,13	0,25	0,05	молодая
<i>P. media</i>	29,17	12,50	58,33	2,00	0,66	0,28	0,58	старая
<i>P. lanceolata</i>	52,54	31,36	16,10	1,65	0,24	0,42	0,16	молодая
<i>Участок 2</i>								
<i>P. major</i>	45,45	54,55	–	0,83	0,19	0,59	–	молодая
<i>P. media</i>	72,82	19,57	7,61	3,94	0,20	0,46	0,08	молодая
<i>P. lanceolata</i>	65,31	34,69	–	1,88	0,15	0,48	–	молодая
<i>Участок 3</i>								
<i>P. major</i>	75,00	25,00	–	3,00	0,14	0,45	–	молодая
<i>P. media</i>	49,58	10,68	39,74	4,64	0,47	0,30	0,39	переходная
<i>P. lanceolata</i>	75,00	25,00	–	3,00	0,14	0,45	–	молодая
<i>Участок 4</i>								
<i>P. major</i>	80,00	20,00	–	4,00	0,13	0,30	–	молодая
<i>P. media</i>	64,97	26,74	8,29	2,23	0,25	0,36	0,08	молодая
<i>P. lanceolata</i>	64,80	22,40	12,8	2,643	0,26	0,36	0,13	молодая

Примечание: 1 – прегенеративная группа; 2 – генеративная группа; 3 – постгенеративная группа.

На участке 4 доминировали особи *P. media* (905 растений) и *P. lanceolata* (250 растений). ЦП этих видов можно охарактеризовать как нормальные полночленные левосторонние, т.к. в обоих случаях преобладали растения прегенеративного периода (рисунок Г). Ценопопуляция *P. major* была представлена

только особями ювенильного, имматурного и средневозрастного генеративного состояний.

Сравнение значений индекса возрастности на четырех участках показало, что у *P. major* они практически не менялись, если не считать незначительного увеличения его значений на участке 2. На этом же участке

также наблюдалось резкое увеличение значения индекса эффективности, хотя на всех остальных его значение падало. У *P. lanceolata* было отмечено плавное снижение значения индекса возрастности от 0,24 на участке 1 до 0,14 на участке 3, а на участке 4 – незначительное увеличение значения этого показателя. У *P. lanceolata* при увеличении значения одного индекса значение другого плавно снижалось. Интересная тенденция наблюдалась у *P. media*: при высоком значении индекса возрастности значение индекса эффективности всегда было ниже. По-видимому, это связано со снижением энергетической нагрузки на среду, вызываемую «средним» растением (в долях от энергетической эффективности g_2 растений этой ЦП [1]).

Ценопопуляции *P. major*, *P. media* и *P. lanceolata* по классификации «дельта-омега» Л.А. Животовского [1] в большинстве случаев относятся к молодым. Лишь ЦП *P. media* на участке 1, произрастающая в условиях затенения, судя по значениям индекса возрастности ($\Delta = 0,66$) и эффективной плотности ($\omega = 0,28$), оказалась старой, а переходная ЦП *P. media* была выявлена на участке 3 ($\Delta = 0,47$; $\omega = 0,30$).

В заключение можно отметить, что присутствие *P. major* на всех участках свидетельствует о степени нарушенности сообществ, в которых были расположены участки, а малочисленность особей этого вида на участке 1 и 2 согласуются с данными о том, что *P. major* довольно требователен к освещению и погибает при сильном затенении [11]. Сильное затенение не выдерживает и *P. media*, т.к. довольно требователен к освещению, поэтому на участках 1 и 2 его так мало. По экологическим шкалам Д.Н. Цыганова [9] *P. media* характеризуется как растение открытых пространств и светлых лесов, проявляя в этом отношении приспособительную пластичность. На участке 1 и 2, особи *P. major*, *P. media* и *P. lanceolata*, произрастающие в густом травостое, имели крупные прямостоячие длинночерешковые листья. Средняя величина длины и ширины листовой пластинки на этих участках достигала наибольшего значения (у *P. major* – $33,16 \pm 0,12$ см и $7,52 \pm 0,10$ см соответственно, *P. media* – $33,13 \pm 0,05$ см

и $5,27 \pm 0,17$ см, *P. lanceolata* – $26,33 \pm 0,04$ см и $2,95 \pm 0,11$ см). На участках 3 и 4, характеризующихся как открытые местообитания, листья *P. major*, *P. media* и *P. lanceolata* имели небольшие размеры и практически были прижаты к земле.

Условия местообитания анализируемых видов *Plantago* сказались и на характере опушения вегетативных и генеративных органов. У *P. major* волоски имелись только на генеративных органах, причем густота опушения была максимальна у особей, произрастающих на участках 3 и 4. На двух других участках волоски у *P. major* практически отсутствовали. *P. media*, имеющему опушение не только на генеративных органах, но и на листьях, также была присуща эта особенность. У особей *P. lanceolata* вне зависимости от условий произрастания волосков на вегетативных и генеративных органах было очень мало.

На участках 3 и 4, характеризующихся отсутствием затенения, особей *P. major* также было немного. По-видимому, лимитирующим фактором здесь является отсутствие вытаптывания. Достаточно высокую встречаемость растений *P. media* на участке 3 (234 особи) и участке 4 (905 особей) можно объяснить отсутствием затенения этих участков. *P. lanceolata* менее требователен к освещению, чем *P. major* и *P. media*, поэтому особи *P. lanceolata* несколько в большем количестве встречаются как при сильном затенении (участок 1), так и в его отсутствие (участок 4).

В целом *P. media* и *P. lanceolata* имели схожий тип онтогенетического спектра независимо от места произрастания. По-видимому, это можно объяснить и сходным патентным типом стратегии. Высокий процент особей *P. major* прегенеративного периода и значения индекса восстановления ($I_b = 16,0$) свидетельствует об активном сменном самоподдержании, что характерно для реактивных видов. Широкое распространение и произрастание в одном сообществе *P. major*, *P. media* и *P. lanceolata* можно объяснить тем, что по отношению к 10 факторам экологических шкал Д.Н. Цыганова [9] эти виды рода *Plantago* являются МВ, ГЭВ и ЭВ.

Работа частично поддержана грантом
РФФИ № 07-04-00952а

Библиографический список

1. Животовский, Л.А. Онтогенетические состояния, эффективная плотность и классификация популяций растений / Л.А. Животовский // Экология, 2001. – № 1 – С. 3–7.
2. Жукова, Л.А. Популяционная жизнь луговых растений / Л.А. Жукова. – Йошкар-Ола: РИИК «Ланар», 1995. – 224 с.
3. Жукова, Л.А. Онтогенез подорожника ланцетолистного (*Plantago lanceolata* L.) / Л.А. Жукова, Г.О. Османова // Онтогенетический атлас лекарственных растений: уч. пособие. – Т. 1. – Йошкар-Ола: МарГУ, 1997. – С. 174–177.
4. Жукова, Л.А. Онтогенез подорожника среднего (*Plantago media* L.) / Л.А. Жукова, И.В. Князева, Т.К. Пигулевская // Онтогенетический атлас лекарственных растений. – Т. 2. – Йошкар-Ола, 2000. – С. 144–153.
5. Жукова, Л.А. Оценка экологической валентности видов основных эколого-ценотических групп / Л.А. Жукова // Восточно-Европейские леса: история в голоцене и современность. – Кн. 1. – М.: Наука, 2004. – С. 256–270.
6. О компьютерной реализации наиболее трудоемких методов обработки геоботанических описаний / А.С. Комаров, Л.Г. Ханина, Е.В. Зубкова и др. // Биол. науки, 1991. – № 8. – С. 45–51.
7. Онтогенез подорожника большого (*Plantago major* L.) / Л.А. Жукова, Н.В. Глотов, С.В. Балахонов и др. // Онтогенетический атлас лекарственных растений. – Т. 1. – Йошкар-Ола: МарГУ, 1997. – С. 121–132.
8. Уранов, А.А. Возрастной состав фитоценопопуляций как функции времени и энергетических волновых процессов / А.А. Уранов // Биол. науки. 1975. – № 2. – С. 17–29.
9. Цыганов, Д.Н. Фитоиндикация режимов в подзоне хвойно-широколиственных лесов / Д.Н. Цыганов. – М.: Наука, 1983. – 198 с.
10. Раменский, Л.Г. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову / Л.Г. Раменский, И.А. Цаценкин, О.Н. Чижиков, Н.А. Антипин. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 472 с.
11. Sagar G.R., Harper J.H., Sagar G.R. Factors affecting the germination and early establishment of *Plantago lanceolata*, *P. media* and *P. maior* // The Biology of Weeds. Blackwell. Oxford: Harpered, 1960. 78 p.

ЗОНИРОВАНИЕ ПРИГОРОДНОЙ ЛЕСНОЙ ТЕРРИТОРИИ ПО СТЕПЕНИ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМВЫБРОСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ НАСАЖДЕНИЙ г. ДЯТЬКОВО)

Д.М. ПАНИЧЕВА, асп. каф. лесозащиты и охотоведения БрГИТА,
А.М. БЕРДОВ, асп. каф. лесозащиты и охотоведения БрГИТА

panicheva80@mail.ru

Во всех европейских странах и в России признано эффективным для ведения хозяйства в загрязненных лесах выделение зон с различной степенью воздействия промышленных выбросов [7, 9, 10].

По Брянской области наибольший выброс загрязняющих веществ из стационарных источников производит Дятьковский район – 69,7 % от общего объема выбросов [3]. Наши исследования проводились в пригородных насаждениях г. Дятьково Брянской области, в Дятьковском и Знеберском участковых лесничествах. Наиболее сильным интоксикантом в районе исследования является HF (один из компонентов выбросов Дятьковского хрустального завода (ДХЗ)). Вклад фторидов в общий объем выбросов в районе исследования не превышает 2 %, однако от-

равливающее воздействие HF во много раз сильнее действия других загрязнений [7]. По данным С.Е. Ямбурга (1999), летучие фториды в 600...900 раз токсичнее для сосновых насаждений, чем SO₂. Загрязнение воздуха HF вызывает значительные нарушения в листьях растений [6]. По исследованиям Е.М. Рунова, Т.А. Захаренко (1998) установлено, что в насаждениях, расположенных на различном удалении от источников выбросов фторосодержащих соединений, 90 % деревьев в той или иной степени ослаблены и повреждены. По мере усиления загрязнения ухудшается состояние насаждений, растет текущий отпад и заселенность ксилофагами, уменьшается количество здоровых и растет доля ослабленных в различной степени и усохших деревьев, увеличивается диаметр отпада [10].

Результаты статистической обработки данных в пределах выделенных зон

Зона воздействия	$M_x \pm m_{Mx}$	$C_x, \%$	$P_x, \%$	N	t_ϕ	$t_{кр}$	Существенность различия
Средневзвешенная категория состояния (СКС)							
Фонового	1,31±0,011	11,23	0,85	174	6,19	3,34	99,9 %
Умеренного	1,70±0,062	20,76	3,67	32			
Сильного	2,59±0,287	19,15	11,06	3			
Жизненное состояние древостоя (ЖСД)							
Фонового	90,76±0,313	4,54	0,34	174	5,87	3,34	99,9 %
Умеренного	79,76±1,847	13,10	2,32	32			
Сильного	55,13±6,30	21,14	12,21	3			
Количество деревьев 2–4 категории состояния, %							
Фонового	23,0±0,78	44,76	3,39	174	5,02	3,34	99,9 %
Умеренного	42,8±3,87	51,04	9,02	32			
Сильного	81,0±7,81	16,70	9,64	3			

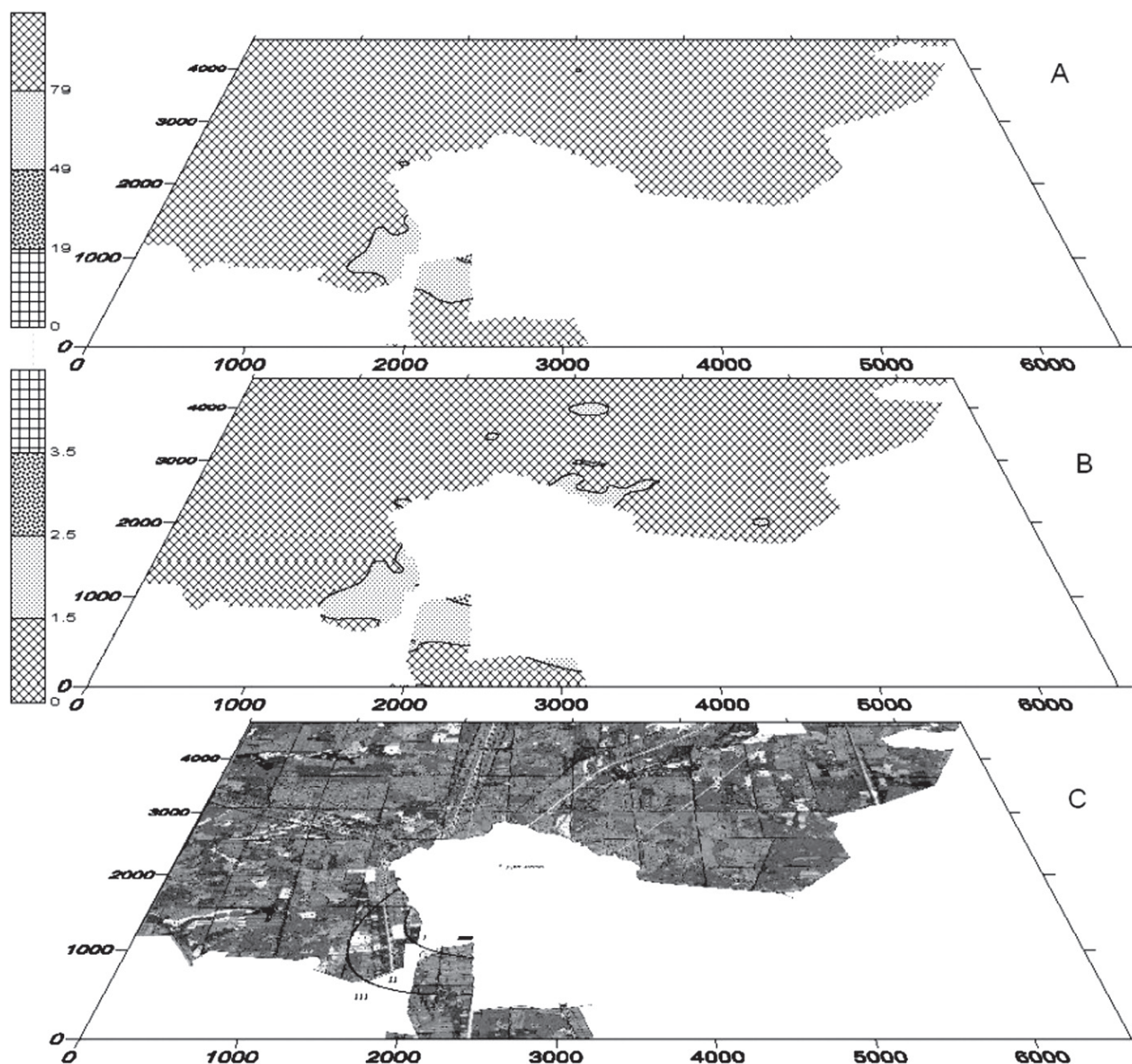


Рис. 1. Результаты зонирования обследованной пригородной территории г. Дятьково

Состояние насаждений в районе воздействия фтористых выбросов

Степень воздействия	Количество ПП	Ср. А, лет	Представительность деревьев по категориям состояния, %						СКС		Текущий отпад		Дотп/Днас, %
			I	II	III	IV	V	VI	По числу стволов	По запасу	По числу стволов, %	По запасу, м ³	
Насаждения с преобладанием в составе сосны													
Сильная	2	68,5	15,5± 12,50	36,0± 0,00	35,0± 3,00	3,0± 2,12	1,0± 0,71	9,0± 6,00	2,6± 0,46	2,44± 0,290	4,4± 2,95	3,3± 0,90	82,5± 5,20
Умеренная	1	100	79	12	3	0	2	4	1,6	1,46	2,4	4,53	89,5
Фоновая	4	85	79,0± 3,63	12,8± 4,25	4,0± 0,82	0,3± 0,21	0	4,0± 1,68	1,4± 0,11	1,34± 0,098	0,1± 0,08	0,1± 0,07	45,9± 19,36
Насаждения с преобладанием в составе ели													
Сильная	1	110	5	46	43	6	0	0	2,5	2,37	5,9	13,5	84,5
Умеренная	3	90	59,6± 16,70	25,0± 11,80	10,3± 4,40	2,0± 1,30	1,0± 0,40	2,0± 0,60	1,7± 0,19	1,59± 0,145	3,1± 1,46	6,9± 1,49	100,0± 10,30
Фоновая	10	83	75,9± 2,76	13,4± 1,83	6,8± 1,12	0,9± 0,26	0,2± 0,09	2,9± 0,79	1,5± 0,07	1,22± 0,051	0,9± 0,20	0,8± 0,36	75,6± 8,15

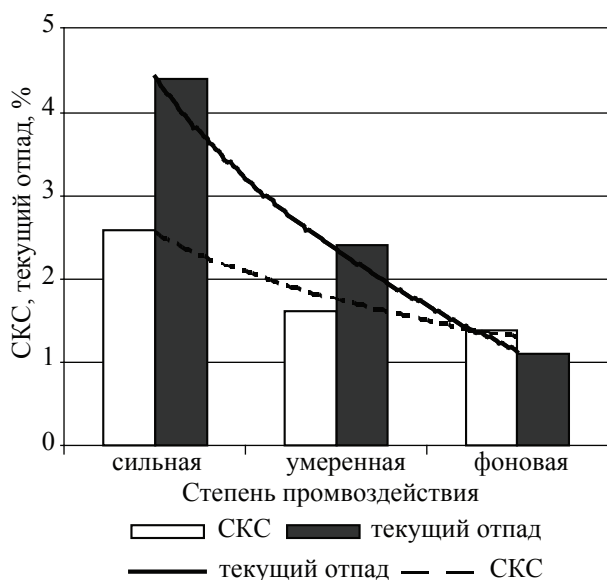


Рис. 2. Состояние и текущий отпад (%) насаждений с преобладанием сосны по зонам воздействия выбросов

На обследуемой территории, с учетом преобладающих направлений ветра, по стандартным методикам было проведено лесопатологическое обследование насаждений [5]. Для насаждений определялась средневзвешенная категория состояния (СКС) и жизненное состояние древостоя (ЖСД) [1, 2]. Зонирование территории по степени воздействия проводилось в ГИС Surfer-8 методом кригинга. Зонирование проводилось отдельно

по СКС и ЖСД. После анализа и интеграции полученных результатов было произведено итоговое зонирование территории. При зонировании обследуемой территории по СКС применялись следующие придержки: 1–1,5 – здоровое насаждение; 1,51–2,5 – ослабленное; 2,51–3,5 – сильно ослабленное; 3,51 и более – усыхающее насаждение, при зонировании по ЖСД: 100–80 % – здоровое насаждение; 79–50 % – ослабленное; 49–20 % – сильно ослабленное; 19 % и меньше – разрушенное насаждение [1]. Оконтуривание зон воздействия производилось по преобладанию той или иной категории санитарного состояния насаждений.

Результаты зонирования территории представлены на рис. 1.

По мере приближения к источнику выбросов (ДХЗ) состояние насаждений ухудшается (рис. 1). Малая площадь, занимаемая зоной сильного воздействия, обусловлена низкой летучестью фторидов и быстрым их связыванием в атмосфере. Правомочность выделенных зон обоснована статистически (табл. 1).

Выделенные зоны достоверно различаются между собой (существенность различий 99–99,9 %) (табл. 1). Нами рассчитаны средние значения суммарного количества деревьев 2–4 категории состояния

в пределах выделенных зон, которые также существенно различаются на 99,9 % уровне значимости. Количество ослабленных деревьев 2–4 категории состояния в древостое уменьшается по мере удаления от источника выбросов, что согласуется с данными других авторов [10].

В пределах выделенных зон были заложены пробные площади в еловых и сосновых насаждениях кисличных типов леса, произрастающих в условиях $C_{2,3}$ и формирующих древостой I–I^a бонитета, III–VI классов возрастов. Результаты статистической обработки данных приведены в табл. 2.

СКС как сосновых, так и еловых насаждений увеличивается с усилением воздействия аэрополлютантов, что подтверждает результаты зонирования (табл. 2, рис. 2). Также наблюдается увеличение объема текущего отпада с приближением к источнику выбросов. В зоне сильного воздействия на пробных площадях с преобладанием сосны текущий отпад не превышает естественный, хотя насаждения в значительной степени ослаблены. Это связано с большей биологической устойчивостью относительно молодых насаждений по сравнению со старыми.

На пробных площадях с преобладанием ели (зона сильного воздействия) текущий отпад в 2 раза превышает естественный. В зоне умеренного воздействия и фоновой зоне, как в сосновых, так и в еловых насаждениях, текущий отпад не превышает естественный или незначительно выше. Значения величин естественного отпада уточнялись по таблицам хода роста с учетом полноты насаждений [4], производился пересчет текущего отпада на 1 га, после чего проводилось сравнение величин.

Установлено, что состояние и текущий отпад древостоев находится в логарифмической зависимости от расстояния до источника выбросов (по зонам) (рис. 2), коэффициент детерминации R находился в пределах 0,953–0,999, что подтверждает высокую степень аппроксимации данных.

В результате проведенных исследований произведено адекватное зонирование пригородных насаждений г. Дятьково с использованием ГИС технологий. По степени

воздействия фтористых выбросов выделено три зоны. Статистически обоснована существенность различия состояния насаждений в них. Установлено, что состояние и текущий отпад древостоев в районе действия фторидов находится в логарифмической зависимости от расстояния до источника выбросов.

Применение данного подхода позволяет более четко и аргументировано производить зонирование нарушенных экосистем.

Библиографический список

1. Алексеев, А.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев / В.А. Алексеев // Лесоведение. – 1989. – № 4. – С. 51–57.
2. Бебия, С.М. Дифференциация деревьев в лесу, их классификация и определение жизненного состояния древостоев / С.М. Бебия // Лесоведение. – 2000. – № 4. – С. 35–43.
3. Доклад «О состоянии окружающей природной среды по Брянской области в 2005 году» / под ред. В.И. Компанцева. – Брянск, 2006. – 317 с.
4. Козловский, В.Б. Ход роста основных лесобразующих пород СССР: справочник / В.Б. Козловский, В.М. Павлов. – М.: Лесная промышленность. – 1976. – 326 с.
5. Мозолевская, Е.Г. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса / Е.Г. Мозолевская, О.А. Катаев, Э.С. Соколова. – М.: Лесн. пром-сть, 1984. – 152 с.
6. Приседский, Ю.Г. Влияние загрязнения воздуха фтористым водородом на содержание пигментов в листьях древесных растений / Ю.Г. Приседский // Лесной журнал. – 1985. – № 1. – С. 35–38.
7. Рожков, А.А. Устойчивость лесов / А.А. Рожков, В.Т. Козак. – М.: Агропромиздат, 1989. – 240 с.
8. Рунова, Е.М. Воздействие антропогенных факторов на состояние лесов и товарную структуру насаждений / Е.М. Рунова, Т.А. Захаренко // Международный симпозиум «Контроль и реабилитация окружающей среды». Томск, 17–19 июня, 1998. – Томск. – 1998. – С. 69–70.
9. Смит, У.Х. Лес и атмосфера: Взаимодействие между лесными экосистемами и примесями атмосферного воздуха / У.Х. Смит. – М.: Прогресс, 1985. – 432 с.
10. Шелуха, В.П. Биоиндикация хронического промышленного воздействия щелочного типа на компоненты хвойных лесонасаждений / В.П. Шелуха. – Брянск, 2001. – 205 с.
11. Ямбург, С.Е. Оценка и прогноз площадей повреждения древостоев фитотоксичными аэропромвыбросами / С.Е. Ямбург, А.В. Салиев, А.М. Алферов, Г.В. Миронова, З.В. Сысуева // Лесохозяйственная информация. – 1999. – № 7–8. – С. 31–44.

КОСМИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ASTER КАК ИСТОЧНИК ДАННЫХ ДЛЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА: ХАРАКТЕРИСТИКИ, МЕТОДИКА ДЕШИФРИРОВАНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Н.А. ВЛАДИМИРОВА, ассистент каф. лесоустройства и охраны леса МГУЛ

nadiopt@yandex.ru

Данные спутникового дистанционного зондирования находят применение в различных областях современного лесного хозяйства, таких как изучение лесных экосистем, инвентаризация и картографирование лесов, регистрация текущих изменений в лесном фонде, анализ долговременной динамики лесного покрова, оценка организации и порядка лесопользования, состояния лесовозобновления на вырубках, состояния насаждений в зоне промышленного загрязнения [1]. Космические сканерные снимки (КСС) позволяют оценивать площади, поврежденные пожарами, энтомовыми вредителями, стихийными бедствиями и антропогенным загрязнением. Эффективность решения названных лесохозяйственных задач повышается, если наряду с данными спутникового дистанционного зондирования привлекаются другие источники информации, такие как аэрофотоснимки, картографические материалы и результаты наземных обследований.

На современном российском рынке данных дистанционного зондирования представлен широкий спектр КСС с самыми различными характеристиками охвата, пространственного и спектрального разрешения.

Для решения лесохозяйственных задач, перечисленных выше, как правило, используют КСС среднего пространственного разрешения (>10–250 м), характеристики которых представлены в табл. 1.

Традиционно на рынке КСС среднего разрешения доминировали данные *Landsat* (США), такие как *Landsat 7*, *Landsat TM* и *Landsat ETM+*. Однако в последнее время из-за неисправности сканера ETM+ изображения *Landsat* требуют корректировки, и поэтому растет спрос на конкурирующие изображения [2].

Согласно информации сайта ИТЦ СканЭкс [3], индийская космическая программа *IRS* (Indian Remote Sensing satellites) успешно функционирует с 1988 г. Оперативные космические аппараты *IRS-1C/1D*, действующие сегодня, находятся на орбите с 1995 и 1997 гг. Установленная на спутниках аппаратура обеспечивает съемку земной поверхности с пространственным разрешением 5,8 м в панхроматическом режиме (прибор *PAN*) и одновременную многозональную съемку с пространственным разрешением 23 и 188 м (приборы *LISS-3* и *WiFS*).

Т а б л и ц а 1

Спутниковые изображения среднего разрешения
и их сравнительные характеристики

Сравнительные характеристики	<i>Landsat ETM+</i>	ALOS	SPOT	IRS			ASTER		
	15–30	AVNIR 10	2,5–10	<i>PAN</i> 5,8	<i>LISS-3</i> 23	<i>WiFS</i> 188	<i>VNIR</i> 15	<i>SWIR</i> 30	<i>TIR</i> 90
Кол-во спектральных диапазонов	8	4	5	1	3	2	3	6	5
Охват, км ²	185	70	60-80	70	142	810	60		
Стоимость сцены, долл.	600	560	2180	1470 (<i>PAN</i>) 600 (<i>LISS</i>)			120 25 (для государственных научных и образовательных учреждений)		
Стоимость 1 км ² , долл.	6,40	8	36	21 (<i>PAN</i>) 8,60 (<i>LISS</i>)			0,42		

Основные характеристики радиометра *ASTER* [4]

Название диапазона	Спектральные каналы и их границы, мкм	Разрешение, м/пиксель	Полоса обзора, км	Повторяемость съемки одной территории
VNIR 0,52–0,86 мкм (видимый и ближний инфракрасный)	1: 0,52–0,60 2: 0,63–0,69 3N: 0,76–0,86	15	60	1 раз в 16 суток
SWIR 1,60–2,43 мкм (средний инфракрасный)	4: 1,600–1,700 5: 2,145–2,185 6: 2,185–2,225 7: 2,235–2,285 8: 2,295–2,365 9: 2,360–2,430	30		
TIR 8,125–11,650 мкм (дальний инфракрасный)	10: 8,125–8,475 11: 8,475–8,825 12: 8,925–9,275 13: 10,25–10,95 14: 10,95–11,65	90		

Спутники *SPOT 2/4* (Франция) находятся на орбите с 1990 и 1998 гг. Установленная на спутниках аппаратура обеспечивает съемку земной поверхности с пространственным разрешением 10 м в панхроматическом режиме и 20 м – в многоспектральном, в полосе шириной 60–120 км [3].

Японский спутник исследования Земли *ALOS (Advanced Land Observing Satellite)* был успешно запущен 24 января 2006 г. 24 октября, через девять месяцев орбитальных испытаний, спутник начал работу в полном режиме. На борту КА установлены три камеры, позволяющие получать как панхроматические (*PRISM*) и мультиспектральные (*AVNIR-2*) оптические данные, так и радиолокационные (*PALSAR*). Конечные пользователи могут заказывать данные *ALOS* из архива, однако возможность оперативного заказа новой съемки практически отсутствует [3].

Радиометр *ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer)* установлен на борту *TERRA*, первого спутника серии *EOS* и функционирует с 18 декабря 1999 г. [3]. *ASTER* является совместным проектом *NASA*, японского Министерства экономики, торговли и промышленности (*METI*) и японского Центра анализа данных ДЗЗ *Earth Remote Sensing Data Analysis Center (ERSDAC)*. Комплекс *ASTER* состоит из трех различных подсистем: VNIR (видимый диапазон и ближний ИК), позволяет получать данные с разрешением до 15 м, SWIR (корот-

коволновый ИК диапазон) с пространственным разрешением 30 м и TIR (тепловой ИК диапазон) с пространственным разрешением 90 м [4].

При выборе данных дистанционного зондирования, которые будут использоваться для решения лесохозяйственных задач, необходимо в первую очередь учитывать соотношение информативность/цена. Как видно из табл. 1, по этому критерию лидируют изображения *ASTER*, полученные с американского спутника *TERRA*. Обладая сравнительно высоким пространственным разрешением 15 м/пиксель (в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне) и охватом 60х60 км, они стоят 120 долл. за сцену или даже 25 долл. (стоимость архивных снимков для некоммерческих и научных организаций). Данные *Aster* не имеют ограничений на копирование и распространение.

К недостаткам КСС *Aster* можно отнести заказ съемки исключительно через оператора во США и Франции [2]. В России можно приобрести только архивные снимки.

Основные характеристики прибора *Aster* приведены в табл. 2.

Благодаря всем вышеназванным качествам КСС *Aster* могут стать важным источником информации для всех областей лесного хозяйства, связанных с дистанционным зондированием. Однако в России изображения *Aster* по-прежнему являются мало исследованным источником данных, что препятствует их широкому использованию.

Материалы, использованные для экспериментальных работ

Источник данных	Вежайское участковое лесничество (Республика Коми)	Хотьковское участковое лесничество (Московская область)
КСС	Aster, июнь 2000 изображение в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне формат TIFF	Aster, май 2001 изображение в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне формат TIFF
Материалы лесоустройства	Материалы лесоустройства, проведенного Центрлеспроектом в 2002 г., в виде бумажных копий планов лесонасаждений и распечаток таксационных описаний на ряд кварталов Ве- жайского участкового лесничества	База картографических и лесотакса- ционных данных для двух цифровых планшетов масштаба 1:10000, подго- товленных Мослеспроектом в 2002 г.
Дополнительные материалы	Топографические карты	Карта растительности Московской обл., топографические карты

Данная работа направлена на оценку информативности изображений Aster с целью определения их пригодности для решения лесохозяйственных задач.

Работа по дешифрированию космических сканерных снимков Aster и определению пригодности этих данных выполнена коллективом отдела дистанционных методов ВНИИЛМ [5]. Объектами экспериментальных работ выбраны участок Вежайского участкового лесничества Айкинского лесничества Республики Коми и участок Хотьковского участкового лесничества Дмитровского лесничества Московской области. До 2007 г. это были Вежайское лесничество Айкинского лесхоза и Хотьковское лесничество Сергиево-Посадского лесхоза. Данный выбор обусловлен следующими причинами: объекты исследований расположены в различных географических зонах; лесоустройство в обоих лесхозах проведено в 2002 г., но в Хотьковском участковом лесничестве с более высокой детальностью, что обеспечивает выбор надежных эталонов для отработки методики дешифрирования, которую затем можно опробовать на другом объекте (Айкинское участковое лесничество), данных по которому меньше.

В качестве исходных материалов для дешифрирования использовались материалы, представленные в табл. 3.

Методика автоматизированного дешифрирования предусматривает определенные этапы, описанные в специальной литературе [6] и [7]. Мы работали по следующему усовершенствованному алгоритму:

1. Предварительная подготовка изображений к обработке

Предварительная обработка данных дистанционного зондирования имеет целью откорректировать эти изображения исходя из особенностей данных и задач анализа.

Приобретенные изображения прошли предварительную обработку в ИТЦ СканЭкс. Поставщиком, согласно условиям контракта, проведена первичная радиометрическая и геометрическая коррекция изображений и их трансформирование в проекцию Гаусса-Крюгера.

Как уже было сказано (табл. 3), для дешифрирования использовались только изображения в видимом и инфракрасном диапазоне (VNIR).

2. Подготовка картографической базы данных и создание или присоединение к картографической базе данных атрибутивных таблиц с лесотаксационной информацией

Этот этап необходим для получения эталонных объектов, на основе которых проводится контролируемая классификация.

Как уже говорилось, материалы лесоустройства Вежайского участкового лесничества были предоставлены Центрлеспроектом в виде бумажных копий карт и таксационных описаний. Для перевода этой информации в цифровую форму использовались программы ArcView 3.2 и Topol. В среде ArcView была проведена оцифровка части плана лесонасаждений по предварительно отсканированному растру. Кварталы на плане выбирались по принципу максимальной представленности насаждений разного состава и

иных категорий земель: болот, вырубок. Получившуюся электронную карту в среде *Topol* привязали к КСС *Aster (ArcView)*, как и многие другие ГИС, не поддерживающие функции привязки вектора к растру) и получившийся вектор экспортировали обратно в Shape-файл. Это было сделано для дальнейшей обработки данных в среде *ArcView* и *ERDAS Imagine*, поскольку ни одна из названных программ не поддерживает собственного формата векторных данных *Topol*.

Параллельно с оцифровкой плана насаждений происходило формирование базы таксационных данных в формате *dbf*, которая потом была присоединена к картографической базе данных с помощью встроенных средств *ArcView*. В таксационной базе данных представлены такие характеристики насаждений, как состав, полнота и группа возраста. С получившимся в результате проделанной работы shape-файлом возможно работать и в среде *ERDAS Imagine*.

Для Хотьковского участкового лесничества лесоустраительные планшеты были получены уже в электронном виде (блоки *Topol*) в условной системе координат, понадобилось только привязать их к снимку, как и в предыдущем случае, и экспортировать данные в shape-файл. Лесотаксационная база данных была предоставлена в формате СОЛИ, который несовместим с *ArcView*, и поэтому база данных была сформирована заново.

3. *Отбор информации из совмещенных лесотаксационной и картографической баз данных для формирования эталонов*

Для создания эталонов по запросам в программной среде *ArcView* были отобраны выделы по следующему критерию: в составе насаждений ель ≥ 8 или осина ≥ 7 или береза ≥ 8 или ива ≥ 6 или сосна ≥ 8 или ольха ≥ 8 , и полнота которых ≥ 0.6 , а также вырубки, болота и другие категории земель. После этого были созданы электронные карты преобладающих пород и категорий земель для обоих объектов экспериментальных работ.

4. *Предварительная обработка и улучшение изображений (коррекция, трансформирование и привязка к топографической основе)*

Полученные из ИТЦ СканЭкс изображения уже имели географическую привязку,

поэтому они служили основой для всех дальнейших преобразований.

5. *Совмещение картографических и лесотаксационных данных с изображениями*

Программная среда *Topol* позволяет трансформировать карты в векторном формате в географическую систему координат, в которой находится откорректированный поставщиком космический снимок. Привязка вектора к растру осуществляется по опорным точкам, хорошо опознающимся и на карте, и на изображении. Преобразованный вектор средствами *Topol* экспортируется в shape-файл, с которым возможно работать как в *ArcView*, так и в *ERDAS*.

6. *Классификация данных дистанционного зондирования и оценка ее точности*

Цель классификации заключается в разнесении элементов изображения в несколько различных групп (классов) в соответствии с их спектральной яркостью. Каждый пиксель относится к определенному классу на основании решающего правила классификации, т.е. определенного алгоритма, заложенного в программу для обработки снимков.

Для классификации снимков и дальнейшей оценки ее точности использовался программный пакет *ERDAS Imagine 8.4*. Этот пакет является одним из самых лучших для работы с данными дистанционного зондирования, особенно со спутниковыми изображениями, и включает огромное количество инструментов для всех этапов обработки КСС, начиная с предварительной подготовки изображений и заканчивая оценкой точности классификации и составлением карт на основе полученных данных. Единственным существенным недостатком пакета *ERDAS* является отсутствие русскоязычного интерфейса, поэтому в дальнейшем описании дешифрирования русские команды программного пакета будут дублироваться их английскими названиями.

В программном пакете *ERDAS* все операции по классификации снимков выполняются в модуле *Classifier*. Существуют два типа классификации – неконтролируемая и контролируемая. Неконтролируемая классификация (*Unsupervised Classification*) выполняется программой автоматически, пользователю необходимо только задать количество классов и цветовую гамму результирующего

изображения. Контролируемая классификация (Supervised Classification) выполняется на основе заранее выбранных эталонных участков. Основой для выбора эталонов в нашем случае стали карты преобладающих пород и категорий земель, подготовленные на предыдущих этапах работы.

При выборе эталонных участков необходимо соблюдать следующие условия [6, 7]: репрезентативность (эталон должен отражать всю совокупность значений яркостей для данного класса), однородность (отсутствие нехарактерных для класса значений яркости), различимость (достаточное различие спектральных яркостей классов) и характер распределения значений яркости (не для всех решающих правил классификации).

ERDAS предоставляет пользователю различные способы выбора эталонных участков. В литературе чаще всего предлагается выбирать эталоны из пространства признаков (Feature Space) [8]. Однако мы при выборе эталонов руководствовались более простым способом – поиском однородных участков прямо на снимке.

Для Вежайского участкового лесничества применен такой подход: на основании априорных данных (в нашем случае карты преобладающих пород) выбраны участки размером в несколько пикселей с примерно одинаковой спектральной характеристикой, которые отнесены к определенному классу (рис. 1).



———— Квартально-выделительная сеть
 - - - - - Эталонные участки

Рис. 1. Выбор эталонов для объекта «Вежайское участковое лесничество»

Минусом такого подхода является некоторая сложность в соблюдении условия различимости. Несмотря на преобладание какой-либо породы на выделе, цвет такого выдела на снимке все равно неоднороден из-за примесей, а также условий освещения, влажности и других факторов.

Для Хотьковского участкового лесничества, кроме вышеописанного подхода, применен следующий способ: в качестве эталона выбраны целые выделы с той или иной преобладающей породой. При этом программа усредняет их спектральные характеристики, и для оператора отпадает необходимость тщательно искать эталонные пиксели. Такой подход возможен при очень высоком качестве исходных материалов как снимка, так и лесотаксационных данных. В случае Хотьковского участкового лесничества снимок был сделан в очень хороших метеоусловиях (тогда как на КСС на участке Вежайского участкового лесничества наблюдается облачность), а лесоустройство проводилось с высокой детальностью.

После того как набрано достаточное количество эталонов по определенному классу, формируется его сигнатура (совокупность спектральных характеристик класса) с помощью инструмента Редактор Сигнатур (*Signature Editor*). Редактор дает сигнатуры по каждому эталонному участку отдельно, что позволяет обнаружить и удалить случайно попавшие в набор участки, не относящиеся к данному классу. Такие участки могут быть окрашены в совершенно иной цвет или путаться по цвету с участками из других классов. После проверки все сигнатуры нужно объединить в один класс, определить его (например еловые насаждения, вырубки, водные объекты, земли поселений) и сформировать набор сигнатур для всех классов. Затем на основе этого набора проводится контролируемая классификация.

ERDAS поддерживает 3 алгоритма параметрических контролируемых классификаций: по правилу максимального правдоподобия (*maximum likelihood*), минимального расстояния (*minimum distance*) и расстояния Махаланобиса (*Mahalanobis distance*).

Значения статистики каппа для снимка *Aster*

Название класса	Значение статистики каппа для классификации по методу		
	максимального правдоподобия	махалонобиса	минимального расстояния
Объект «Хотьковское участковое лесничество»			
Ель	0,85	0,59	0,65
Береза	0,86	0,56	0,79
Осина	0,62	0,73	0,47
Широколиственные (липа, дуб, вяз, тополь)	0,52	0,83	0,45
Ольха	0,47	0,83	0,27
Ель – лесные культуры	0,63	0,75	0,47
Земли, не покрытые лесом	0,86	0,94	0,91
Сельскохозяйственные угодья	1,00	0,85	0,96
Водоемы	1,00	1,00	1,00
Среднее по всем классам	0,77	0,75	0,71
Объект «Вежайское участковое лесничество»			
Еловые насаждения	0,88	0,70	0,73
Сосновые насаждения	0,38	0,45	0,68
Березовые насаждения	1,00	0,68	0,62
Другие мелколиственные насаждения (осина, ольха)	0,74	0,60	0,62
Вырубки	0,76	0,70	0,76
Болота	1,00	1,00	0,47
Облака	1,00	1,00	1,00
Тени от облаков	1,00	1,00	1,00
Среднее по всем классам	0,67	0,60	0,67

Каждый из этих алгоритмов имеет свои преимущества и недостатки [6]. Так, классификация по методу максимального правдоподобия дает наиболее точные результаты, но требует максимального сходства распределения значений яркости эталонов с нормальным. Такой же недостаток и у алгоритма Махалонобиса. Алгоритм минимального расстояния не оставляет неклассифицированных пикселей, но зато не учитывает внутриклассовой изменчивости. Исходя из этого для получения надежных результатов необходимо использовать все три алгоритма классификации.

После получения результатов классификации необходимо исключить пиксели, которые классифицировались неправильно или неоднозначно. Для этого существует инструмент Пороговая Процедура (threshold) в наборе Классификация. Пороговую процедуру можно провести либо с помощью критерия Хи-квадрат, либо интерактивно, путем работы с гистограммами распределения значений яркости по каждому классу. После проведения

пороговой процедуры неклассифицированные пиксели будут показаны черным цветом.

Для оценки точности классификации с помощью встроенного инструмента *ERDAS* составляется матрица ошибок (*error matrix*). Программа генерирует набор случайно расположенных точек и в специальной таблице показывает, к какому классу они отнесены по результатам дешифрирования. Оператор вводит в специальном столбце этой же таблицы реальное значение класса.

Недостатком такого способа оценки точности является его зависимость от опыта оператора, невозможность избежать субъективности при отнесении оператором пикселя к тому или иному классу.

После того как таблица заполнена, программным пакетом создается отчет о точности классификации, содержащий следующую информацию:

- собственно матрица ошибок;
- процент правильного отнесения пикселей к определенному классу;
- статистика каппа по каждому классу.

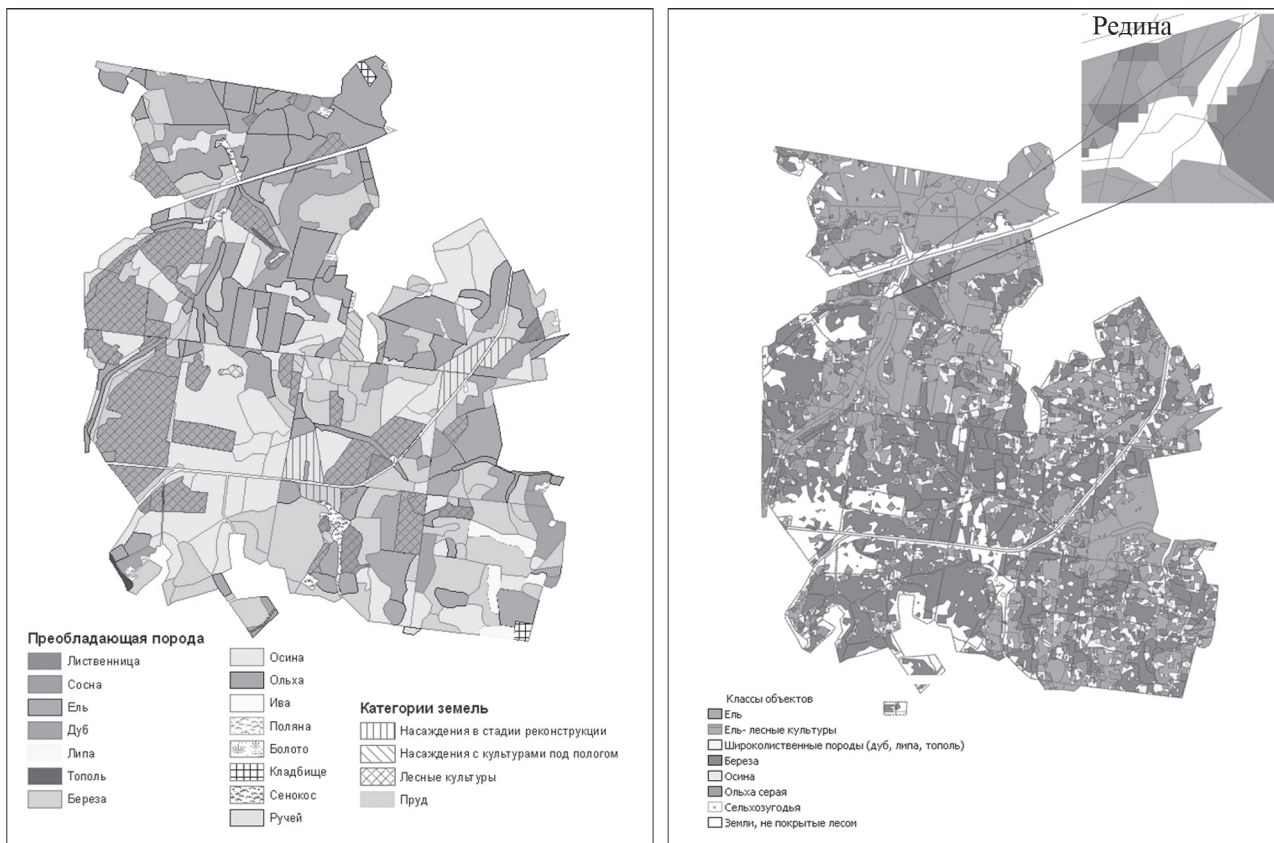


Рис. 2. Лесоустроительный планшет, окрашенный по преобладающим породам, и результаты классификации по методу максимального правдоподобия, совмещенные с цифровым планшетом. Объект «Хотьковское участковое лесничество»

Чем выше значение каппа, тем более достоверны результаты классификации. Формула для вычисления статистики каппа приводится в работе [6].

Значения статистики каппа по всем трем алгоритмам дешифрирования для снимка *Aster* приведены в табл. 4.

Для объекта «Хотьковское участковое лесничество» удалось выделить 9 классов (табл. 4), а для объекта «Вежайское участковое лесничество» – 8, но 2 из них – «облака» и «тени от облаков» – никак не влияют на информативность снимка. Средняя точность дешифрирования по всем классам достаточно высока (в специальной литературе [6] принято считать хорошим результат классификации с точностью выше 0,75). Невысокие значения точности по некоторым классам объясняются недостаточным числом эталонов и перепутыванием с другими классами (например, сосна часто путается с елью, а осинового насаждения – с березовыми). Для объекта «Вежайское участковое лесничество» удалось выделить

меньшее количество классов, чем для объекта «Хотьковское участковое лесничество», но значения статистики каппа выше (кроме сосновых насаждений). Меньшее количество классов для Вежайского участкового лесничества объясняется более бедными по составу насаждениями, произрастающими на территории объекта обследований, а также худшим качеством самого снимка и меньшей детальностью лесоустроительной информации, служившей основой для выбора эталонов.

В процессе дешифрирования и оценки точности было замечено, что алгоритм, предоставляемый программой ERDAS, излишне формален, и поэтому для объективного суждения о пригодности тех или иных КСС для решения лесохозяйственных и экологических задач необходима разработка дополнительных методов оценки точности классификации. Нами была разработана следующая рабочая методика:

1. Результаты дешифрирования были автоматически оцифрованы в среде ArcView

3.2. Так была получена векторная карта с показанными на ней классами объектов.

2. На данную карту в среде ГИС был наложен цифровой лесоустроительный планшет (рис. 2). Внутри выделов средствами программной среды ArcView 3.2 была подсчитана площадь, занимаемая каждым из представленных классов в пределах каждого из выделов, и процент занимаемой площади по отношению к общей площади выдела.

3. Исходя из полученных данных были выведены формулы состава насаждений. При этом в случае, если более 60 % лесного выдела по результатам дешифрирования занимал класс «земли, не покрытые лесом», то такой выдел считался рединой (рис. 2).

В результате дешифрирования получилось соотношение древесных пород на выделе по площади проективного покрытия крон. Для того чтобы перейти к классическому составу насаждений, были применены таблицы хода роста [9]. При этом из таблиц брался запас чистых насаждений, а из результатов дешифрирования – примерная доля соответствующей породы на выделе. Затем рассчитывалось соотношение запасов разных пород на выделе, и из этих расчетов выводился состав древостоя по запасу.

Минусом такого подхода является невозможность учета при дешифрировании ярусов древостоев, отличных от первого. Поэтому получившийся состав справедлив только для первого яруса насаждений.

Пример получившихся результатов дешифрирования представлен в табл. 5 (необходимо заметить, что Л в формулах, полученных в результате дешифрирования, означает не только липу, а широколиственные породы в целом).

Табл. 5 показывает, что все алгоритмы контролируемой классификации позволяют определять состав насаждений, но с различными ограничениями. Метод *максимального правдоподобия*, характеризующийся наибольшей достоверностью (самыми высокими значениями статистики каппа), показал самую высокую детальность при определении породного состава, однако процент второстепенных пород из-за этого оказался сильно

завышенным, а также в формулах появились породы, занимающие незначительные площади на выделе, такие как ольха. Методы *Махаланобиса* и *минимального расстояния* показали примерно одинаковую точность; как правило, они выявляют 1–3 имеющихся на выделе пород, но практически не добавляют незначительных по площади.

Расхождения в породном составе по результатам дешифрирования и по данным лесоустройства можно объяснить не только неточностями дешифрирования, но и высокой неоднородностью и большим количеством древесных пород, произрастающих на территории Хотьковского участкового лесничества. Задача определения состава пород в таких насаждениях требует хорошей профессиональной подготовки даже при наземной таксации.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что изображения Aster пригодны для первичного определения породного состава насаждений (т.е. *наличия* той или иной породы в составе древостоя). При наличии серии разновременных снимков можно выявлять динамику породного состава – смену лиственных пород хвойными и наоборот, обнаруживать гари, крупные ветровалы и оценивать их параметры.

Кроме того, по снимкам Aster с высокой точностью (значение статистики каппа 0.70–0.75, полученное при дешифрировании КСС на объекте «Вежайское участковое лесничество», табл. 5) возможно выявлять площади, пройденные рубками, и отслеживать стадии их зарастания или заболачивания (рис. 3).

К важным лесохозяйственным задачам можно отнести оконтуривание земель поселений и сельскохозяйственного назначения и дальнейший контроль освоения прилегающих лесных массивов. Эта задача актуальна для лесов густонаселенных регионов России, где нередки случаи незаконной застройки. К таким регионам относится и объект «Хотьковское участковое лесничество». По результатам дешифрирования можно сказать, что нелесные земли надежно распознаются (каппа=1), отличаются от лесных и четко оконтуриваются на снимке (рис. 4).

**Состав насаждений по результатам дешифрирования.
Дмитровское лесничество, Хотьковское участковое лесничество, квартал 28**

№ вы- дела	Состав по результатам классификации по методу			Состав по таксационному описанию
	максимального правдоподобия	махалонобиса	минимального расстояния	
1	5Олс3Е2Л	9Е1Олс	10Е+Ос	5Е1Б1Ос3Олс
2	6Е4Олс	9Е1Б	10Е	6Е2Б2Ос
3	4Е4Олс2Л	8Е2Олс	5Е3Олс1Л1Ос	5Е2Б1Ос1Олс1Лп
4	4Олс3Л2Е1Ос	8Е1Б1Л	9Е1Олс+Л	6Е2Б2Ос
5	9Е1Олс	10Е	10Е	8Е1Ос1Б+Олс
6	7Е3Олс	10Е	10Е	4Б3Ос3Е
7	5Е3Олс2Л	8Е2Олс	10Е	6Е3Б1Ос
8	5Ос3Л2Е+Олс	6Б2Е2Ос+Л+Олс	6Б2Ос 1Е1Олс+Л	7Б1Ос2Е
9	5Ос3Л2Олс+Е	6Б2Е2Ос+Л+Олс	3Б3Ос2Л1Е1Олс	4Б2Ос4Е+Олс
10	5Ос3Л1Е 1Олс	6Е4Б	7Е2Л1Б	5Е1Б1Ос2Олс1Е+Лп+Дн
11	5Ос3Б2Е+Л	6Е4Б	7Б2Л1Ос	6Б2Ос2Е+Лп+Олс
12	5Олс3Л1Ос1Е	4Б3Е3Олс	4Олс2Л2Е1Б1Ос	5Б2Ос3Е
13	6Е4Олс	9Е1Б	6Е4Б	5Е2Ос3Б+Олс
14	5Е3Ос2Олс	Ред 5Е5Б	4Е4Б2Олс	7Олс1Б1Ос1Е
15	8Ос2Л+Е	8Б1Е1Ос	5Б3Л2Ос+Олс	Лесные культуры 5Е5Б+Л+ИВД+Олс
16	5Е5Олс	6Е3Олс1Б	6Е4Олс	6Олс2Б2Ос+Е
17	Лесные культуры 4Л3Ос2Олс1Е	4Е4Б2Олс	Лесные культуры 7Олс3Е	Лесные культуры 6С2Е2Б+Ос+Олс
18	Поляна	Поляна	Поляна	Поляна
19	9Е1Олс	10Е	10Е	7Е2Ос1Б
20	8Е2Олс	10Е	10Е	6Ос2Б2Е
21	5Олс4Е1Л	8Е2Б	9Е1Олс	6Ос2Б2Е
22	6Л4Ос	8Б2Е+Олс	4Ос3Л2Б1Олс	Лесные культуры 7Т1Б2Е
23	4Е3Л1Б 1Ос1Олс	7Е3Б	9Е1Б	7Б3Ос
24	6Е3Олс1Л	6Б2Е2Олс	9Е1Олс	Вырубка
25	7Е3Б	Ред 10Б	Ред 10Б	5Б2Ос3Е
26	8Е2Олс	10Е	10Е	6Е2Б2Ос+Олс
27	7Е3Олс	6Е3Олс1Б	9Е1Олс	6Е2Ос1Б1Олс
28	5Л3Ос2Олс	5Б2Л2Олс1Е	4Олс3Л3Ос+Б	6Ос2Б2Е
29	5Л2Ос2Олс+Е	5Е3Л2Олс	4Олс2Ос2Е1Л1Б	7Б1Ос2Е
30	Поляна	Поляна	Поляна	Поляна
31	6Е2Л2Олс	8Е2Б	8Е2Олс	Лесные культуры 8С2Е+Б
32	3Е3Олс1Л1Ос	6Е3Б1Олс	7Е2Олс1Л+Б	5Е3Ос2Б+Е+Дн
33	Поляна	Поляна	Поляна	Поляна
34	4Е4Ос2Б	Редина 10Б	9Е1Ос	8Е1Б1Ос+Дн
35	9Е1Олс	10Е	10Е	4Е2Е1Б1Ос1Б1Ос+Олс
36	6Л4Олс+Е	4Е3Л3Олс	6Е4Олс	6Ос2Б2Е
37	3Е3Л3Олс1Ос	6Е2Б1Л1Олс	8Е2Олс	6Б2Ос2Е
38	8Е2Олс+Л	10Е	10Е	6Е2Ос2Б+Дн
39	6Л3Ос1Е+Олс	6Б3Е1Л	3Е2Л2Ос2Олс1Б	6Ос2Б2Е
40	4Е6Ос	5Е2Л2Б1Олс	8Е2Олс	5Е3Ос2Б+Дн
41	4Е6Ос	Поляна	10Б	Поляна
42	5Л4Олс1Е	6Олс3Е1Л	7Е3Л	6Б3Ос1Е
43	6Е3Б1Л	8Е2Б	5Олс4Е1Л	5Б3Ос2Е+Дс+Олс
44	5Е2Л2Олс1Ос	8Е2Б+Л	10Е	Вырубка
45	4Е4Л1Ос1Олс	8Е1Л1Б	9Е1Л	5Е3Ос2Б+Е+Дн
46	7Ос3Е	9Б1Е	5Б2Е2Ос1Олс	6Ос2Б2Е
47	8Е2Б+Л+Олс	6Е3Олс1Л	10Е	5Е3Ос1Б1Дн

№ вы-дела	Состав по результатам классификации по методу			Состав по таксационному описанию
	максимального правдоподобия	махаionoбиса	минимального расстояния	
48	4Е3Л2Ос1Олс	6Е3Л2Б	10Е+Л+Б	Вырубка
49	4Е4Л2Олс+Ос	8Е2Л+Б	8Е2Олс	6Е2Ос1Б1Дн
50	5Л3Олс1Е1Ос	4Е4Л1Б1Олс	7Е2Л1Олс	4Ос2Б1Лп1Дн2Е
51	4Е4Олс1Л1Ос	4Е4Б2Л	6Е4Олс	6Е2Ос1Б1Дн+Лп
52	9Ос1Е+Б	9Б1Е	9Б1Ос	6Б2Ос2Е
53	5Ос5Л+Олс	7Б3Л	6Б2Ос2Л	5Ос2Б1Лп2Е
54	9Ос1Л	10Б	7Б3Ос	6Б2Ос1Лп1Е
55	4Ос3Л3Олс+Е	6Б4Е	7Е1Л1Ос1Б	5Е2Б1Ос1Лп1Дн
56	5Л4Ос1Е	6Б2Е2Л	6Б4Олс	9Б1Е+Ос+Дн+Лп

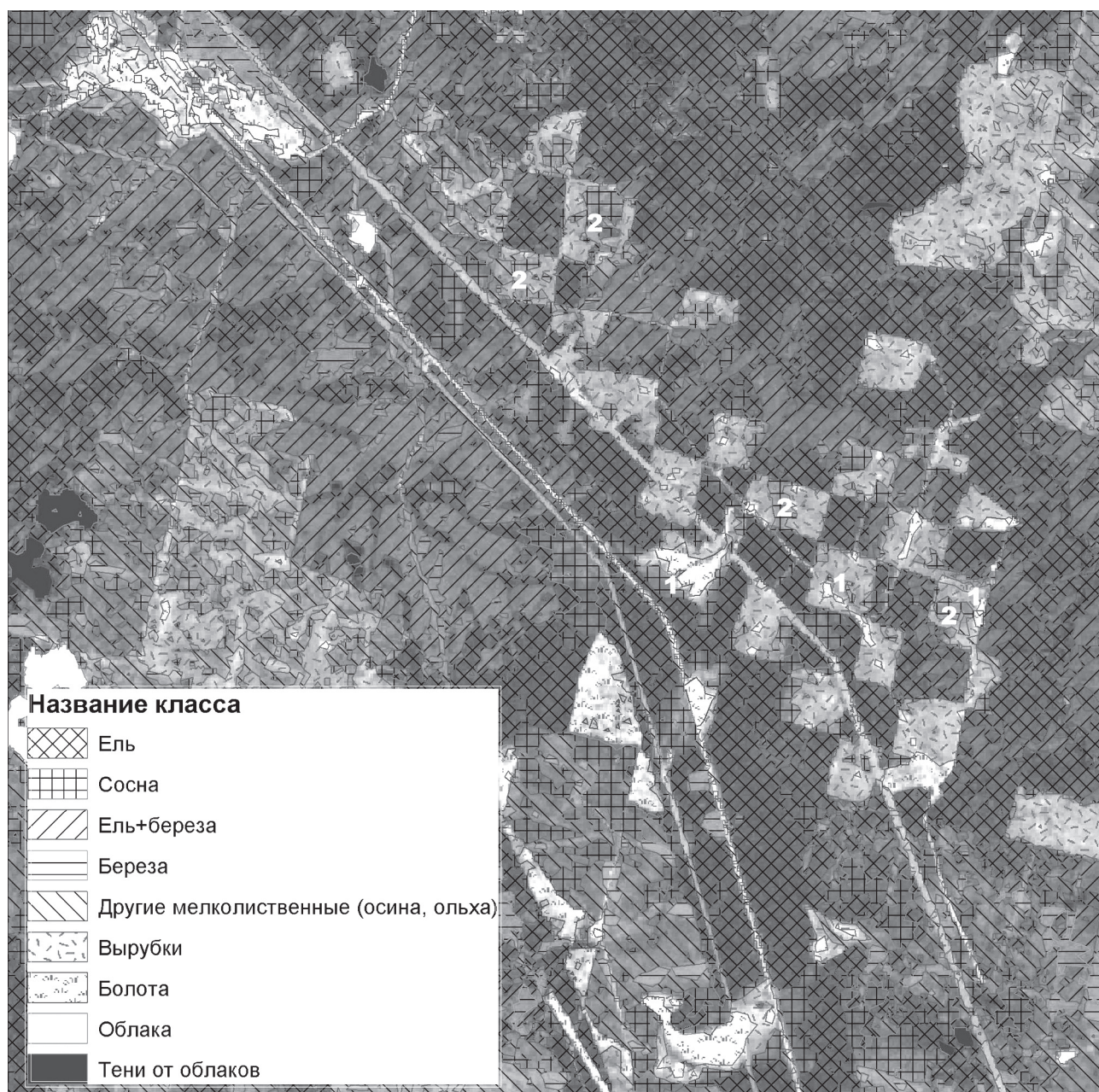


Рис. 3. Фрагмент отдешифрированного снимка Aster, объект «Вежайское участковое лесничество»: 1 – признаки заболачивания вырубок; 2 – признаки зарастания вырубок



Рис. 4. Фрагмент КСС Aster, совмещенного с лесоустроительным планшетом. Хорошо видны границы между лесными и нелесными землями

Таким образом, имея серию разновременных снимков, можно обнаружить изменение границ нелесных земель.

Описываемую в данной работе методику можно применять и для любых других космических изображений.

В целом можно сказать, что для успешного применения описываемых КСС требуются достоверные и репрезентативные эталоны, а это напрямую зависит от качества материалов, используемых для дешифрирования. При соблюдении этого условия космические изображения Aster перспективны для лесного хозяйства. Конечно, они не могут заменить аэрофотоснимки, но в классах задач, описанных в начале данной работы, КСС Aster в комбинации с результатами наземных обследований, картографической и иной информацией не хуже более дорогих конкурентов.

Библиографический список

1. Малышева, Н.В. Дистанционное зондирование для изучения лесных экосистем, учета, контроля и управления лесными ресурсами / Н.В. Малышева // Лесохозяйственная информация, № 1. – 2002 – С. 31–62.
2. Гершензон, О.Н. Космические программы ДЗЗ, доступные в России / О.Н. Гершензон // Пространственные данные, № 3. – 2005 – С. 47–51.
3. Сайт ИТЦ СканЭкс: <http://www.scanex.ru/ru/data/index.html>.
4. ASTER User's Guide (Ver.3.1) March, 2001. ERSDAC.
5. Отчет ВНИИЛМ о научно-исследовательской работе за 2005 г. по теме 3.25 сводного плана НИР лесохозяйственного направления.
6. Книжников, Ю.Ф. Аэрокосмические методы географических исследований: учебник / Ю.Ф. Книжников, В.И. Кравцова, О.В. Тутубалина – М.: Академия, 2004. – 336 с.
7. Лурье, И.К. Основы геоинформационного картографирования: учеб. пособие / И.К. Лурье – М.: МГУ, 2000. – 143 с.
8. ERDAS Field Guide – fifth edition, revised and expanded – ERDAS inc, Atlanta, Georgia, 1999 – 672 с.
9. Третьяков, Н.В. Справочник таксатора / Н.В. Третьяков, П.В. Горский, Г.Г. Самойлович – М.: Гослесбумиздат, 1952. – 854 с.

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ

Н.Е. СЕРДИТОВА, доц. РГГМУ, канд. физ.-мат. наук

belotcerkovsky@rshu.ru

Проблемы окружающей среды и выбор стратегий реагирования на них требуют понимания экономики окружающей среды. Охрана окружающей среды, с одной стороны, нуждается в экономических затратах, с другой стороны, приносит экономические результаты, и это экономическое измерение часто оказывается критическим в выборе конкретной стратегии. В некоторых случаях требуется нахождение компромисса между противоречивыми экономическими и экологическими целями, в других случаях эти цели могут оказаться совместимыми и даже усиливать друг друга.

Существует два подхода к экономическому анализу проблем окружающей среды. Традиционный подход применяет экономическую теорию к окружающей среде, используя концепции денежного оценивания и экономического равновесия. Куда более перспективным представляется сравнительно новый эколого-экономический подход, который рассматривает экономическую систему как часть более общей биофизической системы. В таком подходе подчеркивается необходимость уложения экономической деятельности в физические и биологические пределы экосистемы [5]. Ограниченность традиционного подхода, его принятие «по умолчанию» многими хозяйственными руководителями при анализе и выборе стратегий реагирования на проблемы окружающей среды стимулирует автора настоящей статьи к популяризации эколого-экономического подхода, демонстрации его плодотворности в подведении к концепции устойчивого развития, особенно в задачах эксплуатации природных ресурсов для нахождения наиболее эффективного режима их воспроизводства с учетом перспективных интересов развивающегося общества.

Целью настоящей работы является попытка демонстрации плодотворности эколого-экономического взгляда на примере задачи лесопользования. Пожалуй, лесная

отрасль, как никакая другая, всегда была подготовлена к восприятию идей устойчивого развития, ибо принцип постоянства и неистощительности многоцелевого пользования лесом, описанный, например, в классических и во многом пионерских работах М.М. Орлова [1], был ранним предвестником этой новой философии совместной эволюции человека и природы. Настоящая работа не претендует на новизну результатов для лесной отрасли, где они давно известны. Решается обратная задача. Получение известных и проверенных временем результатов с помощью иного метода косвенно свидетельствует о верности методического подхода, который поэтому может применяться и в других задачах рационального природопользования.

Фундаментальной характеристикой, связывающей экологический и экономический анализ леса, является естественный прирост, или величина древесной массы, продуцируемой древостоем за конкретный период времени. Важным фактором лесопользования является кумулятивная природа роста леса: древесная масса, накопленная за несколько лет, десятилетий или даже столетий, может оставаться пригодной к сегодняшнему использованию.

Изменение во времени доступной древесной массы в лесу хорошо описывается логистическим дифференциальным уравнением, и поэтому может быть представлено логистической кривой (рис.1). С экономической точки зрения мы можем рассматривать древостой в качестве актива или капитала, который может приносить поток потребительской стоимости для людей. Если лес находится в частном владении, владелец будет стараться сбалансировать стоимость активов с потоком доходов от их возможного использования. Проиллюстрируем участвующие экономические принципы на упрощенном примере.

Рассмотрим лес, имеющий доступную древесную массу в 100 000 т, с прирос-

том 5000 т древесной массы в год. Пусть цена древесины составляет 100 долл. за тонну. Если вырубить лес на корню, то стоимость лесоматериалов составит 10 млн долларов. Политика же устойчивого управления, в которой годовой прирост древесины является не более чем годовым доходом, будет приносить 500 000 долл. в год.

Что же является экономически более предпочтительным? Это зависит от ставки дисконтирования. При ставке в 4 % приведенная стоимость (PV) устойчивой альтернативы составит

$$PV = 500\,000 / 0,04 = 12,5 \text{ млн долл.}$$

При ставке 6 %

$$PV = 500\,000 / 0,06 = 8,33 \text{ млн долл.}$$

Сравнивая эти значения с 10 млн от немедленной вырубки, мы видим, что при более низкой ставке дисконтирования экономически предпочтительнее оказывается устойчивое управление, при более высокой – вырубка подчистую.

С точки зрения владельца, доход от вырубки может быть вложен в банк под 6 % годовых, что принесет 600 000 долл. в год, более привлекательная возможность, чем 500 000 от устойчивого лесопользования. Таким образом, политика частного владельца будет определяться финансовой переменной, годовой процентной ставкой. Леса с темпом роста ниже коммерческой процентной ставки обречены на скорейшую вырубку.

Этот простой пример не учитывает возможность лесопосадок и лесовосстановления. Можно рассмотреть несколько более сложную версию для определения экономически оптимальных периодов вырубки (или количество лет от посадки до вырубки).

Рассмотрим модель биологического роста леса. Она показывает, что молодой лес растет быстрее, чем зрелый (рис. 1). Среднегодовой прирост определяется делением суммарной древесной массы на возраст леса. Графически среднегодовой прирост может быть представлен в любой точке кривой роста в виде крутизны прямой от начала координат до этой точки. Максимальный годовой прирост наблюдается в точке, в которой прямая из начала координат превращается в касательную (точка А на рис. 1).

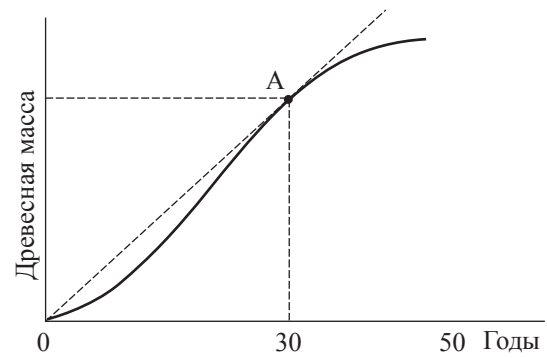


Рис. 1. Рост древесной массы во времени

Возможным правилом для лесозаготовок могла бы быть вырубка в период максимального среднегодового прироста (в возрасте 30 лет на рис. 1). Это привело бы к максимальным доходам при условии постоянной цены на древесину.

Однако для нахождения экономического оптимума следует учесть еще два фактора. Одним являются затраты на заготовку лесоматериалов – труд, оборудование и потребляемая энергия для вырубки и транспортировки древесины. Другим важным фактором, как было показано в предыдущем примере, является ставка дисконтирования. Как доходы, так и затраты должны быть дисконтированы для расчета приведенных стоимостей при разных стратегиях.

Экономический оптимум может быть найден путем сопоставления суммарных доходов и расходов для различных периодов рубки леса (рис. 2) с последующим дисконтированием этих значений для получения приведенных значений ожидаемых прибылей в будущем (рис. 3). Суммарные доходы (TR) минус суммарные затраты (TC) дают прибыль от лесозаготовок в некоторый будущий период. Ожидаемая в будущем прибыль должна быть дисконтирована, чтобы рассчитать ее приведенную нынешнюю стоимость. Точка, в которой приведенное значение ($TR - TC$) достигает максимума, дает оптимальный, с точки зрения прибыльности, оборот рубки.

При более высокой ставке дисконтирования приведенное значение будущей прибыли сокращается. Чем выше ставка дисконтирования, тем короче будет оптимальный оборот рубки. На рис. 3 показаны кривые дисконтированной величины ($TR - TC$) при двух различных ставках дисконтирования.

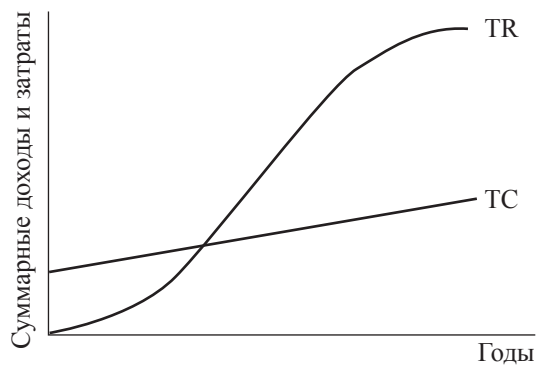
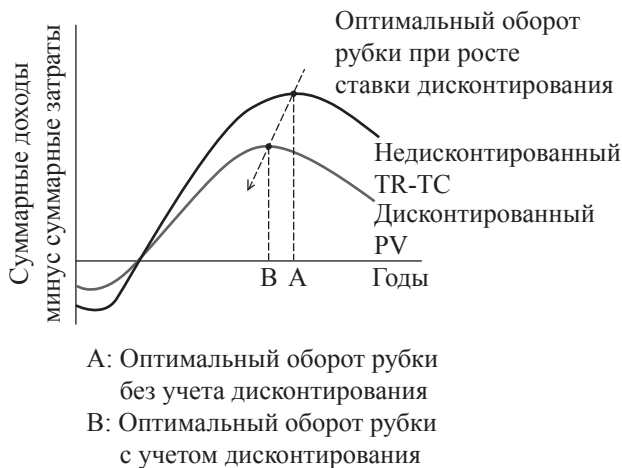


Рис. 2. Доходы и затраты при лесозаготовках



- А: Оптимальный оборот рубки без учета дисконтирования
- В: Оптимальный оборот рубки с учетом дисконтирования

Рис. 3. Оптимальный оборот рубки с учетом дисконтирования

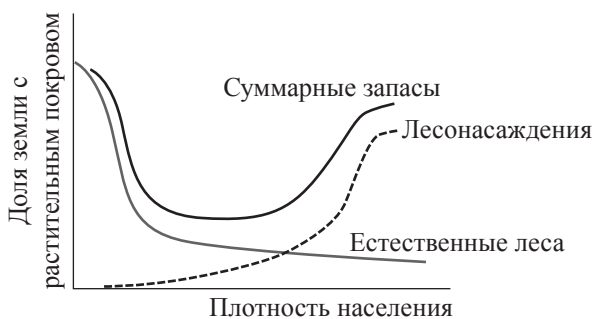


Рис. 4. Обезлесение и растительный покров

Кривая ($TR - TC$) для высокой ставки дисконтирования располагается ниже, и максимум приходится на более ранние сроки. По мере роста ставки оптимальный период оборота рубки становится короче, как показано стрелкой на рис. 3.

Этот принцип является экономическим стимулом, когда при лесонасаждении предпочитают быстрорастущие породы деревьев с мягкой древесиной. Медленно растущие деревья с твердой древесиной могут оказаться прибыльнее в долгосрочном плане,

однако при коммерческой процентной ставке их приведенная стоимость окажется слишком низкой, чтобы привлечь внимание лесной промышленности. Величина коммерческой процентной ставки зависит от финансовых факторов, не имеющих отношения к экосистемам, однако они оказывают серьезное влияние на управление экосистемой.

Экономическая логика помогает также объяснить давление, которое испытывает перестойный древостой. Леса, которые росли в течение нескольких сотен лет, представляют экономический актив, который может быть вырублен для получения немедленной прибыли. Лесонасаждения будут в основном содержать быстрорастущие виды деревьев. Хотя замена девственного леса каким-то одним быстрорастущим видом представляет серьезную экологическую потерю, это может оказаться на более прибыльной возможностью.

Принципы промышленного лесоводства часто вступают в конфликт с экологическими задачами. Хотя можно интернализировать некоторые из общественных затрат и выгод, относящихся к лесопользованию, для больших площадей лесов, находящихся в частном владении или в условиях открытого доступа, рыночная прибыльность является единственным принципом управления. Это приводит к серьезным проблемам в управлении лесами и ситуацией с биологическим разнообразием во всем мире.

Деятельность человека привела к изменению площади лесов и их биологическому разнообразию. Около двух третей потерь тропических лесов в мире связано с вырубкой и сжиганием леса для использования земель под сельскохозяйственные площади и лишь одна треть в результате лесозаготовок [7].

По мере роста народонаселения обычно вырубается естественные леса, а на их месте высаживаются новые лесонасаждения. Это приводит к U-образной кривой изменения площади, покрытой лесами, с ростом плотности населения (рис. 4). Большинство тропических районов испытывают суммарные потери площади, покрытой лесами, и находятся на спускающейся вниз ветви графика. В умеренных широтах площади лесных насаждений стабильны или даже возрастают, при этом

большая часть естественных лесов заменена в ходе искусственного лесовыращивания.

В тех районах, где площади, занятые лесами, стабильны или возрастают, остается опасность для биологического разнообразия лесов. Лесонасаждения часто являются монокультурными, в них преобладают виды, высаживаемые для максимальной экономической отдачи. Такие искусственные леса заменяют дикие леса, которые предоставляли среду обитания для многих биологических видов. Возможно восстановление разнообразных лесов за длительный период времени, однако экономические стимулы для поддержания многообразия, как правило, отсутствуют.

Принцип максимальной неистощительной добычи может быть недостаточным для достижения устойчивости экосистемы. Устойчивое воспроизводство леса можно поддерживать просто путем посадки быстро растущих видов деревьев на месте вырубленных. Это обеспечит устойчивый поток лесоматериалов и дохода для владельца леса, однако разрушит исходную сложность лесной экосистемы во вред многим животным и растениям, обитающим в многовидовом лесу.

Центральным принципом устойчивости экосистем является способность к восстановлению, например, после лесного пожара или заражения вредителями. В целом сложные экосистемы демонстрируют более высокую способность к восстановлению, чем простые. Если искусственные лесонасаждения содержат только один вид деревьев, нападение одного вредителя может уничтожить весь лес. Лес со многими видами деревьев скорее выдержит атаки вредителей. Количественные соотношения видов внутри леса могут измениться, однако их экологическая целостность сохранится [6].

Уничтожение видов значительно ускорилось в последние десятилетия, и потеря биологического разнообразия, скорее всего, окажется одной из наиболее критических проблем окружающей среды в этом столетии. Биологическое разнообразие может рассматриваться экономически как значительная положительная экстернальная издержка, связанная с сохранением существующих лесов и экосистем, или отрицательная экстернальная издержка, связанная с их исчезновением. Эти

экстернальные издержки обычно не учитываются лесной промышленностью. Политика устойчивого лесопользования должна, тем не менее, принимать их во внимание [2].

Экономические силы, которые содействуют уничтожению лесов, включают устойчиво растущий глобальный рынок лесоматериалов, что приводит к обезлесению или замене диких лесов экологически менее устойчивыми лесонасаждениями. Однако один лишь рост спроса не может объяснить уничтожение лесов. Чрезмерная эксплуатация ресурса часто является результатом институциональной несостоятельности. Многие государства или допускают открытый доступ к лесным ресурсам или поощряют занижение цены на лесные ресурсы, продавая права на вырубку ниже рыночной стоимости. Субсидии на строительство дорог и инфраструктуры также способствуют вырубке лесов и изменению характера землепользования.

Как экономическая теория, так и экология может предложить рекомендации по улучшению лесопользования. Улучшение может быть достигнуто как на уровне предложения, путем содействия устойчивому лесному хозяйству, так и на уровне спроса, путем изменения характера потребления, сокращения отходов и расширения рециклирования.

Большой проблемой управления лесным хозяйством в развивающихся странах является потребность в гарантированных правах собственности. Отдельные лица и поселения, чья собственность на землю не гарантирована, включая переселенцев, не имеют стимулов для сохранения лесов. Экономическая необходимость вынуждает их эксплуатировать лес с максимальной краткосрочной прибылью, а затем переходить к чему-либо другому. Если бы они имели права собственности, у них появился бы интерес в непрерывном потоке доходов от леса, причем не только за счет лесоматериалов, но и ягод, грибов, фруктов и т.д. [2].

Стабильные поселения также имеют стимулы для поддержания леса в порядке, чтобы использовать сопутствующие положительные экстернальные издержки. Деревня или поселок, расположенный в горах, например, может заняться лесонасаждениями, чтобы обеспечить устойчивое снабжение древеси-

ной, а также для сохранения почвы на склонах для предотвращения эрозии. Лесная экосистема также способствует снабжению пресной водой и предохраняет от затопления.

Некоторые положительные экстерналии издержки (экстерналии выгоды), связанные с поддержанием в надлежащем порядке лесов, глобальны по своей природе. Леса удаляют из атмосферы и сохраняют углерод, снижают концентрацию углекислого газа в атмосфере и риск глобального изменения климата. Это может не приносить немедленной выгоды местным поселкам, однако международные соглашения по глобальному изменению климата могут принести хорошую компенсацию тем странам, которые сохранили или расширили площади лесного покрова. В недалеком будущем страна может получать доход от лесов, просто сохраняя их вместо вырубки для экспорта древесины [5].

Другой критической проблемой является ценовая политика в отношении лицензий на лесозаготовки. Многие отрицательные экстерналии издержки, возникающие вследствие чрезмерной эксплуатации лесов, делают особенно неприемлемым использование явных или косвенных государственных субсидий, которые могут вводиться только в случае наличия явных положительных экстерналии издержек.

Экономическая теория поддерживает гарантированные права собственности и введение адекватных цен на ресурсы. Экологическая перспектива добавляет еще одно важное измерение в проблемах лесопользования: леса должны признаваться и управляться как сложные экосистемы для сохранения здоровья экосистемы и ее способности снабжения широким набором товаров и услуг для нынешних и будущих поколений. Эти экологические цели часто отличаются от приоритетов землевладельцев, которые будут заниматься лесопользованием для получения прибыли, часто выбирая быстрорастущие виды и проводя вырубки скорее в коротком, чем длительном, естественном цикле [3].

Государственная политика может способствовать правильному ведению лесного хозяйства такими мерами, как налоговые льготы для устойчивого лесопользования или

введения ограничений на вырубку. С экономической точки зрения, положительные экстерналии издержки, связанные с неистощительным лесопользованием, оправдывают такие меры. Возможна также сертификация устойчиво произведенной древесины, так что потребители и организации могут поощрять подобную практику путем предпочтения таких сертифицированных товаров. Опыт показывает, что многие потребители готовы платить чуть выше рыночной цены за экологически чисто полученные лесоматериалы.

В случаях, когда единственным способом сохранения сложных и перестойных лесных экосистем является превращение их в парковую зону, государство должно провести их отчуждение как общественного блага.

Как было отмечено, в целом спрос на лесоматериалы устойчиво растет. Особенно быстрым был рост спроса на бумагу (рис. 5). Как и другие формы, потребление бумаги распределено неравномерно: в США потребляется 341 кг бумаги в год на человека, в Германии 200 кг, в Бразилии 35 кг, а в Индии только 4 кг.



Рис. 5. Глобальный спрос на древесину и бумагу

Расширение практики рециклирования бумаги и других продуктов, получаемых из древесины, имеет большой потенциал снижения давления на леса. В мире сегодня около 43 % бумажных отходов перерабатывается. Такие развивающиеся страны, как Индия, обычно восстанавливают и повторно используют бумажную продукцию, часто импортируют и рециклируют макулатуру из развитых стран.

Низкие цены на бумагу и другие производные древесины служат как стимулом для

роста потребления, так и препятствием для расширения рециклирования. В некоторых случаях прямые и косвенные субсидии на эксплуатацию лесов подстрекают к использованию первичной бумаги взамен переработанной из отходов. Интернализация экстерналий издержек окружающей среды в цены способствовала бы большей эффективности на всех стадиях производственного цикла. Надлежащая ценовая политика привела бы к повышению цен на первичную бумагу и предметы одноразового использования по отношению к ценам на рециклированные изделия, тем самым способствуя развитию рециклирования.

Главный вывод в теории управления возобновляемыми ресурсами состоит в том, что экономически эффективное использование природных ресурсов, хотя и является более устойчивым, чем эксплуатация открытого доступа, вовсе не является устойчивым с экологической точки зрения [5]. Поэтому важной задачей управления природными ресурсами является согласование различных принципов экономики и экологии.

Как отмечалось ранее, экологическая устойчивость имеет измерения, не отражаемые в экономическом анализе использования ресурсов. В то время как экономическая устойчивость подразумевает, главным образом, устойчивость потока доходов во времени, экологическая устойчивость зависит от способности экосистемы, подвергаемой экономической эксплуатации, или подверженной заболеваниям, или опасным погодным явлениям, к восстановлению. Способность к восстановлению зависит от экологической сложности, являющейся важным элементом устойчивой природной системы. Эксплуатация системы с целью извлечения максимальной выгоды часто разрушает ее сложность.

Ключевым определяющим фактором управления природными ресурсами является технология. Технический прогресс ускоряет экономический рост, однако относительно медленно растущие системы природных ресурсов попадают под большее давление требований экономической «эффективности».

Аналогичным образом, перестойные древостои обречены на вырубку в таком режиме управления лесным хозяйством, при ко-

тором ценится быстрый рост и более короткие интервалы между вырубками. Это стимулирует использование более мощного оборудования для заготовки лесоматериалов. Общая площадь лесов может и не сокращаться, однако естественные леса будут замещаться быстрорастущими монокультурными лесонасаждениями. В быстро растущих экономиках развивающихся стран многие системы природных ресурсов, исторически используемые относительно устойчивым образом, попадают под большее давление по мере того, как начинает преобладать рыночная логика, и современные технологии достигают удаленных уголков этих стран.

С другой стороны, такие технологии, как рециклирование бумаги и эффективная ирригация, имеют высокий потенциал для сохранения дефицитных ресурсов. При наличии надлежащих стимулов экологически безвредные технологии могут содействовать менее расточительному использованию ресурсов, рециклированию и более эффективному потреблению [5].

Стратегии управления природными ресурсами также должны учитывать постоянный рост спроса. Хотя методы, направленные на рост экономической эффективности, могут улучшить управление ресурсами на микроэкономическом уровне, они одновременно могут усилить общее напряжение на макроэкономическом уровне. Более эффективное использование ресурсов требует использования меньшего количества исходных материалов на единицу продукции, но одновременно может способствовать росту потребления за счет снижения цены.

Модель экологического менеджмента, подчеркивающая экологическую целостность природных систем, может предложить лучшее руководство по управлению [4]. В такой модели принципы экономической эффективности могут быть исключительно важными. Однако принципы экономической эффективности сами по себе могут конфликтовать с долгосрочной устойчивостью природных ресурсов. Именно поэтому эффективная система управления природными ресурсами должна включать как экономические, так и экологические принципы.

Методы управления лесными ресурсами могут быть получены исходя из экологических принципов роста лесов. Характер роста подразумевает оптимальный период ротации для коммерческих лесоматериалов. Однако коммерческий оптимум пренебрегает другими экологическими функциями леса.

Обезлесение и превращение естественных лесов в лесонасаждения вызывают значительную потерю биологического разнообразия. Стоимость, связанная с биоразнообразием, является существенной экстернальной издержкой, которая не отражается в рыночной цене.

Растущий спрос на древесину и лесоматериалы усиливает давление на леса. Открытый доступ к лесным ресурсам создает стимулы для краткосрочной эксплуатации без капиталовложений в восстановление или устойчивое лесопользование. Кроме того, государство часто по существу субсидирует вырубку лесов под корень, предоставляя лицензии лесозаготовительным компаниям по низкой цене.

Кроме древесины, леса могут приносить доход от добычи ягод, грибов, смол и др. Программы сертификации экологически бережно произведенной лесной продукции могут оказаться успешными, если потребители готовы платить несколько больше за сертифициро-

ванный товар. Леса имеют и дополнительную положительную стоимость, выполняя, например, функции стока для углерода и снижая концентрацию углекислого газа в атмосфере.

Лучшим подходом к управлению лесными ресурсами является экологический менеджмент, направленный на балансирование экономических и экологических функций.

Библиографический список

1. Орлов, М.М. Лесопользование / М.М. Орлов. – М.: Лесная пром-сть, 2006. – 480 с.
2. Бобылев, С.Н. Экономика сохранения биоразнообразия. Повышение ценности природы. Центр экологической политики России / С.Н. Бобылев. – М.: Наука, 1999.
3. Голуб, А.А. Экономика окружающей среды и природных ресурсов / А.А. Голуб, Е.Б. Струкова. – М., 2003.
4. Пахомова, Н.В. Экологический менеджмент / Н.В. Пахомова, К. Рихтер, А. Эндрес. – СПб.: Питер, 2004.
5. Сердитова, Н.Е. Экономика природопользования: эколого-экономический аспект / Н.Е. Сердитова. – СПб., 2006.
6. Clark, Colin. The Optimal Management of Renewable Resources. 2nd ed. New York: Wiley, 1990.
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The State of World Fisheries and Agriculture, 1996. FAO: Rome, 1997.
8. Harris, Michael. Lament for an Ocean: The Collapse of the Atlantic Cod fishery. Toronto, Ontario: M&S Publishing, 1998.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СОСНЫ ОБОКНОВЕННОЙ В ЗОНАХ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПО ДАННЫМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

С.А. ЧЖАН, доц. БрГТУ, канд. с.-х. наук,
Е.М. РУНОВА, проф. БрГТУ, д-р. с.-х. наук,
О.А. ПУЗАНОВА, доц. БрГТУ, канд. с.-х. наук

runova@rambler.ru

Город Братск является одним из крупнейших промышленных центров Иркутской области, в котором сложилась напряженная экологическая обстановка за счет высокой концентрации промышленных предприятий, загрязняющих атмосферу наиболее токсичными для растений фтористыми, а также серосодержащими соединениями, окислами азота и хлора, что привело к усыханию насаждений на обширной площади (свыше 150 тыс. га).

Основным источником загрязнения является Братский алюминиевый завод, который считается одним из крупнейших в Европе. Технологический процесс алюминиевого производства далек от совершенства, в результате чего происходит превышение ПДК по многим химическим загрязнителям. Наиболее токсичным компонентом выбросов алюминиевых заводов для растений являются газообразные фторсодержащие соедине-

ния и, в частности, фтористый водород. Его токсичность превосходит другие газообразные кислотные соединения, например хлор и диоксид серы.

Поэтому в рамках экологического мониторинга на различном удалении от Братского алюминиевого завода был заложен ряд постоянных пробных площадей по стандартной методике. Заложено 50 пробных площадей. Количество деревьев на каждой – 100 штук.

На постоянных пробных площадях производилось лесоводственно-геоботаническое описание с указанием особенностей древостоя, подроста, подлеска, напочвенного покрова и рельефа. Оценивалось санитарное состояние насаждений и кроны деревьев (характер охвоевания, продолжительность жизни хвои, размеры, цвет и величина некроза на листьях, наличие сухих ветвей и суховершинностей).

Пробные площади были заложены по зонам влияния промышленных выбросов:

1 – зона сильного загрязнения. Протяженность на север от главного источника загрязнения алюминиевого завода примерно 20 км, на юг – 20–22 км, на запад – 12 км, на восток – 12–13 км. Зона характеризуется высоким и устойчивым уровнем загрязнения окружающей среды;

2 – зона среднего загрязнения. Внешняя граница находится на расстоянии от алюминиевого завода на север до 40 км, на юг до – 28 км, на запад – 18–20 км, на восток – 16–18 км. Зона характеризуется относительно высоким уровнем загрязнения среды;

3 – зона слабого загрязнения. Точные границы не устанавливаются. Внешняя граница от источника загрязнения находится в радиусе до 50–60 км. Контрольные пробные площади были заложены в разных направлениях фоновой зоны.

Пробные площади заложены в наиболее распространенном типе леса – разнотравном. Возраст древостоев колеблется от 50 до 120 лет. В основном древостои чистые сосновые с небольшой примесью лиственницы и других пород, класс бонитета – III.

В таблице представлена таксационная характеристика насаждений по зонам влияния аэротехногенного загрязнения.

Т а б л и ц а

Средние таксационные характеристики насаждений по зонам влияния аэротехногенного загрязнения

Зона	№ пп	Состав	Дср, см	Н ср, м	А, лет	Балл категории состояния	Тип леса
1	1	6С4Л	17,2	16,2	77	III	рт.
	2	10С	21,8	20	53	III	рт.
	3	10С	20,3	14,9	45	III	бр.
	4	10С	19,2	12,2	49	II	бр.-рт
	5	10С	18,5	12,2	43	II	рт.
	6	10С	22,1	12,3	58	I	бр.-рт.
	7	10С	18,4	13	48	II	рт.
	8	10С	11,6	10,2	28	III	рт.
	9	10С	20,3	17	58	II	рт.
	10	10С	17,6	16	54	III	рт
	11	10С	14,5	13,3	57	I	рт.
	12	10С	12,7	11,6	55	II	рт.
	13	10С	12,3	12,5	47	III	рт.
	14	10С	16	14,3	57	I	рт.
2	15	5С5Л	27,6	18,2	62	III	рт
	16	6С4Л	44,3	17,4	58	III	рт.
	17	10С	27,6	23,8	51	III	рт
	18	10С	37,9	25,5	130	III	бр
	19	7С2Л1Е	35	23,4	90	III	рт.
	20	10С	23,2	19,8	72	II	рт.
	21	10С	36	24,9	107	II	рт.
	22	10С	35,8	24,9	107	I	рт.
	23	10С	16,6	15,5	54	II	рт.
	24	10С	23,8	19,9	78	II	бр-рт.
	25	10С	28,1	19,9	75	I	бр-рт.
	26	10С	30	21	85	I	бр-рт
	27	10С	27	23	80	I	бр-рт
	28	10С	12,4	12,6	41	I	бр-рт.
	29	10С	39	24,7	157	I	бр-рт.
	30	10С	21,6	15,5	54	I	рт.
	31	10С	20,8	11,7	52	I	рт.
	32	10С	19,6	12,5	50	I	рт.
	33	10С	18,4	15,4	56	I	рт.
	34	10С	16,8	13,2	52	I	бр
	35	10С	19,8	13,4	53	I	бр.
	36	10С	15,8	15,2	55	I	бр
	37	10С	21,7	21,6	59	I	бр-рт.
	38	10С	24,1	16	59	I	рт.
	39	10С	23,7	16,6	58	I	бр.
	40	10С	24,8	16,7	60	I	бр-рт.
41	10С	24,8	15,7	49	II	бр.-рт.	
42	10С	22	14,6	54	II	рт.	
3	43	10С	20	19,5	44	II	бр-рт.
	44	10С	24,1	16	59	I	рт.
	45	10С	20	15,7	54	II	рт.
	46	10С	21,5	17,1	62	I	рт.
	47	10С	32	18,9	74	I	рт.
	48	10С	24,8	15,9	68	I	рт.
	49	10С	23,2	15,1	65	I	рт.
	50	10С	22,8	14,8	59	I	рт.

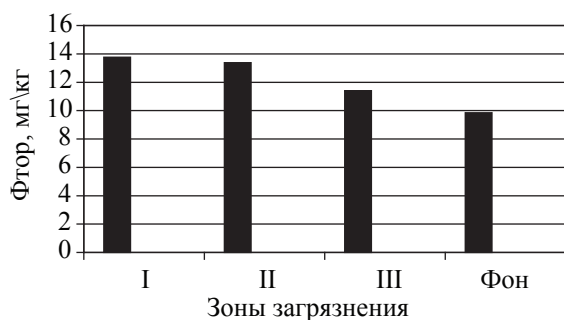


Рис. 1. Содержание фторидов в хвое на пробных площадях по зонам влияния промышленных выбросов

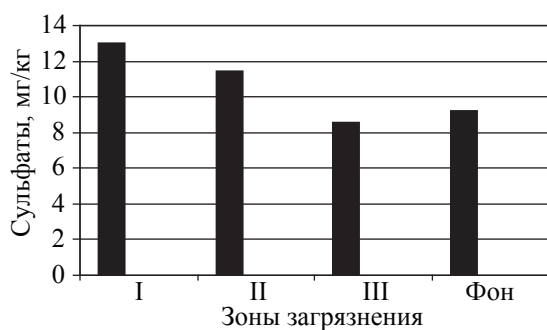


Рис. 2. Содержание сульфатов в хвое на пробных площадях по зонам влияния промышленных выбросов

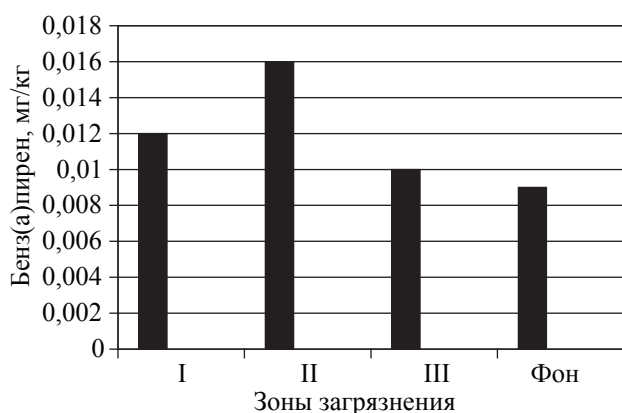


Рис. 3. Содержание бензопирена в хвое на пробных площадях по зонам влияния промышленных выбросов

Был проведен химический анализ хвои сосны на основании образцов хвои, собранной на пробных площадях у модельных деревьев, на содержание фтор ионов, серы общей, бензопирена.

Химический анализ включал:

– потенциометрический метод, который необходим для определения водорастворимой формы фтора в почве, растительности, выпадениях в воздухе и природных водах;

– гравиметрический метод, для определения сульфатов (ГОСТ 26426-85);

– хроматографический метод, для определения бензопирена (ПНДФ 16.1:2.2:3.39-03).

Исходя из полученных результатов химического анализа хвои были получены следующие зависимости.

На рис. 1–3 представлены зависимости содержания фторидов, сульфатов и бензопирена в хвое сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris*) по зонам влияния промышленных выбросов.

По средним значениям наибольший уровень фторидов содержится в хвое деревьев, расположенных в I и II зоне (в I зоне содержание фторидов составляет 13,76 мг/кг, а во II зоне – 13,38 мг/кг). В III зоне содержание фторидов в среднем составляет 11,41 мг/кг, в фоновой зоне – 9,85 мг/кг.

Наибольшее содержание сульфатов приходится на хвою деревьев, расположенных в I и II зоне (в I зоне содержание сульфатов составляет 12,99 мг/кг, а во II зоне – 11,46 мг/кг). В III зоне содержание сульфатов немного меньше (в среднем составляет 8,54 мг/кг), чем в фоновой зоне (9,23 мг/кг).

По содержанию бензопирена в хвое деревьев можно отметить следующее: наибольший уровень содержится в хвое деревьев, находящихся во II зоне (в среднем составляет 0,016 мг/кг); в зонах I и III примерно содержание одинаковое (в I зоне – 0,012 мг/кг, в III – 0,010 мг/кг); в фоновой зоне – 0,009 мг/кг.

Среднее значение содержания фитотоксикантов в хвое деревьев по зонам не всегда отображает истинный характер загрязнения лесов, так как предприятия Братского промышленного узла располагаются довольно близко друг к другу.

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

1. Большинство загрязняющих элементов имеют наименьшую концентрацию в непосредственной близости от источников промвыбросов. Это так называемая «подфакельная зона», которая присуща предприятиям с высокими трубами, в результате чего загрязняющие вещества оседают намного дальше.

2. Большинство элементов оседают по направлению преобладающих ветров на расстоянии 10–20 км в зависимости от летучести веществ. Снижение уровня загрязняющих веществ наблюдается на расстоянии свыше 30 км по направлению преобладающих ветров и 15 км против направления преобладающих ветров от источника загрязнения.

3. Наиболее информативными показателями являются содержание фторидов и сульфатов в хвое сосны обыкновенной, так как прослеживается четкая зависимость между уровнем содержания этих элементов и расстоянием пробных площадей от источника загрязнения. Содержание бензопирена в хвое сосны обыкновенной не является абсолютным

информационным показателем, потому что мало изучено его влияние непосредственно на жизнеспособность растений. По данным проведенных исследований наблюдается разброс содержания бензопирена в хвое в пределах выделенных зон, максимальное количество приходится на зону среднего влияния, а затем происходит снижение.

4. Анализируя данные контрольных образцов хвои, взятые на расстоянии более 30 км от источников промвыбросов, можно сделать вывод о том, что они содержат минимальное количество загрязняющих веществ, и зоны, находящиеся на значительном удалении, следует отнести к условно чистым или фоновым.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) В БЕРЕЗОВЫХ ЛЕСАХ И СОСНОВЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯХ В ЛЕСОСТЕПНЫХ УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ

М.Ю. РОМАНКИНА, доц. Мичуринского ГПУ

mapi_lab@mich.ru

Семейство жуков-жужелиц – одно из наиболее известных и обширных семейств. На всех фазах развития жук тесно связан с почвой. Большинство жужелиц – активные хищники, играющие роль консументов в почвенных сообществах. Они тонко реагируют на почвенно-растительные, гидротермические и микроклиматические условия, что определяет их значение как индикаторов состояния почвенных экосистем и биогеоценоза в целом. Семейство жужелиц – одно из самых многочисленных среди жесткокрылых. В настоящее время в него включают около 40 000 видов. В России жужелиц насчитывается более 1930 видов. Число видов жужелиц, входящих в фауну отдельных регионов, закономерно сокращается в направлении с юга на север [28].

На территории Тамбовской области в 1992–2007 гг. [7, 17, 21, 22, 29] проводились исследования по изучению эколого-фаунистической структуры населения жужелиц березовых лесов и сосновых лесонасаждений. В то же время видовой состав, динамика чис-

ленности, структура сообществ и сезонная динамика активности жужелиц лесов и лесонасаждений изучена недостаточно.

Тамбовская область в современных границах занимает центральную часть Русской равнины, среднюю часть Окско-Донской низменности и небольшую часть отрогов Приволжской возвышенности на северо-востоке. На территории северной лесостепи до заселения человеком и распашки земель преобладали смешанные и широколиственные леса, а также пятна луговых степей и остепненных лугов на водоразделах. В настоящее время площадь лесов Тамбовской области составляет 402,2 тыс. га, причем почти половина лесов – искусственно созданные насаждения (в тексте – лесонасаждения). Леса располагаются в основном на севере и западе области [8]. Обычными почвами в лесах являются серые лесные, выщелоченные и оподзоленные черноземы. Коэффициент увлажнения территории даже в настоящее время, после сведения большей части лесов, составляет 0,8 – 1,0, то есть близок к нейтральному.

Структура растительного покрова лесостепной зоны включает три типа растительности: зональный, экстрazonальный и интерзональный. Исследования проведены в условиях зональной и экстрazonальной растительности. Зональная растительность развивается на плакорах – хорошо дренированных водораздельных равнинах с почвами среднего механического состава – легкосуглинистыми или супесчаными [11]. Одним из типов зональной растительности являются березовые леса вторичного происхождения, возникающие на местах сплошной вырубki широколиственных лесов (дубрав), смешанных лесов и сосновых боров, в состав которых береза входит в том или ином количестве. В этих лесных сообществах береза испытывает сильное угнетение вследствие сильного затенения основными породами. После вырубki основных древесных пород она оказывается в лучших условиях среды, что способствует довольно быстрому росту [8]. Вторым типом естественного растительного покрова является экстрazonальная растительность, характеризующаяся участками или островками зональной растительности, находящимися в силу особых условий за границами своего зонального распространения. Экстрazonальная растительность, с одной стороны, отображает более северные или южные типы, но с другой стороны, их предваряет. Все эти закономерные отношения дают возможность говорить о «правиле предварения», имеющем на Русской равнине очень большое значение и применение [1]. В состав экстрazonальной растительности Центрального Черноземья входят сосновые лесонасаждения, развитие которых чаще всего контролируется лесохозяйственными мероприятиями. На севере лесостепная зона граничит с зоной хвойно-широколиственных (смешанных) лесов, где сосновые леса являются зональным типом растительности [11].

Цель настоящей работы – изучение видового состава, экологической структуры, сезонной динамики активности жужелиц березовых лесов и сосновых лесонасаждений Тамбовской области.

Материалом для данной работы послужил сбор жужелиц в березовом лесу и сосновом лесонасаждении Сосновского района

Тамбовской области в 2003–2004 гг. Использован литературный материал о населении жужелиц березовых лесов и сосновых лесонасаждений по Мичуринскому району [21, 22, 29] Тамбовской области.

Отлов и учет имаго жужелиц в биотопах проводили при помощи почвенных ловушек Барбера – стеклянных банок емкостью 0,5 л. В качестве фиксатора использовали 4 % раствор формалина. Ловушки вкапывали в почву вровень с поверхностью.

Для определения фиксированных жуков использовали бинокулярный микроскоп МБС и определительные таблицы имаго жужелиц [9].

Уловистость (динамическая плотность) выражали в единицах уловистости (экз. на 10 ловушко-суток). В тексте – экз. на 10 л.-с.

Доминантами считали виды, численность которых составляла 5 % и выше, субдоминантами – от 2 % до 5 %.

Характеристика экологической структуры населения жужелиц проводилась по биотопическому преферендуму видов. Биотопические преферендумы использованы по литературным данным [17, 21, 22, 29]. Определение жизненных форм имаго жужелиц проведено по системе, разработанной И.Х. Шаровой (1981).

С целью изучения сезонной динамики генеративной активности доминантных видов жужелиц проводили вскрытие самок и самцов, определяли их возраст по методике Валина [30]. Эта методика позволяет учитывать четыре репродуктивных состояния имаго обоих полов [13, 29].

Карабидокомплекс березовых лесов и сосновых лесонасаждений Тамбовской области включает 82 вида жужелиц из 27 родов. Для Тамбовской области известно 208 видов жужелиц из 51 рода [7]. Таким образом, в пределах лесов и лесонасаждений собрано 39,4 % фауны жужелиц (*Coleoptera*, *Carabidae*) Тамбовской области.

В комплексе жужелиц березовых лесов и сосновых лесонасаждений Тамбовской области выявлено 83 вида из 27 родов. В березовых лесах зарегистрировано 60 видов жужелиц из 22 родов, в сосновых лесонасаждениях – 62 вида из 22 родов.

Видовой состав жужелиц в лесах изучался многими энтомологами. В еловых

лесах Марийской АССР К.В. Арнольди и В.А. Матвеев (1973) обнаружили 22 вида, в широколиственных еловых лесах Московской области С.Ю. Грюнталь (1983) отметил 39 видов жужелиц, в сложных ельниках – 30 видов, в лиственных – 36 видов. И.Х. Шарова (1983) в сосняках Подмоскovie зарегистрировала 24 вида жужелиц. В сосняках Березинского полесья Э.И. Хотько (1988) отмечено 68 видов, в лесах Припятского заповедника БССР Л.С. Чумаковым (1990) – 23 вида, в хвойных лесах Костомукшинского заповедника Н.А. Потаповой (1990) – 9 видов жужелиц. В лесонасаждениях в подзоне северной лесостепи М.И. Шишовой (1994) зарегистрировано 127 видов жужелиц, из них в сосняке лугово-разнотравном – 32 вида.

Наибольшим разнообразием в фауне жужелиц березовых лесов Тамбовской области представлены роды: *Carabus* (8), *Pterostichus* (7), *Amara* (7), *Harpalus* (6), *Calathus* (5), *Notiophilus* (3), *Poecilus* (3), *Patrobus* (2), *Agonum* (2), *Anisodactylus* (2), *Oodes* (2), *Badister* (2). В фауне жужелиц сосновых лесонасаждений наибольшее разнообразие выявлено в родах: *Amara* (10), *Carabus* (8), *Pterostichus* (8), *Harpalus* (7), *Poecilus* (4), *Bembidion* (3), *Calathus* (4), *Agonum* (3), *Notiophilus* (2). К остальным родам относится по 1 виду.

С.Ю. Грюнталь (1975) в подзоне широколиственно-еловых лесов Московской области отмечал, что наибольшее разнообразие жужелиц зарегистрировано в родах *Pterostichus*, *Agonum*, *Carabus*, *Amara*.

Общая уловистость жужелиц в березовых лесах и сосновых лесонасаждениях была 3,3 экз. на 10 л.-с. – 12,2 экз. на 10 л.-с. Уловистость жужелиц в березовых лесах составила 3,4 экз. на 10 л.-с. – 7,8 экз. на 10 л.-с, в сосновых лесонасаждениях – от 3,2 экз. на 10 л.-с. до 16,7 экз. на 10 л.-с.

В Сосновском районе Тамбовской области в состав общих доминантных видов жужелиц вошли: *Pterostichus melanarius* (45,6 %), *Pt. oblongopunctatus* (25,3 %), *Harpalus rufipes* (13,8 %) и *Carabus cancellatus* (8,8 %). Энтомологи отмечают доминирование этих видов в различных типах леса. По нашим данным, в составе субдоминантов выявлены виды: в сосновом лесонасаждении – *Pterostichus niger*

(2,0 %), в березовом лесу – *Poecilus cupreus* (3,7 %). Общих субдоминантов нет.

Экологическая структура доминантных и субдоминантных видов представлена следующими экологическими группами: лесной (*Pterostichus melanarius*, *Pt. oblongopunctatus*, *Carabus cancellatus*, *Pterostichus niger*), полевой (*Harpalus rufipes*), лугово-полевой (*Poecilus cupreus*).

Наибольшую численность в сосновом лесонасаждении и березовом лесу составляет лесной пластичный вид *Pterostichus melanarius* (45,1 %). Многие энтомологи отмечают доминирование этого вида в различных типах леса Мордовского заповедника [15], в хвойно-широколиственных лесах Московской области [4], в сосновых лесонасаждениях Мичуринского района Тамбовской области [29]. *Pterostichus oblongopunctatus* является характерным обитателем сосновых лесов. Этот вид является доминантом в еловых лесах Московской области, в лесонасаждениях Тамбовской области. По данным И.Х. Шаровой (1982), *Carabus cancellatus* в Московской области преимущественно встречался на обрабатываемых землях западнее и южнее Москвы, реже – в сухих лиственных лесах. *Carabus cancellatus* зарегистрирован в лесонасаждениях Мичуринского района. И.Х. Шарова (1971, 1981) отмечает, что *Harpalus rufipes* является массовым видом в садах, на опушках лесов, в рекреационных лесах. По данным М.И. Шишовой (1994), численность *Harpalus rufipes* в лесонасаждениях северной лесостепи составила 3,4 – 3,9 %. В еловых лесах К.В. Арнольди и В.А. Матвеев (1973) зарегистрировали доминирование *P. niger* в елово-сосновом лесу, в 4 типах леса Центрального района Московской области. Т.А. Черняховская и К.В. Макаров (1990) выявили, что *P. niger* был обычным видом в сосновых лесах. По данным М.И. Шишовой (1994), *P. niger* – лесной, пластичный вид выходил в условиях района исследования в открытые ландшафты. В лесах левобережья реки Оки Белоомутского лесничества Мещерской низменности С.Ю. Грюнталь и В.А. Орлов (1994) отмечали, что *Poecilus cupreus* был доминантом и субдоминантом в разных типах сосновых лесов.

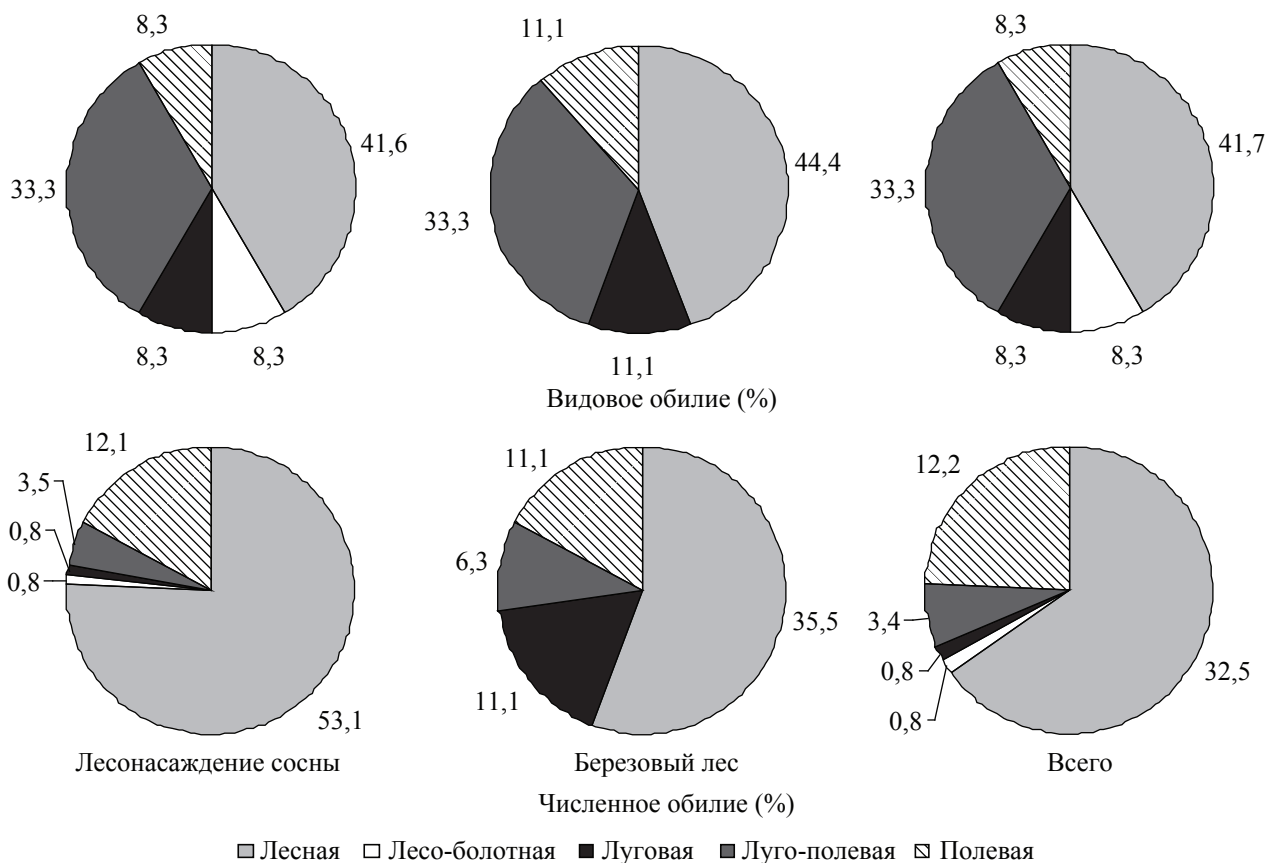


Рис. 1. Экологическая структура населения жулициц по биотопическому преферентуму в сосновом лесонасаждении и березовом лесу

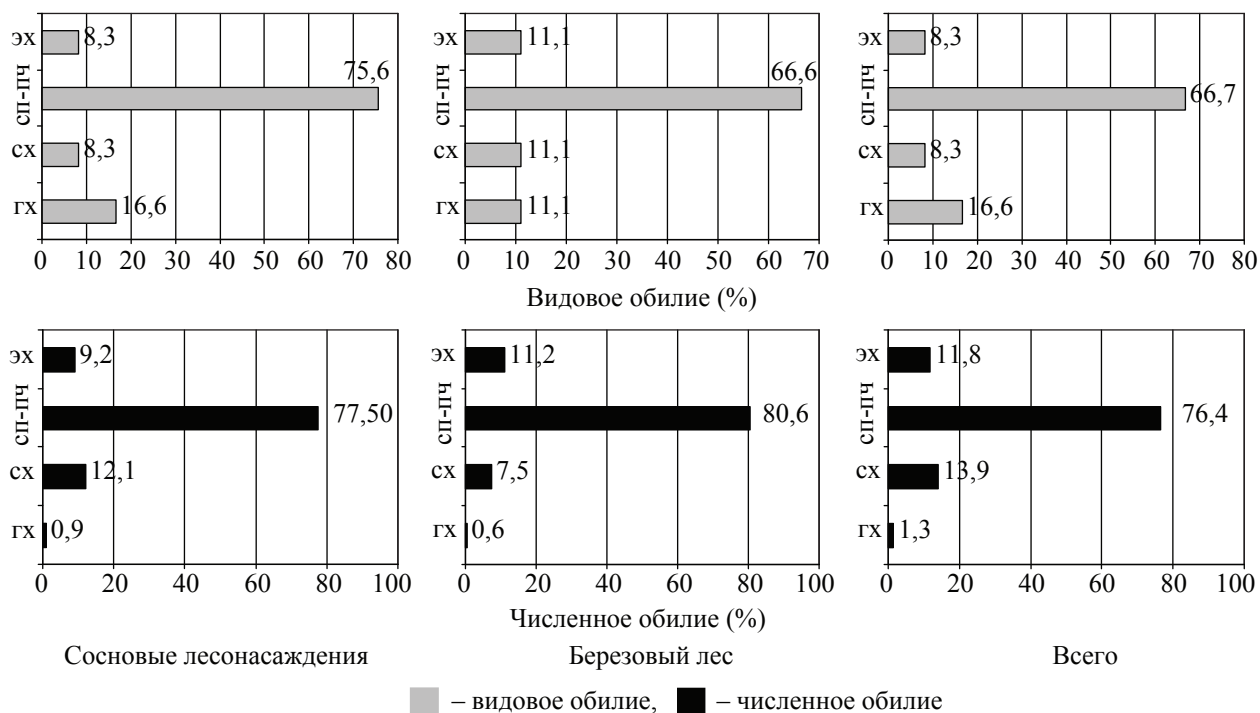


Рис. 2. Спектры жизненных форм имаго жулициц в лесонасаждении сосны и березовом лесу

В карабидокомплексе березового леса и соснового лесонасаждения Сосновского района зарегистрированы экологические группы: лесная, лесоболотная, луговая, лугово-полевая и полевая.

По видовому обилию (от 49,9 % до 55,5 % соответственно) преобладали группы видов открытых пространств (луговая, лугово-полевая, полевая). По численному обилию доминирует лесной комплекс жужелиц (лесная, лесоболотная) от 63,9 % до 85,6 %. Среди видов открытых пространств по видовому обилию (по 33,3 %) преобладали жужелицы лугово-полевой группы. По численному обилию (от 11,1 % до 12,2 % доминировали жужелицы полевой группы, тогда как численное обилие лугово-полевых видов в лесах составляет (от 3,5 % до 6,3 %), а видовое обилие полевых видов – от 8,3 % до 11,1 %. Полевая группа жужелиц представлена одним видом *Harpalus rufipes*. Видовое обилие этой группы в березовом лесу было выше, чем в лесонасаждениях сосны, а численное обилие – примерно одинаковое. На долю луговой группы приходится 8,3 % видового и 0,8 % численного обилия. Обилие жужелиц луговой группы в березовом лесу выше, чем в сосновом лесонасаждении.

Жужелицы лесного комплекса (лесная и лесоболотная) в лесонасаждении сосны и березовом лесу имели примерно равное видовое обилие – 41,6 % и 44,4 % соответственно. Численное обилие лесных видов было выше в березовом лесу. Жужелицы лесоболотной группы в ловушках зарегистрированы только в сосновом лесу с небольшим видовым (8,3 %) и незначительным численным обилием.

В комплексе жужелиц соснового лесонасаждения и березового леса нами выявлено 2 класса: зоофаги и миксофитофаги. По видовому (75,0 %) и численному обилию (88,2 %) доминировали хищные виды жужелиц из класса зоофаги. Среди зоофагов по видовому и численному обилию в лесонасаждении и в лесу преобладали подстилочно-почвенные жужелицы, составляющие 66,7 % видового и 76,4 % численного обилия. Наибольшее видовое обилие подстилочно-почвенных видов жужелиц зарегистрировано в сосновом лесу (75,6 %), а численное – в березовом (80,6 %),

тогда как видовое обилие жужелиц в березовом лесу в этой группе составило 66,6 %, а численное в сосновом лесонасаждении – 77,5 %. Группа эпигеобионты – ходящие – представлена одним видом *Carabus cancellatus*, видовое и численное обилие которого составляло 8,3 % и 11,1 % соответственно. Численное обилие в этой группе – 9,2 % – 11,2 %.

Среди миксофитофагов в сосновом лесонасаждении и в березовом лесу зарегистрированы 2 группы жужелиц: стратохортобионты и геохортобионты. По видовому обилию преобладали жужелицы из группы геохортобионты (16,6 % и 11,1 % соответственно), а по численному доминировали стратохортобионты (12,1 % и 7,5 %). Тогда как видовое обилие стратохортобионтов составило 8,3 % в сосновом лесонасаждении, а в березовом лесу – 11,1 %. Численное обилие геохортобионтов было невысоким.

В литературе накоплен материал по изучению сезонной динамики активности жужелиц [4, 19, 10, 29]. Имеются сведения по соотношению полов у жужелиц. Показатель соотношения полов у массовых видов может быть использован как индикатор воздействия условий окружающей среды [29]. Изучение возрастной структуры популяций у имаго жужелиц позволяет выяснить популяционные особенности жизненных циклов жужелиц, а также различия в проявлении жизненных циклов в различных биотопах [4, 19, 10, 29].

В комплексе жужелиц лесонасаждений сосны и березового леса нами выделено 3 типа сезонного размножения: весенний, осенний и мультисезонный. По видовому обилию (66,6 %) преобладали жужелицы с весенним типом размножения. По численному обилию (48,8 %) – жужелицы с мультисезонным типом размножения. Тогда как численное обилие весенних видов жужелиц было 39,8 %, а видовое обилие мультисезонных видов – 16,6 %. Жужелицы с осенним типом размножения составили 16,6 % видового и 12,6 % численного обилия.

Нами изучена сезонная динамика активности и половозрастная структура трех доминантных видов жужелиц: *Pterostichus oblongopunctatus*, *Pt. melanarius*, *Harpalus rufipes*.

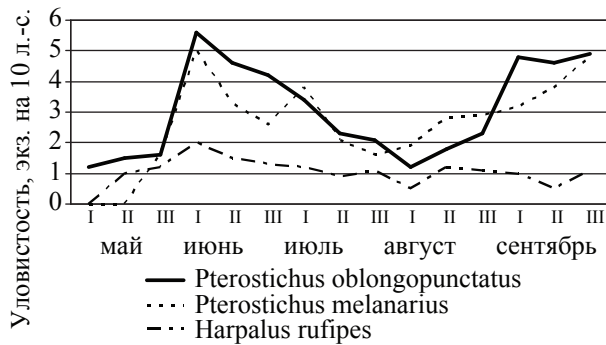


Рис. 3. Сезонная динамика активности доминантных видов жуков в сосновом лесонасаждении

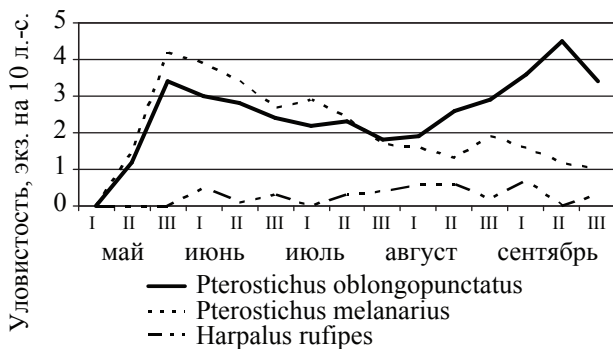


Рис. 4. Сезонная динамика активности доминантных видов жуков в березовом лесу

Pterostichus oblongopunctatus – мезофил, стратобионт подстилочно-почвенный с весенним типом размножения [4, 15, 19, 26].

В сосновом лесонасаждении в 2003 г. численность *Pt. oblongopunctatus* была невысокой – 25 жуков от общего количества 11,0 % всех жуков. Первые жуки в ловушки попали в третьей декаде мая. Наиболее выражена картина сезонной динамики активности *Pt. oblongopunctatus* в сосновом лесонасаждении в 2004 г. Первый пик активности приходится на первую декаду июня, и активность продолжает сохраняться до третьей декады июня. Уловистость в первой декаде июня составила 5,6 экз. на 10 л-с. Затем наблюдается снижение численности популяций *Pt. oblongopunctatus* с последующим подъемом численности жуков во второй декаде сентября.

В третьей декаде мая в ловушки попадали самцы иммаатурного состояния – 80 % и постгенеративного состояния – 20 %. Затем в последующие декады в ловушки попадали самцы только иммаатурного состояния, составляющие 100 %. В конце сентября зарегистрированы не только жуки иммаатурного состояния, но и

жуки генеративного и постгенеративного состояния. Среди самок в вегетационный период преобладали жуки генеративного состояния, за исключением третьей декады июня, где 70 % занимают самки иммаатурного состояния и 30 % – генеративного.

В березовом лесу первые жуки в ловушки начали попадать с третьей декады мая. Максимальный пик активности приходился на третью декаду мая, уловистость составила 3,4 экз. на 10 л-с. Затем наблюдался спад численности, и вновь подъем зарегистрирован во второй декаде сентября. В третьей декаде в ловушки попадали самцы иммаатурного состояния. Начиная со второй декады июня в ловушки попадают самцы и генеративного возраста. Так, во второй декаде сентября 70 % приходится на самцов генеративного состояния.

Наши исследования подтверждают данные Шишовой (1994) о весенне-летнем размножении *Pt. oblongopunctatus*. В популяциях *Pt. oblongopunctatus* зарегистрировано и осеннее размножение частей особей, отродившихся в текущем сезоне.

Pterostichus melanarius – лесной, экологически пластичный, мезофил, зоофаг, стратобионт подстилочно-почвенный [13, 23, 29].

Первые жуки в ловушки начали попадать с третьей декады мая. В сосновом лесонасаждении максимальный пик активности приходится на вторую декаду июня, уловистость составила 3,8 экз. на 10 л-с. Максимальный пик активности наблюдается во второй декаде августа, уловистость жуков в этот период составила 4,2 экз. на 10 л-с. (рис. 3). В третьей декаде мая в ловушки попали самцы 60 % иммаатурного состояния и 40 % генеративного. С первой декады июня по первую декаду сентября в ловушки попадали самцы иммаатурного состояния, 100 %. В третьей декаде мая в ловушки попали самки генеративного состояния, составляющие 100 %, и со второй декады июня по третью декаду августа в ловушки попадали самки и иммаатурного и генеративного состояния. В лесонасаждениях сосны первые жуки начали попадать в ловушки с третьей декады мая. Уловистость жуков составила 5 экз. на 10 л-с. Затем наблюдается спад и вновь подъем численности особей в третьей декаде сентября (рис. 3). В третьей декаде мая в ло-

вухи попали самцы имматурного состояния, составляющие 100 %. С первой декады июня по вторую декаду сентября в ловушки попадают самцы и постгенеративного состояния. В первой декаде сентября в ловушки попали самцы 80 % постгенеративных и 20 % – имматурных. С третьей декады мая в ловушки попали самки генеративного состояния за исключением второй декады июля, второй и третьей декады августа, когда в ловушки попадали самки имматурного состояния.

В березовом лесу первые жуки в ловушки начали попадать с третьей декады мая (рис. 4). Максимальный пик активности приходится на жужелиц в третьей декаде мая, уловистость составила 4,2 экз. на 10 л.-с. Затем наблюдается спад численности, и вновь подъем зарегистрирован во второй декаде сентября, уловистость составила 1,2 экз. на 10 л.-с. В третьей декаде мая в ловушки попали самцы 80 % имматурного состояния и 20 % постгенеративного, впоследствии в ловушки попадали самцы имматурного состояния, составляющие 100 %. У самок преобладали особи генеративного состояния, 100 %.

Наши данные подтверждает мульти-сезонное размножение *Pt. melanarius*, отмеченное И.Х. Шаровой и В.М. Душенковым (1979). Половозрастные особи встречаются весь сезон с мая по сентябрь, на зимовку уходят как имматурные особи – потомство жуков, размножающихся весной, так и генеративные особи, которые могут размножаться во втором сезоне. Нами подтверждена поливариантность развития этого вида, что отмечала М.И. Шишова (1994) в сосновых лесонасаждениях.

Harpalus rufipes – полевой вид, миксофитофаг, стратохортобионт с осенним типом размножения [13, 23, 29].

Первые жуки в ловушки в сосновом лесонасаждении начали попадать в 2003 г. со второй декады июня. Первый пик активности наблюдался во второй декаде июля, уловистость составила 2,0 экз. на 10 л.-с. Максимальный пик активности приходится на вторую декаду августа, уловистость составила 2,2 экз. на 10 л.-с. (рис.3). Со второй декады июня в ловушки попадали самцы имматурного состояния и только во второй декаде августа зарегистрированы

самцы постгенеративного состояния. На протяжении всего вегетационного периода преобладали самки генеративного состояния, составляющие 100 %. В лесонасаждениях сосны 2004 г. первые жуки в ловушки попали в третьей декаде мая. Максимальный пик активности приходится на первую декаду июня, уловистость была 2,0 экз. на 10 л.-с. Затем наблюдался спад численности, и вновь подъем зарегистрирован во второй декаде августа. Уловистость составила 1,2 экз. на 10 л.-с. С третьей декады мая и по вторую декаду сентября, за исключением второй декады и первой декады августа, в ловушки попадали самцы постгенеративного состояния, зарегистрированы также и самки имматурного состояния, составляющие 100 %. У самок преобладали особи генеративного состояния, составляющие 100 %. В березовом лесу картина сезонной динамики и поло-возрастной структуры популяций *Harpalus rufipes* расплывчата, так как в ловушки попадало малое количество жужелиц. Первыми зарегистрированы самки ювенильного состояния, из самцов преобладали особи имматурного состояния, составляющие 100 % (рис. 4).

По нашим данным, сезонная динамика активности и половозрастная структура популяций *Harpalus rufipes* наиболее выражена в сосновом лесонасаждении в 2004 г. Общая картина сезонной динамики активности этого вида соответствует летне-весеннему размножению с конца июня по конец августа, с выраженными пиками активности во второй декаде августа, и в сосновом лесонасаждении в 2004 г. дополнительно выражен пик весенней активности.

Видовой состав населения жужелиц березовых лесов и сосновых лесонасаждений разнообразен, включает 83 вида из 27 родов. Лидерами по видовому разнообразию являются рода *Carabus*, *Pterostichus*, *Amara*, *Harpalus*, *Calathus*. При сравнении населения жужелиц березовых лесов и сосновых лесонасаждений выявлено, что в сосновых лесонасаждениях преобладают жужелицы родов *Pterostichus*, *Amara*, *Harpalus*, *Poecilus Agonum*. В березовых лесах – виды родов *Calathus*, *Notiophilus*. Только в березовых лесах в ловушках встречались виды родов *Patrobus*, *Anisodactylus*, *Oodes*, *Badister*, в сосновых лесонасаждениях – *Bembidion*.

Распределение по биотопам обусловлено особенностями микроусловий, которые изменяются в зависимости от состава пород, травянистого и мохового ярусов, состава и мощности подстилки. Микроклиматические условия в березовом лесу и сосновом лесонасаждении способствуют закономерному преобладанию лесных видов жуужелиц, доля которых выше по численному обилию в лесонасаждении сосны. Среди видов жуужелиц открытых пространств по видовому обилию доминируют лугово-полевые виды жуужелиц, а по численному – полевая группа.

В сосновом лесонасаждении и березовом лесу по видовому и численному обилию доминируют хищные виды, среди которых преобладают жуужелицы из группы подстилочно-почвенные. Среди миксофитофагов по видовому обилию значение имеют жуужелицы из группы стратохортобионты, а по численному – геохортобионты.

Сезонная динамика активности имеет важное значение в практике биологического и химического методов борьбы с вредителями лесного хозяйства. Относительно равномерная общая активность жуужелиц в березовом лесу и сосновом лесонасаждении поддерживается фоновыми видами, такими как *Pterostichus oblongopunctatus*, *Pt. melanarius*, *Harpalus rufipes*. Изучение сезонной динамики активности и половозрастной структуры трех доминантных видов показывает, что эти виды экологически дифференцированы во времени размножения. Лесной вид *Pt. oblongopunctatus* с весенне-летним размножением предпочитает сосновый лес. Наиболее благоприятными биотопами лесного пластичного вида с мультисезонным типом размножения. *Pt. melanarius* являются сосновый и березовый леса. Полевой вид с осенним типом размножения *H. rufipes*, по нашим данным, предпочитает сосновый лес.

Библиографический список

1. Алехин, В.В. Растительность СССР в основных зонах / В.В. Алехин. – М.: Советская наука, 1951. – 512 с.
2. Арнольди, К.В. Население жуужелиц (*Carabidae*) еловых лесов у южного предела тайги (Марийская АССР) и изменение его на вырубках / К.В. Арнольди, В.А. Матвеев // Экология почвенных беспозвоночных. – М., 1973. – С. 131–142.
3. Грюнталь, С.Ю. Распределение жуужелиц в сложных ельниках зоны смешанных лесов / С.Ю. Грюнталь // Проблемы почвенной зоологии. – Вильнюс, 1975. – С. 133.
4. Грюнталь, С.Ю. Комплексы жуужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) в лесах подзоны широколиственно-еловых лесов / С.Ю. Грюнталь // Фауна и экология почвенных беспозвоночных Московской области. – М., 1983. – С. 85–98.
5. Грюнталь, С.Ю. О многолетней динамике жуужелиц в двух типах леса Подмосквья / С.Ю. Грюнталь // Фауна и экология жуужелиц. – Кишинев, 1990. – С. 12 – 13.
6. Грюнталь, С.Ю. Жуужелицы (*Coleoptera, Carabidae*) в лесах лесобережья р. Оки / С.Ю. Грюнталь, В.А. Орлов // Особенности животного населения почв Московской области. – М.: Наука, 1994. – С. 117–126.
7. Касандрова, Л.И. Видовой состав жуужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) Тамбовской области: препринт / Л.И. Касандрова, А.А. Попова, М.Ю. Романкина, Т.В. Шаламова и др. – Мичуринск: МГПИ, 2007. – 44 с.
8. Константинов, В.М. Практикум по прикладной и региональной экологии / В.М. Константинов, А.О. Шубин, А.Ю. Околелов. – Мичуринск: МГПИ, 2004. – 123 с.
9. Крыжановский, О.Л. Семейство *Carabidae* – жуужелицы. Определитель насекомых европейской части СССР. / О.Л. Крыжановский. – Л., 1965. – Ч. 2. – С. 29–77.
10. Макаров, К.В. Изменчивость сезонной динамики активности *Pterostichus melanarius* (*Coleoptera, Carabidae*) в разных типах леса / К.В. Макаров, Т.А. Черняховская // Экологические вопросы рационального природопользования. – Рига, 1989. – С. 55–56.
11. Мильков, Ф.Н. Природные зоны СССР / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1977. – 293 с.
12. Потапова, Н.А. Население жуужелиц хвойных лесов Костомукшинского заповедника / Н.А. Потапова // Фауна и экология жуужелиц. – Кишинев, 1990. – С. 56.
13. Романкина, М.Ю. Пространственно-временная динамика экологической структуры населения жуужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) в яблоневых садах и прилегающих агроландшафтах / М.Ю. Романкина: дис. ... канд. биол. наук. – Мичуринск: МГПИ, 1996. – 24 с.
14. Романкина, М.Ю. Сезонная динамика активности доминантных видов жуужелиц в агроценозах / М.Ю. Романкина // Научно-методические проблемы преподавания гуманитарных, естественных и математических дисциплин в школе и вузе. – Мичуринск, 1998. – С. 100.
15. Феоктистов, В.Ф. Сезонная динамика активности жуужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) в различных типах леса у южной границы тайги / В.Ф. Феоктистов, В.М. Душенков // Зоологический журнал, 1982. – Т.61. – Вып. 2. – С. 227–232.

16. Хотько, Э.И. Почвенная мезофауна некоторых биогеоценозов Березинского государственного заповедника / Э.И. Хотько // Проблемы заповедного дела. – 1988. – № 2. – С. 99–109.
17. Чернышова, Т.М. Население жужелиц соснового и березового леса / Т.М. Чернышова, М.Ю. Романкина // Проблемы регионального природопользования и методика преподавания естественных наук в средней школе: материалы II региональной научно-практической конференции. – Воронеж, 2000. – С. 48–50.
18. Черняховская, Т.А. Жизненный цикл и структура популяций *Nagpalus rufipes* Deg. в условиях нечерноземной зоны РСФСР / Т.А. Черняховская // Материалы всесоюзного научно-методического совещания зоологов педвузов. – Махачкала, 1990. – Ч.1. – С. 185.
19. Черняховская, Т.А. Смена аспектов комплексов жужелиц в четырех типах леса / Т.А. Черняховская, К.В. Макаров // Фауна и экология жужелиц. – Кишинев, 1990. – С. 68–69.
20. Чумаков, Л.С. Жужелицы в лесах Припятского заповедника БССР / Л.С. Чумаков // Фауна и экология жужелиц. – Кишинев, 1990. – С. 69.
21. Шаламова, Т.В. Сравнительная характеристика населения жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) сосновых лесов северной лесостепи России / Т.В. Шаламова, В.М. Шаламов // Материалы VIII международной научной экологической конференции, 27 – 29 сентября, 2004 г. – Белгород, 2004. – С. 238 – 239.
22. Шаламова, Т.В. Населения жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) березняка осоко-волокнистого / Т.В. Шаламова, В.М. Шаламов // Реализация идей И.В. Мичурина в образовательном процессе. – Мичуринск, 2005. – С. 239–247.
23. Шарова И.Х. Жизненные формы жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) / И.Х. Шарова. – М., 1981. – 360 с.
24. Шарова, И.Х. Фауна жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) Московской области и степень ее изученности / И.Х. Шарова // Почвенные беспозвоночные Московской области. – М. 1982. – С. 223 – 236.
25. Шарова, И.Х. Типы развития и типы сезонной активности жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) / И.Х. Шарова, В.М. Душенков // Фауна и экология беспозвоночных животных. – М., 1979. – С. 15–25.
26. Шарова, И.Х. Распределение жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) в сосняках Подмоскovie / И.Х. Шарова, В.Г. Матвеева, Р.Г. Куперман, Н.Л. Харюков // Фауна и экология почвенных беспозвоночных Московской области. – М., 1983. – С. 107.
27. Шарова, И.Х. Эколого-фаунистическая характеристика населения жужелиц сосновых лесов северной лесостепи России / И.Х. Шарова, Т.В. Шаламова // Растения и животные Тамбовской области: кадастр и мониторинг: сборник научных трудов. – Мичуринск, 2002. – С. 69–77.
28. Шарова, И.Х. Экология жужелиц лесов в дельте Северной Двины / И.Х. Шарова, Б.Ю. Филиппов // Архангельск: Поморский университет, 2004. – 140 с.
29. Шишова, М.И. Динамика структуры населения и популяций массовых видов жужелиц (*Coleoptera, Carabidae*) в лесонасаждениях северной лесостепи России: автореф. дис... канд. биол. наук. – М., 1994. – 18 с.
30. Wallin, H. Habitat selection, reproduction and survival of twsmall carabid species on arable land; a comparison between *Trechus secalis* and *Bembidion lampros* / H. Wallin // *Holarct. Ecol.*, 1989.12.3. – 1989. – P. 193–200.

ВЛИЯНИЕ ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОСИНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ИХ ЗАРАЖЕННОСТЬ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИМИ ГРИБАМИ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

О.Н. ЕЖОВ, *вед. н. с. Института экологических проблем Севера УрО РАН, канд. биол. наук,*
 Р.В. ЕРШОВ, *н. с. Института экологических проблем Севера УрО РАН, канд. биол. наук,*
 Р.В. ЩЕКАЛЕВ, *директор департамента ЗАО «Синтезморнефтегаз», канд. биол. наук*

eon@atnet.ru, rshekaliiov@sintez.ru

Широкий спектр применения осины в народном хозяйстве, высокие деловые качества ее древесины, с одной стороны, и частая поражаемость грибными болезнями – с другой, с начала прошлого века до наших дней обусловили интерес, который определяет поиски путей повышения устойчивости осин-

ников и изучение факторов, способных влиять на их изменение. К таким факторам относят лесоводственные характеристики древостоев (условия их произрастания, состав, полнота, возраст и др.) и морфологические признаки (цвет и вид коры, пол деревьев, опушенность, сроки распускания листьев и др.).

Т а б л и ц а 1

Характеристика распространенности поражения в осиновых насаждениях

Зона тайги	Значение	Характеристика древостоя				Характеристика распространенности поражения в древостое		
		возраст, лет	высота, м	диаметр, см	полнота	пораженность древостоя, %	высота прикрепления ПТ, м	число ПТ на дереве, шт.
Северная	мин.	30,0	10,0	14,2	0,5	0,0	0,0	0,0
	сред.	74,0	22,5	26,0	0,7	35,0	2,7	3,0
	макс.	110,0	32,0	35,6	0,9	96,0	7,2	8,2
Средняя	мин.	34,0	12,0	13,6	0,3	0,0	0,5	0,0
	сред.	56,6	20,9	22,0	0,7	21,0	2,3	3,3
	макс.	90,0	25,0	28,6	0,9	47,4	4,0	8,3

Т а б л и ц а 2

Характеристика распространенности поражения в осиновых насаждениях в зависимости от типа леса

Тип леса	Значение	Таксационная характеристика древостоя				Характеристика распространенности поражения в древостое		
		возраст, лет	высота, м	диаметр, см	полнота	пораженность древостоя, %	высота прикрепления ПТ, м	число ПТ на дереве, шт.
Черничный	мин.	40,0	10,0	13,6	0,3	2,3	0,5	1,0
	сред.	64,7	21,6	22,7	0,7	27,1	2,5	3,6
	макс.	110	28,0	34,0	0,9	94,3	4,5	8,3
Кисличный	мин.	30,0	12,0	16,0	0,5	0,0	1,4	0,0
	сред.	65,3	20,8	25,6	0,7	27,5	2,8	4,0
	макс.	90,0	26,0	38,6	0,9	88,9	6,0	8,2
Разнотравный	мин.	49,0	18,0	14,9	0,6	0,0	1,5	0,0
	сред.	70,5	23,8	25,4	0,7	32,6	3,9	3,5
	макс.	110	32,0	35,6	0,9	96,0	7,2	7,4

Довольно обширные литературные данные [8, 10] о пораженности осины позволяют представить значение грибов в жизни осиновых древостоев, проанализировать особенности грибного поражения в зависимости от лесорастительных условий, возраста, типа леса, полноты, состава и т. д. В различных природных зонах нашей страны возраст начала поражения и величина пораженности осинников значительно варьируют, но почти повсеместно значения ее высоки.

Влияние лесоводственно-таксационных показателей на распространение дереворазрушающих грибов достаточно сложное, неоднозначное и спорное. Все исследователи сердцевинной гнили осины отмечают увеличение количества пораженных деревьев с возрастом. Достаточно четкого влияния типа леса, состава, полноты на степень пораженности осины трутовиком не выявлено.

Пробные площади заложены в чистых и смешанных осиновых древостоях согласно общепринятым методикам. Насаждения подбирались III–XV класса возраста, полнотой не менее 0,5 в различных почвенно-эдафических условиях в средней и северной тайге на территории Архангельской области. Всего было заложено 23 временных участка и 42 – методом непровешенной ходовой линии. В перечень было включено около 14 000 деревьев, взято 500 кернов (для изучения скрытой гнили).

На живых стволах осины в Архангельской области развиваются и являются возбудителями гнилей лисий трутовик (*Inonotus rheades*(Pers.) Bond. et Sing.), ложный осиновый трутовик (*Phellinus tremulae*(Bond.) Bond. & Boriss.) и ложный тополевы трутовик (*Ph. populicola*). Среди данных трех видов наибольшее распространение и наибольший вред лесному хозяйству приносят последние два. Чаще нами отмечен ложный осиновый

трутовик. Лисий трутовик на живой осине был зарегистрирован единожды, на территории Пинежского заповедника. Поэтому далее мы рассмотрели вопросы, связанные с распространением в первую очередь ложного осинового трутовика.

Осиновые насаждения в районе наших исследований относятся к северной и средней тайге. Поэтому первоначально необходимо сравнить влияние лесоводственно-таксационных показателей древостоев на распространение данного вида гриба по отдельным зонам тайги (табл. 1) в зависимости от возраста.

В результате исследований нами были установлены следующие закономерности. Появление первых плодовых тел (ПТ) ложного осинового трутовика нами было отмечено в древостоях осины III класса возраста. Однако, проанализировав распространение скрытой гнили в древостоях, можно сделать вывод, что заражение осины происходит уже во II классе возраста. Далее с увеличением возраста процент скрытой гнили уменьшается с 14 % до 1–2 % в древостоях VI–VII классов возраста. Аналогичные выводы были сделаны и другими исследователями [3, 6].

В северной тайге средняя пораженность древостоя выше на 14 %, чем в средней (максимальная выше почти в два раза). Средняя высота прикрепления ПТ, так же как и максимальная, в северной подзоне выше, чем в средней, тогда как среднее число ПТ на дереве по подзонам практически одинаково. Это объясняется более высоким средним возрастом древостоев на пробах в северной подзоне тайги и большей средней высотой и диаметром древостоев при одинаковых классах бонитета (II класс бонитета).

В то же время из рис. 1, где представлен график зависимости процента пораженности древостоя от его возраста по подзонам тайги и расчета корреляционной зависимости, видно, что статистически достоверного различия ($\eta^2 = 0,086$ или 8,6 %) в пораженности древостоя от возраста в разных подзонах тайги нами обнаружено не было, что в дальнейшем позволяет проводить анализ распространенности поражения в древостоях с объединенными по подзонам тайги данными.

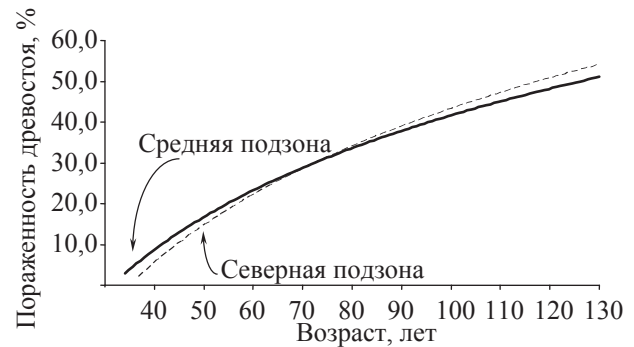


Рис. 1. График зависимости пораженности древостоя от возраста по подзонам тайги

Один из самых спорных вопросов — это влияние типов леса на пораженность древостоев ложным осиновым трутовиком.

Для определения влияния условий произрастания на распространение данного гриба пробные площади были заложены нами в трех типах леса (черничниках, кисличниках и разнотравных).

Во всех типах леса средние таксационные параметры древостоя примерно одинаковы (табл. 2). Средняя пораженность древостоя в разных типах леса находится в диапазоне 27–33 % (при колебаниях от 2 до 94 % в черничнике, от 0 до 89 % в кисличнике и от 0 до 96 % в разнотравнике). Средняя высота прикрепления плодовых тел колеблется в интервале от 2,5 до 3,9 м. Среднее число плодовых тел на дереве составляет 3–4 штуки.

На рис. 2 представлены зависимости пораженности древостоев, произрастающих в разных условиях (типах леса), от возраста древостоя. Очевидно, что тип леса не оказывает влияние на зараженность древостоев. Этот вывод подтверждает и проведенный однофакторный дисперсионный анализ, в результате которого установлено, что влияние типов леса на распространенность осинового трутовика в осиновых древостоях минимально ($\eta^2 = 0,051$ или 5,1 %) и недостоверно.

Зависимость встречаемости гнили (y) от класса возраста (x) в разных типах леса может быть выражена в виде уравнений регрессии:

$$\text{для черничного типа леса} \\ y = 0,01x^2 - 0,88x + 28,89; r^2 = 0,88, S = 5,24$$

$$\text{для кисличного}$$

$$y = 0,01x^2 - 1,25x + 34,66; r^2 = 0,71, S = 7,38$$

для разнотравного
 $y = 0,02x^2 - 1,59x + 47,84; r^2 = 0,78, S = 6,75.$

Четкого влияния типов леса на распространённость осинового трутовика в Архангельской области нами выявлено не было.

Для наиболее объективной оценки мы провели двухфакторный дисперсионный анализ влияния типов леса и возраста на поражённость древостоев. Он подтвердил, что условия произрастания не оказывают существенного влияния на встречаемость осинового трутовика в осиновых древостоях (1,4 %). Влияние же возраста насаждений на заражённость древостоев сильное (88,6 %) и в высшей степени достоверное ($P = 0,999$). Суммарное действие этих факторов достоверно ($P = 0,95$), но все-таки наибольшую роль в распространённости играет возраст насаждений, а не тип леса.

На основании вышеизложенного можно утверждать, что типы леса насаждений осины в Архангельской области не оказывают решающего(существенной) влияния на поражённость древостоев ложным осиновым трутовиком [11]. Обследуя осиновые насаждения в других регионах, мы пришли к аналогичным выводам.

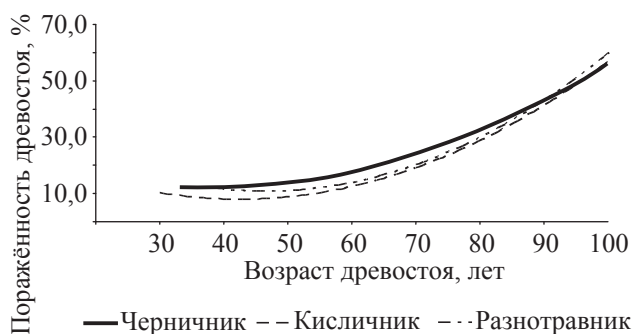


Рис. 2. График зависимости поражённости древостоя от его возраста по типам леса

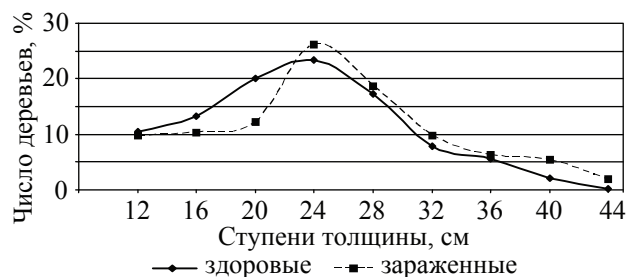


Рис. 3. Связь поражённости осины гнилью с толщиной деревьев внутри древостоя

Характеристика распространённости поражения в осиновых древостоях в VI–VII классах возраста по полнотам

Полнота	Значение	Характеристика распространённости поражения в древостое		
		поражённость древостоя, %	высота прикрепления ПТ, м	число ПТ на дереве, шт.
менее 0,5	мин.	16,9	1,6	2,8
	сред.	18,0	2,1	4,2
	макс.	19,0	2,7	5,5
0,6–0,7	мин.	5,6	0,0	0,0
	сред.	19,7	2,3	3,2
	макс.	47,4	4,5	4,6
более 0,8	мин.	5,3	1,5	1,5
	сред.	28,4	2,5	3,4
	макс.	84,2	3,5	7,0

Для изучения влияния полноты древостоя на его заражённость ложным осиновым трутовиком (табл. 3) были подобраны пробные площади в VI–VII классах возраста. В данных классах возраста уменьшается процент скрытой гнили, в больших количествах появляются плодовые тела на зараженных деревьях, а также они более широко представлены.

С увеличением полноты древостоя возрастает его поражённость (в среднем с 18 до 28 %), увеличивается высота прикрепления плодовых тел. Средние колебания количества плодовых тел на одном дереве составляют от 3,2 до 4,2 шт. и от полноты не зависят. Данный факт, возможно, объясняется тем, что в высокополнотных насаждениях больше угнетённых деревьев, более высокая влажность, которая способствует более быстрому прорастанию спор. Наши данные подтверждаются исследованиями ряда ученых [1, 7, 8].

Поражение осин гнилью связано с диаметром деревьев. Установлено, что средний диаметр древостоя как поражённой части (24,1 см), так и здоровой (23,6 см) одинаков. Данный вывод подтверждается и данными рис. 3, где представлено распределение деревьев по ступеням толщины здоровой и заражённой части древостоя, т.е. заражение происходит пропорционально

доле участия отдельных ступеней в составе древостоя.

Основываясь на полученных результатах исследования, лесному хозяйству можно порекомендовать своевременное (в III–IV классах возраста) проведение рубок ухода с целью понижения полноты осинового насаждения до 0,5–0,6 единиц.

Влияние рекреационной нагрузки на распространение деревьев с плодовыми телами ложного осинового трутовика нами выявлено не было. В более ранних работах мы отмечали отсутствие влияния низового пожара на распространение деревьев с плодовыми телами [5].

Нами установлено, что основными фактором, оказывающим влияние на зараженность осиновых древостоев Архангельской области, являются возраст и полнота древостоев, влияние остальных показателей (тип леса, подзона тайги и прочие) незначительно и статистически недостоверно.

Вместе с тем, интересным является установление влияния морфологических признаков осины (цвета коры, женские и мужские экземпляры, семенное или порослевое происхождение) на зараженность древостоев. Для этого были подобраны насаждения осины в VI–VII классах возраста и средней полнотой 0,6–0,7.

По цвету коры осину с давних пор разделяли на несколько морфологических форм. В последнее время выделяют четыре формы: светлокоруую, зеленокоруую, серокоруую и темнокоруую [10]. При проведении исследований на территории Архангельской области 92 % исследованных осиновых древостоев мы отнесли к серокорой форме и только 8 % осинников смогли идентифицировать как зеленокоруую форму. Пораженность зеленокоруой формы осины в среднем составила всего 5,5 %, что согласуется с литературными данными [9] о том, что светлокоруые и зеленокоруые формы осины более устойчивы к гнилевым болезням нежели серокоруые и темнокоруые.

В итоге, рассмотрев влияние лесоводственно-таксационных факторов и мор-

фологических признаков древостоев осины на распространенность в них ложного осинового трутовика, можно сделать вывод, что основные показатели (факторами) на изучаемой территории – возраст древостоя и его полнота. Морфологическая форма – цвет коры – также оказывает влияние на зараженность древостоя. Роль остальных показателей незначительна и статистически недостоверна.

Библиографический список

1. Алексеев, В.А. Лесоводственные особенности осинников-кисличников и близких к ним типов леса в связи с поражением осины сердцевинной гнилью: автореф. дисс. ... канд. биол. наук / В.А. Алексеев. – Л., 1970. – 14 с.
2. Алексеев, В.А. Влияние почвенно-грунтовых условий на зараженность осинников ложным осиновым трутовиком / Лесоводство, лесные культуры и почвоведение / В.А. Алексеев. // Межвуз. сб. науч. тр., 1975. – Вып. IV – С. 55–64.
3. Борисов, П.Н. Гниль осины и ее предупреждение / П.Н. Борисов // Лесное хозяйство и лесозащита. – 1936. – № 3. – С. 44–47.
4. Декатов, Н.Е. Выращивание деловой осины для спичечного производства / Н.Е. Декатов // Сб. тр. ЦНИИЛХ. – 1941. – Вып. 16.
5. Ежов, О.Н. Грибные заболевания в рекреационных древостоях подзоны средней тайги европейского Севера России / О.Н. Ежов // Грибы в природных и антропогенных экосистемах. Т. 1. – СПб., 2005. – С. 182–186.
6. Кочановский, С.Б. Некоторые физиологические особенности деревьев осины мужского и женского пола / С.Б. Кочановский // Лесоведение. – 1968. – № 2.
7. Кочановский, С.Б. Серцевинная гниль осины / С.Б. Кочановский. – Минск, 1976.
8. Мельников, Е.Г. Развитие сердцевинной гнили осины в связи с возрастом древостоев БССР: автореф. дисс. ... канд. с/х наук. / Е.Г. Мельников. – Минск, 1968. – 31 с.
9. Стороженко, В.Г. Пораженность осинников Костромской области ложным осиновым трутовиком / В.Г. Стороженко // Лесное хозяйство. – 1979. – № 10. – С. 54–55.
10. Стороженко, В.Г. Ведение хозяйства в осинниках / В.Г. Стороженко, Л.Е. Михайлов, С.Н. Багаев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 144 с.
11. Федоров, Н.И. Некоторые физиологические особенности осины в связи с поражением сердцевинной гнилью / Н.И. Федоров // Лесоведение и лесное хозяйство, вып. 2. – Минск: Высшая школа, 1969.

ВЛИЯНИЕ ВЕТРОВАЛОВ НА ДИНАМИКУ СООБЩЕСТВ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛЕСАХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ

А.В. ИСТОМИН, доц. Псковского ГПУ, канд. биол. наук

info@psksu.ru

Ветровалы, наряду с пожарами, наводнениями, засухами и некоторыми другими природными пертурбациями, принадлежат к числу мощных факторов естественного генезиса, вызывающих экологическую дестабилизацию среды. Дестабилизированные среды характеризуются повышенной экологической дифференцированностью и динамичностью многих процессов, нарушениями механизмов организованности и функционирования биологических систем разного уровня [8, 22]. Это обстоятельство определяет актуальность исследований по оценке ответных реакций биосистем на различные формы и масштабы экологической дестабилизации среды, в том числе связанные с воздействием катастрофических ветровалов.

В отечественной и зарубежной литературе ветровалам уделяется достаточно большое внимание [1–3, 7, 16, 26–30,]. Однако значительная часть выполненных исследований касается почвенного покрова и растительности. Подробных работ, посвященных изучению воздействия ветровалов и последующих сукцессионных смен на популяции и сообщества животных организмов, в том числе мелких млекопитающих, сравнительно немного [9, 10, 11, 19–22].

Ветровалы характерны практически для всей лесной зоны и вносят существенный вклад в общую динамику экосистем, изменяя нанорельеф, почвенный и растительный покров, микроклимат. Для естественных лесов всех климатических зон установлено образование окон в лесном пологом с последующим восстановлением в них леса. Демутационные циклы в окнах служат закономерным механизмом омолаживания древостоя, поддержания в нем разновозрастной структуры и биоразнообразия. Вывалы деревьев всегда являются результатом влияния ряда факторов (орографических, климатических, почвенно-гидрологических, биологических, хозяйственных), которые могут проявляться через

действия друг друга, что затрудняет установление главных [27].

Ветровальные процессы разного масштаба являются характерной особенностью динамики ельников южной тайги в центре Русской равнины [2–5, 18, 27, 30]. Изучали воздействие катастрофического ветровала на динамику сообществ и популяций мышевидных грызунов в лесных экосистемах Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника (ЦЛГПБЗ), который расположен на Главном Каспийско-Балтийском (Русском) водоразделе в трех административных районах Тверской области и занимает площадь 24415 га. Согласно схеме геоботанического районирования (Исаченко, 1980), этот регион относится к подзоне южной тайги. Растительный покров в основном представлен еловыми (47 % территории) и образовавшимися на их месте вторичными (32 %) лесами. Исторические и палеоэкологические исследования показали, что в течение последнего тысячелетия осваивались не более 15 % современной территории заповедника [17]. В настоящее время суммарная доля антропогенных местообитаний в границах собственно заповедного ядра составляет только 1,5 %. В пределах ближнего переноса также отсутствуют явные источники атмосферного загрязнения. Все это позволяет считать данную территорию эталоном естественных процессов южно-таежных экосистем Русской равнины.

Согласно архивным данным заповедника, периодичность ветровальных нарушений для данной территории достаточно высока: с 1931 г. (год создания заповедника) до настоящего времени произошло шесть крупных ветровальных нарушений древесного яруса. Например, после засух 1938–1939 гг. выпало около 15 % елового древостоя. В августе 1987 г. под воздействием сильного ветра в переувлажненных лесах произошел самый мощный за послед-

ние сорок лет массовый вывал древостоя, в результате которого, согласно материалам специального лесоустройства, 66 % лесной площади оказались поврежденными. Из них 15 % подверглись сильной степени разрушения (более половины ветровальных деревьев) или сплошному ветровалу (10 % – категория погибших насаждений). Наибольшее влияние на локализацию ветровалов оказали экспозиция территории, ее высота, контролируемое высотами перераспределение влаги, направление и скорость ветра, породный состав древостоя (Пузаченко, 2007). Больше всего пострадали осиновые (74,5 % площади всех осинников), еловые (72,3 % ельников) и березовые леса (65,7 %). Нарушению подверглись высокопродуктивные древостои богатых местообитаний, в том числе ельники неморальные и неморально-кисличные. Ураган 1987 г. стал мощным дестабилизирующим фактором, который привел к сокращению площади лесов, изменению возрастной структуры древостоев, снижению доли старовозрастных лесов и в целом прервал эволюционное развитие крупного лесного массива [18].

При подготовке статьи в качестве фактологической основы использованы материалы сборов 1988–1995 гг., выполненных автором на восьми участках леса (1–3 га) с очень сильной степенью повреждения и сплошных вывалах, образовавшихся в августе 1987 г. на месте неморальных ельников. В качестве контроля привлекали данные, полученные нами на семи незатронутых или слабо нарушенных ветровалом пробных площадях аналогичных экосистем. Основной метод сбора полевого материала – стандартные двухсуточные отловы мелких млекопитающих на стационарных ловушколиниях. Отловы производились трижды в течение полевого сезона (май, июль–август, октябрь). Одним из общепринятых подходов изучения структуры сообществ является концепция гильдии, т.е. группы видов, использующих совокупность ресурсов сходным образом [6]. В связи с этим традиционно принято разделять комплекс мелких млекопитающих на гильдии мышевидных грызунов и землероек. Объект исследования данной работы – гильдии мышевидных гры-

зунов. Общий объем использованного материала составил 5202 экз.

Рассматривали динамику видовой структуры и разнообразия сообществ грызунов на ранних стадиях послеветровальной сукцессии. Для большей репрезентативности сравниваемых выборок при анализе результатов объединяли материалы смежных пар лет, прошедших после вывала. Для оценки уровня разнообразия гильдий применяли наиболее распространенные показатели разнообразия: число видов, общий показатель разнообразия Шеннона-Уивера, выровненность видов по обилию Пилоу [23–25]. Общий показатель трофического разнообразия рассчитывали по числу особей в группах видов с разной пищевой специализацией (зеленоядные, семеноядные и животные, употребляющие смешанный корм). Для сравнения степени сходства видовой структуры гильдий использовали индекс Чекановского-Сьеренсена в форме b [25].

За указанный период в исследованных типах местообитаний (ненарушенные ельники и вывалы на разных стадиях демутации) всего зарегистрировано 11 видов мышевидных грызунов, из них 10 видов в ельниках, 9 видов – на вывалах (табл. 1). Дестабилизация среды массовыми ветровалами приводит к закономерным изменениям видовой структуры сообществ грызунов. Как уже неоднократно указывалось, сообщества мышевидных грызунов в неморальных еловых лесах с сомкнутым пологом чрезвычайно монодоминантны. На ранних стадиях демутации ветровалов снижается степень господства в структуре гильдий единственного доминанта рыжей полевки (*Clethrionomys glareolus* Schreb.) и повсеместно возрастает доля участия полевки-экономки, которая активно заселяет участки крупных вывалов уже в первый год после ветровального воздействия. Кроме этого, в зависимости от конкретного сочетания целого ряда факторов (специфики исходного сообщества, его изначальной мозаичности, размеров вывала, степени и характера нарушенности подроста, подлеска, элементов нижних ярусов растительности, почвенного покрова, степени сохранности и экологической специфики соседних участков, погодных условий и др.) на

некоторых свежих вывалах довольно многочисленные локальные популяционные группировки могут образовывать такие лесные виды, как малая лесная мышь (*Apodemus microps* (= *uralensis*) Kratochvil et Rosicky), темная (*Microtus agrestis* L.) и подземная (*Pitymys subterraneus* Sel.-Long.) полевки. Наличие на крупных ветровальных площадях с преобладанием неморальной структуры отдельных небольших по размеру парцелл бореального характера может приводить к увеличению роли в составе сообщества вывалов красной полевки (*Clethrionomys rutilus* Pall.), что и наблюдалось нами в отдельные годы на некоторых разрушенных участках. Логично полагать, что эта тенденция имеет больше шансов проявиться в том случае, если вывал граничит с зеленомошными ельниками, которые в значительно меньшей степени подверглись воздействию катастрофических ветровалов.

В целом указанные особенности в конечном итоге приводят к тому, что в сообществах грызунов, формирующихся на вывалах, значительно возрастают выравниваемость видов по обилию и общий показатель видового разнообразия (табл. 2). Аналогичным образом увеличивается показатель разнообразия, характеризующий трофическую структуру сообществ. В среднем разнообразие сообществ вывалов, измеренное разными способами, в два с лишним раза выше такового в ненарушенных неморальных ельниках. Повышение видового разнообразия ветровальных сообществ мелких млекопитающих отмечено также и некоторыми другими авторами [9, 20–22].

Для ненарушенных ельников в исследованный период времени характерно постоянное увеличение параметров разнообразия гильдий грызунов за счет компонента выравниваемости (рис. 1).

К 1994–1995 гг. показатели разнообразия изучаемых гильдий в эталонных ельниках выросли в 2–3 раза по сравнению с 1988–1989 гг. Для разнообразия ветровальных сообществ мышевидных грызунов был характерен несколько другой тип динамики. Наибольшие показатели видового разнообразия отмечены нами на 3–4 годы сукцессии

(рис. 1). Согласно литературным данным, именно на третий год послеветровальной сукцессии приходится максимум видового разнообразия травяно-кустарничкового яруса, когда популяции пионерных видов растений получают условия для массового развития [18]. Затем, в нашем случае, происходит некоторое снижение всех рассчитанных параметров разнообразия и на 7–8 лет послеветровальной демутации их значения, с одной стороны, становятся близкими самым начальным этапам сукцессии (1–2 г.), а с другой стороны, почти сравниваются с показателями разнообразия сообществ грызунов ненарушенных ельников. При этом весьма сходными становятся и видовые структуры гильдий (табл. 1). Максимальные и статистически значимые отличия также регистрируются на 3–4 года восстановления. Уровень различия видовых структур гильдий грызунов на 7–8 лет демутации и гильдий ненарушенных ельников не достоверен. На вывалах к этому времени степень монодоминирования рыжей полевки вновь возросла, а доля участия других видов сократилась. Тогда как в сообществах ельников тенденции носили обратный характер.

На построенной дендрограмме в единый кластер с достаточно высокими мерами сходства объединились сообщества ельников трех последовательных пар лет от начала исследований (1988–1989, 1990–1991, 1992–1993), охватывающих шестилетний период динамики (рис. 2).

Причем, несколько большая специфичность в этой группе характерна для сообществ ельников первых лет после воздействия катастрофического ветровала. Второй кластер с меньшими мерами сходства образуют сообщества грызунов ветровалов 5–6-летнего и 7–8-летнего возраста, и к ним примыкает сообщество ельников 1994–1995 гг., что соответствует по времени 7–8-летней стадии сукцессии. Наиболее отличными от других сравниваемых сообществ являются видовые структуры ранних стадий демутации (1–4). Минимальную степень присоединения к другим кластерам, а, следовательно, самую высокую специфичность имеет сообщество на стадии 3–4 лет после катастрофического ветровального воздействия.

Т а б л и ц а 1

Соотношение видов (в долях от единицы) в гильдиях мышевидных грызунов из ненарушенных неморальных ельников и участков сплошных вывалов в различные периоды исследований (в скобках указаны годы, прошедшие от начала демутации)

Виды грызунов	1988–1989 гг.		1990–1991 гг.		1992–1993 гг.		1994–1995 гг.	
	Ельники	Вывалы (1–2)	Ельники	Вывалы (3–4)	Ельники	Вывалы (5–6)	Ельники	Вывалы (7–8)
<i>Clethrionomys glareolus</i>	0,979	0,9213	0,9717	0,847	0,9585	0,8775	0,921	0,902
<i>Clethrionomys rutilus</i>	0,0012	0	0,0024	0,0035	0,0017	0,0245	0,035	0,024
<i>Microtus agrestis</i>	0,016	0,037	0	0,0356	0,0087	0,0098	0,011	0,006
<i>Microtus oeconomus</i>	0	0,0278	0	0,0285	0	0,0319	0,002	0,018
<i>Microtus arvalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pitymys subterraneus</i>	0,0012	0	0,0024	0,0142	0,0069	0,0098	0,007	0,012
<i>Apodemus microps</i>	0,0012	0,014	0,0165	0,0711	0,0242	0,0417	0,022	0,037
<i>Apodemus flavicollis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Apodemus agrarius</i>	0	0	0,0024	0	0	0	0,002	0
<i>Micromys minutus</i>	0	0	0,0024	0	0	0	0	0
<i>Myopus schisticolor</i>	0,0012	0	0	0	0	0	0	0
<i>Sicista betulina</i>	0	0	0,0024	0	0	0,0025	0	0
<i>Rattus rattus</i>	0	0	0	0	0	0,0025	0	0
Объем выборки, экз.	810	216	424	281	578	408	458	164
Число видов	6	4	7	6	5	8	7	6
Индекс различия видовых структур	0,062 ($P = 0,95$)		0,132 ($P = 0,99$)		0,081 ($P = 0,95$)		0,037 (н/д)	

Т а б л и ц а 2

Пределы и средние значения показателей разнообразия сообществ грызунов ненарушенных ельников и массовых ветровалов в 1988–1995 гг.

Показатели разнообразия	Ненарушенные ельники 1988–1995 гг.		Массовые вывалы 1988–1995 гг. (1–8 лет)	
	Пределы	Среднее	Пределы	Среднее
Общий показатель видового разнообразия	0,119–0,386	0,223	0,357–0,629	0,504
Общий показатель трофического разнообразия	0,101–0,211	0,159	0,313–0,525	0,383
Выравненность видов по обилию	0,067–0,199	0,122	0,257–0,351	0,285

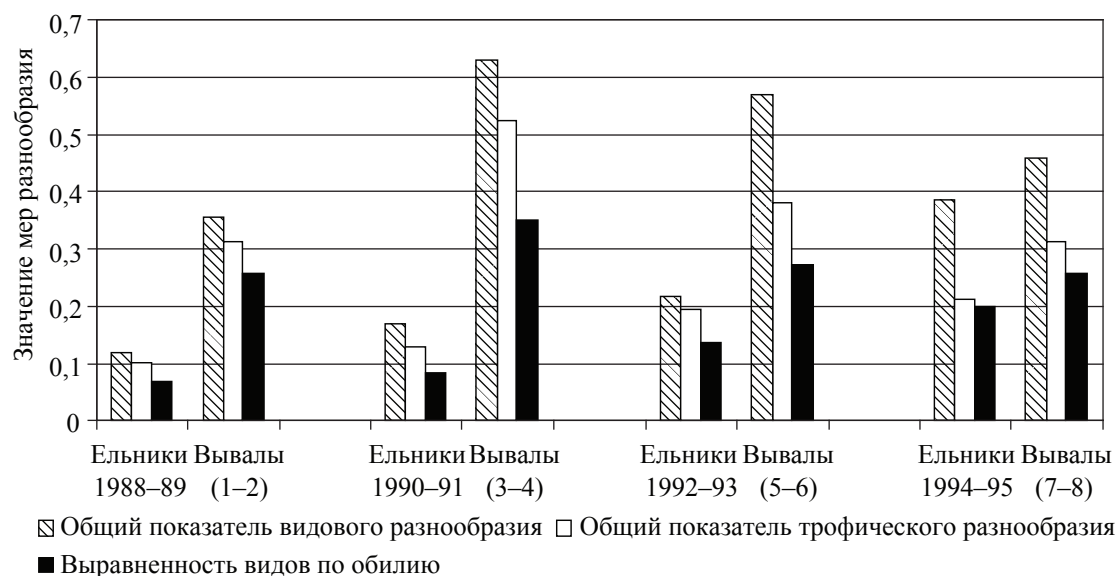


Рис. 1. Показатели видового и трофического разнообразия сообществ грызунов в коренных неморальных ельниках и на разных стадиях послеветровальной демутации (в скобках указаны годы, прошедшие после воздействия ветровала)

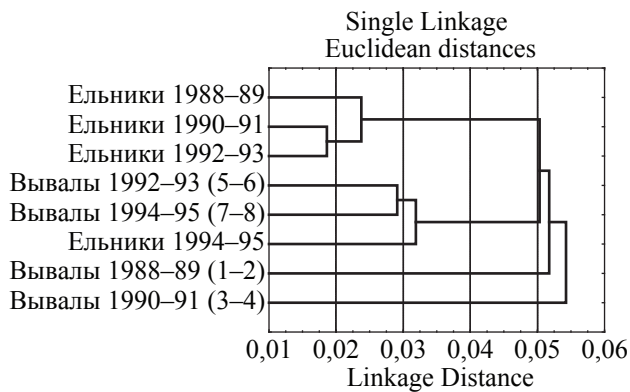


Рис. 2. Дендрограмма сходства видовых структур сообществ грызунов неморальных ельников и массовых ветровалов на разных стадиях демутации (в скобках указаны годы, прошедшие после ветровала)

Таким образом, на стадии свежих ветровальных участков средних и крупных размеров вслед за фитоценотическими перестройками происходят значительные изменения гильдий мышевидных грызунов, которые в первую очередь становятся более полидоминантными. Воздействие ветровалов на сообщества грызунов осуществляется через изменение экологической структурированности среды и ее ресурсных возможностей. Возрастание видового и структурного разнообразия сообществ происходит за счет компонентов выравненности. Максимальное видовое и структурное разнообразие отмечается на 3–4 годы демутации. Это определяется формированием на разрушенных участках ранних этапов послеветровального возобновления довольно многочисленных, но, как правило, эфемерных популяционных группировок ряда видов (прежде всего полевки-экономки, темной и подземной полевки, малой лесной мыши), которые в ненарушенных ельниках с сомкнутым пологом редки, а полевка-экономка практически не встречается. Реакция мышевидных грызунов на дестабилизацию среды, вызванную ветровалами, видоспецифична и определяется в большей степени экологическими особенностями и минимальными требованиями животных к условиям среды, а также возможностями их реализовать в конкретных сочетаниях большого числа указанных выше факторов. О неоднозначности реакций различных видов мелких млекопитающих на изменение усло-

вий среды, возникающих в результате ее дестабилизации техногенными и природными (ветровалы, пожары) факторами свидетельствуют результаты других авторов [20–22]. Поэтому в нашем случае, несмотря на весьма ограниченный пул лесных видов грызунов в ельниках южной тайги, вариантов формирования эфемерных послеветровальных сообществ с их участием может быть достаточно много, но всегда при сохранении доминирования рыжей полевки. Пространственная структура, динамика популяций и особенности микроэволюционных процессов второстепенных видов самым тесным образом связаны с существованием стадии «окон». Цикл колонизации свежих «окон» (иммиграция – рост численности – расцвет – эмиграция и вымирание) происходит очень быстро и реализуется для некоторых видов (например полевки-экономки) в течение 5–6 лет. Наличие достаточного количества свежих ветровальных участков, безусловно, является важным условием успешного выживания этих видов мышевидных грызунов в коренных еловых лесах южной тайги [10–15].

В целом режимы ветровальных нарушений, характер распределения и размеры элементов мозаичной структуры ранних сукцессионных стадий играют очень значимую роль в поддержании видового, структурного и генетического разнообразия сообществ мышевидных грызунов в южно-таежных лесах. Полученные результаты хорошо согласуются с современной лесной Гар-парадигмой, полагающей, что естественные леса представляют собой сукцессионную мозаику пятен, которые находятся на разных стадиях развития и обеспечивают их биоразнообразие и устойчивое существование. Направленность и скорость восстановительных сукцессий определяются сочетанием большого числа факторов, что в итоге приводит к формированию разномасштабной мозаичности, увеличению альфа- и бетаразнообразия сообществ, что и продемонстрировано в нашем случае на примере гильдий мышевидных грызунов [10].

Произошедшие изменения во многом определили ход дальнейшей динамики комплекса лесных экосистем заповедной территории. Одна из важнейших задач мониторин-

га природной динамики лесов, безусловно, должна заключаться в оценке характера и степени изменений, вызываемых ветровалами у различных компонентов экосистем, определении направленности и обратимости демутиационных процессов.

Полученные результаты свидетельствуют о высокой индикаторной значимости сообществ мелких млекопитающих в ходе мониторинга природных процессов, происходящих в естественных лесных экосистемах, в том числе в массиве Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника.

Библиографический список

- Бобров, А.А. Циклическая динамика сообществ еловых лесов в связи с единичными и групповыми вывалами / А.А. Бобров, Н.Ю. Гончарук, В.И. Желтухина, Е.Д. Коробов и др. // Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия. – СПб.: РБО, 1999. – С. 333–354.
- Васенев, И.И. Ветровал и таежное почвообразование / И.И. Васенев, В.О. Таргульян. – М.: Наука, 1995. – 247 с.
- Георгиевский, А.Б. Фаза окон коренных еловых лесов южной тайги / А.Б. Георгиевский // Бот. журн., 1992. – Т. 77. – № 6. – С. 52–62.
- Георгиевский, А.Б. Динамика растительности окон в ельниках черничниках южной тайги / А.Б. Георгиевский // Бот. журн., 1995. – Т. 80. – № 4. – С. 8–19.
- Георгиевский, А.Б. Динамика локальных нарушений (окон) в еловых лесах ЦЛГПБЗ / А.Б. Георгиевский // Комплексные исследования в ЦЛГПБЗ: их прошлое, настоящее и будущее. Тр. Центрально-лесного заповедника, вып. 4. – Тула, 2007. – С. 325–331.
- Джиллер, П. Структура сообществ и экологическая ниша / П. Джиллер. – М., 1988. – 184 с.
- Дмитриев, Е.А. Роль вывалов в формировании почвенного покрова в лесах / Е.А. Дмитриев, Л.О. Карпачевский, Е.Б. Скворцова // Генезис и экология почв Центрально-Лесного государственного заповедника. – М.: Наука, 1979. – С. 111–119.
- Залетаев, В.С. Экологически дестабилизированная среда: Экосистемы аридных зон в изменяющемся гидрологическом режиме / В.С. Залетаев. – М.: Наука, 1989. – 148 с.
- Зюсько, А.Я. Динамика видового состава и плотности популяций мышевидных (Micomammalia) на ветровальных площадях Урала и Швейцарии / А.Я. Зюсько, С.А. Мочалов, Р. Лессинг, П. Дуэли // Леса Урала и хозяйство в них. – Екатеринбург, 2001. – С. 76–82.
- Истомин, А.В. Влияние нарушений на видовое разнообразие мышевидных грызунов в южной тайге / А.В. Истомин // Видовое разнообразие млекопитающих в трансформированных экосистемах. Препринт 92.3, АН Украины, Ин-т зоологии. – Киев, 1992. – С. 29–40.
- Истомин, А.В. Роль стадии «окон» в поддержании разнообразия сообществ мышевидных грызунов в коренных еловых лесах южной тайги / А.В. Истомин // Биологическое разнообразие лесных экосистем. Всерос. совещ. – М., 1995. – С. 146–148.
- Истомин, А.В. Комплексная оценка биологического разнообразия охраняемых природных территорий лесной зоны / А.В. Истомин // Проблемы сохранения биоразнообразия Псковской области. – СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 1998. – С. 7–16.
- Истомин, А.В. Циклы колонизации пионерных видов и их роль в формировании генетического разнообразия. Циклы природы и общества / А.В. Истомин. – Матер. 7 междунар. конф. – Ставрополь, 1999. – С. 228–231.
- Истомин, А.В. Мелкие млекопитающие в мониторинге лесных экосистем / А.В. Истомин // Метод. рекомендации по ведению мониторинга на особо охраняемых природных территориях (на примере Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника). – М., 2005. – С. 65–113.
- Истомин, А.В. Влияние изменений климата и природных катастрофических явлений на биосистемы мелких млекопитающих / А.В. Истомин // Запад России и ближнее зарубежье: устойчивость социально-культурных и эколого-хозяйственных систем социально-экономического развития. Материалы межрегиональной общественно-научной конференции с международным участием. – Псков, 2005. – С. 91–98.
- Казенс, Д. Введение в лесную экологию / Д. Казенс. – М., 1982. – 144 с.
- Каримов, А.Э. Использование земель и воздействие на природу Центрально-Лесного заповедника (конец 16 – начало 20 вв.) / А.Э. Каримов, М.Б. Носова // Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия. – СПб.: РБО, 1999. – С. 299–310.
- Карпачевский, Л.О. Демутиационные процессы в нарушенных сплошными ветровалами еловых лесах / Л.О. Карпачевский, Е.Н. Кураева, Т.Ю. Минаева, Е.С. Шапошников // Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия. – СПб.: РБО, 1999. – С. 380–387.
- Кузнецова, И.А. Динамика состава населения полевок Висимского заповедника после ветровала 1995 года / И.А. Кузнецова // Териофауна России и сопредельных территорий (7 съезд Териологичес-

- кого общества). Мат. Междунар. совещания 6–7 февраля 2003 г. – М., 2003. – С. 186.
20. Лукьянова, Л.Е., Лукьянов О.А. Реакции сообществ и популяций мелких млекопитающих на техногенные воздействия. I. Сообщества / Л.Е. Лукьянова, О.А. Лукьянов // Успехи совр. биол., 1998. – Т. 118. – Вып. 5. – С. 613–622.
 21. Лукьянова, Л.Е., Лукьянов О.А. Реакции сообществ и популяций мелких млекопитающих на техногенные воздействия. II. Популяции (рыжая полевка как модель) / Л.Е. Лукьянова, О.А. Лукьянов // Успехи совр. биол., 1998. – Т. 118. – Вып. 6. – С. 694–707.
 22. Лукьянова, Л.Е., Лукьянов О.А. Экологически де-стабилизированная среда: влияние на население мелких млекопитающих / Л.Е. Лукьянова, О.А. Лукьянов // Экология, № 3. – 2004. – С. 210–217.
 23. Одум, Ю. Основы экологии / Ю. Одум. – М.: Наука, 1975. – 740 с.
 24. Одум, Ю. Экология / Ю. Одум. – Т. 2. – М.: Мир., 1986. – 376 с.
 25. Песенко, Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях / Ю.А. Песенко. – М.: Наука, 1982. – 285 с.
 26. Пузаченко, М.Ю. Ландшафтная приуроченность ветровалов в Центрально-Лесном заповеднике / М.Ю. Пузаченко // Комплексные исследования в ЦЛГПБЗ: их прошлое, настоящее и будущее. Тр. Центрально-Лесного заповедника. – Вып. 4. – Тула, 2007. – С. 304–324.
 27. Скворцова, Е.Б. Экологическая роль ветровалов / Е.Б. Скворцова, Н.Г. Уланова, В.Ф. Басевич. – М.: Лесная пром-сть, 1983. – 192 с.
 28. Спурр, С.Г. Лесная экология / С.Г. Спурр, Б.В. Барнес. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 480 с.
 29. Уланова, Н.Г. Восстановительная динамика растительности сплошных вырубков и массовых ветровалов в ельниках южной тайги (на примере европейской части России) / Н.Г. Уланова: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2006. – 46 с.
 30. Чередниченко, О.В. Последствия массовых ветровалов 1996 года: растительность на 7 год после нарушений ельника сложного / О.В. Чередниченко, Т.Ю. Минаева, Н.Г. Уланова, М.В. Андреева // Заповедники России и устойчивое развитие. Тр. Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника. Вып. 5. – Великие Луки: 2007. – С. 329–337.

ВКЛАД Ф.Х. МАЙЕРА В СТЕПНОЕ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ (К 225-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ФРАНЦА ХРИСТИАНОВИЧА МАЙЕРА)

М.Д. МЕРЗЛЕНКО, *проф. каф. лесных культур МГУЛ, д-р с.-х. наук,*
 А.Н. ПОЛЯКОВ, *проф. Международной славянской академии*

merzlenko@mgul.ac.ru



Началом степного лесоразведения на юге России считается 1843 г. – дата организации Велико-Анадольского лесничества, первым лесничим которого был известный русский лесовод В.Е. Графф. Однако еще ранее ему предшествовали такие пионеры степного лесоразведения, как И.Я. Данилевский, В.Я. Ломиковский, И.И. Корнис, В.П. Скаржинский. Акад. ВАСХНИЛ И.С. Мелехов к числу пионеров степного лесоразведения относил также и Ф.Х. Майера, которому удалось на черноземе (на территории нынешней Орловской области) развести ель, пихту, лиственницу, кедр, веймутову сосну, дуб, ильм и многие другие древесные породы [8]. Всего Ф.Х. Майером было создано более 100 га искусственного леса и посадок лесных пород.

Франц Христианович Майер был незаурядной фигурой первой половины XIX в. Он внес значительный вклад в развитие ле-

соводственной и сельскохозяйственной науки и практики. Он состоял действительным членом Императорского вольного экономического общества; Московского, Лебединского, Юго-Восточной России обществ сельского хозяйства и Тульского статистического комитета. Кроме того, являлся членом-корреспондентом Ученого комитета Министерства государственных имуществ, Императорских обществ сельского хозяйства южной России и Горыгорецкого земледельческого института, Московского общества любителей садоводства, Казанского экономического общества и других. Его по праву можно назвать и практиком, и ученым-экспериментатором.

Комитет лесоводства при Императорском обществе сельского хозяйства с самого начала существования избрал его своим почетным членом. После смерти Ф.Х. Майера Императорское вольное экономическое общество учредило в память покойного большую золотую медаль, которой наградились лица особо отличившиеся, в частности, в деле разведения и устройства лесов.

Франц Христианович Майер родился в 1783 г. в Ганновере, где его отец служил органистом в придворной церкви. Образование получил в придворном училище короля Георга III, затем обучался садоводству. Вскоре молодой Франц оказался настолько сведущим садовником, что был послан в 1801 г. ботаником Вендландом сопровождать в Россию партию экзотических растений, купленных графом А.К. Разумовским.

Так, в возрасте 18 лет он приезжает в Россию, имея цель найти возможность для занятия садоводством. Здесь принимает русское подданство и остается до конца своей жизни. По роду деятельности он выполнял много разносторонних работ, но самым любимым делом на протяжении почти 50 лет было лесоводство.

Первые посадки лесных деревьев он осуществил еще в 1806 г., будучи управляющим имения князя Б.А. Голицина (село Ломец и деревня Алексеевка Новосильского уезда Орловской губернии). Однако расцвет его лесоводственной деятельности начался с 1821 г. уже в период управления имением Шатиловых в селе Моховое того же уезда.

В 1839 г. в Моховом был устроен лесной питомник в долине р. Раковки, откуда вода поступала с помощью сконструированного Майером гидравлического насоса. Место для посадки вспахивалось. За плугом пускался углубитель его конструкции. Он разделял землю на гряды, которые с бороздой занимали ширину 3,55 м. Подготовка почвы под осадку велась так называемым обратным горным плугом конструкции Майера, запряженным двумя волами. В питомнике на семенных грядах получали всходы лесных пород, а их доращивание проводилось в так называемой школе до 3–6 лет. Дальнейший уход уже в культурах состоял в периодических прореживаниях в 10–15 лет.

Ф.Х. Майеру принадлежит заслуга создания образцового лесного питомника; рационального окультуривания искусственными лесами оврагов, балок и неудобных земель, сыгравших затем большую и важную противозерозионную роль; испытания групповых посадок дендрологического характера различных древесных пород и кустарников. В качестве приоритета следует назвать предложенный им способ посадки древесных растений в плужные борозды (столь важный в засушливом климате). Майером прекрасно показаны преимущества создания культур ели крупномерным посадочным материалом (2 + 2) по сравнению с посадкой сеянцев [6].

Моховое неоднократно посещалось видными лесоводами. Здесь бывали В.Т. Собичевский, М.К. Турский, В.Я. Добровлянский, М.Е. Ткаченко, А.В. Тюрин и др. В.Т. Собичевским здесь были заложены первые постоянные пробные площади. Величие посадок Майера спустя столетие поражает и современников. Так, по данным М.К. Гладышевского [3], лиственница сибирская в возрасте 130 лет достигает 40 м высоты и 75 см в диаметре на высоте груди; сосна веймутова в том же возрасте – соответственно 35 м и 75 см, ель – 37 м и 80 см. Пихта сибирская в возрасте 100 лет достигает 30 м высоты при 45 см в диаметре, а бальзамическая – 26 м высоты при 42 см в диаметре.

Ф.Х. Майером оставлено богатое литературное наследие в многочисленных периодических изданиях того времени. Им опубли-

ликовано и несколько монографий. В 1835 г. вышла в свет книга Ф.Х. Майера «Опыт сельского благоустройства» [4]. Она содержит большой раздел «Некоторые замечания о лесах». В нем даются начальные основы практического лесоводства; показывается, как правильно определить оборот рубки; описываются правила ведения хозяйства в высокоствольных и низкоствольных лесах; уделено внимание необходимости рубок ухода; даются практические советы об искусственном разведении лесов. Неоднократно на страницах раздела Майер призывает владельцев лесов чаще бывать в своих лесах и больше экспериментировать.

В 1850 г. в типографии Московского университета вышел в свет первый том полного собрания сочинений Ф.Х. Майера, в котором на 170 страницах довольно убогистого типографского текста опубликован труд «Лесоводство» [5]. Написан он на основании более чем 40-летнего опыта, и не только на поприще лесоводственных занятий Франца Христиановича в Орловской губернии, но и на его воззрениях на леса и лесное хозяйство Витебской, Смоленской, Калужской, Тульской, Московской, Владимирской, Нижегородской, Костромской, Пензенской и других губерний. На примере этой книги мы имеем образец практического отечественного лесоводства первой половины XIX в. И очень жаль, что эта книга почти до сих пор была не знакома широкому кругу лесных специалистов и лесных историков [9]. В этом немалая вина того факта, что столь ценная работа не попала в справочную книгу о литературе русского лесоводства, изданную в 1878 г. [2].

Повествование в «Лесоводстве» он начинает со значения леса и правильного хозяйствования в нем, знакомит читателя с природой и трудностями естественного восстановления лесов в желаемом для хозяйства направлении. Дает лесовладельцам советы по приведению лесных угодий в первоначальный порядок, при этом он подчеркивает значение обстоятельной плановой съемки лесных угодий с целью приобретения ясного представления о местонахождении леса, его качестве и возрасте, а также понятий о характере грунта. Раскрывает смысл форм хозяйс-

тва по происхождению леса (высокоствольное, низкоствольное, смешанное).

Обстоятельно описаны приемы выращивания главных лесных пород средней России, причем первостепенное внимание отведено дубу. Также он приводит описание прообраза коридорного способа культур дуба. При описании разных древесных пород и кустарников немало внимания уделено большой роли почвенных условий для успешного роста и качества древесины. В конце книги он передает свой практический опыт по устройству орошаемого питомника, приводит описание изобретенного им снаряда (земляного свертеля) для посадки саженцев по залежной земле.

Ф.Х. Майер широко передавал практический опыт лесовода, а саженцы его питомника удовлетворяли нужды многих лесхозов средней полосы России. К Майеру, например, приезжал для закупки лесных саженцев Лев Николаевич Толстой. Кроме того, он в 1857 г. консультировался с Францем Христиановичем по поводу с «Проекта по улучшению лесного хозяйства в казенных лесах» [1]. «Ясная, просторная голова» – вот какую характеристику в дневнике дал Ф.Х. Майеру Л.Н. Толстой.

Франц Христианович скончался летом 1860 г. на 77 году жизни и был похоронен И.В. Шатиловым в селе Моховом вблизи церкви. Майер так и не увидел выхода в свет последнего значительного труда о степном лесоводстве, публикация которого по непонятным для него причинам задержалась почти на два года. «Степное лесоводство» было напечатано в 3 и 4 томах трудов Вольного экономического общества за вторую половину 1860 г. [7]. Напечатано оно было за счет общества для безденежной раздачи хозяевам черноземных безлесных местностей. В 1861 г. этот труд был перепечатан в особом приложении к журналу «Сельское хозяйство».

В «Степном лесоводстве» обобщен почти 55-летний опыт Майера. Труд представляет собой прикладное учение по выращиванию леса в степных районах, основанное как на длительном опыте лесоводства, так и на знании разведения лесных пород в более южных районах (Воронежская и Харьковская губернии, Крым).

**Таксационно-лесоводственная характеристика постоянной пробной площади
в культурах лиственницы сибирской**

Возраст, лет	Состав по ярусам	D_{cp} , см	H_{cp} , м	$\sum G$, м ³ /га	Полнота	Класс бонитета	Число деревьев, шт./га деловых/дровяных	Запас м ³ /га деловых/дровяных
148	1. 10Л ед.Д,Лп, Кл, Е	50,4	408	66,4	1,17	Iб	333 / -	1051,9 / -
	2. 4ЕЗКлЗВ ед. Лп	19,7	20,1	5,6	0,1		262 / -	49,6 / -
156	1. 1Ол ед.Д,Лп, Кл,Е	52,5	42,6	68,1	1,19	Iб	319 / 14	1084 / 11,0
	2. 4Е4КлЗВ ед.Лп	20,3	20,4	5,9	0,1		226 / 36	51,6 / 5,2

В «Степном лесоводстве» читатель мог найти много практических советов как по созданию лесных культур, так и по выращиванию посадочного материала в питомнике. Первоочередным фондом создания лесных культур в степи он называет склоны оврагов и балки. Указывает на некоторые неприемлемые лесоводственные немецкие приемы для этих условий. Он пишет о перспективности быстрорастущих пород, о густоте посадки.

В 1998 г. А.Н. Поляковым впервые после В.Т. Собичевского было заложено 8 постоянных пробных площадей в Моховском лесничестве, одна из которых характеризует посадку Ф.Х. Майера. Повторные перечеты сделаны в 2006 г. с участием сотрудника ЛОД МСХА В.И. Слюсарева (таблица).

Таблица отражает эталонное насаждение, созданное посадкой в 1950 г. Это сложный двухъярусный древостой с полным преобладанием лиственницы сибирской с единичной примесью Д, Лп, Кл, Е. Относится к высшему Iб классу бонитета. Полнота определена по составленной мною таблице хода роста культур. К.Ф. Тюрмера для Московской области. Полнота свыше 1,0 показывает, что запас лиственницы, растущей в Моховом, заметно больше, чем в Подмоскovie. Запас стволовой древесины, равный 1084 м³/га, сопоставим с запасом лиственницы культур Ф.Г. Фокеля в Линдуловской роще (1069 м³/га) в возрасте 250 лет по данным А.Н. Полякова. Другой особенностью древостоя является отсутствие дровяных деревьев в I и II ярусах в 148 лет. Через 8 лет отпад в I ярусе составил 14 деревьев из низших ступеней толщины с запасом 11 м³/га, а во II ярусе 36 деревьев (главным образом вяза) с запасом 5,2 м³/га. Запас I яруса вырос

на 33 м³/га, а II яруса – на 2 м³/га. В подросте преобладает клен остролистный и совсем нет самосева и подрост лиственницы.

Говоря о лесных заслугах Ф.Х. Майера, следует отметить, что порой его практический и опытный по характеру труд приписывается последователям по Моховому. Здесь уместно напомнить, что продолжателем его работ по созданию лесных культур в Моховом И.Н. Шатилов приступил к их созданию только с 1864 г. [10]. Самым же лучшим памятником Ф.Х. Майеру является Моховое с его парком и рукотворными лесами.

Библиографический список

1. Васильев, П.В. Великий писатель и русский лес / П.В. Васильев // Лесное хозяйство, 1972. – № 11. – С. 75–80.
2. Вереха, П.Н. Литература русского лесоводства / П.Н. Вереха, А.Ф. Рудзкий. – СПб, 1878. – 208 с.
3. Гладышевский, М.К. Шатиловский лес / М.К. Гладышевский. – М.: изд-во МСХ РСФСР, 1959. – 47 с.
4. Майер, Ф.Х. Опыт сельского благоустройства, или полиции / Ф.Х. Майер. – М., 1835. – 372 с.
5. Майер, Ф.Х. Лесоводство. Полное собр. соч. Т. I. / Ф.Х. Майер. – М., 1850, С. 3–171.
6. Майер, Ф.Х. Полное собрание сочинений. Т. III. / Ф.Х. Майер. – М., 1854. – 371 с.
7. Майер, Ф.Х. Степное лесоводство // Труды Императорского вольного экономического общества, 1860 / Ф.Х. Майер. – Т. III. – С. 385–430; Т. IV. – С. 16–47.
8. Мелехов, И.С. Очерк развития науки о лесе в России / И.С. Мелехов. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 209 с.
9. Мерзленко, М.Д. Пионер степного лесоразведения (к 200-летию со дня рождения Ф.Х. Майера) / М.Д. Мерзленко // Лесной журнал, 1984. – № 4. – С. 122–123.
10. Шатилов, И.Н. Лесоразведение в с. Моховом / И.Н. Шатилов. – М., 1885. – 52 с.

Аксенов П.А., Коровин В.В. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ДРЕВЕСИНЫ ДУБА, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОНЬЯКА И БРЕНДИ.

Рассмотрены особенности химического состава древесины дуба и его влияние на качество алкогольной продукции.

Ключевые слова: древесина дуба, производство коньяка, производство бренди, химия древесины.

Aksenov P.A., Korovin V.V. CHEMICAL COMPOUND OF WOOD OF AN OAK USED FOR MANUFACTURE OF COGNAC AND BRANDY.

Features of a chemical compound of wood of an oak and his influence on quality of alcoholic production are considered.

Брынцев В.А. СИСТЕМНО-ДИНАМИЧЕСКИЙ ПОДХОД КАК НОВАЯ НАУЧНАЯ ПАРАДИГМА.

Дана краткая история системно-динамического подхода, основные понятия, свойства, примеры динамических систем. Показано, что динамические системы перспективны для моделирования таких процессов, как рост, развитие, появление подсистем, смена траекторий развития, градация и деградация. Данные возможности вытекают из свойств динамических систем.

Ключевые слова: динамические системы, моделирование биологических процессов, методология науки.

Bryntsev V.A. SYSTEMATICALLY-DYNAMIC POINT OF VIEW AS A NEW SCIENTIFIC PARADIGM.

Here you can find the short story of systematically– dynamic point of view, the fundamental ideas, characteristics, some examples of dynamic systems. It shows that dynamic systems are perspective for modulation such process as growth, development, appearance of undersystems, changing of movement ways, gradation and degradation. These abilities come from the characteristic of dynamic systems.

Коровин В.В., Курносков Г.А. СТРУКТУРНЫЕ АНОМАЛИИ: СЛУЧАЙНОСТЬ ИЛИ ...

В статье сделана попытка выяснить, есть ли закономерность в структурных изменениях стебля древесных растений при аномальном росте. Обсуждается связь аномальных изменений с изменениями, возникшими в процессе эволюции.

Ключевые слова: аномальные древесины, генетика, эволюция.

Korovin V.V., Kurnosov G.A. Structural Of Anomaly: Accident Or ...

In article attempt to find out is made, whether there is a law in structural changes of a stalk of wood plants at abnormal growth. Connection of abnormal changes with the changes which have arisen during evolution is discussed.

Романовский М.Г. РАСТИТЕЛЬНЫЙ ПОКРОВ И СЕЗОННЫЕ КОЛЕБАНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ CO₂ В АТМОСФЕРЕ.

Последние (2007 г.) публикации Ю.А. Израэля и И.Н. Кургановой с соавторами позволяют рассчитывать параметры изменений сезонной концентрации углекислого газа атмосферы, которые в северных областях превышают 7 %. Грубый подсчет показывает, что амплитуда сезонных изменений концентрации углерода атмосферы очень связана с фотосинтезом растений лесных и травянистых растительных сообществ в полосе 30°–80° северной широты. Однако не столько фотосинтез, сколько отсроченная зимняя эмиссия из почвы приблизительно 2 т углерода на га за зиму обуславливает сезонные колебания концентрации CO₂ в атмосфере.

Ключевые слова: баланс углекислоты, глобальное потепление, физиология растений, экология.

Romanowsky M.G. PLANT COVER AND THE SEASONAL CHANGES OF CARBON CONCENTRATION IN ATMOSPHERE.

The recent (2007) publications of Yu. A. Izrael et al. and I.N. Kurganova et al. let us overcount the parameters of atmosphere carbon dioxide concentration seasonal changes which in the northern regions exceed 7 %. Rough calculation shows that amplitude of seasonal changes of atmosphere carbon are tightly connected to plant photosynthesis and areas of the forest and grassy plant communities in the 30°-80° n. l. belt. But not photosynthesis itself, but delayed winter emission from soil of approximately 2 t C yr⁻¹ lead to winter growth of C.

Романовский М.Г., Коровин В.В., Румянцев Д.Е. ФОРМИРОВАНИЕ ГОДИЧНОГО КОЛЬЦА ДРЕВЕСИНЫ И ДЫХАНИЕ СТВОЛА У СОСНЫ И ДУБА.

Дан аналитический обзор исследований формирования годичного кольца, которое рассматривается как автоматический процесс, определяемый преимущественно внутренними условиями дерева и видоспецифичными правилами дифференциации и роста клеток. Особое внимание уделено формированию клеточных стенок в связи с плотностью древесины. Мы попытались описать порядок образования клеток в камбиальной зоне и определить число клеток в партиях, выходящих из нее для дифференциации партиями (по ~8).

Ключевые слова: годичные кольца, формирование древесины, дыхание растений, экология растений.

Romanovskiy M.G., Korovin V.V., Rumyancev D.E. SHAPING ANNUAL RING TREE AND BREATHING OF THE STEM BESIDE PINES AND OAK.

The article gave an analytic review on tree ring formation in pine and oak trees. We have considered yearly wood growth as automatically process directed by the tree inner conditions and the species laws of cell growth and differentiation. We especially analyze cell walls formation in connection with wood specific density. The cell coming from the cambium zone to differentiation is organized by parties of ~ 8.

Стасова В.В., Скрипальщикова Л.Н., Татаринцев А.И., Грешилова Н.В., Зубарева О.Н. СТРОЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРОВОДЯЩИХ И ЗАПАСАЮЩИХ ТКАНЕЙ В СТВОЛАХ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В АНТРОПОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ЭКОСИСТЕМАХ.

Под воздействием длительных техногенных и рекреационных нагрузок в стволах сосны обыкновенной происходит снижение активности деления камбиальных клеток, особенно в сторону ксилемы, а также его продолжительности, что приводит к существенному уменьшению ширины годичных приростов. При этом уменьшаются радиальные размеры трахеид и толщина стенок клеток поздней древесины. Во флоэме эта тенденция выражена в меньшей степени, в результате чего достоверно уменьшается соотношение ксилемных и флоэмных клеток, образованных камбием за сезон.

Ключевые слова: годичные кольца, формирование древесины, физиология растений.

Stasova V.V., Skripalshikova L.N., Tatarintsev A.I., Greshilova N.V., Zubareva O.N. STRUCTURE AND DEVELOPMENT OF CONDUCTIVE AND STORAGE TISSUES IN PINUS SYLVESTRIS STEMS IN ANTHROPOGENIC DISTURBED ECOSYSTEMS.

Under the influence of prolonged technogenic and recreational loads in *Pinus sylvestris* stems the decreasing of cambial cell divisions occurs, especially to xylem side, and its duration, that leads to considerable decrease of annual increment widths. Tracheid radial diameters and latewood cell wall thickness were reduced too. In phloem this tendency was also expressed, but in less degree, than in xylem, that resulted in significant diminishing of ratio of xylem and phloem cells produced by cambium during vegetation season.

Матвеев С.М., Таранков В.И., Акулов В.В., Мельников Е.Е. НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕНДРОИНДИКАЦИИ СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ.

Представлены результаты дендроиндикации воздействия антропогенных факторов различных видов на лесные экосистемы Центральной лесостепи: загрязнения атмосферы, рекреации, рубки ухода,

создания водохранилищ. Показана возможность использования дендрохронологического метода для моделирования пожароопасных сезонов, индикации сукцессионных смен. Обозначены задачи продолжающихся исследований.

Ключевые слова: дендрохронология, лесоводство, биоиндикация.

Matveev S.M., Tarankov V.I., Akulov V.V., Melnikov E.E. SOME DIRECTIONS AND RESULTS OF DENDROINDICATION OF CONDITIONS OF WOOD ECOSYSTEMS IN THE CENTRAL FOREST-STEPPE.

Results of dendroindication of influences of anthropogenous factors on wood ecosystems of the Central forest-steppe are presented in article: pollution of an atmosphere, a recreation, cabins of leaving, creation of a water basin. The opportunity of dendrochronology method for modelling fire-dangerous seasons, and also to indication succession changes, is shown. Problems of proceeding researches are designated.

Румянцев Д.Е. ПРЕДЫСТОРИЯ ДЕНДРОХРОНОЛОГИИ.

В статье рассматриваются начальные этапы накопления научных знаний об изменчивости годичных колец ксилемы.

Ключевые слова: дендрохронология, лесоводство, история науки.

Rumyantsev D.E. PREHISTORY OF DENDROCHRONOLOGY

Initial stages of scientific knowledge about tree rings are described in the article.

Румянцев Д.Е., Александрова М.С., Николаев Д.К. СОПРЯЖЕННОСТЬ В КРАТКОВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ШИРИНЫ РАННЕЙ И ПОЗДНЕЙ ДРЕВЕСИНЫ В ГОДИЧНЫХ КОЛЬЦАХ ЛИСТВЕННИЦ В УСЛОВИЯХ ПОДМОСКОВЬЯ.

В статье на материале хронологий по разным видам лиственницы, произрастающей в условиях Подмоскovie, рассматривается сопряженность в изменчивости ширины слоя ранней и поздней древесины. Показано, что в отдельных случаях ширина слоя ранней древесины тесно связана с шириной слоя поздней древесины и не демонстрирует связи с погодными условиями в период формирования поздней древесины.

Ключевые слова: дендрохронология, дендроклиматология, физиология растений, экология растений.

Rumyantsev D.E., Aleksandrova M.S., Nikolaev D.K. CONJUGACY AT SHORT-TERM VARIABILITY OF SUMMERWOOD AND LATEWOOD WIDTH AT LARCHES TREE RINGS AT MOSCOW REGION.

At the base of larches chronologies from Moscow region the conjugacy at short-term variability of summerwood and latewood width at tree rings is considered. It was shown, that at some case the width of latewood is associate with summerwood width and does not relate with climate at the time of latewood forming.

Кухта А.Е. ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ОСАДКОВ НА ГОДИЧНЫЙ ЛИНЕЙНЫЙ ПРИРОСТ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ НА БЕРЕГАХ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА.

Рассмотрены зависимости линейного прироста сосны сухих, свежих и влажных биотопов от рядов климатических переменных вегетационного сезона в государственном природном Кандалакшском заповеднике и в комплексном заказнике «Полярный круг». Не обнаружено сходных для всех местообитаний откликов приростов на температуры. В свежих биотопах также не отмечено сходных для двух исследованных территорий откликов на климатические факторы. Сделан вывод, что для древостоев сухих и влажных местообитаний лимитирующим прирост фактором является водный стресс.

Ключевые слова: линейный прирост, физиология растений, экология растений, лесная метеорология.

Kuhta A.E. THE TEMPERATURE AND PRECIPITATION EFFECTS ON THE ANNUAL LINEAR SCOTCH PINE INCREMENT ON THE BANKS OF KANDALAKSHA BAY.

The dependence of Scotch pine linear increment on climatic parameters was considered. The investigation took place on the territories of Kandalaksha state nature reserve and the complex wildlife reserve «Polar circle». Arid, fresh and wet biotopes were investigated. No similar for all habitats interrelations between increment and temperatures were found out. Also no analogous increment responses to meteorological factors in fresh sites was noticed. The conclusion was made that the limiting factor for Scotch pine growth in wet and arid biotopes is a water stress.

Пугачева Е.С. ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ КАМЕННОЙ БЕРЕЗЫ (BETULA ERMANNI CHAM.) НА ЮЖНОЙ КАМЧАТКЕ.

Статья посвящена вопросу влияния климатических факторов на радиальный прирост каменной березы в условиях Южной Камчатки. Для выявления лимитирующих факторов произрастания каменной березы были использованы данные по осадкам и температуре, полученные на метеостанции Петропавловск-Маяк, которая расположена в районе пробных площадей. В ходе исследования была выявлена статистически значимая связь между приростом березы и температурами вегетационного сезона текущего года (май–сентябрь). Возможно применение результатов данного исследования в реконструкции климатических условий в данном регионе.

Ключевые слова: дендрохронология, дендроклиматология, физиология растений, экология растений.

Pugacheva E. S. TREE-RING ANALYSES OF STONE BIRCH (BETULA ERMANNI CHAM.) IN SOUTH KAMCHATKA, RUSSIA.

We analyzed tree-ring width and constructed chronology, using cross dating analysis of Stone Birch, collected in South Kamchatka in 2006. Ring width chronologies were correlated with mean monthly temperature and precipitation, recorded at the meteorological station Petropavlovsk Mayak. Statistically significant correlation with mean temperature of June to September is found. This model can be useful for warm period temperature reconstruction in Southern Kamchatka. The chronology can be used as well for cross-dating of wood often found in volcanic sediments in this region.

Обыденников В.И., Тибуков А.В. ДИНАМИКА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В ЕЛЬНИКАХ ПОСЛЕ СПЛОШНЫХ РУБОК АГРЕГАТНОЙ ТЕХНИКОЙ.

В статье приведены основные результаты 32-летних лесоводственных исследований на площадях сплошных рубок агрегатной техникой.

Ключевые слова: сплошные рубки еловые леса, типология вырубок.

Obydennikov V.I., Tibukov A.V. THE DINAMIC OF PLANT COVER IN FIR FORESTS AFTER CLEAR CUTTING WITH AGREGATE TECHNIQUE.

The results of 32-Year investigation of forestry-ecological consequences of cutting with using of aggregate technique are given in the article.

Соболев А.Н., Феклистов П.А. НАПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ В РАЗЛИЧНЫХ ТИПАХ ЛЕСА СОЛОВЕЦКОГО АРХИПЕЛАГА И ЕГО ИЗМЕНЕНИЕ ПОД ВЛИЯНИЕМ РЕКРЕАЦИИ.

В работе произведена оценка видового разнообразия напочвенного покрова в различных типах леса Соловецкого архипелага. Изучено его изменение по стадиям дигрессии. По результатам исследований отмечено низкое видовое разнообразие, высокая выравненность состава фитоценозов. В то же время умеренные рекреационные воздействия на напочвенный покров увеличивают его видовое разнообразие.

Ключевые слова: напочвенный покров, Соловецкий архипелаг, рекреация, экология растений.

Sobolev A.N., Feklistov P.A. SOIL COVER IN VARIOUS TYPES OF A FOREST ON THE SOLOVKI ARCHIPELAGO AND ITS CHANGE UNDER THE INFLUENCE OF RECREATION.

In work the estimation of a species diversity of a soil cover in various types of a forest on the Solovki archipelago is made. Its change on stages digression is investigated. By results of researches is marked low species diversity, high uniformity of structure phytocenosis. In too time the moderate recreational influences on a soil cover increase its species diversity.

Торбик Д.Н., Феклистов П.А. ВЛИЯНИЕ ОБНОВИТЕЛЬНЫХ РУБОК УХОДА НА НЕКОТОРЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МИКРОКЛИМАТА В ЕЛЬНИКАХ ЧЕРНИЧНЫХ.

Дана оценка изменений экологических факторов после проведения обновительных рубок ухода в ельниках черничных северной подзоны тайги. Приведены сведения об освещенности, температуре и влажности воздуха.

Ключевые слова: рубки ухода, микроклимат, лесная метеорология.

Torbik D.N., Feklistov P.A. INFLUENCE OF CABINS OF CARE ON SOME ELEMENTS OF THE MICROCLIMATE IN FIR GROVES BILBERRY.

The estimation of changes of ecological factors after realization of cabins of care in fir groves bilberry of northern subzone of a taiga is given. The items of information on light exposure, temperature and humidity of air are given.

Мельник П.Г., Смирнов И.Н., Камышова Л.В. 90-ЛЕТНИЙ ОПЫТ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ КУЛЬТУР СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В БУЗУЛУКСКОМ БОРУ.

Приводятся результаты изучения географической изменчивости сосны обыкновенной в Бузулукском бору, расположенном в Самарской и Оренбургской областях. В Бузулукском бору заложено две серии опытов с географическими культурами сосны обыкновенной в 1914–1916 гг. и в 1976 г., в общей сложности создано пять объектов. К настоящему времени сохранились два объекта, на которых можно получить достоверную информацию о росте и продуктивности испытываемых климатипов. На объекте 88-летних географических культур наилучшими результатами роста характеризуется сосна из Черниговской, Казанской, Пермской и Владимирской губерний. По результатам выращивания 30-летних географических культур сосны обыкновенной в Красно-Зорькинском лесничестве Самарской области отличные и хорошие показатели роста и продуктивности имеют климатипы: №№ 25 Латвийский, 37 Киевский, 38 Сумской, 48 Костромской, 50 Рязанский, 56 Воронежский, 57 Пензенский, 62 Волгоградский, 67 Удмуртский, 83 Бузулукский, 86 Новосибирский, 123 Кустанайский и 125 Семипалатинский.

Ключевые слова: географические культуры, Бузулукский бор, сосна обыкновенная, история науки.

Melnik, P.G. Smirnov I.N., Kamishova L.V. 90 year old EXPERIENCE OF COMMON PINE GEOGRAPHICAL CULTURE IN THE BUZULUK CONIFEROUS FOREST.

Results of the Common pine geographical variability in the Buzuluk coniferous forest situated in the Samara and Orenburg regions are given in the paper. There have been two series of experiments with the Common pine geographical cultures in 1914–1916 and in 1976, overall there have been created 5 objects. Only 2 of them are well preserved for now, they could give reliable information on growth and productivity of climatotypes tested. At the 88 year old object of geographical cultures pines from Chernigovskaya, Kazanskaya, Permskaya and Vladimirskaaya are characterised by the best growth results. Results of growing the Common pine geographical cultures in the Krasno-Zorkinsky forest district, the Samara region, the following climatotypes have good and the best results of growth and productivity: №№ 25 Latviysky, 37 Kievsky, 38 Soomsky, 48 Kostromskoy, 50 Riazansky, 56 Voronezhsky, 57 Penzensky, 62 Volgogradsky, 67 Udmurtsky, 83 Buzuluksky, 86 Novosibirsky, 123 Kustanaisky and 125 Semipalatinsky.

Корчагов С.А., Грибов С.Е., Клюквина Н.А., Авдеев Ю.М., Щекалев Р.В. ВЛИЯНИЕ РУБОК УХОДА, ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ И ИХ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ В КУЛЬТУРАХ.

В лесных культурах сосны рассмотрены показатели макростроения и физические свойства древесины, формирующейся после проведения рубок ухода, внесения удобрений и их комплексного применения. Выявлено, что проведение уходов вызывает увеличение средней ширины годичного слоя, уменьшение процента поздней древесины и плотности, то есть снижает качество древесины средних для насаждения деревьев.

Ключевые слова: качество древесины сосны, лесные культуры, рубки ухода, удобрения.

Korchagov S.A., Gribov S.E., Klukvina N.A., Avdeeva U.M., Schekalev R.V. IMPACT OF ENVIRONMENTAL CUTTING, FERTILIZER APPLICATION AND THEIR INTEGRATED UTILIZATION ON PINE WOOD PROPERTIES IN FOREST CULTURE.

In wood cultures of a pine parameters of a macrostructure and physical properties of the wood formed after carrying out of cabins of leaving, application of fertilizers and their complex application are considered. It is revealed, that carrying out уходов causes increase in average width of a year layer, reduction of percent of late wood and density, that is reduces quality of wood of averages for planting trees.

Рунова Е.М., Куникеева А.А. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ СОСНОВО-ЛИСТВЕННИЧНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПРИАНГАРЬЯ.

В данной статье рассмотрены особенности формирования смешанных древостоев из сосны и лиственницы на различных возрастных этапах в наиболее распространенных типах леса.

Ключевые слова: сосново-лиственничные леса, Приангарье, лесоводство.

Runova E.M., Kunikeeva A.A. SOME FEATURES OF GROWTH AND DEVELOPMENT PINE-LARCH STANDS IN PRIANGARYE.

In this article reviewed particularly the formation of mixed stands of pine and larch at various stages of age in most common types of forests.

Царев А.П., Лаур Н.В. СЕЛЕКЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ.

Представлены результаты исследований генетической оценки плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), проведенных в 17–19-летних испытательных культурах, заложенных в Петрозаводском лесхозе (Республика Карелия) Ф. А. Чепиком. Предварительно выделены перспективные плюсовые деревья, которые могут быть использованы при создании лесосеменных плантаций 2-го поколения.

Ключевые слова: лесная селекция, плюсовые деревья, сосна обыкновенная.

Tsarev A. P., Laur N.V. THE GENETIC EVALUATION OF SCOTS PINE PLUS TREES.

The results of genetic evaluation of *Pinus sylvestris* L. plus trees received by investigation of 17-19 years age offspring in testing plantation created in Petrozavodsk forest district (Republic Karelia) by F. A. Chepic are presented. There were selected preliminary the perspective plus trees that could be use in seed orchards of second generation.

Погиба С.П., Соколова Т.А., Ермакова Н.А. АНАЛИЗ ГИБРИДОВ СИРЕНИ СЕЛЕКЦИИ О.Е. НИКОЛАЕВОЙ.

Проведена оценка гибридов сирени селекции О.Е. Николаевой по комплексу признаков: цвету и форме соцветий, их параметров (длина, ширина), диаметру и форме цветка, форме и количеству лепестков, параметру листовой пластинки (длина, ширина, число пар жилок), срокам цветения, аромату. Кандидатами в сорта выделено 10 перспективных гибридов.

Ключевые слова: гибридизация растений, сирень обыкновенная, селекция.

Pogiba S.P., Sokolova T.A., Ermakova N.A. ANALYSES OF LILAC (SYRINGA) HYBRIDS FROM O.E. NIKOLAEVA SELECTION.

Evaluation of lilac (*Syringa*) hybrids from O.E. Nikolaeva selection was carried out under the following attributes: color and shape of inflorescences, their parameters (length, width), diameter and shape of the flower, shape and number of petals, parameters of lamina (length, width, number of leaf vein pairs), blossom time, and odor. Ten perspective hybrids were selected as potential cultivars.

Терехова Е.Ю. КРАТКИЙ ОБЗОР И ИСТОРИЯ ИЗУЧЕНИЯ СИСТЕМАТИКИ РОДА ACER L.

Род Асег является одним из самых обширных и важных среди древесных растений. Его классификации основаны как на современных научных методах (например, хемотаксономия), так и на методах, используемых еще столетия назад, начиная с Ф. Пах (1885). Некоторые вопросы таксономии рода до сих пор остаются без ответа, а некоторые проблемы все еще открыты для дебатов.

Ключевые слова: клен, систематика растений, история науки.

Terehova E.U. THE SYNOPSIS AND HISTORY OF THE STUDY OF THE SYSTEM OF THE SORT ACER L.

The genus *Acer* holds a proud place among the largest and most important woody genera. This classifications are based on recent and sensitive scientific techniques (for example, chemitaxonomy), as well as one century of research and classification, starting with F. Pax (1885). Some questions naturally remain unanswered, however, and other are still open to debate.

Садакова Т.А. РОЛЬ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В ФОРМИРОВАНИИ ТРАДИЦИОННЫХ ВЕРОВАНИЙ СЛАВЯН.

В статье рассматривается роль лесных экосистем в формировании традиционных верований славян.

Ключевые слова: лесной ландшафт, язычество славян, экологическое просвещение.

Sadakova T.A. THE ROLE OF FOREST ECOSYSTEMS AT SLAVONIC PAGAN RELIGION FORMING.

The Role of forest ecosystems at Slavonic pagan religion forming is discussed at the article.

Евменова А.В. ПРОБЛЕМА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОГРАНИЧЕННОГО КОЛИЧЕСТВА ВИДОВ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВЫХ РАСТЕНИЙ В ОЗЕЛЕНЕНИИ МОСКВЫ.

Проведен анализ ассортимента древесно-кустарниковых растений, выращиваемых в подмосковных питомниках для озеленения Москвы. Показана нежелательность выращивания растений иностранного происхождения. Предложены меры по улучшению ситуации.

Ключевые слова: озеленение городов, интродукция растений, ландшафтная архитектура.

Evmenova A.V. PROBLEM OF THE USE OF THE LIMITED AMOUNT OF TYPES OF WOOD-SHRUBS PLANTS IN PLANTING OF GREENERY IN THE CONDITIONS OF MOSCOW.

The analysis of assortment of the wood-shrubs plants reared in Moscow suburbs nurseries for planting of greenery of Moscow is conducted. The undesirability of growing of plants of foreign origin is shown. Measures are offered on the improvement of situation.

Котова А.В. ОБСУЖДЕНИЕ ПРИНЦИПОВ РЕКОНСТРУКЦИИ БОТАНИЧЕСКОЙ ЭКСПОЗИЦИИ РОДА ТУЯ НА ТЕРРИТОРИИ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА РАН.

В статье рассматривается опыт интродукции рода туя (*Thuja L.*) в условиях европейской части России. Обсуждается история создания и перспективы развития экспозиции рода туя на территории Главного ботанического сада РАН.

Ключевые слова: озеленение городов, интродукция растений, ландшафтная архитектура.

Kotova A.V. THE DISCUSS OF THE MAIN Principles FOR THUJA EXPOSITION RECONSTRUCTION AT THE MAIN BOTANICAL GARDEN OF RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCE.

The experience of Thuja L. introduction at the European part of Russia is considered at the article. The history and the prospects of development landscape exposition of Thuja L. at the Main Botanical Garden of Russian Academy of Sciences are discussed.

Дегтева С.В., Железнова Г.В., Косолапов Д.А., Мартыненко В.А., Пыстина Т.Н., Шубина Т.П. ФЛОРА, ЛИХЕНО- И МИКОБИОТА ЕЛЬНИКОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ.

В статье приведены итоги многолетних исследований флористических комплексов сосудистых растений и мохообразных, биот лишайников и афиллофороидных грибов, характерных для еловых лесов европейского северо-востока России. В ельниках региона выявлено 266 видов сосудистых растений, 223 вида листостебельных мхов, 328 видов лишайников и 236 видов древоразрушающих грибов. Показано, что фитоценозы этой формации наиболее богаты мхами, лишайниками и афиллофороидными макромицетами. Массивы девственных и старовозрастных ельников могут рассматриваться как ключевые участки, важные для поддержания разнообразия споровых организмов таежного биома. В еловых лесах обитают ценопопуляции 99 редких видов растений, лишайников и грибов.

Ключевые слова: еловые леса, биоразнообразие, лишайнобиота, микробиота.

Degteva S.V, Zheleznova G.V, Kosolapov D.A, Martynenko V.A, Pystina T.N, Shubina T.P FLORA, LICHENS AND APHYLLOPHOROID FUNGI OF THE SPRUCE FORESTS OF THE EUROPEAN NORTH-EAST OF RUSSIA.

The data about species composition of vascular plants, mosses, lichens and aphylloroid fungi of spruce forests of the European North-East of Russia are discussed. In spruce forests of the region 266 species of vascular plants, 223 species of mosses, 328 species of lichens and 236 species of aphylloroid fungi have been found. Among them 99 species, which were included into the Red Data Book of the Komi Republic. Communities of Norway spruce (*Picea obovata*) characterized by the highest species diversity values of mosses, lichens and fungi. Virgin and old-growth spruce forests play the role of key habitats for cryptogam organisms.

Канев В.А. ФЛОРА ВЫСШИХ СОСУДИСТЫХ РАСТЕНИЙ УСТЬ-ПЫРСЬИНСКОГО БОТАНИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАЙОНА ПЕЧОРО-ИЛЫЧСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА (ВЕРХНЕЕ ТЕЧЕНИЕ Р. ИЛЫЧ, РЕСПУБЛИКА КОМИ).

Выявлен состав флоры Усть-Пырсьинского ботанико-географического района Печоро-Илычского природного заповедника, включающий 252 вида сосудистых растений, 105 видов найдены впервые. Проведены систематический, географический и биологический анализ флоры, выявлены виды из Красной Книги Республики Коми.

Ключевые слова: биоразнообразие, флора, Печоро-Илычский заповедник.

Kanev V.A. FLORA OF HIGHER VASCULAR PLANTS OF USTPYRS'U BOTANIC-GEOGRAFICAL REGION TO THE PECHORA-ILYCH NATURE RESERVE (OF ILYCH UPPER REACH OF REPUBLIC KOMI).

The flora structure of Ustpyrs'u botanic-geografical region to the Pechora-Ilych nature reserve is revealed including 252 species of vascular plants, 105 species was found first. The dissect of systematic, geographical and biological structure of the flora, reveal species from Red Data Book of Republic Komi.

Кутенков С.А. ВЫЯВЛЕНИЕ ФАКТОРОВ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ БОЛОТНЫХ ЛЕСОВ СЕВЕРОТАЕЖНОЙ ПОДЗОНЫ КАРЕЛИИ.

Биологическое разнообразие болотных лесов северотаежной подзоны Карелии проанализировано с использованием ДСА ординации. При помощи концепции видов-индикаторов, разработанной

для типологии болот Финляндии (Eurola et al., 1984; Eurola, Huttunen, 2006), определены основные составляющие водно-минерального питания участков болотных лесов. Выявлена важная роль грунтового (ключевого) питания в формировании высокого биологического разнообразия болотных лесов.

Ключевые слова: биоразнообразие, болотные леса, Карелия.

Kutenkov S.A. DEFINING THE FACTORS OF BIOLOGICAL DIVERSITY OF THE NORTH TAIGA FORESTED MIRES IN KARELIA.

The vegetation diversity of the north taiga forested mires in Karelia was analyzed by using ordination (DCA) techniques. The ecological values of the sites were obtained by ecological indications of mire species (Eurola et al., 1984; Eurola, Huttunen, 2006). In general, the results showed a significant role of the ground water (spring) influence in the diversity of forested mires.

Османова Г.О. ОНТОГЕНЕТИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ PLANTAGO MAJOR L., PLANTAGO MEDIA L., PLANTAGO LANCEOLATA L., ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ОДНОМ СООБЩЕСТВЕ.

Описана онтогенетическая структура ценопопуляций *P. major* L., *P. media* L. и *P. lanceolata* L., произрастающих в одном сообществе. Выявлено, что независимо от места произрастания *P. media* и *P. lanceolata* имели схожий тип онтогенетического спектра. Это можно объяснить сходным пациентным типом стратегии. Отсутствие у *P. major* L., *P. media* L. и *P. lanceolata* L. стеновалентных и гемистеновалентных фракций объясняет их широкое распространение и способность к совместному произрастанию.

Ключевые слова: лесные экосистемы, биоразнообразие, подорожник, экология растений.

Osmanova G.O. ONTOGENETIC STRUCTURE OF CENOPOPULATION PLANTAGO MAJOR L., PLANTAGO MEDIA L., PLANTAGO LANCEOLATA L., GROWING IN ONE ASSOCIATION.

The ontogenic structure of coenopopulations of *P. major* L., *P. media* L. and *P. lanceolata* L., growing in the same community is described. It was found that despite of the site *P. media* and *P. lanceolata* have similar ontogenic spectrum. It can be explained by similar patient strategy type. Lack of steno- and gemistenovalence positions for *P. major* L., *P. media* L. explains their wide spread occurrence and ability for cohabitation.

Паничева Д.М., Бердов А.М. ЗОНИРОВАНИЕ ПРИГОРОДНОЙ ЛЕСНОЙ ТЕРРИТОРИИ ПО СТЕПЕНИ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМВЫБРОСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ (НА ПРИМЕРЕ НАСАЖДЕНИЙ г. ДЯТЬКОВО).

В данной работе приведены результаты зонирования пригородных насаждений г. Дятьково с использованием ГИС технологий. По степени воздействия фтористых выбросов адекватно выделено три зоны. Статистически обоснована рациональность использования данного подхода.

Ключевые слова: ГИС-технологии, промышленные выбросы, антропогенное воздействие.

Panicheva D.M., Berdov A.M. SUBURB FOREST TERRITORY ZONING ACCORDING TO NEGATIVE INFLUENCE OF INDUSTRIAL EMISSIONS USING GIS TECHNOLOGY (BY THE EXAMPLE OF PLANTS NEAR DYATKOVO TOWN).

The results of suburb plants zoning near Dyatkovo town using GIS technologies are presented in this article. Three areas of fluorine emissions influence were marked sufficiently. Using of current method rationality is statistically based.

Владимирова Н.А. КОСМИЧЕСКИЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ ASTER КАК ИСТОЧНИК ДАННЫХ ДЛЯ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА: ХАРАКТЕРИСТИКИ, МЕТОДИКА ДЕШИФРИРОВАНИЯ, ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ.

В работе рассматриваются информационные и ценовые характеристики космических изображений Aster, описывается методика их автоматизированного дешифрирования и анализируется их пригодность для решения ряда лесохозяйственных задач.

Ключевые слова: ГИС-технологии, космические изображения aster, лесоустройство.

Vladimirova N.A. ASTER COSMIC IMAGERY AS A DATA SOURCE FOR FORESTRY: CHARACTERISTICS, METHODS OF INTERPRETATION, PERSPECTIVES OF USE.

Informational and price characteristics of Aster images are given. An experience of forest-measurement-based automated classification is described. Capability of Aster images for forest and ecological purposes is discussed.

Сердитова Н.Е. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД НА ПРОБЛЕМУ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ.

В статье рассматривается попытка демонстрации плодотворности эколого-экономического взгляда на примере задачи лесопользования.

Ключевые слова: устойчивое управление лесами, рациональное природопользование, экономика лесного хозяйства.

Serditova N.E. ECOLOGICAL-ECONOMIC LOOK TO PROBLEM OF FIRM MANAGEMENT WOOD.

In article is considered attempt to demonstrations ecological-economic look at example of the problem of wood management.

Чжан С.А., Рунова Е.М., Пузанова О.А. ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В ЗОНАХ АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПО ДАННЫМ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА.

Исследовано состояние хвои сосны обыкновенной в условиях техногенного загрязнения.

Ключевые слова: аэротехногенное загрязнение, сосна обыкновенная, промышленная экология.

Chzhan S.A., Runova E.M., Puzanova O.A. ESTIMATION OF STABILITY OF THE PINE ORDINARY IN ZONES OF AEROTECHNOGENIC POLLUTION ACCORDING TO ECOLOGICAL MONITORING.

The condition of needles of a pine ordinary in conditions of technogenic pollution is investigated.

Романкина М.Ю. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ ЖУЖЕЛИЦ (COLEOPTERA, CARABIDAE) В БЕРЕЗОВЫХ ЛЕСАХ И СОСНОВЫХ ЛЕСОНАСАЖДЕНИЯХ В ЛЕСОСТЕПНЫХ УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ЧЕРНОЗЕМЬЯ.

В березовых лесах и сосновых лесонасаждениях изучали видовой состав, экологическую структуру населения жуужелиц. Прослежены особенности сезонной динамики активности трех доминантных видов жуужелиц (*Pterostichus oblongopunctatus*, *Pt. melanarius*, *Harpalus rufipes*) в условиях Тамбовской области.

Ключевые слова: лесные экосистемы, биоразнообразие, жуужелицы, лесная энтомология.

Romankina M.U. SPATIAL DISTRIBUTION AND SEASONAL MOVEMENT OF COLEOPTERA, CARABIDAE S ACTIVITY IN BIRCH GROVES AND PINE FORESTS IN PARTIALLY - WOODET STEPPE TERMS OF CENTRAL BLACK ZONE.

We have studied species and ecological structure of Coleoptera Carabidae s population in birch groves and pine forests. We have investigated the perculities of seasonal movement of three dominant species of Coleoptera Carabidae s (*Pterostichus oblongopunctatus*, *Pt. melanarius*, *Harpalus rufipes*) activity in Tambov region.

Ежов О.Н., Ершов Р.В., Щекалев Р.В. ВЛИЯНИЕ ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОСИНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ИХ ЗАРАЖЕННОСТЬ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИМИ ГРИБАМИ В АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ.

Рассматривается влияние лесоводственно-таксационных факторов и морфологических признаков древостоев осины на распространенность в них ложного осинового трутовика.

Ключевые слова: осина, дереворазрушающие грибы, лесная фитопатология.

Ejov O.N., Ershov R.V., Schekalev R.V. IMPACT OF SILVICULTURAL AND TOXIC FACTORS OF ASPEN FORESTS ON THEIR WOOD-DESTROYING FUNGI PARASITIC LEVEL IN THE ARKHANGELSK REGION.

In article the authors discuss impact range factors aspen forests on their wood-destroying fungi parasitic level. The basic factors is age of the planting and normality and also morphologic form.

Истомин А.В. ВЛИЯНИЕ ВЕТРОВАЛОВ НА ДИНАМИКУ СООБЩЕСТВ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛЕСАХ ЮЖНОЙ ТАЙГИ.

На основе многолетних (1988–1995 гг.) материалов оценивали реакции сообществ мелких млекопитающих на экологическую дестабилизацию среды, вызванную катастрофическим ветровалом в естественных южно-таежных лесах Центрально-лесного государственного природного биосферного заповедника (Россия, Тверская область). Выявлены закономерные изменения структуры и разнообразия сообществ.

Ключевые слова: ветровал, почвенный покров, растительность, биоразнообразие.

Istomin A.V. INFLUENCE OF WINDFALL ON THE DYNAMICS OF SMALL MAMMALS COMMUNITIES IN THE PRIMARY FOREST OF SOUTHERN TAIGA.

Reactions of small mammal's communities on the effect of catastrophic windfall were investigated in 1988–1995 in the primary ecosystems of southern Taiga of Central Forest National Nature Biosphere Reserve (Russia, Tver region).

Мерзленко М.Д., Поляков А.Н. ВКЛАД Ф.Х. МАЙЕРА В СТЕПНОЕ ЛЕСОРАЗВЕДЕНИЕ (К 225-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ФРАНЦА ХРИСТИАНОВИЧА МАЙЕРА).

Франц Христианович Майер – известный ученый первой половины XIX в., внесший значительный вклад в развитие лесоводственной и сельскохозяйственной науки и практики.

Ключевые слова: степное лесоразведение, лесное хозяйство, лес, древесные породы.

Merzlenko M.D., Polyakov A.N. THE CONTRIBUTION F.H. MAYER IN STEEP BREEDING WOOD (TO 225-YEARS SINCE BIRTH DAY FRANCA HRISTIANOVICH MAYERA).

Franc Hristianovich Mayer – a known scientist of the first half XIX v., contributed significant contribution to development timber and agricultural science and practical persons.