

Вестник Московского  
государственного  
университета леса

# Лесной вестник

ISSN 1727-3749

2008 № 3 (60)

- *Опыт использования липы мелко-листной для озеленения санитарно-защитных зон Екатеринбурга*
- *Характеристика деревьев ели сибирской в условиях уличных посадок Екатеринбурга*
- *Лесопожарное районирование юга Тюменской области*
- *Проблемы рекультивации нарушенных земель при нефтегазоразведке*
- *Санитарное состояние кедровников природного парка «Самаровский чугас» и пути его улучшения*
- *История образования и устройства лесопарков Екатеринбурга*
- *Оценка инновационных технологий зимнего содержания лесовозных автомобильных дорог в условиях Свердловской области*
- *Влияние структурно-анатомических свойств древесины на подбор клееных балок*
- *Экономическая оценка хозяйственного ущерба, возникающего от проведения несплошных рубок*



## Содержание

### Лесное хозяйство

Азаренок В.А., Усольцев В.А.	<i>Территориальное распределение углерода в лесных насаждениях России в свете обязательств по протоколу Киото</i>	5
Азаренок В.А., Усольцев В.А.	<i>Система таксационных таблиц для подеревного определения углерода в насаждениях лесообразующих пород Урала и Сибири</i>	8
Астафьева О.М.	<i>Влияние интенсивности рубок ухода на лесоводственно-таксационные показатели сосняков искусственного происхождения в различных зонах поражения аэропромвыбросами</i>	13
Абрамов В.П., Торопов С.В.	<i>Лесопожарное районирование юга Тюменской области</i>	18
Аткина Л.И., Агафонова Г.В., Агафонова А.Л., Осипов И.В.	<i>Санитарно-защитные зоны промышленных объектов Екатеринбурга и опыт использования липы мелколистной для их озеленения</i>	24
Аткина Л.И., Фролова Т.И., Вишнякова С.В.	<i>Характеристика деревьев ели сибирской в условиях уличных посадок Екатеринбурга</i>	27
Годовалов Г.А., Нагимов З.Я., Шинелев Д.М.	<i>Лесные культуры ели в Свердловской области</i>	32
Залесов С.В., Бачурина А.В.	<i>Изменение морфометрических показателей хвои сосны обыкновенной в условиях аэропромвыбросов</i>	36
Кожевников А.П., Тишкина Е.А.	<i>Стратегия и биологические особенности <i>Juniperus communis</i> L. в естественных и нарушенных лесных экосистемах Южного Урала</i>	39
Ковалев Р.Н., Прешкин Г.А.	<i>О стратегии устойчивого лесопользования на Урале</i>	44
Корольков Д.Е., Ицков Д.Н.	<i>Технико-экономические показатели подсочного производства в различных регионах Российской Федерации</i>	47
Луганский Н.А., Шипицина О.В.	<i>Сравнительная производительность искусственных и естественных древостоев</i>	50
Морозов А.Е., Залесов С.В., Капралов А.В., Винокуров М.В., Лобанов В.И., Решетников В.Г.	<i>Проблемы рекультивации нарушенных земель при нефтегазоразведке</i>	54
Нагимов З.Я., Артемьева И.Н., Нагимов В.З.	<i>Масса и размеры шишек сосны в лишайниковом типе леса Ханты-Мансийского автономного округа</i>	58
Нагимов З.Я., Моисеев П.А., Баргыш А.А., Рахманов И.В., Григорьев А.А.	<i>Структура и фитомасса березовых древостоев на верхней границе леса в условиях Северного Урала</i>	61
Павлов А.Н., Карташова Т.Ю., Середкин В.И., Матросов А.А., Демчук А.Ю.	<i>Санитарное состояние кедровников природного парка «Самаровский чугас» и пути его улучшения</i>	67
Соловьев В.М., Орехова О.Н., Соловьев М.В.	<i>Рост и дифференциация сеянцев ели в культурах в период индивидуального развития</i>	71
Соловьев В.М., Шарафисламов Д.Ф.	<i>Особенности строения и роста хвойных молодняков лесостепного Предуралья</i>	75
Ставищенко И.В.	<i>Паразитические и полупаразитические базидиальные грибы природного парка «Самаровский чугас»</i>	79
Теринов Н.Н., Магасумова А.Г., Папст А.Н.	<i>Состояние и динамика роста соснового подростка на лесосеке каймовой рубки</i>	85
Толкач О.В.	<i>Влияние запасных питательных веществ на формирование водопроводящих путей у березы повислой (<i>Betula pendula</i> Roth)</i>	88
Чижов Б.Е., Аткина Л.И., Агафонов Е.Ю., Суслова Н.Г.	<i>Испытание травосмесей для рекультивации золоотвала в Тюмени</i>	90
Чиндяев А.С., Горяева А.В., Парфентьева О.Н.	<i>Трансформация торфяной залежи и древесного яруса еловых биогеоценозов под влиянием 30-летнего периода осушения</i>	94
Швалева Н.П., Залесов С.В.	<i>Анализ видового разнообразия живого напочвенного покрова в зависимости от степени рекреационного воздействия</i>	99

Шебалова Н.М., Залесов С.В.	<i>Лесные экосистемы зон сильного аэротехногенного загрязнения</i>	102
Шевелина И.В., Коростелев И.Ф., Нагимов З.Я.	<i>История образования и устройства лесопарков Екатеринбурга</i>	107
Эбель Е.И., Эбель А.В., Пульников А.П., Залесова Е.С.	<i>Влияние рубок ухода на отпад в сосновых древостоях</i>	111
<b>Лесоинженерное дело</b>		
Булдаков С.И., Бугров С.В.	<i>Хризотол: путь к совершенству щебеночно-мастичных асфальтобетонов</i>	113
Булдаков С.И., Дедюхин А.Ю.	<i>Перспективы и проблемы использования отходов производства асбеста для дорожного строительства</i>	115
Добрачев А.А., Раевская Л.Т., Швец А.В.	<i>Исследование кинематики работы звеньев манипулятора в обобщенном виде</i>	118
Ежова М.Г., Иматова И.А., Капралов А.В., Иматова Н.А.	<i>Экономические аспекты создания лесных защитных полос</i>	122
Кручинин И.Н., Ежова М.Г., Кручинин С.И.	<i>Оценка инновационных технологий зимнего содержания лесовозных автомобильных дорог в условиях Свердловской области</i>	126
Петелина О.А., Маслов О.Г.	<i>Технологические схемы разработки пазов системой машин «харвестер – форвардер»</i>	128
Щелоков Я.М., Мехренцев А.В.	<i>Энергетические барьеры регионального лесопромышленного комплекса</i>	132
<b>Химические технологии</b>		
Агеев М.А.	<i>Параметр растворимости – критерий набухаемости вторичного волокна при увлажнении</i>	136
Агеев М.А., Глузман В.Л.	<i>Причинно-следственный анализ результатов квалитетической оценки упаковочных видов бумаги</i>	138
Ветошкин Ю.И., Яцун И.В., Мялицин А.В.	<i>О возможности применения композиционных материалов «фанотрен» и «плитотрен» на основе древесины в качестве защитных для медицинских рентгенкабинетов</i>	145
Воробьева Е.В.	<i>Оборудование для переработки тонкомерно-короткомерного сырья на пилопродукцию</i>	148
Вураско А.В.	<i>Разработка схемы подготовки, хранения и ввода антрахинона в варочный процесс</i>	150
Дрикер Б.Н., Вураско А.В., Галимова А.Р.	<i>Получение и свойства окислительно-органосольвентной целлюлозы из недревесного растительного сырья</i>	153
Левинский Ю.Б., Левинская Г.Н., Агафонова Р.И.	<i>Влияние структурно-анатомических свойств древесины на подбор клееных балок</i>	157
Петров Л.А., Юрьев Ю.Л., Гиндулин И.К., Еранкин С.В.	<i>Свойства древесного окисленного угля</i>	161
Сиваков В.П., Гольинский М.Ю.	<i>Уплотнение технологической щепы при вибрационной обработке</i>	163
<b>Экономика</b>		
Бирюков П.А., Сысоева С.А.	<i>Формат малого предпринимательства в лесопромышленных производствах</i>	167
Герц Э.Ф., Иванов В.В.	<i>Экономическая оценка хозяйственного ущерба, возникающего от проведения несплошных рубок</i>	171
Дорожкин Е.М., Ткачева О.Н.	<i>Экономическая компетентность специалиста лесного профиля: сущность и структура</i>	177
Раменская Л.А.	<i>Формирование инвестиционной привлекательности предприятий лесного сектора для различных групп инвесторов</i>	182
<b>Математическое моделирование</b>		
Вдовин А.Ю., Рублева С.С.	<i>О точности реконструкции линейного воздействия на динамическую систему по результатам неточных измерений ее состояний</i>	189

## О ЗНАЧЕНИИ ИЗДАНИЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ВЫПУСКОВ ЖУРНАЛА

Переход к рыночным отношениям и последовавшие за этим реформы лесного хозяйства вызвали необходимость пересмотра основных нормативно-правовых документов по вопросам лесопользования. Однако сжатые сроки разработки таких основополагающих нормативно-технических документов, как «Правила заготовки древесины», «Правила лесовосстановления», «Правила ухода за лесом» и др., не позволили привлечь к их составлению ведущих ученых лесоводов и привели к ряду существенных недостатков. В частности, при очевидной необходимости экологизации лесопользования «Правила заготовки древесины» предусматривают в лесах Урала увеличение ширины сплошнолесосечных рубок в 5–7 раз и по сути к переходу к пресловутым концентрированным и условносплошным рубкам. Последствия данных рубок, доминировавших в XX столетии в лесопользовании на территории Российской Федерации, хорошо известны. Это и массовая смена хвойных высокопродуктивных древостоев на низкопродуктивные производные мягколиственные, и образование на вырубках пустырей, низкополотных древостоев, а в конечном счете, резкое снижение продуктивности и устойчивости насаждений.

Последнее обстоятельство вызывает необходимость консолидации ученых и практиков для внесения необходимых поправок в принятые нормативные документы на уровне субъектов федерации, точнее, разработку региональных правил лесопользования в рамках генерализованных (всероссийских) правил.

Обмен мнениями и выбор оптимальных подходов к лесопользованию может осуществляться прежде всего посредством печатных изданий. Поэтому заслуживает самой широкой поддержки и одобрения опыт издания региональных блоков научных статей в научно-информационном журнале «Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник». Издание региональных выпусков в рамках авторитетнейшего научного журнала позволяет оперативно ознакомиться с тематикой проводимых исследований в конкретном регионе, найти коллег по изучаемой проблеме, сравнить результаты собственных исследований с материалами других авторов.

Нельзя не отметить и еще один чрезвычайно важный момент в издании региональных номеров журнала. Молодым ученым, аспирантам и докторантам хорошо известно, как сложно опубликовать результаты исследований в центральных журналах, рекомендованных высшей аттестационной комиссией. Региональные номера журнала позволяют в значительной степени решить эту проблему благодаря публикациям не только статей маститых ученых, но и молодых авторов, естественно, при условии критичного, но доброжелательного рецензирования.

Знакомство с уже опубликованными региональными номерами позволяет надеяться, что редакция журнала «Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник» и впредь будет способствовать их изданию, давая тем самым возможность широкому кругу ученых ознакомиться с работами исследователей из периферийных высших учебных заведений.

**С.В. Залесов,**  
проректор по научной работе УГЛТУ,  
д-р с.-х. наук, проф., заслуженный лесовод РФ

## ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛЕРОДА В ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ РОССИИ В СВЕТЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ ПО ПРОТОКОЛУ КИОТО

В.А. АЗАРЕНОК, *проф. каф. технологии лесопром. производства УГЛТУ, канд. техн. наук,*  
В.А. УСОЛЬЦЕВ, *проф. УГЛТУ, д-р с.-х. наук*

Ратифицировав Протокол Киото, Россия взяла на себя обязательства по уменьшению антропогенных выбросов и по увеличению поглощения парниковых газов российскими лесами. Очевидно, что наша страна, обладая огромными лесными ресурсами, имеет значительный потенциал для организации международного углеродного рынка и продажи квот на эмиссию углерода. На конференциях сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата России установлена квота 33 млн. т в год [6].

Чтобы в полной мере использовать эти возможности, необходимо организовать систему корректного учета углеродного пула в лесных насаждениях, но система государственного учета лесного фонда пока не адаптирована к этой задаче. В первую очередь нужна регионально дифференцированная база данных об углеродном пуле лесов, полученных на пробных площадях. Необходимо также установить закономерности, по которым углеродный пул распределяется по территории страны. В этом направлении нами проводятся исследования в течение нескольких лет и были опубликованы предварительные результаты для отдельных древесных пород [9–10]. В настоящей работе предпринята попытка обобщающего анализа результатов оценки углеродного пула, полученных по основным лесообразующим породам. Понятия фитомасса и углерод являются по существу синонимами, поскольку связаны жестким соотношением 2:1.

При подведении итогов Международной биологической программы было опубликовано несколько сводок данных о фитомассе мировых лесов, однако все они далеко не полные, в частности, по лесам бывшего СССР в эти сводки вошли лишь доли процента имеющихся тогда опубли-

кованных материалов по их фитомассе. Первые сводные материалы по фитомассе лесов бывшего СССР включали 27 определений [8]. В 1970-х гг. были опубликованы наиболее полные для того периода данные о фитомассе лесов упомянутого региона в количестве 194 определений, затем для лесов Сибири 114 определений [7], и с тех пор подобные попытки никем более не предпринимались.

В нашей работе сформирована наиболее полная на сегодня база данных о фитомассе лесообразующих пород Северной Евразии в количестве более 6 тыс. определений, сопровождаемых лесотипологической и таксационной характеристиками. Несмотря на некоторые методические неопределенности и несоответствия, связанные с тем, что фитомасса определялась специалистами разных научных областей с различными, специфичными для каждой из них целями, получен достаточно большой объем фактической информации о фитомассе лесов, чтобы применить математические методы анализа и получить статистически достоверные результаты по географии фитомассы лесов России.

Имеется в виду точность аналитического описания экспериментальных данных, но не адекватность оценки реальной ситуации в целом, поскольку бессмысленно требовать от модели погрешности в 1 %, если исходные данные получены с погрешностью 5 % [5]. Поэтому представленные результаты географического анализа фитомассы следует рассматривать лишь как предварительные прежде всего потому, что регионы, представленные единичными данными и таковые с сотнями определений, характеризуются «на равных», т.е. с одинаковым весом и без учета репрезентативности пробных площадей в первом случае. Такие регионы, конечно,

нуждаются в дополнительных определениях фракционного состава фитомассы лесов. Существенный вклад в упомянутые неопределенности вносит отсутствие данных о подземной фитомассе для некоторых регионов, а также в целом более редкая представленность данных о подземной фитомассе в сравнении с надземной всех древесных видов во всех регионах. Эта нехватка данных должна исправляться дополнительными определениями подземной фитомассы, однако навряд ли когда-либо данные о надземной и подземной фитомассе будут представлены в равной мере.

При географическом анализе фитомассы мы применили метод расчета рекурсивных систем уравнений с блоковыми фиктивными переменными [2]. Поскольку фактические данные характеризуют насаждения разного возраста и различной морфоструктуры, для приведения их к сопоставимому виду использован многомерный регрессионный анализ. При этом запас фитомассы описывается как функция возраста, средних высоты и диаметра стволов, их густоты, а также запаса стволовой древесины. Полученные системы уравнений, как и других подобных им эмпирических выражений, не могут быть использованы непосредственно, они работают по принципу “Что будет, если...?”, и для получения запасов фитомассы в том или ином регионе необходимо задать набор массоопределяющих показателей и запасов стволовой древесины, характерный для региона или его части.

Известно, что продуктивность насаждения определяется по соотношению его возраста и высоты. Поэтому в качестве базовой была принята зависимость высота ~ возраст, дифференцированная по регионам блоковыми фиктивными переменными. Далее следует зависимость средний диаметр ~ высота, возраст, региональные особенности которой характеризуются также соответствующим набором констант при блоковых переменных, и они накладываются в рекурсивной последовательности на различия регионов по зависимости высота ~ возраст. Затем региональные различия за-

висимости густота ~ средний диаметр, высота, возраст кумулятивно накладываются на предыдущий результат, затем следует зависимость запас стволов ~ густота, средний диаметр, высота, и по значениям полученных возрастных трендов высоты, диаметра, густоты и запаса стволов табулируются многофакторные модели фитомассы. Таким образом, используемый рекурсивный принцип регрессионного моделирования обеспечивает последовательное накопление региональных различий в возрастной динамике массообразующих показателей, запасов стволовой древесины и затем фитомассы по цепочке взаимозависимых уравнений.

Мы проанализировали географические закономерности распределения основных фракций фитомассы для спелых насаждений. Если по широтному градиенту наличие профиля продуктивности лесного покрова подтверждено с различных позиций исследователями из разных научных отраслей, то в изменении продуктивности лесного покрова в меридиональном направлении до сих пор имелась некоторая неопределенность, а иногда предлагались и взаимоисключающие закономерности.

Для фитомассы большинства древесных пород нами подтверждено наличие профиля продуктивности по широтному градиенту. На статистически достоверном уровне впервые выявлены закономерности изменения фитомассы пород широкой экологической амплитуды (лиственница, ель, пихта, сосна, кедр, береза, осина и липа) по провинциальному градиенту: зависимости надземной и общей фитомассы от индекса континентальности климата [1] характеризуются теснотой связи от 0,65 до 0,98.

Информационные потоки сегодня на шесть порядков превышают естественные возможности человечества усваивать информацию [3]. Традиционная «бумажная информатика» полностью исчерпала себя, и будущее за «безбумажной информатикой». Составленные карты-схемы создают предпосылку для создания автоматизированных и актуализируемых систем пространственного анализа депонирования углерода в сов-

мешенном формате СУБД и ГИС. Сегодня нетривиальными возможностями, позволяющими строить как традиционные иерархические, сетевые и реляционные SQL базы данных, так и сложные текстовые информационно-поисковые и интегрированные системы, системы обработки изображений и постреляционные структуры для моделирования человеческой деятельности, экспертного анализа сложных производственных и прочих процессов, обладает одна из наиболее быстродействующих в мире СУБД ADABAS с редактором приложений Natural. В ГИС-формате имеется опыт экстраполяции (наложения) экспериментальных данных об углеродных пулах на карты растительного покрова и формирования цифровых карт запасов фитомассы лесов на основе интерпретации цифровых космических изображений [4].

Начата работа по совмещению «бумажных» алгоритмов картирования углерода и его годового депонирования с форматами СУБД ADABAS и ГИС. В основу автоматизированной системы пространственного анализа фитомассы и NPP (депонирования углерода) лесов положены следующие принципы: 1) гибкость системы – возможность изменения в соответствии с изменяющимися условиями; 2) актуализация состояния данных – возможность постоянного обновления фактических данных пробных площадей и данных ГУЛФ; 3) оперативность получения информации – возможность просмотра состояния БД и каждой записи в наглядной форме; 4) наличие расчетного инструментария для эмпирических моделей – возможность их автоматизированного расчета. Эти принципы реализованы пока в трех приложениях системы, выполненных в среде Natural: 1) приложение поиска данных; 2) приложение актуализации данных, их проверки и предварительного расчета величин;

3) приложение редактирования внесенных данных.

### Библиографический список

1. Борисов, А.А. Климаты СССР / А.А. Борисов. – М.: Просвещение, 1967. – 296 с.
2. Дрейпер, Н. Прикладной регрессионный анализ / Н. Дрейпер, Г. Смит. – М.: Статистика, 1973. – 392 с.
3. Кондратьев, К.Я. Естественные основы устойчивости жизни / К.Я. Кондратьев, К.С. Лосев, М.Д. Ананичев и др. – М.: ЦС АГО, 2003. – 239 с.
4. Корец, М.А. Дистанционная индикация структуры лесных территорий / М.А. Корец, И.В. Данилова, В.П. Черкашин // Региональные проблемы экосистемного лесоводства. – Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 2007. – С. 52–68.
5. Мак-Лоун, Р.Р. Математическое моделирование – искусство применения математики / Р.Р. Мак-Лоун // Математическое моделирование. – М.: Мир, 1979. – С. 9–20.
6. Писаренко, А.И. Важность Протокола Киото для лесного хозяйства России / А.И. Писаренко, В.В. Страхов // Лесное хоз-во, 2008. – № 2. – С. 2–4.
7. Поздняков, Л.К. Продуктивность лесов Сибири / Л.К. Поздняков // Ресурсы биосферы: Итоги советских исследований по Международной биологической программе. – Л.: Наука, 1975. – Вып. 1. – С. 43–55.
8. Родин, Л.Е. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара / Л.Е. Родин, Н.И. Базилевич. – М.-Л.: Наука, 1965. – 253 с.
9. Усольцев, В.А. Фитомасса насаждений *Abies* и *Populus* в связи с континентальностью климата Евразии / В.А. Усольцев, В.А. Азаренок, А.Н. Грибенников и др. // Таксация леса на рубеже XXI века: состояние и перспективы развития. – СПб.: СПбГЛТА, 2001. – С. 54–56.
10. Усольцев, В.А. Климатически обусловленные закономерности распределения фитомассы евразийских лесов / В.А. Усольцев, В.А. Азаренок, В.И. Марковский и др. // Аэрокосмические методы в лесном комплексе: Матер. Междунар. научно-практич. конф. – СПб.: СПбГЛТА, 2002. – С. 64–66.

## СИСТЕМА ТАКСАЦИОННЫХ ТАБЛИЦ ДЛЯ ПОДЕРЕВНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛЕРОДА В НАСАЖДЕНИЯХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД УРАЛА И СИБИРИ

В.А. АЗАРЕНОК, *проф. каф. технологии лесопром. производства УГЛТУ, канд. техн. наук,*  
В.А. УСОЛЬЦЕВ, *проф. УГЛТУ, д-р с.-х. наук*

**Т**аксационные нормативы, как традиционные таблицы хода роста древостоев, так и таблицы хода роста фитомассы, ориентированы на оценку фитомассы и углерода на уровне древостоев в целом, причем чистых (однопородных). В действительности доля чистых древостоев в лесном фонде не так велика, и смешанные древостои занимают значительные площади. Для оценки фитомассы и углерода таких древостоев, а также при отводах лесосек под сплошнолесосечные и выборочные рубки с их подеревной таксацией необходимы таксационные нормативы для подеревного определения фитомассы и углерода в древостоях.

С этой целью нами в нескольких районах Урало-Сибирского региона заложена серия пробных площадей (табл. 1). При составлении таблиц для лиственничников частично использовались литературные данные, в частности для Алданского нагорья [3, 4].

Пробные площади закладывались с учетом теоретических положений лесной

таксации согласно ОСТ 56–69–83 «Пробные площади лесоустраительные». Размеры пробных площадей устанавливали в соответствии с требованиями, предъявляемыми при изучении хода роста древостоев.

На пробных площадях выполняли сплошной пересчет деревьев по ступеням толщины без выделения подчиненной части. После пересчета у 15–20 растущих деревьев при помощи высотомера измеряли высоты, а также диаметры с точностью до одного миллиметра. По этим данным строили графики высот деревьев в зависимости от диаметров, которые использовались для определения средней высоты древостоя элемента леса.

Систематическую выборку модельных деревьев формировали в соответствии с рядом распределения деревьев по диаметру. Модельные деревья отбирались как средние по диаметру, высоте и размерам кроны для ступени толщины в пределах всего диапазона варьирования их диаметров на площади.

Т а б л и ц а 1

### Характеристика объектов исследований по составлению нормативов подеревной таксации фитомассы древостоев

№ объекта	Район исследований	Лесорастительные условия	Координаты		Количество	
			с.ш.	в.д.	пробных площадей	модельных деревьев
<b>Лиственница сибирская и Гмелина, естественные древостои</b>						
1	Ямало-Ненецкий АО, низовья р. Пур	Плакоры на мерзлоте	67°	78°	4	28
2		Пойма			13	80
3	Алданское нагорье	Многолетняя мерзлота	60°50г	128°	6	180
<b>Береза белая, естественные древостои</b>						
4	Тюменская обл., южная лесостепь	Б. свежий злаковый	55°20г	70°	9	90
<b>Сосна обыкновенная, естественные древостои</b>						
5	Южный Урал, горная тайга	С. ягодниковый	55°	58°	10	40
<b>Сосна обыкновенная, культуры</b>						
6	Зауралье, лесостепь	Черноземы и солоды	55–57°	62–73°	14	109
<b>Ель сибирская, культуры</b>						
7	Средний Урал, южная тайга	Е. разнотравно-зелено-мошный	57°	61°	67	360



**Характеристика уравнений (2) зависимости углерода фитомассы от определяющих независимых переменных деревьев**

lnC <sub>i</sub>	Константы и независимые переменные							R <sup>2</sup>
	a <sub>0</sub>	a <sub>1</sub> (ln <i>d</i> )	a <sub>2</sub> (ln <i>h</i> )	a <sub>3</sub> (ln <i>d</i> ln <i>h</i> )	a <sub>4</sub> (lnC <i>st</i> )	a <sub>5</sub> (lnC <i>br</i> )	a <sub>6</sub> (lnC <i>f</i> )	
<b>Лиственница, естественные древостои</b>								
Ямало-Ненецкий АО, плакоры на мерзлоте								
lnC <i>st</i>	-4,2377	2,2848	0,4948	–	–	–	–	0,986
lnC <i>br</i>	-3,8392	2,1309	-0,3201	–	–	–	–	0,935
lnC <i>f</i>	-4,8222	1,8612	-0,2182	–	–	–	–	0,938
Ямало-Ненецкий АО, пойма р. Пур								
lnC <i>st</i>	-4,0571	2,2848	0,4948	–	–	–	–	0,986
lnC <i>br</i>	-4,1376	2,1309	-0,3201	–	–	–	–	0,935
lnC <i>f</i>	-5,0185	1,8612	-0,2182	–	–	–	–	0,938
Алданское нагорье, многолетняя мерзлота								
lnC <i>st</i>	-4,0982	2,2848	0,4948	–	–	–	–	0,986
lnC <i>br</i>	-3,9983	2,1309	-0,3201	–	–	–	–	0,935
lnC <i>f</i>	-4,7824	1,8612	-0,2182	–	–	–	–	0,938
<b>Береза, естественные древостои</b>								
lnC <i>st</i>	-2,8003	1,3358	0,2433	0,2524	–	–	–	0,992
lnC <i>br</i>	-1,7729	1,6105	-1,9483	0,5569	–	–	–	0,957
lnC <i>f</i>	-2,5178	1,1952	-1,2263	0,3599	–	–	–	0,921
<b>Сосна, естественные древостои</b>								
lnC <i>st</i>	-3,3849	1,5848	1,1024	–	–	–	–	0,961
lnC <i>br</i>	-1,1909	–	0,7753	–	–	–	0,8880	0,967
lnC <i>f</i>	-3,3477	2,2244	-0,6305	–	–	–	–	0,793
<b>Сосна, культуры</b>								
lnC <i>st</i>	-3,7016	1,5825	0,4912	0,1701	–	–	–	0,986
lnC <i>br</i>	-3,0428	2,3774	-1,8150	0,3745	–	–	–	0,877
lnC <i>f</i>	-1,3998	1,6618	-1,0193	–	–	0,4267	–	0,914
<b>Ель, культуры</b>								
lnC <i>st</i>	-2,0668	0,6134	–	0,4875	–	–	–	0,973
lnC <i>br</i>	-0,2016	0,7756	-1,2286	0,1475	0,7887	–	–	0,939
lnC <i>f</i>	0,1920	1,0821	-1,8227	0,2885	–	0,5916	–	0,815

Модельные деревья брали в августе после полного формирования хвои. После рубки измерялись длина дерева, протяженность бессучковой части, диаметр ствола у основания кроны. Ствол делили на 10 секций равной длины. На середине секций и на высоте груди определяли диаметры ствола в коре и без коры. Возраст устанавливался по числу годовичных слоев на пне.

После обрубki крону взвешивали с точностью 50 г на весах грузоподъемностью 10–20 кг. Затем секаторами отделяли древесную зелень – охвоенные побеги толщиной 0,4–0,8 см, и оставшийся скелет кроны вновь взвешивали.

Доля хвои в древесной зелени определялась по навескам, взятым в средней части кроны, и по ней рассчитывалась масса хвои всего дерева. Масса хвои и скелета кроны переводилась на абсолютно сухое состояние термовесо-

вым методом по взятым навескам. Путем обмера диаметров в коре и без коры по 10 сечениям ствола рассчитаны объемы древесины и коры ствола, а по базисной плотности – их масса.

Показатели фитомассы в абсолютно сухом состоянии пересчитывались на углерод по известному, достаточно стабильному конверсионному коэффициенту, равному 0,5 [1, 5].

Обычно при оценке углерода фитомассы деревьев используются в качестве регрессоров легко измеряемые массообразующие показатели деревьев. Оценочная модель по своей экспериментальной базе данных должна быть адекватной диапазону названных массоопределяющих показателей генеральной совокупности, т.е. данные об углероде фитомассы должны быть репрезентативными и взяты в пределах всего размаха их варьирования по каждому показателю.

**Нормативная таблица для оценки запаса углерода (кг)  
в фитомассе деревьев по диаметру и высоте дерева\***

Высота дерева, м	Диаметр ствола на высоте 1,3 м, см										
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
<b>Лиственница, Ямало-Ненецкий АО, плакоры на мерзлоте</b>											
4	0,68	3,32	8,38	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,26	1,16	2,75	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,14	0,52	1,11	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Итого</b>	<b>1,09</b>	<b>5,00</b>	<b>12,24</b>	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	5,71	14,43	27,84	46,36	–	–	–	–	–	–
	–	0,82	1,94	3,57	5,75	–	–	–	–	–	–
	–	0,66	1,41	2,41	3,65	–	–	–	–	–	–
<b>Итого</b>	–	<b>7,19</b>	<b>17,78</b>	<b>33,83</b>	<b>55,76</b>	–	–	–	–	–	–
20	–	–	–	35,85	59,69	90,54	128,8	–	–	–	–
	–	–	–	3,03	4,88	7,20	10,00	–	–	–	–
	–	–	–	2,70	4,08	5,73	7,64	–	–	–	–
<b>Итого</b>	–	–	–	<b>41,58</b>	<b>68,66</b>	<b>103,5</b>	<b>146,4</b>	–	–	–	–
<b>Лиственница, Ямало-Ненецкий АО, пойма р. Пур</b>											
4	0,82	3,97	10,04	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,20	0,86	2,04	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,06	0,23	0,50	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Итого</b>	<b>1,08</b>	<b>5,07</b>	<b>12,58</b>	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	6,85	17,29	33,36	55,54	84,24	119,8	–	–	–	–
	–	0,61	1,44	2,65	4,27	6,29	8,74	–	–	–	–
	–	0,18	0,39	0,67	1,02	1,43	1,90	–	–	–	–
<b>Итого</b>	–	<b>7,63</b>	<b>19,12</b>	<b>36,68</b>	<b>60,82</b>	<b>91,95</b>	<b>130,4</b>	–	–	–	–
20	–	–	–	42,95	71,51	108,5	154,3	209,3	273,9	–	–
	–	–	–	2,25	3,62	5,34	7,42	9,86	12,67	–	–
	–	–	–	0,60	0,91	1,27	1,70	2,18	2,71	–	–
<b>Итого</b>	–	–	–	<b>45,80</b>	<b>76,04</b>	<b>115,1</b>	<b>163,4</b>	<b>221,3</b>	<b>289,3</b>	–	–
28	–	–	–	–	–	128,1	182,2	247,2	323,5	411,6	511,7
	–	–	–	–	–	4,80	6,66	8,85	11,38	14,24	17,45
	–	–	–	–	–	1,18	1,58	2,02	2,52	3,07	3,66
<b>Итого</b>	–	–	–	–	–	<b>134,1</b>	<b>190,4</b>	<b>258,1</b>	<b>337,4</b>	<b>428,9</b>	<b>532,8</b>
<b>Лиственница, Алданское нагорье, многолетняя мерзлота</b>											
4	0,78	3,81	9,63	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,23	0,99	2,35	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,08	0,30	0,63	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Итого</b>	<b>1,09</b>	<b>5,10</b>	<b>12,61</b>	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	6,57	16,59	32,01	53,30	80,85	115,0	–	–	–	–
	–	0,70	1,65	3,05	4,90	7,23	10,04	–	–	–	–
	–	0,23	0,50	0,85	1,29	1,80	2,40	–	–	–	–
<b>Итого</b>	–	<b>7,50</b>	<b>18,74</b>	<b>35,91</b>	<b>59,49</b>	<b>89,88</b>	<b>127,4</b>	–	–	–	–
20	–	–	–	41,22	68,63	104,1	148,0	200,9	262,9	–	–
	–	–	–	2,59	4,16	6,14	8,53	11,34	14,57	–	–
	–	–	–	0,76	1,15	1,61	2,15	2,76	3,43	–	–
<b>Итого</b>	–	–	–	<b>44,57</b>	<b>73,94</b>	<b>111,8</b>	<b>158,7</b>	<b>214,9</b>	<b>280,9</b>	–	–
28	–	–	–	–	–	122,9	174,9	237,2	310,5	395,0	491,1
	–	–	–	–	–	5,51	7,66	10,18	13,08	16,37	20,06
	–	–	–	–	–	1,50	2,00	2,56	3,19	3,88	4,64
<b>Итого</b>	–	–	–	–	–	<b>130,0</b>	<b>184,5</b>	<b>250,0</b>	<b>326,8</b>	<b>415,3</b>	<b>515,8</b>

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Продолжение таблицы 3

Высота дерева, м	Диаметр ствола на высоте 1,3 м, см										
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
<b>Береза, естественные древостои</b>											
4	0,88	2,84	5,62	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,31	1,62	4,25	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,15	0,50	0,99	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Итого</b>	<b>1,35</b>	<b>4,95</b>	<b>10,86</b>	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	6,59	14,62	25,71	39,84	56,98	77,12	–	–	–	–
	–	0,68	2,29	5,41	10,55	18,21	28,89	–	–	–	–
	–	0,30	0,69	1,26	2,00	2,93	4,05	–	–	–	–
<b>Итого</b>	–	<b>7,57</b>	<b>17,59</b>	<b>32,37</b>	<b>52,39</b>	<b>78,12</b>	<b>110,1</b>	–	–	–	–
20	–	–	–	41,62	66,38	97,20	134,19	177,4	227,0	–	–
	–	–	–	4,40	9,14	16,62	27,56	42,69	62,82	–	–
	–	–	–	1,12	1,86	2,81	3,99	5,41	7,07	–	–
<b>Итого</b>	–	–	–	<b>47,14</b>	<b>77,38</b>	<b>116,6</b>	<b>165,7</b>	<b>225,5</b>	<b>296,9</b>	–	–
28	–	–	–	–	–	138,2	193,3	258,5	334,0	420,1	517,0
	–	–	–	–	–	15,65	26,71	42,43	63,83	91,96	128,0
	–	–	–	–	–	2,73	3,95	5,44	7,22	9,29	11,67
<b>Итого</b>	–	–	–	–	–	<b>156,6</b>	<b>223,9</b>	<b>306,3</b>	<b>405,1</b>	<b>521,4</b>	<b>656,6</b>
4	1,41	4,22	8,02	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,32	1,27	2,84	–	–	–	–	–	–	–	–
	0,32	1,50	3,69	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Итого</b>	<b>2,05</b>	<b>6,99</b>	<b>14,54</b>	–	–	–	–	–	–	–	–
12	–	14,15	26,91	42,46	60,47	80,72	103,1	–	–	–	–
	–	1,61	3,60	6,35	9,87	14,14	19,18	–	–	–	–
	–	0,75	1,85	3,50	5,75	8,63	12,15	–	–	–	–
<b>Итого</b>	–	<b>16,52</b>	<b>32,35</b>	<b>52,30</b>	<b>76,08</b>	<b>103,5</b>	<b>134,4</b>	–	–	–	–
20	–	–	47,26	74,56	106,2	141,8	181,0	223,6	269,5	–	–
	–	–	4,01	7,09	11,01	15,79	21,41	27,87	35,17	–	–
	–	–	1,34	2,54	4,17	6,25	8,81	11,85	15,40	–	–
<b>Итого</b>	–	–	<b>52,61</b>	<b>84,18</b>	<b>121,4</b>	<b>163,8</b>	<b>211,2</b>	<b>263,4</b>	<b>320,1</b>	–	–
28	–	–	–	–	153,9	205,4	262,3	324,1	390,6	461,6	536,8
	–	–	–	–	11,84	16,97	23,02	29,96	37,81	46,56	56,20
	–	–	–	–	3,37	5,06	7,12	9,59	12,46	15,75	19,47
<b>Итого</b>	–	–	–	–	<b>169,1</b>	<b>227,5</b>	<b>292,4</b>	<b>363,6</b>	<b>440,9</b>	<b>523,9</b>	<b>612,5</b>
<b>Сосна, культуры</b>											
2	0,11	0,37	0,73	1,19	–	–	–	–	–	–	–
	0,08	0,52	1,53	3,26	–	–	–	–	–	–	–
	0,13	0,93	2,86	6,38	–	–	–	–	–	–	–
<b>Итого</b>	<b>0,33</b>	<b>1,82</b>	<b>5,12</b>	<b>10,84</b>	–	–	–	–	–	–	–
4	0,17	0,61	1,27	2,14	3,21	4,47	–	–	–	–	–
	0,03	0,21	0,69	1,59	3,04	5,15	–	–	–	–	–
	0,04	0,31	1,01	2,32	2,48	7,51	–	–	–	–	–
<b>Итого</b>	<b>0,24</b>	<b>1,13</b>	<b>2,97</b>	<b>6,05</b>	<b>8,73</b>	<b>17,13</b>	–	–	–	–	–
8	0,26	1,00	2,20	3,84	5,92	8,42	11,35	14,70	18,47	–	–
	0,01	0,09	0,31	0,78	1,57	2,79	4,54	6,92	10,03	–	–
	0,01	0,10	0,35	0,84	1,65	2,85	4,53	6,77	9,66	–	–
<b>Итого</b>	<b>0,29</b>	<b>1,20</b>	<b>2,87</b>	<b>5,46</b>	<b>9,13</b>	<b>14,06</b>	<b>20,42</b>	<b>28,39</b>	<b>38,16</b>	–	–
12	–	–	3,04	5,41	8,47	12,20	16,62	21,73	27,51	33,99	41,14
	–	–	0,20	0,51	1,07	1,95	3,24	5,05	7,45	10,56	14,47
	–	–	0,19	0,47	0,92	1,62	2,60	3,92	5,63	7,78	10,43
<b>Итого</b>	–	–	<b>3,43</b>	<b>6,39</b>	<b>10,46</b>	<b>15,77</b>	<b>22,47</b>	<b>30,69</b>	<b>40,59</b>	<b>52,32</b>	<b>66,04</b>
16	–	–	–	–	10,91	15,87	21,79	28,66	36,51	45,33	55,13
	–	–	–	–	0,81	1,51	2,56	4,04	6,04	8,65	11,98
	–	–	–	–	0,61	1,08	1,75	2,66	3,84	5,33	7,17
<b>Итого</b>	–	–	–	–	<b>12,34</b>	<b>18,47</b>	<b>26,09</b>	<b>35,35</b>	<b>46,38</b>	<b>59,30</b>	<b>74,28</b>

Высота дерева, м	Диаметр ствола на высоте 1,3 м, см										
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44
<b>Ель, культуры</b>											
2	0,24	0,47	0,70	0,92	–	–	–	–	–	–	–
	0,21	0,65	1,26	2,02	–	–	–	–	–	–	–
	0,33	1,57	3,91	7,46	–	–	–	–	–	–	–
<b>Итого</b>	<b>0,79</b>	<b>2,70</b>	<b>5,87</b>	<b>10,40</b>	–	–	–	–	–	–	–
4	0,31	0,76	1,28	1,85	2,46	–	–	–	–	–	–
	0,12	0,46	1,04	1,85	2,90	–	–	–	–	–	–
	0,08	0,48	1,41	3,04	3,44	–	–	–	–	–	–
<b>Итого</b>	<b>0,50</b>	<b>1,70</b>	<b>3,73</b>	<b>6,74</b>	<b>8,80</b>	–	–	–	–	–	–
8	–	1,21	2,34	3,73	5,36	7,22	9,27	–	–	–	–
	–	0,33	0,86	1,70	2,89	4,45	6,40	–	–	–	–
	–	0,15	0,51	1,24	2,47	4,32	6,95	–	–	–	–
<b>Итого</b>	–	<b>1,68</b>	<b>3,71</b>	<b>6,67</b>	<b>10,72</b>	<b>15,99</b>	<b>22,63</b>	–	–	–	–
12	–	–	–	5,63	8,46	11,79	15,63	19,94	24,72	–	–
	–	–	–	1,62	2,88	4,62	6,87	9,70	13,15	–	–
	–	–	–	0,73	1,54	2,82	4,72	7,35	10,88	–	–
<b>Итого</b>	–	–	–	<b>7,98</b>	<b>12,88</b>	<b>19,24</b>	<b>27,21</b>	<b>36,99</b>	<b>48,75</b>	–	–
16	–	–	–	–	–	16,71	22,62	29,41	37,07	45,60	54,99
	–	–	–	–	–	4,74	7,23	10,41	14,37	19,17	24,88
	–	–	–	–	–	2,09	3,58	5,71	8,63	12,47	17,41
<b>Итого</b>	–	–	–	–	–	<b>23,54</b>	<b>33,43</b>	<b>45,54</b>	<b>60,07</b>	<b>77,24</b>	<b>97,28</b>

\* Примечание. Цифры в колонках, сверху вниз – углерод стволов, ветвей, хвои и надземной фитомассы соответственно

Для практических целей, а именно при расчетах углерода фитомассы на уровне таксационных нормативов, необходимы регрессионные уравнения и составленные на их основе таблицы углерода фитомассы деревьев по образцу традиционных объемных таблиц с двумя входами – диаметром и высотой дерева.

Обычно используется двухфакторная зависимость

$$C_i = f(h, d), \quad (1)$$

которая в форме линеаризованного уравнения множественной статической аллометрии [2] имеет вид

$$\ln C_i = a_0 + a_1 \ln h + a_2 \ln d + a_3 \ln h \ln d, \quad (2)$$

где  $C_i$  – количество углерода в фитомассе фракции дерева (стволы в коре, ветви и хвоя), соответственно  $C_{st}$ ,  $C_{br}$  и  $C_f$ , кг;  $h$  и  $d$  – соответственно высота (м) и диаметр ствола на высоте 1,3 м (см).

В некоторые уравнения в качестве независимых переменных на статистически значимом уровне включены  $C_{st}$ ,  $C_{br}$  и  $C_f$ , и в этом случае уравнения (2) для разных фракций фитомассы образуют рекурсивную систему.

Характеристика уравнений (2) дана в табл. 2, из которой следует, что они характе-

ризуются достаточно высокими показателями адекватности экспериментальным данным, поскольку объясняют изменчивость запаса углерода в фитомассе деревьев на 79–99 %. Путем табулирования рассчитанных уравнений (2) по задаваемым ступеням толщины и высоты дерева составлены искомые нормативные таблицы для лиственницы, березы, сосны и ели.

### Библиографический список

1. Кобак, К.И. Биотические компоненты углеродного цикла / К.И. Кобак – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 248 с.
2. Усольцев, В.А. Рост и структура фитомассы древостоев / В.А. Усольцев. – Новосибирск: Наука, 1988. – 253 с.
3. Усольцев, В.А. Оценка фитомассы лиственничников Сибири по диаметру и высоте ствола / В.А. Усольцев, А.Б. Фимушин, В.В. Кириллова и др. // Социально-экономические и экологические проблемы лесного комплекса. – Екатеринбург: УГЛТА, 2001. – С. 176–177.
4. Шульце, В. Уравнения и таблицы для подеревной оценки фитомассы лиственничников Сибири / В. Шульце, В.А. Усольцев, А.Б. Фимушин и др. // Лесная таксация и лесоустройство: Межвуз. сб. научн. трудов. – Красноярск: СибГТУ, 2000. – С. 116–122.
5. Matthews G. The carbon content of trees // Forestry Commission. Techn. Paper 4. Edinburgh, 1993. 21 p.

## ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ РУБОК УХОДА НА ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСНЯКОВ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ ПОРАЖЕНИЯ АЭРОПРОМВЫБРОСАМИ

О.М. АСТАФЬЕВА, *доц. каф. управления качеством УГЛТУ, канд. с.-х. наук*

В промышленных регионах, в том числе на Среднем Урале, в проблеме защиты лесов важнейшее место занимает поиск путей повышения устойчивости к аэропромвыбросам. В условиях воздействия промышленных поллютантов роль леса как фактора стабилизации окружающей среды несомненна. Однако эти нагрузки отражаются на состоянии жизнедеятельности лесных насаждений и их устойчивости. Под влиянием аэропромвыбросов снижается общее биологическое разнообразие и продуктивность насаждений. Исчезают некоторые компоненты, а в ряде случаев образуются даже техногенные пустыни.

Дигрессия древостоя характеризуется его интенсивным распадом, прежде всего гибнут хвойные породы, затем лиственные. Гибель главных лесообразующих пород способствует появлению редкостойных и малопродуктивных насаждений из второстепенных пород [5], которые не обладают достаточной устойчивостью к аэропромвыбросам.

В защите лесных насаждений от губительного воздействия аэропромвыбросов основной задачей является их сокращение путем применения безотходных технологий, устройства уловителей, фильтров и др. Однако если аэропромвыбросы прекратятся, то их отрицательное влияние будет проявляться еще долго. Так, пока выбросы продолжают, в лесах, подверженных их воздействию, необходимо вести «индустриальное лесоводство», т.е. применять специфическую систему мероприятий, направленных на защиту лесов, сохранение и повышение их устойчивости. В настоящее время уже известны некоторые мероприятия, которые позволяют добиться защиты леса.

Одну из таких групп представляют лесоводственные мероприятия. Прежде всего это рубки ухода. Они обеспечивают форми-

рование нужной структуры насаждений, состава, улучшение экологической среды, вызывают активизацию процессов метаболизма, увеличивают площадь питания растений, усиливают их ассимиляционный аппарат, снижают конкурентные взаимоотношения деревьев, что, в конечном итоге, приводит к усилению их роста [1].

Для оценки изменения лесоводственно-таксационных показателей сосняков были проведены исследования на 6 постоянных пробных площадях (ППП). ППП расположены в зоне влияния выбросов Первоуральско-Ревдинского промышленного узла. Согласно данным И. А. Юсупова, соотношение твердых и газообразных аэропромвыбросов СУМЗ составляет 1:13. Доля основных химических элементов, содержащихся на пылевых частицах, следующая: меди – 44,4 %, цинка – 32,4, мышьяка – 12,1 и свинца – 10,1 %. Доля основных газообразных выбросов: окислы серы – 98,0 %, окислы азота – 0,7 и фтористый водород – 1,3 %. Зонирование района исследований по отношению к источникам выбросов было выполнено ранее Б. С. Фимушиным (1988). ППП-5 расположена в зоне сильного поражения, ППП-4 – в зоне среднего поражения, ППП-3, ППП-2, ППП-1 – в зоне слабого поражения, ППП-7Р – в фоновых условиях. ППП были заложены в сосняке ягодниковом и разнотравном искусственного происхождения 29–40-летнего возраста. Замеры таксационных показателей проводились в 1993 и 2003 гг.

Нами проанализирована динамика основных таксационных показателей искусственных сосновых древостоев, пройденных рубками ухода различной интенсивности. В табл. 1 приведены данные об изменении таксационных показателей за 10-летний период на ППП-4, расположенной в зоне среднего поражения.

Т а б л и ц а 1

**Изменение таксационных показателей за 10-летний период по элементам леса при рубках ухода различной интенсивности в сосняках зоны среднего поражения (ППП-4)**

Порода	Средние		Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Запас, м <sup>3</sup> /га	Густота, шт./га
	высота, м	диаметр, см			
Контроль Секция 1					
Сосна	+1,3*	+4,0	+7,2	+108,6	-1019
Береза	+1,5	+0,2	-0,2	-1,1	-27
Рубки ухода умеренной интенсивности Секция 2					
Сосна	+1,4	+3,2	+10,2	+56,6	-282
Секция 3					
Сосна	+1,5	+3,1	+21,7	+64,3	-219
Береза	+0,5	+0,6	0	0	-7
Рубки ухода умеренно-сильной интенсивности Секция 4					
Сосна	+1,3	+3,3	+5,1	+36,0	-660
Береза	-3,6	-2,5	+0,3	+0,2	+114

\* «+» – увеличение таксационного показателя, «-» – уменьшение таксационного показателя

Т а б л и ц а 2

**Изменение таксационных показателей за 10-летний период по элементам леса при рубках ухода различной интенсивности в сосняках зоны слабого поражения**

Порода	Средние		Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Запас, м <sup>3</sup> /га	Густота, шт./га
	высота, м	диаметр, см			
Рубки ухода слабой интенсивности ППП-2, секция 2					
Сосна	+1,6	+3,3	+4,5	+79,8	-827
Береза	+1,6	+1,7	0	+0,2	-12
ППП-2, секция 3					
Сосна	+0,9	+2,4	+4,3	+86,6	-342
Береза	+0,6	+2,6	0	-1,1	-12
ППП-2, секция 4					
Сосна	+1,3	+2,7	+8,3	+3,7	-190
Береза	+1,6	+3,8	+1,3	+8,2	-99
ППП-1, секция 2					
Сосна	+1,1	+1,1	+2,8	+7,3	-770
ППП-1, секция 3					
Сосна	+0,9	+2,4	+4,4	+56,5	-1205
Береза	+1,6	+2,9	+1,2	+8,6	0
Рубки ухода умеренной интенсивности ППП-3, секция 2					
Сосна	+1,2	+2,3	+5,9	+77,0	-164
Рубки ухода умеренно-сильной интенсивности ППП-3, секция 3					
Сосна	+1,1	+3,1	+5,6	+50,9	-149
ППП-3, секция 4					
Сосна	+1,2	+3,1	+7,0	+55,7	-101

Исследования показали, что рубки ухода различной интенсивности в зоне среднего поражения оказывают влияние на таксационные показатели искусственных сосняков. Од-

нако за 10 лет состав древостоя не изменился. На всех секциях наблюдается снижение его густоты. Наибольший отпад по сосне наблюдается в контрольной секции. Показатели от-

пада на секциях, пройденных рубками ухода умеренной интенсивности, близки и варьируют от 219 до 282 экз./га. Особо следует отметить повышенный отпад на секции, пройденной рубками ухода умеренно-сильной интенсивности. Последнее свидетельствует о недопустимости увеличения интенсивности изреживания древостоев в зоне среднего поражения выше 30 % по запасу. Кроме того, на секциях 2 и 4 были проведены рубки ухода одинаковой интенсивности по густоте. При этом интенсивность изреживания по запасу на секции 4 превышала таковую на секции 2 на 9 %. Другими словами, на секции 4 в рубку назначались более крупные деревья, что привело к повышенному отпаду деревьев в первые 10 лет после рубок ухода.

В динамике такого таксационного показателя, как запас сосны обыкновенной, прослеживается следующая тенденция. При снижении густоты искусственных сосновых древостоев рубками ухода в 29-летнем возрасте до 1,8 тыс. экз./га происходит уменьшение прироста древостоев по запасу. Так, за 10-летний период после рубок ухода запас древесины в пересчете на 1 га увеличился на 36 м<sup>3</sup>, в то время как увеличение запаса на контрольной секции составило 109 м<sup>3</sup>. В результате проведения 10 лет назад прореживаний умеренно-сильной интенсивности произошло снижение значений средних показателей диаметра и высоты березы при увеличении количества экземпляров. Это говорит о том, что на данной секции были созданы оптимальные условия для быстрого роста подростка березы и рубки ухода такой интенсивности могут привести к смене преобладающей породы. Полученные нами данные свидетельствуют, что в зоне среднего поражения промышленными поллютантами в лесных культурах проведение прореживаний слабой и даже очень слабой интенсивности позволяет достигать лучших результатов.

Проведение прореживаний даже умеренной интенсивности, несмотря на значительное сокращение отпада, приводит к резкому сокращению прироста по запасу, который, как известно, является интегральным показателем состояния древостоев. Другими словами, в чистых искусственных сосняках зоны среднего поражения прореживания

должны заключаться в выборке отставших в росте экземпляров сосны из числа потенциального отпада. Общая интенсивность изреживания по запасу не должна превышать 15 %. Последнее не только предотвратит снижение прироста по запасу, но и будет способствовать улучшению пожарной устойчивости формирующихся насаждений.

На Первоуральско-Ревдинском узле наибольшую площадь поражения промышленными поллютантами имеет зона слабого поражения, поэтому влияние рубок ухода на таксационные показатели сосновых древостоев в этой зоне представляет наибольший практический интерес (табл. 2).

В результате исследований было установлено, что в зоне слабого поражения рубки ухода интенсивностью 10–19 % по запасу оказывают влияние на состав древостоя. Так, на ППП-1, секция 3 и на ППП-2, секция 4 наблюдается снижение доли участия сосны в составе на 0,4 и 0,5 единицы, на ППП-2, секция 3 незначительное увеличение на 0,1 единицы. Уменьшение количества экземпляров сосны произошло на всех секциях, пройденных рубкой слабой интенсивности.

Чем выше первоначальная густота, тем большее количество погибших деревьев зафиксировано послерубокухода. Так, на ППП-2 секция 4 при густоте 2,0 тыс. экз./га отпад за 10-летний период составляет 0,2 тыс. экз./га, а на ППП-1 секция 3 при густоте 4,3 тыс. экз./га количество деревьев снизилось на 1,2 тыс. экз./га. Последнее свидетельствует о том, что проведение рубок ухода ослабило остроту конкуренции между деревьями, оставленными на дальнейшее выращивание.

В изменении таких средних таксационных показателей сосны обыкновенной, как высота и диаметр, не прослеживается четкой тенденции. Прирост по высоте за 10-летний период после рубок слабой интенсивности составил от 0,9 до 1,6 м, а прирост по диаметру – от 1,1 до 3,3 см. Однако следует отметить, что на секции 2 ППП-2 и секции 2 ППП-1 при одинаковой первоначальной густоте изменения по высоте и диаметру различны. Если на секции 4 ППП-2 прирост по высоте составляет 1,6 м и диаметру – 3,3 см, то на секции 2 ППП-1 – 1,1 м и 1,1 см соответственно. Это,

на наш взгляд, объясняется тем, что на ППП-2 средние показатели до проведения рубок ухода были выше.

Прирост по запасу на секциях, пройденных 10 лет назад рубками ухода слабой интенсивности, варьирует в больших пределах. Максимальным увеличением запаса характеризуются секции, пройденные рубками слабой интенсивности. Минимальным приростом – секции, пройденные рубками умеренно-сильной интенсивности. Тенденция уменьшения количества деревьев после проведения рубок ухода характерна и для березы повислой. Другими словами, рубки ухода и в зоне слабого поражения не исключают отпада деревьев сосны обыкновенной и березы повислой, однако существенно снижают абсолютные показатели отпада. Средние диаметры березы повислой за 10-летний период увеличились на 1,7–3,8 см, а средние высоты – от 0,6 до 1,6 м. Достаточно высокие показатели увеличения по диаметру на секции 4 ППП-2 объясняются большим количеством отпада экземпляров с незначительным диаметром. Следует отметить уменьшение запаса березы повислой на секции 3 ППП-2 по сравнению с данными 1993 г. на 1,1 м<sup>3</sup>/га. На остальных секциях прирост по запасу составляет от 0,2 до 8,6 м<sup>3</sup>/га. При рубках

ухода умеренной и умеренно-сильной интенсивности снижение количества деревьев на 1 га значительно меньше, чем при рубках слабой интенсивности изреживания. Так, на секции 2 ППП-3, пройденной рубками ухода умеренной интенсивности, отпад сосны обыкновенной составил за 10-летний период 160 деревьев, а на секциях с умеренно-сильной рубкой – 100–150 деревьев. Несмотря на то, что прирост по высоте на секциях с интенсивностью изреживания на 23–40 % ниже, чем на секциях, пройденных рубкой более слабой интенсивности, средняя высота в первом случае значительно больше. Показатели изменения среднего диаметра на участке умеренно-сильной рубки сравнимы с таковыми на секциях со слабой интенсивностью изреживания, однако на данных секциях значение среднего диаметра также превышает средний диаметр сосны обыкновенной на секциях, пройденных рубкой слабой интенсивности. На секциях с умеренно-сильной интенсивностью увеличение запаса варьирует от 50,9 до 55,7 м<sup>3</sup>/га, что чуть ниже, чем на секции с умеренной рубкой (77,0 м<sup>3</sup>/га). Проведенные исследования показали, что в зоне слабого поражения при рубках ухода умеренной интенсивности создаются оптимальные условия роста и развития древостоя.

Т а б л и ц а 3

**Изменение таксационных показателей за 10-летний период по элементам леса после рубок ухода различной интенсивности в контрольной зоне**

Порода	Средние		Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup>	Запас, м <sup>3</sup>	Густота, шт.
	высота, м	диаметр, см			
Контроль ППП-7Р, секция 1					
Сосна	+1,6	+3,6	+9,1	+67,4	-261
Береза	+2,0	+7,2	+2,2	+12,3	-8
Рубки ухода слабой интенсивности ППП-7Р, секция 2					
Сосна	+ 1,5	+4,0	+8,7	+72,5	-295
Береза	+1,3	+3,5	+1,9	+10,3	+38
Рубки ухода умеренной интенсивности ППП-7Р, секция 3					
Сосна	+1,3	+3,3	+9,3	+98,7	-218
Береза	+1,4	+3,9	+0,9	+9,4	-13
ППП-7Р, секция 4					
Сосна	+1,2	+3,2	+7,5	+85,2	-164
Береза	+1,2	+2,3	+0,5	+8,4	0
Лиственница	+1,8	+6,0	-0,6	-5,1	0



Для сравнения лесоводственной эффективности рубок ухода в сосняках, подверженных воздействию промышленных поллютантов, обратимся к табл. 3 в фоновых (контрольных) условиях.

Исследования показали, что в фоновых сосняках при проведении рубок ухода слабой и умеренной интенсивности наблюдается различная динамика таксационных показателей. Так, при проведении прореживания слабой интенсивности изменение средних показателей высоты и диаметра сосны обыкновенной сравнимы с таковыми на контрольной секции, а при умеренной рубке значения средних показателей меньше на 0,3–0,4 м по высоте и на 0,3–0,4 см по диаметру, чем на контроле. Следует отметить снижение густоты древостоя на всех секциях. На контроле и на секции со слабой интенсивностью рубок ухода отпад за 10-летний период после рубки наибольший и составляет 0,3 тыс. экз./га, что объясняется, на наш взгляд, более выраженными здесь процессами внутривидовой конкуренции. На секции 4 (рубки ухода умеренной интенсивности) при наименьшей первоначальной густоте лесных культур отпад составляет 0,2 тыс. экз./га.

Прирост сосны по запасу возрастает при увеличении степени изреживания. Если на контроле за 10 лет он составляет 67,4 м<sup>3</sup>/га, на секции, пройденной рубкой ухода слабой интенсивности, 72,5 м<sup>3</sup>, то на секциях с умеренной рубкой – 85,2 и 98,7 м<sup>3</sup>. Следует также отметить, что между секциями с умеренной интенсивностью имеются различия. При большей интенсивности изреживания по запасу изменения таксационных показателей древостоя ниже, однако средние показатели высоты и диаметра выше.

На контрольной секции наблюдается увеличение долевого участия березы повислой на 0,2 единицы состава средних показателей высоты и диаметра при снижении общего количества экземпляров. Это объясняется тем, что в данных условиях береза повислая более конкурентоспособна. При рубках ухода слабой интенсивности изреживания происходит незначительное увеличение количества экземпляров березы повислой. При рубках ухода умеренной интенсивности по запасу

наблюдается снижение общего количества экземпляров березы повислой. Показатели прироста по высоте и диаметру на данной секции выше таковых на секции со слабой интенсивностью рубки.

Интенсивность прореживаний в искусственных сосняках зоны среднего поражения должна быть слабой или очень слабой. Рубка должна проводиться по низовому методу за счет удаления отставших в росте экземпляров из числа потенциального отпада.

В зоне слабого поражения наиболее эффективно проведение прореживаний умеренной и слабой интенсивности. Рубки данной интенсивности не только в значительной степени предотвращают отпад, но и позволяют объяснить достаточно высокие темпы прироста древесины, а следовательно, повышают устойчивость древостоев.

Оптимальной в фоновых условиях является умеренно-сильная и сильная интенсивность прореживания. Последнее позволяет не только повысить пожароустойчивость искусственных сосняков ягодникового типа леса, но и увеличить, по сравнению с древостоем, не пройденным рубкой, прирост по запасу.

Рубки ухода в зоне сильного поражения не планируются из-за низкой исходной полноты древостоев. В этой зоне поражения возможны лишь выборочные санитарные рубки в целях оздоровления насаждения и повышения их устойчивости.

#### Библиографический список

1. Луганский, Н.А. Лесоведение / Н.А. Луганский, С.В. Залесов, В.А. Щавровский. – Екатеринбург: УГЛТА, 1996. – 373 с.
2. Подзоров, Н.В. Промышленная пыль и жизнедеятельность сосны в пригородных лесах Ленинграда / Н.В. Подзоров // Лесной журнал. – 1975. – № 2. – С. 158–160.
3. Фимушин, Б.С. Влияние промышленных выбросов на текущий прирост сосновых насаждений / Б.С. Фимушин // Леса Урала и хозяйство в них. – 1988. – № 14. – С. 116–122.
4. Юсупов, И.А. Состояние сосновых молодняков в условиях аэропромвыбросов / И. А. Юсупов, Н. А. Луганский, С.В. Залесов. – Екатеринбург: УГЛТА, 1999. – 185 с.
5. Woodwell G. M. Effects of pollution on structure and physiology of ecosystems // Science, 1970. – V. 168. – № 3930.

## ЛЕСОПОЖАРНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.П. АБРАМОВ, *асп. каф. лесоводства УГЛТУ*,  
С.В. ТОРОПОВ, *студент УГЛТУ*

Лесные пожары оказывают большое и разностороннее влияние на жизнь леса, нанося огромный ущерб лесному хозяйству и экономике страны. Ущерб, наносимый пожарами лесным насаждениям, заключается не только в разрушении древостоев и отчуждении хозяйственно ценной древесины. Огонь, повреждая взрослые деревья, уничтожая подрост, подлесок, живой напочвенный покров, лесную подстилку и внеярусную растительность, а также органический слой почвы, ведет к уничтожению или ослаблению всего насаждения.

Нами выполнен анализ горимости лесов юга Тюменской области за период с 1985 по 2004 гг. и на основе полученных данных предложен вариант лесопожарного районирования. Исследования проведены в пределах лесной зоны – в подзоне предлесостепных (подтаежных) сосново-березовых лесов (Нижнетавдинский, Яркоковский, Юргинский лесхозы) и в лесостепной зоне в подзоне северной лесостепи (Тюменский, Исетский, Упоровский, Ялуторовский, Заводоуковский, Омутинский лесхозы) согласно лесорастительному районированию, выполненному Е.П. Смолоноговым и А.М. Вегериным [1].

Объект исследования – леса Гослесфонда общей площадью 1199,7 тыс. га, находящиеся на территории десяти административных районов, включающих девять лесхозов, охраняемых Тюменским отделением Тюменской базы авиационной охраны лесов.

Для анализа горимости использовался показатель удельной горимости по Г.А. Мокееву, который определяется как выраженное в процентах отношение площади лесов, пройденных лесными пожарами за сезон, к общей площади охраняемого объекта [2]. Использовались также показатели средней площади, плотности лесных пожаров, распределения пожаров по месяцам и причинам возникновения. Одновременно учитывалось распределение площади исследуемой территории по классам природной пожарной опасности

по И.С. Мелехову. На основе этих данных составлено пожарное районирование исследуемой территории.

Для детального анализа использовался показатель продолжительности периода фактической горимости, то есть период между первым и последним лесным пожаром, возникшим на территории каждого лесхоза в среднем за 20 лет (табл. 1).

Яркоковский, Нижнетавдинский и Юргинский лесхозы относятся к лесной зоне. На территории Яркоковского лесхоза за исследуемый период наблюдалось три вспышки горимости в 1989, 1992 и 2004 гг. Продолжительность периода фактической горимости в этом лесхозе 65 дней. Уровень горимости по лесхозу за 20 лет соответствует средней величине этого показателя по району исследований. Средняя площадь пожара значительная. Доля пожаров, обнаруженных авиацией, варьирует от 13 до 100 % и составляет в среднем 68 %.

В Нижнетавдинском лесхозе за исследуемый период (1985–2004 гг.) наблюдалось высокая горимость в течение пяти лет – 1985, 1989, 1992, 1994 и 2004 гг. Доля лесных пожаров, обнаруженных при помощи авиации, варьирует от 43 до 100 %, составляя в среднем 79 %.

На территории Юргинского лесхоза в исследуемый период наблюдалось три вспышки горимости – 1989, 1991 и 2004 гг. Продолжительность периода фактической горимости в этом лесхозе средняя по сравнению с лесхозами лесной зоны и составляет 71 день. Уровень горимости за 20 лет соответствует средней величине. Средняя площадь пожара повышенная. Доля пожаров, обнаруженных авиацией, варьирует от 20 до 100 % и составляет в среднем 73 %.

Основной причиной возникновения пожаров в лесхозах лесной зоны является неосторожное обращение с огнем местного населения (80–94 %). Небольшая доля лесных пожаров возникала от сельхозпалов (5,1–19,3 %).

Т а б л и ц а 1

**Продолжительность периода фактической горимости**

Лесхоз	Средняя дата возникновения первого пожара	Средняя дата возникновения последнего пожара	Средняя продолжительность периода фактической горимости, дней
Ярковский	13 мая	18 июля	65
Нижнетавдинский	1 мая	20 июля	79
Юргинский	13 мая	24 июля	71
Тюменский	25 апреля	17 августа	112
Исетский	5 мая	20 июля	75
Упоровский	3 мая	23 июля	80
Ялуторовский	14 мая	29 июля	71
Заводоуковский	27 апреля	4 августа	97
Омутинский	4 мая	15 июля	61
По району исследований	5 мая	26 июля	79

Т а б л и ц а 2

**Данные горимости за 20 лет на территории района исследования**

Лесхоз	Общая площадь, тыс. га	Количество лесных пожаров, шт.	Пройденная огнем площадь, га		Удельная горимость, %	Средняя площадь пожара, га	Плотность пожаров на 100 тыс. га, шт.
			лесная	нелесная			
Ярковский	373,2	182	4898	2003,2	0,09	37,92	2,4
Нижнетавдинский	270,2	654	3406	2171,0	0,10	8,53	12,1
Юргинский	278,0	235	2193	2303	0,08	19,13	4,2
Тюменский	112,6	2483	6577	742,5	0,32	2,95	110,2
Исетский	114,9	312	4881	621,9	0,23	17,64	13,6
Упоровский	51,9	285	3592	562,6	0,40	14,58	27,4
Ялуторовский	113,3	229	919,6	102,31	0,05	4,46	10,1
Заводоуковский	141,7	662	1840	231,91	0,07	3,13	23,4
Омутинский	117,1	437	1041	109,34	0,04	2,63	18,6

Т а б л и ц а 3

**Распределение количества лесных пожаров по месяцам пожароопасного периода, %**

Лесхоз	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
Ярковский	6,59	46,70	19,78	13,74	4,95	6,59	1,65
Нижнетавдинский	8,10	52,60	14,83	14,07	0,92	5,20	4,28
Юргинский	6,0	61,7	14,9	6,0	2,5	5,9	3
Тюменский	8,05	39,35	22,96	12,00	4,23	9,63	3,79
Исетский	9,62	62,50	8,97	5,77	4,17	5,45	3,53
Упоровский	9,00	63,00	9,30	6,00	6,40	3,30	3,00
Ялуторовский	3,0	53,7	16,2	15,2	3,2	6,1	2,6
Заводоуковский	8,1	50,7	14,1	10,3	7,4	8,0	1,4
Омутинский	15,2	68,9	8,2	2,5	0,9	1,8	2,5

Т а б л и ц а 4

**Распределение пожаров по причинам возникновения, %**

Лесхоз	Причина возникновения лесных пожаров			
	местное население	сельхозпал	лесозаготовители	грозы
Ярковский	85,7	9,9	1,6	2,7
Нижнетавдинский	80,6	19,3	0,2	0,0
Юргинский	94,4	5,1	–	0,4
Тюменский	98,6	1,2	0,1	0,0
Исетский	60,6	35,6	2,6	1,3
Упоровский	74,0	18,9	5,3	1,8
Ялуторовский	91,3	7,4	0,4	0,9
Заводоуковский	90,5	8,5	0,5	0,5
Омутинский	71,9	27,5	0,7	–

**Распределение площади исследуемой территории по классам природной пожарной опасности, %**

Лесхоз	Классы пожарной опасности					Средний класс
	I	II	III	IV	V	
Ярковский	5,1	4,9	17,9	48,2	23,9	3,8
Нижнетавдинский	5,6	6,0	24,4	50,2	13,8	3,6
Юргинский	5,4	5,5	21,0	49,4	18,7	3,7
Тюменский	16,4	43,8	0,8	30,8	8,2	2,7
Исетский	15,8	9,6	29,5	45,1	—	3,0
Упоровский	28	12	21	21	18	2,9
Ялуторовский	18,8	16,4	30,8	20,3	13,7	2,9
Заводоуковский	17	36	3	40	4	2,8
Омутинский	20	14	24	24	18	3,1

Другими показателями горимости характеризуются лесхозы лесостепной зоны (Тюменский, Исетский, Упоровский, Ялуторовский, Заводоуковский, Омутинский). На территории Тюменского лесхоза за исследуемый период зафиксировано 10 лет с высокой горимостью – 1985, 1989, 1994-1998, 2003 и 2004 гг. Продолжительность периода фактической горимости превышает таковую во всех других лесхозах. Последнее объясняется высокой плотностью населения района и близостью г. Тюмени. Средняя площадь пожара за 20 лет небольшая, что свидетельствует об оперативной работе лесной охраны. Основной причиной возникновения лесных пожаров является местное население. Доля пожаров, обнаруженных авиацией за период исследования, варьирует от 14 до 92 % и составляет в среднем 43 %.

В Исетском лесхозе за исследуемый период наблюдалось две вспышки высокой горимости – 1996 и 2004 гг. Средняя площадь пожара большая. Основная причина возникновения пожаров – местное население, 60,6 %. Однако в этом лесхозе велика доля пожаров от сельхозпалов. Доля пожаров, обнаруженных авиацией, варьирует от 14 до 100 %, составляя в среднем 51 %.

На территории Упоровского лесхоза за анализируемый период наблюдалось пять лет с высокой горимостью – 1989, 1996, 1998, 1999 и 2004 гг. Средняя площадь пожара за 20 лет большая. Основная причина лесных пожаров – местное население, на долю сельхозпалов приходилось 19 %. Кроме того,

5,3 % пожаров было по вине лесозаготовителей. Доля пожаров, обнаруженных авиацией, составляла в среднем 38 %.

На территории Ялуторовского лесхоза за исследуемый период наблюдалось 3 года с высокой горимостью – 1985, 1991, 2004 гг. Среднее значение показателя горимости по лесхозу соответствует умеренной величине. Средняя площадь пожара за 20 лет небольшая. Основная причина возникновения лесных пожаров – местное население, на долю сельхозпалов приходится 7,4 %. Доля пожаров, обнаруженных авиацией, составляет в среднем 46 %.

В Заводоуковском лесхозе за исследуемый период наблюдалось четыре вспышки горимости в 1985, 1989, 1991, 2004 гг. Горимость лесов характеризуется как средняя. Средняя площадь пожара небольшая (3,13 га). Основной причиной возникновения лесных пожаров является местное население, 90,5 %, на долю сельхозпалов приходится 8,5 % от общего числа пожаров. Доля пожаров, обнаруженных авиацией, варьирует от 14 до 100 %, составляя в среднем 41 %.

На территории Омутинского лесхоза за анализируемый период наблюдалось 2 года высокой горимости – 1989, 2004 гг. Среднее значение показателя горимости по лесхозу характеризовалось умеренной величиной. Средняя площадь пожара за 20 лет наименьшая. Основной причиной возникновения лесных пожаров является местное население, на долю сельхозпалов приходится 27 %. Доля пожаров, обнаруженных авиацией, составляет в среднем 40 %.

**Данные горимости на территории лесопожарных районов**

Лесопожарные районы	Средняя продолжительность периода фактической горимости, дней	Удельная горимость, %	Средняя площадь пожара, га	Плотность пожаров на 100 тыс. га, шт.	Средний класс природной пожарной опасности
1	61	0,05	2,63	18,6	3,1
2	72	0,09	21,86	6,2	3,7
3	84	0,07	3,8	16,5	2,8
4	77	0,31	16,1	21,0	2,9
5	112	0,32	2,95	110,2	2,7

В среднем по лесной зоне удельная горимость составляет 0,092 %, что соответствует средней степени горимости. В лесостепной зоне этот показатель почти в два раза выше и составляет 0,19 %. Средняя площадь пожара в лесостепной зоне 7,56 га, что в три раза меньше, чем в лесной. Плотность пожаров в лесной зоне составляет 6 шт./100 тыс. га, а в лесостепной – 39 шт./100 тыс.га.

На всей исследуемой территории основной пик горимости приходится на май. Однако значительное количество пожаров возникает в июне и в июле. В лесостепной зоне после весенней вспышки горимость быстро снижается, за исключением Тюменского лесхоза, где лесные пожары возникают в течение всего пожароопасного периода. Авиалесоохраной в лесной зоне обнаружено 73 %, а в лесостепной 43 % лесных пожаров. Низкий процент обнаружения лесных пожаров в лесостепной зоне связан с большей плотностью населения и лучшей сетью дорог, что обеспечивает более оперативное обнаружение пожаров наземной лесной охраной.

Лесопожарное районирование Тюменской области проводилось В.Н. Монокиным [3]. Но границы лесопожарных районов должны периодически уточняться, так как экономическая ситуация и состояние лесного фонда в отдельных районах может сильно меняться. Использование лесопожарного районирования не только облегчает планирование лесопожарных мероприятий, но и позволяет более объективно подойти к вопросам финансирования охраны лесов от пожаров [1].

Исследуемая территория, по В.Н. Монокину, относится к зоне высокой пожарной опасности Туринско-Тобольского района. Полученные нами данные позволяют

детализировать лесопожарное районирование В.Н. Монокина и выделить на исследуемой территории пять лесопожарных районов (ЛПР).

В первый район нами включен Омутинский лесхоз, находящийся в лесостепной зоне. Продолжительность периода фактической горимости самая малая и составляет 61 день. Основное количество пожаров возникает в апреле–мае (84 %). Плотность лесных пожаров 18,6 шт./100тыс. га. Средний класс природной пожарной опасности 3,1. Величина удельной горимости по району 0,05 %, что соответствует умеренной величине. Средняя площадь пожара наименьшая из всех – 2,63 га. По плотности населения и удельной протяженности дорожной сети район более развит (7,3 чел./км<sup>2</sup> и 8,4 км/тыс. га соответственно) по сравнению со вторым районом. Площади сельскохозяйственных угодий в этом районе большие, поэтому в первую очередь необходимо уделять внимание недопущению лесных пожаров от сельхозпалов, доля которых составляет 27 %. Несмотря на то, что работы по выжиганию травы и стерни на участках, непосредственно примыкающих к лесам, запрещены [4], эти работы нередко проводятся даже без предварительной подготовки и должного обеспечения безопасности, а также без учета состояния погоды и совершенно неподготовленными людьми. Необходимо в весеннее время усилить наземное патрулирование в местах некошенных и невспаханых сельхозугодий, а с работниками сельхозорганизаций проводить разъяснительную работу по правилам противопожарной безопасности. В лесничествах поставить наблюдательные вышки. Также необходима организация мобильных сил и средств пожаротушения с

широкими возможностями маневрирования. Авиалесоохране рекомендуется проводить полеты в весенний период и при наличии фактической горимости.

Ко второму лесопожарному району предлагается отнести три лесхоза, находящиеся в лесной зоне (Нижнетавдинский, Ярко-Восковский, Юргинский). Продолжительность периода фактической горимости в этих лесхозах составляет 72 дня. Средний класс природной пожарной опасности 3,7. Величина удельной горимости по району 0,092 %, что соответствует средней величине. Небольшая плотность населения (3,9 чел./км<sup>2</sup>), слабая развитость дорожной сети (6,5 км/тыс. га), небольшое количество сельскохозяйственных площадей способствует меньшей вероятности возникновения пожаров. Однако слабая освоенность территории отрицательно влияет на оперативность обнаружения и тушения лесных пожаров, чем объясняется значительная площадь среднего пожара (21,86 га). В этом районе необходимо основным способом обнаружения считать авиатрулирование. Поскольку на долю данного способа приходится 73 %, полеты необходимо производить регулярно, а не эпизодически. Также целесообразно создать при Тюменском авиаотделении штат пожарных парашютистов для тушения пожаров в отдаленных труднодоступных местах этого района.

К третьему лесопожарному району целесообразно отнести территорию Ялуторовского и Заводоуковского лесхозов. По многолетним данным, продолжительность периода фактической горимости в этих лесхозах составляет 84 дня. Средний класс природной пожарной опасности 2,8. Показатель удельной горимости по району 0,07 % соответствует средней величине. Плотность лесных пожаров средняя – 16,5 шт./100 тыс. га. Средняя площадь пожара небольшая – 3,8 га. Плотность населения – 5,9 чел./км<sup>2</sup>. Удельная протяженность дорог 9 км/тыс. га. Показатель средней горимости объясняется высокой рекреационной нагрузкой на леса. Для этого района первостепенными задачами являются расширение площади наземной охраны, строительство в лесничествах пожарных наблюдательных вышек, оборудование и уком-

плектование пожарно-химических станций (ПХС). Наряду с наземным патрулированием эффективно и авиационное, т.к., несмотря на развитую сеть дорог, остаются труднодоступные участки леса. В среднем за 20 лет авиацией в этом районе обнаружено 44 % лесных пожаров, поэтому полеты над территорией района следует производить регулярно. Особое внимание следует обратить на улучшение обустройства территории, размещение средств наглядной агитации в местах массового отдыха.

В четвертый лесопожарный район целесообразно объединить два лесхоза лесостепной зоны – Исетский и Упоровский. Продолжительность периода фактической горимости здесь составляет 77 дней. Плотность лесных пожаров 21 шт./100 тыс. га. Средний класс природной пожарной опасности 2,9. Величина удельной горимости по району 0,31 %, что соответствует высокой величине. Средняя площадь пожара – 16,1 га. По плотности населения и удельной протяженности дорожной сети район более развит (8,7 чел./км<sup>2</sup> и 10,6 км/тыс. га соответственно) по сравнению с предыдущим. Площадь сельскохозяйственных угодий больше, чем во втором и третьем лесопожарном районе, поэтому работы по противопожарным мероприятиям такие же, как и в первом лесопожарном районе, и все показатели горимости здесь намного выше. В первую очередь необходимо уделять внимание оснащению ПХС необходимой техникой и инвентарем. Нужна организация мобильных сил с широкими возможностями маневрирования. Для предотвращения сельхозпалов с работниками сельхозорганизаций проводить разъяснительную работу по правилам противопожарной безопасности. В лесничествах поставить наблюдательные вышки.

К пятому лесопожарному району целесообразно отнести территорию Тюменского лесхоза. Данная территория, несмотря на сходство по лесорастительным признакам и по показателю удельной горимости с четвертым лесопожарным районом, требует специфических противопожарных мероприятий. По многолетним данным, продолжительность периода фактической горимости составляет 112 дней. Средний класс природной пожарной

опасности 2,7. Показатель удельной горимости по району 0,32 % соответствует высокой величине. Плотность лесных пожаров очень высокая – 110,2 шт./100тыс. га. Средняя площадь пожара небольшая – 2,95 га. Показатели высокой горимости лесов объясняются высокой плотностью населения – 127 чел./км<sup>2</sup>. Для этого района первостепенными задачами являются расширение площади наземной охраны, строительство в лесничествах пожарных наблюдательных вышек, оборудование и укомплектование пожарно-химических станций (ПХС). Особое внимание следует обратить на улучшение обустройства территории, размещение средств наглядной агитации в местах массового отдыха.

Проведенные исследования позволяют детализировать лесопожарное районирование В.Н. Манокина и выделить на исследуемой территории пять лесопожарных районов. Наименее горимый первый район, а самый горимый – пятый.

Первый лесопожарный район находится в лесостепной зоне в подзоне северной лесостепи, характеризуется умеренной степенью горимости, малыми площадями и небольшой плотностью лесных пожаров, а также большими площадями сельхозугодий. В этом районе основным способом обнаружения лесных пожаров следует считать вышки и наземное патрулирование. Авиационное патрулирование проводить в весенний период и при наличии фактической горимости.

Второй лесопожарный район находится в лесной зоне в подзоне предлесостепных (подтаежных) сосново-березовых лесов, характеризуется средней степенью горимости, большими площадями и небольшой плотностью лесных пожаров, небольшой плотностью населения и удельной протяженностью дорог. В этом районе основной способ обнаружения лесных пожаров – авиационное патрулирование. Полеты необходимо производить регулярно, а не эпизодически.

Третий лесопожарный район находится в лесостепной зоне в подзоне северной лесостепи, характеризуется средней степенью горимости, средними площадями и плотностью лесных пожаров, средней плотностью населения и удельной протяженностью дорог.

В этом районе основным способом обнаружения лесных пожаров следует считать стационарный с использованием пожарно-наблюдательных вышек, а также авиационное и наземное патрулирование. Полеты необходимо производить регулярно.

Четвертый лесопожарный район находится в лесостепной зоне в подзоне северной лесостепи, характеризуется высокой степенью горимости, небольшими площадями и средней плотностью лесных пожаров. Повышенное внимание в этом районе необходимо уделять недопущению лесных пожаров от сельхозпалов, для чего с работниками сельхозорганизаций следует активизировать работу по разъяснению правил пожарной безопасности. Способ обнаружения лесных пожаров – стационарный с использованием пожарно-наблюдательных вышек и авиационным патрулированием. Для оперативности тушения лесных пожаров необходима организация мобильных сил и средств пожаротушения с широкими возможностями маневрирования.

Пятый лесопожарный район находится в лесостепной зоне в подзоне северной лесостепи, характеризуется высокой степенью горимости, малыми площадями и очень высокой плотностью лесных пожаров. Способ обнаружения пожаров – стационарный с использованием пожарно-наблюдательных вышек, а также авиационным и наземным патрулированием. Необходимо расширение площади наземной охраны лесов, строительство в лесничествах пожарных наблюдательных вышек, оборудование и укомплектование ПХС, а также улучшение обустройства территории и размещение наглядной агитации в местах массового отдыха.

#### Библиографический список

1. Смолоногов, Е.П. Комплексное районирование лесов Тюменской области / Е.П. Смолоногов, А.М. Вегерин. – Свердловск, 1980. – 88 с.
2. Залесов, С.В. Лесная пирология / С.В. Залесов. – Екатеринбург, 1998. – 296 с.
3. Монокин, В.Н. Методика лесопожарного районирования на основе комплексного показателя горимости (на примере Тюменской области): автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Красноярск, 1968. – 35 с.
4. Сборник нормативных актов по пожарной безопасности в лесах Российской Федерации. – М., 1995. – 84 с.

## САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫЕ ЗОНЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ЕКАТЕРИНБУРГА И ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ ДЛЯ ИХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ

Л.И. АТКИНА, *проф. каф. ландшафтного строительства УГЛТУ, д-р с.-х. наук,*  
Г.В. АГАФОНОВА, *доц. каф. ландшафтного строительства УГЛТУ, канд. с.-х. наук,*  
А.Л. АГАФОНОВА, *асп. каф. ландшафтного строительства УГЛТУ,*  
И.В. ОСИПОВ, *асп. каф. ландшафтного строительства УГЛТУ*

Зеленый фонд – неотъемлемая часть единой экологической системы Екатеринбурга – занимает площадь около 10 тыс. га. В настоящее время на 1 жителя приходится 19,2 м<sup>2</sup> зеленых насаждений общего пользования (парки, скверы, бульвары), санитарно-гигиеническое состояние которых оценивается лишь в 2 балла (по пятибалльной шкале). Существующие показатели не удовлетворяют экологическим требованиям для крупного промышленного города с постоянно растущим количеством автомобильного транспорта. Остро назрела одна из важнейших проблем Екатеринбурга – сохранение жизнеспособности, защитных экологических функций, восстановления и ландшафтно-архитектурного благоустройства зеленого фонда города. Усугубляет ситуацию то, что территория города ограничена жесткими административными границами и разрастание происходит не за счет прилегающих пространств, как это было в предыдущие столетия, а за счет уменьшения озелененных территорий. Всем памятно размещение торгового центра «Парк-Хаус» на территории Основинского парка, а в скором будущем город поглотит лесопарк Юго-Западный, который превратится в субурбанизированную территорию.

Успешное ведение хозяйства в сложных современных условиях возможно лишь в результате разностороннего изучения, оценки и прогноза структуры, жизненного состояния, процессов восстановления зеленого фонда. Один из важных начальных этапов – проведение структурно-функционального зонирования территории и ранжирования объектов на основе инвентаризации зеленого фонда города.

Структура зеленого фонда города во многом является отражением существующей градостроительной ситуации, и структурно-

функциональное зонирование фонда невозможно проводить без учета градостроительного зонирования, отраженного в генплане города. Актуальным является один из последних документов, определяющих развитие Екатеринбурга – «Правила землепользования и застройки городского округа – МО «Город Екатеринбург» (ноябрь 2007).

В настоящее время генплан Екатеринбурга включает три основных подхода к ограничениям пользования городской территорией:

- 1) охрана объектов культурного наследия;
- 2) санитарно-защитные зоны (СЗЗ);
- 3) водоохранные зоны.

В данной статье анализируются территории по экологическому признаку, а именно санитарно-защитные зоны города.

Санитарно-защитные зоны включают:

- 1) зоны воздействия авиационного шума;
- 2) охранные зоны газопровода высокого давления;
- 3) санитарно-защитные зоны промышленных и коммунальных объектов;

4) зоны электромагнитных излучений;

Для Екатеринбурга наиболее актуальны 1–3 зоны. В настоящее время в городе насчитывается около 80 промзон. Разрабатывая проблему нейтрализации негативного воздействия производственных зон на состояние окружающей среды, невозможно обойтись без использования зеленых насаждений. Для данных зон необходимо учитывать особые средозащитные, биологические и морфологические свойства используемых видов древесных растений.

Особое значение имеет экологическая реабилитация участков природного комплекса, расположенных на территории промзон.



Т а б л и ц а 1

**Основные санитарно-защитные зоны Екатеринбурга**

Район	Размер объекта и СЗЗ, км <sup>2</sup>	Распределение СЗЗ, %
Центр города	2,925	4
Железнодорожный	10,22	14
Орджоникидзевский	16,65	22
В-Исетский	4,5	6
Кировский	15,615	21
Октябрьский	6,615	9
Чкаловский	9,585	13
Ленинский	8,3	11

Нельзя забывать и о том, что санитарно-защитное озеленение имеет и маскирующий характер, укрывая зачастую неприглядные промышленные площадки.

На основе зон, выделенных в приложениях к «Правилам землепользования и застройки городского округа – МО «Город Екатеринбург», нами предпринята попытка учета территорий, подпадающих под данную категорию. К сожалению, не всегда удается узнать точное название предприятия и профиль его деятельности. В этом случае территория отмечается как «Промышленная зона».

Общая территория под объектами СЗЗ составляет 74,4 км<sup>2</sup>. В соответствии с нормативными требованиями (СНиП III-10-75 «Благоустройство территорий») при организации санитарно-защитной зоны производственного объекта должны быть реализованы мероприятия по благоустройству и озеленению. При этом доля озелененных участков в зависимости от класса санитарной опасности предприятия должна составлять от 40 до 60 % территории СЗЗ (с обязательной организацией полосы древесно-кустарниковых насаждений со стороны жилой застройки).

Наибольшая доля, требующая режима СЗЗ, отмечена в Орджоникидзевском, Октябрьском и Чкаловском районах – 22–25 % всей территории (табл. 1).

Принятие новых «Правил землепользования и застройки... 2007», очевидно, стимулирует освоение внутригородской территории строительными компаниями. В сферу внимания различных фирм попадут и участки, несущие особую экологическую нагрузку

(санитарно-защитные зоны). Между тем, даже предварительный анализ показывает, как велики территории в Екатеринбурге, требующие особого подхода при проектировании и проведении озеленительных работ. Особое внимание при этом должно уделяться подбору видового состава насаждений.

В настоящее время в озеленении Екатеринбурга отдается предпочтение липе мелколистной, обладающей долговечностью, устойчивостью к сложным почвенно-климатическим условиям города, зимостойкостью и засухоустойчивостью. По данным кафедры ландшафтного строительства УГЛТУ на 2007 г., на центральных улицах города липа занимает третье место по численности после тополя бальзамического и клена ясенелистного. Поэтому большой интерес вызывает опыт выращивания липы мелколистной на территории СЗЗ.

Один из наиболее промышленно развитых районов Екатеринбурга (табл. 1) Орджоникидзевский, где расположен завод «Уралмаш». В санитарно-защитную зону попадают улицы Культуры, Машиностроителей, проспект Орджоникидзе, основные насаждения которых сформированы липой мелколистной.

Цель исследований – дать комплексную оценку липы мелколистной с точки зрения перспектив использования ее в СЗЗ крупных промышленных предприятий аналогичного профиля. Объектами исследования являются проспект Орджоникидзе, улица Машиностроителей, бульвар Культуры на участке от площади Первой пятилетки до улицы Фестивальная, которые входят в структуру жилого района Уралмаш.

На долю липы мелколистной приходится на проспекте Орджоникидзе – 72 %, улице Машиностроителей – 20 %, бульваре Культуры – 71 % от общего количества деревьев.

Была проведена подеревная инвентаризация 1125 экземпляров деревьев, в ходе которой все деревья заносились на план и в ассортиментную ведомость, определялись морфометрические показатели и балл санитарного состояния. Инвентаризация проводилась с использованием методических разработок института коммунального хозяйства и разработок кафедры ландшафтного строительства УГЛТУ.

Т а б л и ц а 2

**Распределение посадок липы мелколистной на улицах Екатеринбурга по баллу санитарного состояния**

Санитарно-защитные зоны	Количество деревьев, шт.		
	1 балл	2 балла	3 балла
Бульвар Культуры	88	353	13
Улица Машиностроителей	133	59	0
Проспект Орджоникидзе	169	298	3

Состояние деревьев оценивалось по трехбалльной шкале:

1 – древесные растения здоровые, с хорошо развитой кроной и ветвями без каких-либо заметных повреждений, густым облиствлением, крупными, сочного зеленого цвета листьями. Насаждения не требуют специальных реконструктивных мероприятий;

2 – древесные растения здоровые на вид, но с неправильно развивающейся кроной, значительными, но не угрожающими их жизни повреждениями или ранениями, слегка искривленным стволом, ветви имеют сухие побеги (до 10–15 %). Растения не требуют удаления при условии проведения реконструктивных мероприятий;

3 – древесные растения с деформированной кроной, наличием сухих ветвей и побегов, мелкой и бледной листвой, искривленным стволом, имеющие поранения, признаки грибковых заболеваний, зараженности вредителями. Растения рекомендуются к удалению.

Результаты исследований санитарного состояния насаждений липы мелколистной на улицах Екатеринбурга отражены в табл. 2.

На бульваре Культуры преобладают деревья, имеющие удовлетворительное санитарное состояние (2 балла) – 78 %. Можно предположить, что экологическая ситуация на данной улице является приемлемой для произрастания деревьев данного вида. Однако загущенность посадок вкуче с неблагоприятным микроклиматом уменьшает положительный эффект от отсутствия выхлопных газов на исследованной пешеходной части улицы.

Хорошее санитарное состояние липы мелколистной выявлено на улице Машиностроителей – 69 %, высший балл санитарного состояния. Важно подчеркнуть удачную однорядную схему посадки, обеспечивающую

лучшую аэрацию и инсоляцию насаждений. В то же время условия произрастания на данной улице таковы, что деревья испытывают негативное воздействие продуктов сгорания топлива городского автотранспорта. Ухудшает состояние насаждений способ посадки деревьев и неудачное по микроклимату расположение самой улицы (с востока на запад). На южной стороне улицы деревья растут на газонах со скудной, уплотненной и засоленной почвой, а на северной стороне имеют минимальную пристволовую территорию, свободную от асфальтового покрытия, что значительно снижает воздухообмен в корнеобитаемом слое почвы. Совокупность положительных и отрицательных факторов и определяет хорошее, но не идеальное состояние насаждений на улице Машиностроителей.

На проспекте Орджоникидзе в удовлетворительном санитарном состоянии находятся 63 % деревьев. Данные инвентаризации показывают, что на обследованной улице 1 балл, как правило, имеют деревья, размещенные в однорядных незагущенных посадках на газонах, 2 балла – деревья с двухрядной схемой посадки и размещением на газонах, а 3 балла у деревьев на пешеходной части улицы с асфальтовым покрытием. В исследованных городских посадках у липы мелколистной 1 балл имеют 28 %, 2 балла – 71 %, 3 балла – 1 % деревьев.

Более 2/3 посадок липы мелколистной на обследованных улицах Екатеринбурга имеют 2 балла санитарного состояния, а значит их долговечность зависит от тех реконструктивных мероприятий по уходу, которые улучшат их качество. Менее 1/3 деревьев находятся в хорошем состоянии, что свидетельствует о достаточно высоком качестве таких посадок. И самую малую часть насаждений составляют деревья, имеющие 3 балла санитарного состояния. К таким насаждениям относятся, как правило, те, которые размещены на пешеходной части улиц с асфальтовым покрытием, в загущенных посадках, а также экземпляры, имеющие различные повреждения (в том числе механические, морозобойные трещины и прочее).

На основании наблюдений за средневозрастными посадками липы мелколистной

на улицах Екатеринбурга были сделаны следующие выводы.

Независимо от расположения улиц относительно сторон света, интенсивности движения транспорта липа мелколистная успешно произрастает в уличных посадках СЗЗ.

Ухудшение санитарного состояния, в первую очередь, связано с асфальтированием приствольного круга (ул. Машиностроителей и Орджоникидзе) и чрезмерно уплотненной схемой посадки (например, размещение деревьев с интервалом 2–3 м, как это сделано на бульваре Культуры). Очевидно, что эти недостатки были заложены еще при проек-

тировании озеленительных работ и они явно усугубляют негативное воздействие деятельности завода на насаждения.

Соблюдение всех требуемых нормативов при создании уличных посадок в городе Екатеринбурге даст возможность получить здоровые и устойчивые насаждения из липы мелколистной для формирования СЗЗ.

#### Библиографический список

1. СНиП III-10-75 «Благоустройство территорий». – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985. – 12 с.
2. «Правила землепользования и застройки городского округа – МО «Город Екатеринбург» //www.ekb.org.ru.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ УЛИЧНЫХ ПОСАДОК ЕКАТЕРИНБУРГА

Л.И. АТКИНА, *проф. каф. ландшафтного строительства УГЛТУ, д-р с.-х. наук,*  
Т.И. ФРОЛОВА, *доц. каф. ландшафтного строительства УГЛТУ, канд. биол. наук,*  
С.В. ВИШНЯКОВА, *асп. каф. ландшафтного строительства УГЛТУ*

**В** настоящее время в атмосферу Екатеринбурга ежегодно выбрасывается до 26 тыс.т загрязняющих веществ от стационарных источников и более 100 тыс.т от автотранспорта. Таким образом, выбросы от автотранспорта почти в 4 раза превышают валовый выброс от промышленных предприятий. На перекрестках автомагистралей предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ превышают санитарную норму в несколько раз. Иногда они не совпадают с общей картиной по районам. Наиболее загрязненными являются основные городские трассы: Московский тракт (Ленинский и Верх-Исетский районы), улицы Шефская, Донбасская (Орджоникидзевский р-н), проспект Космонавтов (Железнодорожный), улица Бебеля (Верх-Исетский р-н), улицы Щербакова, Титова (Чкаловский р-н), Сибирский тракт (Октябрьский р-н) [3].

Существующая экологическая ситуация практически не учитывается при подборе ассортимента древесных видов для озеленения улиц города, хотя давно известно, что растения различаются между собой по степени пылеудерживающей способности и по устойчивости к вредным газам. Для городов

Урала с длительными периодами низких температур особенно актуально использование хвойных древесных растений в озеленении улиц.

Цель исследований – комплексная характеристика деревьев ели сибирской, использованных в озеленении магистралей Екатеринбурга. Для этого было обследовано около 300 деревьев, произрастающих на разном расстоянии от проезжей части.

На основе анализа научных работ в этой области [2, 5] была разработана методика изучения влияния загрязнений на основные морфологические и анатомические параметры деревьев ели.

При отборе образцов определялись высота и таксационный диаметр ствола дерева, его расположение относительно дороги. Изучены также морфометрические характеристики всего дерева: годичный прирост осевого побега (длина, количество хвоинок), продолжительность жизни хвои (определялась у ветвей, расположенных на высоте около 1 м, имеющих приблизительно один возраст), наличие некрозов, хлорозов, механических повреждений. Визуальная оценка санитарного состояния деревьев и степень их нарушен-

ности проводились по трехбалльной шкале. Возраст деревьев определялся по документации о посадке или визуально. Возможность визуального определения возраста по внешним признакам для различных видов ели показана уже многими исследователями [4].

Для определения параметров хвои в 2004–2006 гг. отбирались образцы хвои и ветвей деревьев ели с 2 уровнями, по возможности на одинаковой высоте (нижняя часть у некоторых деревьев подвергалась механической уборке) и с одной стороны дороги. С каждого годовичного прироста осевого побега, в его верхней части, бралось 5 хвоинок. Срезы поперечного сечения делали в средней части хвоинки, по 2–3 среза. В процессе изучения образцы хранились в холодильной камере и были обработаны в течение 1–2 месяцев. Для обеспечения достоверности результата выборки проведена методическая работа. Установлено, что для получения статистически достоверных результатов достаточно брать по одному срезу с каждой из пяти хвоинок [1].

Измерения хвои проводились по фотографиям, сделанным с увеличением электронным микроскопом в 60 раз. Определены периметр поперечного среза хвои по формуле Тирена  $\Pi = 2\sqrt{a^2 + v^2}$ , где  $a$  – толщина,  $v$  – ширина хвоинки. Толщина и ширина хвои на изображении измерялись металлической линейкой. Затем рассчитывалась поверхность хвои как произведение длины хвои на периметр ее поперечного сечения. Все полученные данные обработаны статистическими методами. Приведенные результаты с коэффициентом точности не ниже 5 %.

Проанализированы более 1000 образцов хвои, взятых с деревьев, произрастающих в различных условиях аэрозагрязнения, которые определяются расстоянием от дороги [1].

Рассмотрев влияние степени загрязнения на средний балл санитарного состояния ели сибирской, установили, что в зоне слабого загрязнения балл санитарного состояния колеблется от 1,0 до 1,5 независимо от возраста насаждений. В то время как в зоне среднего и сильного загрязнения – от 1,5 до 2,5, причем низший балл отмечен в десятилетних посадках ели.

Изучив влияние условий загрязнения на диаметр ствола ели, установили, что в 40 лет средний таксационный диаметр ствола ели в зоне слабого загрязнения на 5–10 см больше, чем у деревьев, произрастающих в более загрязненных участках, и составляет соответственно 30 и 20 см.

Отмечено, что у 20-летних деревьев наибольший возраст хвои на ветви ели в зоне слабого загрязнения достигает в среднем 6 лет, в средней зоне – 4 года и сильной – 2 года. Следовательно, чем меньше уровень загрязнения, тем хвоя дольше держится на ветвях (рисунок). Наличие некрозов и механических повреждений наблюдается у хвои всех возрастов почти у 90 % обследованных деревьев ели.

На улицах Екатеринбурга произрастают несколько морфологических форм ели сибирской. Наиболее часто встречаются три формы, выделяемые по типу ветвления ветвей: плоская, щетковидная, гребенчатая.

Для выявления влияния степени загрязнения на параметры хвои различных морфологических форм подобраны несколько экземпляров ели сибирской трех морфологических форм одного возраста (20 лет), произрастающих на одной улице (Сибирский тракт), в двух зонах загрязнения: сильной (0–10 м от магистрали) и средней (11–35 м от магистрали).

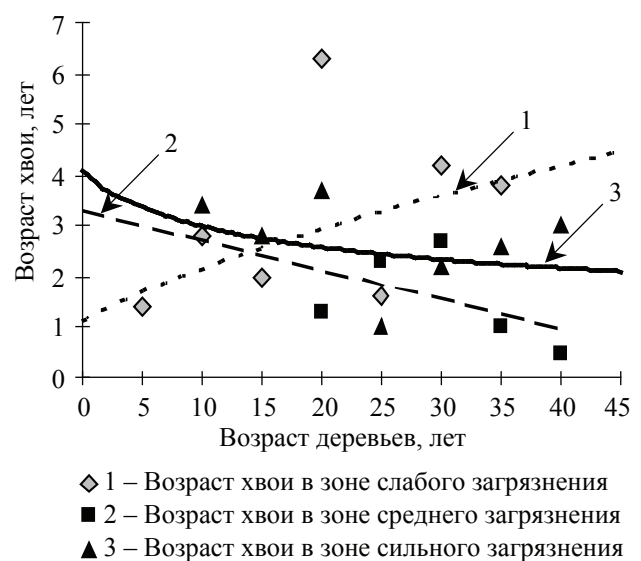


Рисунок. Зависимость продолжительности жизни хвои от степени загрязнения у деревьев разного возраста

**Параметры хвои ели сибирской различных морфологических форм  
в зависимости от степени загрязнения**

Расстояние от объекта до дороги	Типы ветвления	Год*	Нижняя часть кроны			Средняя часть кроны		
			X, мм	Cv, %	Pv, %	X, мм	Cv, %	Pv, %
Периметр поперечного сечения хвои ели сибирской, мм								
До 10 м	Плоский	1	–	–	–	2,040	6,24	2,79
		2	–	–	–	2,130	3,12	1,40
	Щетковидный	1	2,183	1,72	0,77	2,17	2,14	0,96
		2	2,012	5,05	2,26	1,999	1,26	0,56
	Гребенчатый	1	1,99	2,99	1,34	–	–	–
		2	2,04	1,53	0,68	–	–	–
Более 30 м	Плоский	1	2,153	2,82	1,26	2,072	3,59	2,52
		2	1,938	6,77	3,03	2,170	3,21	1,44
	Щетковидный	1	2,25	3,85	1,72	2,75	2,88	1,29
		2	2,34	2,40	1,07	2,70	1,77	0,79
	Гребенчатый	1	1,91	2,50	1,12	1,99	2,07	0,92
		2	2,17	5,74	2,57	2,05	4,97	2,22
Длина хвоинки, мм								
До 10 м	Плоский	1	–	–	–	17,6	3,11	1,39
		2	–	–	–	18,6	2,94	1,32
	Щетковидный	1	14,6	3,75	1,67	17,8	2,51	1,12
		2	16,4	3,34	1,49	16,6	3,30	1,47
	Гребенчатый	1	17,6	5,08	2,27	–	–	–
		2	19,6	4,56	2,04	–	–	–
Более 30 м	Плоский	1	14,0	7,14	3,19	16,4	3,34	1,49
		2	14,0	5,15	2,26	15,8	5,29	2,37
	Щетковидный	1	15,2	2,94	1,31	15,6	3,51	1,57
		2	17,2	2,60	1,16	17,2	2,60	1,16
	Гребенчатый	1	14,0	7,14	3,19	14,0	5,05	2,56
		2	13,6	4,03	1,80	15,2	5,50	2,46
Площадь поверхности хвоинки, мм <sup>2</sup>								
До 10 м	Плоский	1	–	–	–	35,88	5,48	2,45
		2	–	–	–	39,60	2,87	1,28
	Щетковидный	1	31,86	3,15	1,41	38,68	3,86	1,72
		2	33,00	5,78	2,58	33,19	4,13	1,85
	Гребенчатый	1	35,11	6,60	2,95	–	–	–
		2	39,99	5,42	2,43	–	–	–
Более 30 м	Плоский	1	30,14	7,87	3,52	33,96	2,52	1,12
		2	27,12	7,40	3,31	34,26	3,84	1,72
	Щетковидный	1	34,18	2,99	1,34	42,89	1,46	0,65
		2	40,32	4,73	2,11	46,44	3,67	1,64
	Гребенчатый	1	26,83	9,32	4,17	27,92	6,09	2,72
		2	29,44	3,85	1,72	31,26	8,69	3,88

Примечание. \* Год взятия образца: 1 – 2005, 2 – 2006.

Установлено, что расположение деревьев ели по отношению к автомагистрали влияет на отдельные параметры хвои ели по-разному, в зависимости от ее морфологических форм (табл. 1).

Влияние места произрастания на периметр поперечного сечения хвои наиболее проявилось у ели щетковидного типа ветвления. В нижней части кроны на расстоянии

34 м от дороги периметр поперечного сечения хвои больше на 0,33 мм (2006), чем на расстоянии 10 м, что составляет 14 %.

В средней части кроны разница более значительна. На расстоянии 34 м от дороги периметр поперечного сечения хвои больше, чем на расстоянии 10 м, в 2006 г. – на 0,71 мм, в 2005 г. – на 0,58 мм, что составляет 26 % и 21 %.

**Показатели годичного прироста побега ели сибирской различных морфологических форм в зависимости от условий загрязнения**

Расстояние от объекта до дороги	Тип ветвления	Год	Нижняя часть кроны		Средняя часть кроны	
			Годичный прирост, см	Количество хвоинок на приросте, шт.	Годичный прирост, см	Количество хвоинок на приросте, шт.
До 10 м	Плоский	2005	4,5	55	4,5	84
		2006	3	65	5,8	111
	Щетковидный	2005	5,2	87	7	137
		2006	5,5	103	8	148
	Гребенчатый	2005	5,2	79	Нет данных	Нет данных
		2006	4,2	59	Нет данных	Нет данных
Более 30 м	Плоский	2005	6,2	125	8,2	129
		2006	6,8	112	7,5	123
	Щетковидный	2005	11	152	12,5	185
		2006	9,5	148	10,5	174
	Гребенчатый	2005	7	142	7,2	152
		2006	7,5	122	5,3	128

Т а б л и ц а 3

**Площадь поверхности хвои на годичном приросте, мм<sup>2</sup>**

Расстояния от дороги, м	Тип ветвления					
	плоский		щетковидный		гребенчатый	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006
Нижняя часть кроны						
до 10	0	0	2771,82	3399	2773,69	2359,41
более 10	3767,5	3037,44	5195,36	5967,36	3809,86	3591,68
Средняя часть кроны						
до 10	3013,92	4395,6	5299,16	4912,12	0	0
более 30	4380,84	4213,98	7934,65	8080,56	4243,84	4001,28

Изучение длины хвои разных форм позволило сделать вывод, что хвоя в средней части кроны длиннее, чем в нижней, и наиболее четко это проявляется у ели с плоским типом ветвления. Разница в показателях длины хвои в средней и нижней части кроны ели данной морфологической формы, произрастающей на расстоянии 34 м от автомагистрали, составляло в 2005 г. – 2,7 мм, в 2006 г. – 1,8 мм. Это соответствует 16 % и 11 % от длины хвои в нижней части кроны.

У экземпляров других морфологических форм явных различий по длине хвои нет. В нижней части кроны у всех морфологических форм в 2006 г. хвоя имеет большую длину, чем в 2005 г. Видимо, при более стабильной световой обстановке в нижней части кроны более заметно проявляется влияние погодных условий.

При сравнении показателей внутри селекционных форм заметно уменьшение площади поверхности хвои ели щетковидного типа ветвления при приближении к дороге.

В 2005 г. эта разница составляла – 2,32 мм<sup>2</sup> (7 %), в 2006 г. – 7,32 мм<sup>2</sup> (18 %). У хвои ели гребенчатого типа ветвления площадь поверхности хвои не изменяется в зависимости от степени загрязнения.

По результатам исследования хвои в средней части ствола также видно, что на условия произрастания наиболее чутко реагирует хвоя ели с щетковидным типом ветвления. Анализ данных показал, что на расстоянии 34 м от автодороги площадь поверхности хвои составляет у ели с гребенчатым типом ветвления – 27,92 мм<sup>2</sup> (2005) и 31,26 мм<sup>2</sup> (2006), наибольшая – у ели с щетковидным типом ветвления – 42,89 мм<sup>2</sup> (2005) и 46,44 мм<sup>2</sup> (2006). Различия по площади поверхности хвои между морфологическими формами составляет в среднем 34 %.

В зависимости от расстояния объектов от дороги наблюдаются различия между морфологическими формами ели сибирской по длине годичного прироста побегов и коли-

честву хвои на них (табл. 2). Эти показатели значительно выше у деревьев ели, удаленных от автомагистрали.

Сравнение морфологических форм выявляет наибольшую реакцию хвои на условия произрастания у ели с щетковидным типом ветвления как в нижней, так и в средней части кроны дерева. Разница между параметрами хвои в средней и нижней части крон также видна на примере ели с данным типом ветвления.

В нижней части кроны заметно влияние загрязнения на показатель площади поверхности хвои на годичном приросте побега у всех морфологических форм (табл. 3).

В средней части кроны ясно наблюдается разница между площадью хвои на приросте текущего года ели с щетковидным типом ветвления и другими морфологическими формами. Например, показатели хвои ели с щетковидным типом ветвления в 2005 г. на 44,8 % (3553,81 мм<sup>2</sup>) больше показателей хвои ели с плоским типом ветвления на удалении более 30 м от дороги, на расстоянии до 10 м эта разница составляет 43 % (2285,24 мм<sup>2</sup>) (табл. 3). Примерно одинаковые данные по хвое с плоским и гребенчатым типом ветвления.

При сравнении показателей внутри форм отмечено уменьшение площади поверхности хвои на приросте побега при приближении к автомагистрали. У хвои ели с плоским типом ветвления показатель площади уменьшался на 31,2 % в 2005 г., в 2006 г. разница менее заметна. У ели с щетковидным типом ветвления разница составляет в среднем 36 %.

Сравнение данных по годам. У ели с плоским типом ветвления на расстоянии от дороги в 10 м в 2006 г. больше, чем в 2005 г., на 31,4 % (1381,68 мм<sup>2</sup>), на расстоянии более 30 м разница незначительна. У ели с гребенчатым типом ветвления на расстоянии 30 м изучаемый параметр хвои в 2005 г. больше на 5,7 %, чем в 2006 г. У ели с щетковидным типом ветвления на расстоянии от дороги в 10 м в 2006 г. больше, чем в 2005 г., на 7 %.

Установлено, что все параметры хвои средней части кроны превосходят те же показатели в нижней части. Для ели с щетковидным типом ветвления в среднем за 2 года разница составляет 30,3 % (2426,2 мм<sup>2</sup>) в средней зоне загрязнения и 39,6 % (2020,2 мм<sup>2</sup>) – в

зоне сильного загрязнения, для ели с плоским типом ветвления в средней зоне загрязнения – 5,8 % (211,5 мм<sup>2</sup>) и для ели с гребенчатым типом – 10,2 % (421,8 мм<sup>2</sup>).

Анализ изученных показателей состояния деревьев ели сибирской в возрасте от 10 до 40 лет в уличных посадках Екатеринбурга позволяет сделать следующие выводы.

1. Ель сибирская, произрастающая вдоль автомагистралей, испытывает сильное воздействие автотранспорта, что выражается в укороченном сроке жизни хвои – 2–3 года и практически полном поражении ее некрозом – 90 %.

2. Угнетенное состояние ассимиляционного аппарата сказывается и на приросте ствола по диаметру. С возрастом загрязнения к 40 годам он снижается на 5–10 см.

3. Сравнение морфологических форм выявляет наибольшую реакцию на условия произрастания ели с щетковидным типом ветвления. Хвоя ели с гребенчатым типом ветвления имеет меньшие параметры по сравнению с хвоей других морфологических форм.

Таким образом, в условиях все возрастающего загрязнения автотранспортом улиц Екатеринбурга можно рекомендовать посадку ели сибирской (щетковидного типа ветвления) вдоль крупных магистралей на расстоянии не менее 20–30 м от проезжей части.

#### Библиографический список

1. Аткина, Л.И., Влияние выбросов автотранспорта на анатомические особенности хвои ели обыкновенной в условиях Екатеринбурга / Л.И. Аткина, С.В. Вишнякова // Вестник МГУЛ – Лесной Вестник. – 2007. – № 8. – С. 4–7.
2. Герасимов, А.О. Устойчивость хвойных пород в уличных посадках Санкт-Петербурга: автореф. дис. ...канд. биол. наук / А.О. Герасимов. – СПб, 2003. – 24 с.
3. Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды и влиянии факторов среды обитания на здоровье населения Свердловской области в 2003 г.». – Екатеринбург, 2003.
4. Дыренков, С.А. Внешние признаки для определения возраста ели в восточноевропейской части средней тайги / С.А. Дыренков // Лесоведение. – М.: Наука, 1970. – № 2. – С. 98–101.
5. Феклистов, П.А. Насаждения деревьев и кустарников в условиях урбанизированной среды г. Архангельска / П.А. Феклистов. – Архангельск: АГТУ, 2004. – 112 с.

## ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ ЕЛИ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.А. ГОДОВАЛОВ, *проф. каф. лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ, канд. с.-х. наук,*  
З.Я. НАГИМОВ, *проф. каф. лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ, д-р с.-х. наук,*  
Д.М. ШИНЕЛЕВ, *асп. каф. лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ*

Создание лесных культур на Урале имеет почти 200-летнюю историю. К настоящему времени площади под насаждениями искусственного происхождения достигли значительных размеров и имеют тенденцию к увеличению. Рост и развитие таковых существенно отличаются от естественных, поэтому в лесных культурах необходимо проведение специальных исследований с целью оптимизации соотношения естественного и искусственного лесовосстановления, разработки лесоводственно-таксационных нормативов и рекомендаций по совершенствованию системы лесокультурных мероприятий. Актуальны эти исследования в свете соглашений Киотского протокола по созданию углероддепонирующих насаждений, так как расширение площадей под лесными культурами является одним из эффективных путей интенсификации процессов связывания углерода.

Искусственные насаждения ели в пределах Свердловской области практически не изучены. Планирование и проведение в них комплексных лесоводственно-таксационных исследований невозможны без достоверных сведений о распределении площадей лесных культур по лесорастительным округам области, типам леса, классам возраста и т.д. Для их получения использована электронная база данных 33 лесхозов области, включающая характеристики 53 729 таксационных выделов, созданная с помощью специализированной компьютерной программы «АРМ Лесфонд».

В настоящее время в Свердловской области при проведении научных, проектных и производственных работ в лесу опираются на лесорастительное районирование Б.П. Колесникова [1]. На территории области выделены три лесорастительные области, которые подразделены на восемь лесорастительных провинций и шесть подзон. Всего Б.П. Колесниковым было описано 20 лесорастительных округов. Несомненный интерес представляет соотношение площадей насаждений естест-

венного и искусственного происхождения по отдельным лесорастительным районам. Для получения таких данных территория лесхозов с дробностью до квартала была распределена по лесорастительным округам. Индексы и названия округов, на территории которых произрастают лесные культуры, а также площади насаждений естественного и искусственного происхождения приведены в табл. 1. Площадь земель, покрытых лесной растительностью, на рассматриваемой территории более 7 млн га. Лесными культурами занято почти 500 тыс. га, что составляет 6,7 % от лесопокрытой площади. Лесорастительные округа резко отличаются и по площади земель, покрытых лесной растительностью, и по площади лесных культур. Лесные культуры можно условно разделить на три группы. Первая группа объединяет округа, в которых доля лесных культур близка к средней и варьирует в пределах 5,5–8,0 %. Территориально они расположены в Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области в средне- и южнотаежных подзонах. В этих подзонах ведение лесного хозяйства характеризуется средней интенсивностью. Во вторую группу следует отнести округа с долей искусственных насаждений, в 1,3–2,5 раза превышающей средний показатель. Они сосредоточены в южной части всех трех лесорастительных областей. Эти округа характеризуются, с одной стороны, большей интенсивностью ведения лесного хозяйства, с другой – менее благоприятными условиями для естественного возобновления леса.

Третья группа включает округа, где доля лесных культур в 1,3–2,5 раза ниже, чем в среднем по области. Наиболее низка доля искусственных насаждений в северотаежной подзоне Уральской горной и Западно-Сибирской равнинной лесорастительных областей. Это объясняется относительно низкой интенсивностью ведения лесного хозяйства и благоприятными условиями для естественного лесовозобновления в этой части Свердловской области.



**Распределение площадей насаждений естественного и искусственного происхождения по лесорастительным округам**

Лесорастительный округ		Площадь, покрытая лесной растительностью, тыс. га				
Индекс	Название	естественного происхождения		искусственного происхождения		
		га	%	всего га	в т.ч. ели	
					га	га
<b>Уральская горно-лесная область</b>						
У-1а	Североуральская среднегорная провинция, северотаежный	554,8	97,2	15,8	9,1	58,0
У-2б	Среднеуральская низкогорная провинция, среднетаежный	310,0	96,0	12,9	5,7	44,5
У-2в	Среднеуральская низкогорная провинция, южнотаежный	459,5	89,3	54,8	27,3	50,0
У-2г	Среднеуральская низкогорная провинция, широколиственно-хвойный	52,9	89,5	6,2	4,2	67,7
<b>Восточно-Европейская равнинная лесная область</b>						
В-3в	Предуральская предгорная провинция, южнотаежный	251,4	89,1	30,6	19,6	64,0
В-3г	Предуральская предгорная провинция, широколиственно-хвойный	432,2	92,7	34,1	27,0	79,0
В-4г	Провинция Уфимского плато, широколиственно-хвойный	133,6	90,8	13,6	11,0	81,1
В-5е	Провинция Юрезано-Сыльвенской предгорной депрессии, северный лесостепной	88,6	94,9	4,7	1,5	31,6
<b>Западно-Сибирская равнинная лесная область</b>						
С-6а	Зауральская холмисто-предгорная провинция, северотаежный	355,0	96,1	14,4	0,6	3,8
С-6б	Зауральская предгорная провинция, среднетаежный	560,2	94,5	32,6	2,9	8,9
С-6в	Зауральская холмисто-предгорная провинция, южнотаежный	1199,5	92,1	102,7	9,6	9,4
С-6д	Зауральская холмисто-предгорная провинция, сосново-березовый предлесостепной	62,5	82,5	13,3	0,1	0,7
С-6е	Зауральская холмисто-предгорная провинция, северный лесостепной	1,4	82,9	0,3	0,0	0,0
С-7б	Зауральская равнинная провинция, среднетаежный	259,1	95,2	12,9	0,5	4,0
С-7в	Зауральская равнинная провинция, южнотаежный	503,4	94,9	26,9	3,7	13,6
С-7д	Зауральская равнинная провинция, сосново-березовый предлесостепной	343,2	93,9	22,0	1,1	5,1
С-7е	Зауральская равнинная провинция, северный лесостепной (колочный)	24,6	95,7	1,1	0,0	3,5
С-8а	Приобская равнинно-болотная провинция, северотаежный	965,6	93,4	68,0	3,5	5,1
С-8б	Приобская равнинно-болотная провинция, среднетаежный	230,9	91,9	20,3	1,5	7,2
С-8в	Тоболо-Приобская равнинно-болотная провинция, южнотаежный	72,9	90,0	8,1	0,8	10,3

Во всех лесорастительных округах на всех этапах лесокультурного производства предпочтение отдавалось созданию лесных культур из хвойных пород, площадь которых в настоящее время составляет 495,1 тыс. га, или 99,9 % от общей площади насаждений искусственного происхождения. Достаточное внимание уделялось созданию культур ели. Сегодня они занимают площадь 129,8 тыс. га, что составляет 26,2 % от общей площади культурценозов Свердловской области. Наибольшее распространение еловые культуры имеют в Восточно-Европейской равнинной и Уральской горной лесорастительных областях, в округах которых доля их колеблется от 31,6 до 81,1 %. Это объясняется благоприятными условиями для произрастания еловых

насаждений. На восточном макросклоне Урала, особенно в округах северной лесостепи и сосново-березовых предлесостепных лесов, лесные культуры ели представлены крайне незначительно.

Согласно лесорастительному районированию Свердловской области каждый лесорастительный округ характеризуется своим, достаточно большим спектром типов леса. Для удобства ведения лесного хозяйства они объединены в хозяйственно однородные группы [2]. В табл. 2 представлено распределение площадей еловых культур по лесорастительным округам и хозяйственным группам типов леса. Выявляется, что лесные культуры из ели создавались во всех группах типов леса, кроме сфагновой, травяно-болотной.

**Распределение площади лесных культур ели по лесорастительным округам и группам типов леса**

Индекс ок- руга	Площади лесных культур ели по группам типов леса, га/ %						
	1	2	3	4	5	6	7
Уральская горно-лесная область							
У-1а	521,7/5,6	–	5579,9/59,7	2821,8/30,2	196,7/2,1	220,7/2,4	–
У-2б	54,4/0,9	–	722,0/12,6	4962,0/86,4	3,4/0,1	–	–
У-2в	137,3/0,5	–	428,2/1,6	26594,6/97,5	69,6/0,3	40,4/0,1	–
Восточно-Европейская равнинная лесная область							
В-3в	–	–	22,1/0,1	19537,8/99,7	31,1/0,2	6,0/0,0	–
В-3г	–	566,8/2,1	70,9/0,3	26194,5/97,1	126,6/0,5	–	–
В-4г	–	13,0/0,1	989,0/9,0	10017,5/90,9	–	–	–
В-5е	–	–	288,7/19,3	1210,2/80,7	–	–	–
Западно-Сибирская равнинная лесная область							
С-6а	–	–	440,8/79,7	112,5/20,3	–	–	–
С-6б	–	–	1036,5/35,5	1730,2/59,2	69,3/2,4	85,1/2,9	–
С-6в	1,3/0,0	7,1/0,1	1599,5/16,6	7735,1/80,1	214,3/2,2	97,6/1,0	–
С-6д	–	–	–	92,4/100,0	–	–	–
С-7б	–	–	138,2/26,6	366,6/70,5	13,0/2,5	2,4/0,4	–
С-7в	–	31,5/0,9	42,2/1,1	3504,7/95,2	–	101,7/2,8	–
С-7д	–	10,7/0,9	365,3/32,5	718,1/63,9	30,3/2,7	–	–
С-7е	–	–	12,1/31,1	25,8/66,3	–	–	1,0/2,6
С-8а	–	–	1454,0/41,8	2006,7/57,7	–	18,0/0,5	–
С-8б	–	–	217,0/14,8	1254,1/85,2	–	–	–
С-8в	–	5,0/0,6	25,2/3,0	725,6/87,1	34,0/4,1	43,0/5,2	–

**Распределение площади лесных культур ели в липняково-травяно-зеленомошной группе типов леса по классам возраста и участию ели в составе древостоя**

Класс возраста	Площадь лесных культур (тыс. га) при участии ели в составе (ед.)										Средневзвешенные единицы участия ели в составе
	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
(В-3в) Восточно-Европейская равнинная лесная область, Предуральская предгорная провинция, южнотаежный лесорастительный округ											
1	0,12	2,79	3,01	1,84	0,79	0,12	0,06	0	1,22		4,8
2	0,66	2,15	2,66	1,36	0,47	0,14	0,07	0,01	0,16		4,1
3	0,02	0,12	0,08	0,01	–	–	–	–	–		3,4
4	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
5	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
6	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
Всего, га	0,80	5,06	5,75	3,21	1,26	0,26	0,13	0,01	1,38		4,5
%	4,4	28,4	32,2	18,0	7,1	1,5	0,7	0,0	7,7		
(С-6в) Западно-Сибирская равнинная лесная область, Зауральская холмисто-предгорная провинция, южнотаежный лесорастительный округ											
1	0,42	1,35	1,88	1,38	0,58	0,23	0,14	0,02	0,24		4,5
2	0,12	0,53	0,46	0,23	0,05	0,03	0,03	0,01	0,01		3,9
3	–	0,02	0,02	0,01	–	–	–	–	–		3,8
4	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
5	–	–	–	–	–	–	–	–	–		–
6	–	–	–	–	0,01	0,02	–	–	–		6,7
Всего, га	0,54	1,90	2,36	1,62	0,64	0,28	0,17	0,03	0,25		4,4
%	6,9	24,6	30,4	20,9	8,2	3,5	2,2	0,3	3,1		

Однако львиная доля их (87,6 %) в настоящее время произрастает в 4 группе, которая объединяет липняковые, разнотравные, травяно-зеленомошные типы леса. Наибольшее распространение эти типы леса имеют в южных округах Уральской лесной и Восточно-Европейской равнинной лесорастительных областей. Лесные культуры ели четвертой группы типов леса наибольшее распространение имеют и в Западно-Сибирской равнинной области. Причем, в двух провинциях (Зауральской холмисто-предгорной и Зауральской равнинной) этой области они преобладают в южнотаежном округе, а в Приобской равнинно-болотной провинции – в северотаежном и среднетаежном округах. Следует отметить, что 4 хозяйственная группа типов леса, как правило, приурочена к свежим и периодически влажным почвам на карбонатных породах, расположенных на покатых и крутых склонах. Таким образом, подавляющее большинство культур ели созданы в достаточно благоприятных для произрастания этой породы лесорастительных условиях.

Второе место (10,7 %) имеют лесные культуры ели в ягодниковой группе типов леса. Доля их в пределах лесорастительных областей более значительна в северотаежных округах. Еловые культуры в других группах типов леса произрастают в незначительных количествах. На оставшиеся 5 групп типов леса приходится только 1,7 % от общей площади культур ели.

Несомненный интерес представляют данные о возрастной структуре и составе лесных культур ели. Данный вопрос целесообразно рассмотреть на примере наиболее представленной лесными культурами ели 4 группы типов леса. В табл. 3 показано распределение площадей еловых культур этой группы по составу и классам возраста в двух лесорастительных районах, расположенных на западном и восточном макросклонах Урала в пределах подзоны южной тайги. По данным лесоустройства, самые великовозрастные культуры ели произрастают на территории Билимбаевского лесхоза (лесорастительный округ С-6в). Возраст их колеблется от 101 до 110 лет. Возрастная структура еловых культур не совсем удовлетворительная. Основную долю в лесо-

покрытой площади культур составляют молодняки первого и второго классов возраста. Участие молодых культур в лесорастительном округе В-3в составляет 98,7 %, а в округе С-6в – 99,2 %. Значительное превосходство по площади молодняков 1 класса возраста над молодняками второго класса (особенно в округе С-6в) свидетельствует об увеличении темпов создания культурценозов из ели в конце 80-х – начале 90-х гг. прошлого столетия. Таким образом, лесные культуры ели на рассматриваемой территории в основном представлены молодыми насаждениями, которые непригодны для лесоэксплуатации в ближайшие десятилетия, но нуждаются в мерах лесохозяйственного ухода. О последнем, в частности, свидетельствуют и данные распределения площади культур по участию в составе древостоя ели

Рассматриваемые лесные культуры (табл. 3) в основном представлены смешанным древостоем. В составе их, помимо ели, велико участие березы и осины. Наибольшее распространение имеют культуры, в древостое которых участие ели составляет от 3 до 5 единиц. Площадь чистых ельников крайне незначительна. Доля их в округе В-3в составляет 7,8 %, а в округе С-6В – всего 3,1 %. Изменение участия ели в составе древостоя лесных культур в зависимости от лесорастительного района и возраста по приведенным материалам четко не прослеживается. Можно отметить лишь некоторые тенденции в увеличении ели в составе лесных культур с увеличением их возраста, а также при переходе от восточного макросклона Урала на западный.

Приведенные материалы, дающие достаточно полное представление о распределении площадей еловых культур по лесорастительным округам, группам типов леса, классам возраста и составу древостоя, могут служить исходной базой для планирования и проведения научных исследований и лесохозяйственных мероприятий в культурценозах ели на территории Свердловской области.

#### Библиографический список

1. Колесников, Б.П. Леса Свердловской области / Б.П. Колесников // Леса СССР. – М.: Наука, 1969. – Т. 4. – С. 64–124.
2. Правила рубок главного пользования в лесах Урала. – М., 1994. – С. 32

## ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ АЭРОПРОМВЫБРОСОВ

С.В. ЗАЛЕСОВ, *проф. каф. лесоводства УГЛТУ, д-р с.-х. наук,*  
А.В. БАЧУРИНА, *асп. каф. лесоводства УГЛТУ*

Одним из важнейших показателей жизненного состояния и потенциальных возможностей лесных сообществ является характер развития и функционирования ассимиляционных органов деревьев. Ежедневно 1 га леса ассимилирует  $\text{CO}_2$  из 0,5–1,0 млн  $\text{m}^3$  воздуха, а также поглощает различные газообразные токсичные соединения [6]. Установлено, что начальная реакция сосны обыкновенной на загрязнение воздуха  $\text{SO}_2$  и тяжелыми металлами выражается в сокращении продолжительности жизни хвои на 1–2 года. У других компонентов лесных фитоценозов, кроме эпифитных лишайников, заметных признаков угнетения при этом не наблюдается. По мере увеличения концентрации и повторяемости загрязнения воздуха отмечается дальнейшее сокращение продолжительности жизни хвои и изреживание крон, усиление процессов дифференциации деревьев по состоянию, исчезновение с их стволов эпифитных лишайников. Визуально наблюдаемые признаки повреждения побегов, хлорозы и некрозы хвои, снижение ее массы и изреживание крон деревьев можно использовать в качестве критериев при оценке степени воздействия аэротехногенного загрязнения на насаждения [1, 4].

Город Карабаш, где расположено ЗАО «Карабашмедь», начал интенсивно развиваться как крупный центр медеплавильного производства в начале прошлого столетия. В 1910 г. построен и пущен в эксплуатацию

медеплавильный завод, который выплавлял около трети всей меди в России.

За время существования комбината с выбросами в атмосферу поступило около 15 млн т вредных веществ, содержащих различные токсичные элементы и соединения, что крайне неблагоприятно отразилось на экологической обстановке. Загрязняющие вещества поступают в атмосферу в виде пыли и газообразных веществ. Основными выбросами металлургического производства являются: диоксид серы (около 90 %), оксид углерода, неорганическая пыль, оксид меди, оксид цинка, кроме того, свинец, мышьяк, диоксид азота. В относительно небольших количествах выбрасываются пятиокись ванадия, фторид и хлорид водорода.

Район г. Карабаша отнесен Б.П. Колесниковым [2] к Восточно-Уральской провинции предгорных сосново-березовых лесов в составе Уральской горно-лесной области.

Исследования по установлению влияния промышленных поллютантов на состояние ассимиляционного аппарата подроста сосны обыкновенной проведены на 5 постоянных пробных площадях (ППП), расположенных на расстоянии 4,2–13,8 км в северо-восточном направлении от ЗАО «Карабашмедь». Условно-контрольная ППП находится на севере от завода на расстоянии 32 км. ППП заложены в 70–80-летних сосняках разнотравно-злакового типа леса.

Т а б л и ц а 1

### Охвоенность 5 см побега подроста сосны обыкновенной в насаждениях на различном удалении от ЗАО «Карабашмедь», шт.

Возраст побега, лет	Расстояние от источника поллютантов, км					
	4,2	5,5	5,8	8,3	13,8	32,0
1	58,2±3,21	43,3±1,54	40,1±1,95	43,7±2,12	43,6±2,81	51,4±3,20
2	54,9±3,84	43,3±2,43	35,9±2,85	40,3±1,83	36,6±1,90	52,0±2,93
3	43,1±3,37	35,5±3,50	37,1±2,92	38,0±2,49	33,5±1,49	37,7±1,67
4	31,2±2,55	26,5±3,37	26,1±4,17	30,4±1,29	24,7±2,71	32,8±1,58
5	–	3,7±3,46	8,1±2,22	6,8±1,62	11,3±2,39	20,2±3,56
6	–	–	0,8±0,47	1,4±0,41	3,2±1,13	0,5±0,17

Для оценки влияния загрязнения на жизнеспособность подростка сосны использовали биометрический метод, то есть измерение массы и длины хвои, расчет площади поверхности хвои и охвоенности побегов.

Ветви срезали секатором с южной стороны у 10 модельных экземпляров подростка сосны 15-летнего возраста в средней части кроны. В процессе исследований производили замеры величины годовых приростов побегов и подсчитывали количество пар хвои по годам. Для характеристики густоты охвоения пересчитывали число хвои на 5 см побега у отобранных образцов. Длина хвои измерялась с точностью до 0,1 см. Хвоя высушивалась в сушильном шкафу ШС-0,25-20 (Россия) при температуре 105 °С до постоянной массы. Взвешивание 100 пар хвоинок в 5 повторностях проводилось с точностью до 0,01 г. Площадь поверхности хвои определялась по методике Ю.Л. Цельникер [10].

*Результаты и их обсуждение.* Продолжительность жизни хвои сосны является надежным критерием для определения жизненного состояния конкретного дерева [7]. По данным З.Я. Нагимова [5], хвоя сосны в Зауралье держится на дереве 5–6 лет. В разные годы максимальная доля в общей массе ассимиляционного аппарата приходится то на однолетнюю, то на двухлетнюю хвою [9]. Нашими исследованиями установлено, что на ППП, расположенной на расстоянии 4,2 км от комбината, продолжительность жизни хвои соснового подростка составляет 4 года, тогда как на ППП, расположенной на расстоянии 5,5 км, обнаружена 5-летняя хвоя. С удалением насаждений от источника промышленных поллютантов на 6 км и более продолжительность жизни хвои увеличивается до 6 лет.

Промышленное загрязнение может приводить к увеличению количества хвои на побегах [8, 3]. Полученные нами данные по охвоенности боковых побегов центральной части 15-летнего подростка сосны представлены в табл. 1.

На всех ППП, независимо от их расположения относительно ЗАО «Карабашмедь», отмечается снижение охвоенности побегов соснового подростка с увеличением их возраста. Количество хвои на 5 см побега первых

четырех лет жизни выше в условиях максимального загрязнения (4,2 км). Примечательно, что на побегах более старших возрастов хвоя полностью отсутствует, что свидетельствует об интенсивном опадении на четвертый год жизни. Значения показателя охвоенности побегов первых четырех лет жизни в насаждениях, находящихся на расстоянии 5,5–13,8 км от комбината, достоверно не отличаются, тогда как охвоенность пяти- и шестилетних побегов закономерно увеличивается с удалением насаждений от источника загрязнения. Охвоенность 5 см пятилетнего побега у подростка в 5,5 км от источника промвыбросов не превышает 3,7 шт., что составляет 18 % от аналогичного показателя на контроле.

Установлено, что с увеличением расстояния от источника промышленных поллютантов у подростка на боковых побегах всех возрастов возрастает масса хвои. Эта закономерность наглядно представлена на рис. 1.

Для определения тесноты и формы связи между массой 100 пар трехлетней хвои соснового подростка и расстоянием от источника промышленных поллютантов проведен регрессионный анализ, который показал наличие тесной положительной связи (коэффициент корреляции 0,91). Данная зависимость может быть выражена линейным уравнением  $y = 0,2867x + 0,5667$  (коэффициент детерминации  $R^2 = 0,9099$ ).

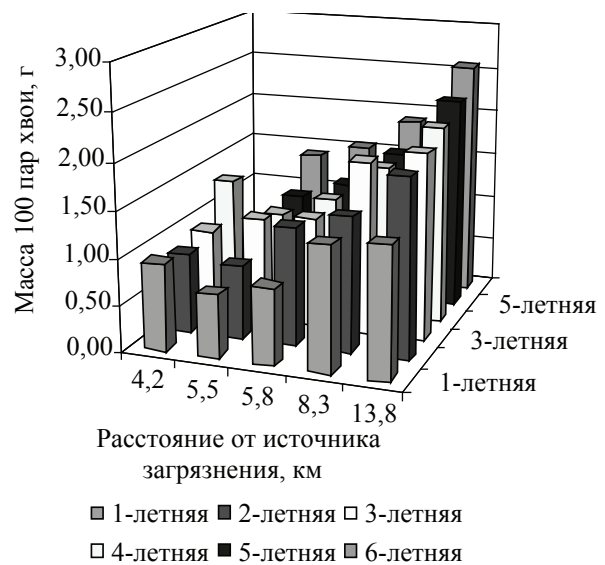


Рис. 1. Изменение массы 100 пар хвоинок различных возрастов в зависимости от удаления от источника загрязнения

**Морфометрические показатели хвои соснового подроста в насаждениях, расположенных на различном удалении от источника поллютантов**

Возраст хвои, лет	Расстояние от источника поллютантов, км				
	4,2	5,5	5,8	8,3	13,8
Средняя длина хвои, см					
1	3,0±0,08	3,0±0,07	3,3±0,05	4,5±0,55	4,4±0,08
2	3,1±0,06	3,3±0,07	4,0±0,09	4,3±0,07	4,7±0,12
3	3,5±0,45	3,6±0,10	3,5±0,09	4,4±0,06	4,8±0,07
4	3,7±0,49	3,4±0,07	3,7±0,09	4,2±0,13	4,5±0,16
5	–	3,4±0,09	3,5±0,07	4,2±0,08	4,9±0,17
6	–	3,7±0,09	3,8±0,07	4,3±0,05	5,2±0,17
Среднее	3,3±0,27	3,4±0,08	3,6±0,08	4,3±0,20	4,8±0,11
Поверхность 1 г сырой хвои подроста сосны в зависимости от расстояния до источника поллютантов, дм <sup>2</sup>					
1	1,82	2,28	2,18	1,90	1,82
2	2,00	2,18	1,82	1,73	1,43
3	2,00	1,82	1,73	1,48	1,48
4	1,57	1,90	1,73	1,52	1,35
5	–	1,82	1,65	1,52	1,35
6	–	1,57	1,52	1,48	1,35
Среднее	1,85	1,93	1,77	1,61	1,46

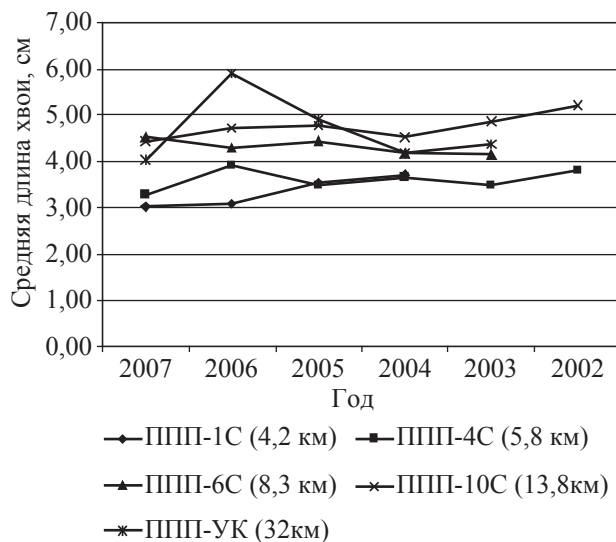


Рис. 2. Средняя длина хвои подроста сосны обыкновенной на ППП, расположенных на различном удалении от источника загрязнения

На рис. 2 показано изменение средней длины хвои различных возрастов на ППП, расположенных на различном расстоянии от ЗАО «Карабашмедь».

Показатели средней длины и поверхности 1 грамма сырой хвои представлены в табл. 2. Анализ данных о средней длине хвои показал наличие тесной положительной связи между этим параметром и удаленностью насаждений от источника поллютантов (коэф-

фициент корреляции для хвои всех возрастов составляет 0,90 и выше). Общий показатель средней длины хвои подроста на ППП – 1С (4,2 км) составляет лишь 70 % от аналогичного показателя на ППП – 10С (13,8 км). Материалы таблицы 2 свидетельствуют, что с приближением к источнику поллютантов происходит уменьшение поверхности 1 г сырой хвои подроста сосны, за исключением ППП, находящейся в 4,2 км от источника загрязнения.

В результате проведенных исследований установлено влияние промышленных поллютантов ЗАО «Карабашмедь» на морфометрические показатели ассимиляционного аппарата 15-летнего подроста сосны обыкновенной. Полученные данные позволяют сделать следующие выводы:

- с приближением насаждений к источнику поллютантов снижается продолжительность жизни хвои соснового подроста;
- количество хвои на 5 см побегов первых четырех лет жизни выше в условиях максимального загрязнения (4,2 км);
- с увеличением расстояния от источника выбросов загрязняющих веществ возрастает масса хвои на боковых побегах всех возрастов;
- обнаружена тесная положительная связь между показателем средней длины

хвои и удаленностью насаждений от источника поллютантов (коэффициент корреляции для хвои всех возрастов составляет 0,90 и выше).

### Библиографический список

1. Бобкова, К.С. Состояние лесов в зоне влияния Сыктывкарского лесопромышленного комплекса / К.С. Бобкова, А.И. Потапов, Н.А. Терешук // Лесной журнал. – 1997. – № 5. – С. 84–88.
2. Колесников, Б.П. Леса СССР: Леса Челябинской области / Б.П. Колесников. – М.: Наука, 1969. – Т.4. – 257 с.
3. Кулагин, Ю.З. Древесные растения и промышленная среда / Ю.З. Кулагин. – М.: Наука, 1974. – 126 с.
4. Лесные экосистемы и атмосферные загрязнения / В.А. Алексеев, и др. – Л.: Наука, 1990. – 200 с.
5. Нагимов, З.Я. Закономерности роста и формирования надземной фитомассы сосновых древостоев: автореф. дис. ... докт. с.-х. наук / З.Я. Нагимов. – Екатеринбург, 2000. – 40 с.
6. Николаевский, В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации / В.С. Николаевский. – М.: МГУЛ, 1999. – 191 с.
7. Прыгов, Е.В. Параметры ассимиляционного аппарата в разных типах сосняков / Е.В. Прыгов, О.Н. Уродкова, П.А. Феклистов // Экологические проблемы Севера. Межвузовский сб. науч. тр. – Вып. 3. – Архангельск, 2000. – С. 25–29.
8. Рябинин, В.М. Влияние промышленных газов на рост деревьев и кустарников / В.М. Рябинин // Бот. журн., 1962. – Т 47. – Вып. 3. – С. 412–416.
9. Феклистов, П.А. Состояние сосновых древостоев в условиях аэротехногенного загрязнения атмосферы / П.А. Феклистов, Г.С. Тутьгин, Д.П. Дрожжин. – Архангельск: АГТУ, 2005. – 132 с.
10. Цельникер, Ю.Л. Упрощенный метод определения поверхности хвои сосны и ели / Ю.Л. Цельникер // Лесоведение. – 1982. – № 4. – С. 85–88.

## СТРАТЕГИЯ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ JUNIPERUS COMMUNIS L. В ЕСТЕСТВЕННЫХ И НАРУШЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЮЖНОГО УРАЛА

А.П. КОЖЕВНИКОВ, *ст. науч. сотр. каф. ботаники и защиты леса УГЛТУ, д-р с.-х. наук*,  
Е.А. ТИШКИНА, *асп. каф. ботаники и защиты леса УГЛТУ*

Информации об ареале можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) на Урале как создателя сосновых и еловых насаждений недостаточно, поэтому актуальны исследования локальных популяций и биологических особенностей этого вида в насаждениях лесных экосистем с антропогенной нагрузкой (реликтовые горные елово-пихтовые леса и темнохвойно-широколиственные леса европейского типа на восточном пределе своего ареала в Катав-Ивановском лесхозе Челябинской области) и в естественных фитоценозах Южно-Уральского (горно-таежные темнохвойные леса, находящиеся на южном пределе своего распространения) и Башкирского (граница горно-лесной и лесостепной природных зон) заповедников. Эколого-фитоценозическая стратегия растений отражает способы их выживания в условиях разных экотопов [1]. Все типы человеческой активности, за исключением антропогенных давлений, приравненных к природным катастрофам, реализуются лишь через локальные

популяции, постепенно, шаг за шагом распространяясь на виды, экосистемы и, в конечном счете, на биосферу. Популяционный уровень имеет уникальное значение для существования и развития жизни на Земле, так как через него осуществляется генетическая преемственность поколений [2].

Цель и задачи исследования: 1) установить фитоценозические закономерности распространения локальных южноуральских популяций можжевельника обыкновенного в лесных и открытых участках горных экосистем двух заповедников по сравнению с лесными территориями с антропогенной нагрузкой; 2) сопоставить морфологические признаки хвои фрагментов популяций можжевельника обыкновенного в различных географических и экологических условиях; 3) определить фитоценозы с максимальным и минимальным количеством форм можжевельника обыкновенного по конфигурации надземной части.

Объектами исследований послужили локальные фрагменты популяции можже-

вельника обыкновенного, расположенные в Челябинской области и в Башкортостане. Для учета количества можжевельника закладывали временные пробные площади 50 × 60 м с переводом количества единиц на 1 га в нескольких фитоценозах [3]. В Башкирском заповеднике обследованы места произрастания можжевельника в радиусе 20 км вокруг усадьбы Саргоя (юго-западная граница заповедника). У 300 биотипов можжевельника проведены замеры высоты (м), диаметра корневой шейки (см), диаметра кроны в двух направлениях (см). У 400 биотипов с верхней части кроны брали по 10 хвоинок, измеряя штангенциркулем длину и ширину каждой (6200 измерений). Достоверность различия популяций можжевельника обыкновенного по длине и ширине хвои устанавливали с помощью критерия Стьюдента [4]. Полученные данные обрабатывали, используя программу Microsoft Excel 2000. Декоративными формами считали особи с различной конфигурацией кроны (пирамидальная, колонновидная, шаровидная и др.). В Южно-Уральском заповеднике (хребет Зигальга) установлена

площадь в 892 га, занятая можжевельником обыкновенным. В Катав-Ивановском лесхозе можжевельник обыкновенный изучался в трех лесничествах (Катавское, Верх-Катавское, Сульское) вблизи населенных пунктов. Протяженность маршрутного обследования по Южно-Уральскому заповеднику и Катав-Ивановскому лесхозу составила 100 км.

В Башкирском заповеднике в сосняке зеленомошниковом на 1 га на высоте 630 м над у.м. (юго-западный склон) обнаружено 2260 особей можжевельника обыкновенного 9-ти форм (биотипы с зеленой и голубой хвоей, по окраске шишкочагод – черные и с сизым налетом, с очень острым углом ветвления и др.). В лиственничнике зеленомошниковом (8Л2С) на высоте 740 м над у.м. на 1 га установлено 2817 шт. можжевельника 8-ми форм (табл. 1). На основании исследований, проведенных сотрудниками Башкирского заповедника, установлено, что в последние годы увеличились площади, занятые можжевельником обыкновенным, в связи с сокращением численности маралов и лосей, для которых можжевельниковые пастбища являются кормовой базой [5] (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

**Характеристика местообитания ареала можжевельника обыкновенного в Башкирском заповеднике**

Высота над у.м., м, экспозиция склона	Почва	Растительное сообщество, тип леса	Состав древостоя	Высота древостоя, м	Диаметр древостоя, см	Возраст древостоя, лет	Бонитет	Сомкнутость древостоевого полога	Кол-во биотипов на 1 га, шт.	Кол-во форм по габитусу кроны, шт.
650, ЮВ	Черноземовидная щебнистая	Разнотравно-типчакочная степь	Ед С	7	16	–	–	–	806	3
620	Серая горно-лесная	С.зм.	9С1Б	15	16	35	3	0,4	123	2
670, ЮВ	Скелетная щебнистая	Кустарниковая каменистая горная степь	Ед С	8	16	–	–	–	1203	7
630, ЮВ	Слаборазвитая горная дерново-лесная	С.зм.	10С ед Б	17	16	24	3	0,4	1600	7
630, ЮВ	Черноземовидная щебнистая	Вырубка	-	–	–	–	–	–	126	4
630, ЮЗ	Слаборазвитая горная дерново-лесная	С.зм.	10С ед Б	18	10	29	3	0,6	2260	9
800, Ю	Скелетная щебнистая	Горная степь	-	–	–	–	–	–	960	2
740	Серая горно-лесная	Лц.зм.	8Л2С	15	10	27	3	0,7	2817	8
Граница заповедника	Серая горно-лесная	Вырубка	Ед С	–	–	–	–	–	226	1
Граница заповедника	Луговая темноцветная влажная	С.зм.	6С4Б	21	16	30	4	0,7	580	2



**Характеристика местообитания ареала можжевельника обыкновенного в Катав-Ивановском лесхозе и Южно-Уральском заповеднике**

Лесничество	Тип леса	Состав древостоя	Высота древостоя, м	Диаметр древостоя, см	Возраст древостоя, лет	Бонитет	Сомкнутость древесного полога	Кол-во биотипов на 1 га, шт.	Высота биотипов, м	Диаметр корневой шейки биотипа, см	Средний угол отхождения ветвей
Катав-Ивановский лесхоз											
Верх-Катавское	С.зм.	5С5Б	23	24	100	3	0,6	187	0,6	4	90
Верх-Катавское	С.ртр.	10С+Б	26	28	90	3	0,6	184	0,45	3	70
Катавское	С.зм.	10С	25	24	120	3	0,8	601	2,0	6,0	90
Катавское	С.ртр.	10С	25	32	120	3	0,8	1857	3,0	6	80
Сульское	С.ртр.	10С	25	28	100	3	0,8	716	1	2,5	80
Сульское	Е.зм.яг.	5Е5С	22	24	60	3	0,6	4410	2,3	3	75
Южно-Уральский заповедник											
Хребет Зигальга	Е.зм.яг.	10Е	22	24	100	3	0,4	867	0,25	2,0	65

**Морфологические признаки биотипов можжевельника обыкновенного в Башкирском заповеднике**

Средняя высота биотипов можжевельника, м		Средний диаметр корневой шейки биотипов можжевельника, см		Средний возраст биотипов можжевельника, лет		Средний угол отхождения ветвей	
$\bar{X} \pm m_x$	V, %	$\bar{X} \pm m_x$	V, %	$\bar{X} \pm m_x$	V, %	$\bar{X} \pm m_x$	V, %
1,53±0,09	32,6	6,0±0,46	42,1	15,2±0,92	33,1	59,3±5,64	52,1
0,98±0,05	27,4	1,9±0,13	39,3	9,8±0,49	27,2	56,2±3,70	36,1
0,99±0,13	70	3,6±0,34	52,4	9,5±1,28	74,1	69,4±6,70	52,9
2,00±0,18	48,8	5,9±0,65	60,4	20,0±1,73	47,4	73,6±5,23	38,9
1,19±0,13	59,0	4,7±0,46	53,2	11,9±1,29	59,0	73,8±3,89	28,9
1,73±0,15	46,4	4,7±0,51	50,5	17,3±1,47	46,4	67,1±3,83	31,2
0,80±0,07	51,2	3,8±0,38	55,0	8,0±0,75	51,2	62,1±3,24	28,6
1,51±0,09	33,0	3,0±0,29	52,0	15,5±0,89	31,4	63,4±3,68	31,8
0,78±0,04	31,3	1,9±0,14	41,0	7,9±0,45	31,3	55,5±3,69	36,4
1,35±0,09	36,8	2,1±0,19	49,3	13,5±0,90	36,8	63,5±3,38	29,1

В Башкирском заповеднике (табл. 3) средняя высота биотипов можжевельника колеблется от 0,78 м до 2 м, средний диаметр корневой шейки изменяется от 1,9 см до 6 см, что свидетельствует о разной возрастной структуре локальных популяций (средний возраст 7,9–20 лет) и отличии в эколого-фитоценотическом ареале этого вида (высота над уровнем моря, экспозиция склона, состав древостоя). Высокий уровень изменчивости (свыше 27 % по шкале С.А. Мамаева) [6] приведенных морфологических признаков свидетельствует о большой пластичности можжевельника обыкновенного и способности существовать в разных экологических условиях.

В табл. 4 колебания коэффициента вариации эндогенной изменчивости по средней длине и средней ширине хвоинок от низкого уровня (8–12 %) до повышенного (21–30 %) указывают как на устойчивое развитие отдельных особей можжевельника с взаимокорреляцией своих фенотипических признаков, так и на имеющиеся отклонения в надземной части некоторых биотипов. Нетипичному строению кроны, большой изменчивости параметров и цвета хвои, углу отхождения ветвей, форме и цвету шишкоягод и т. д. могут способствовать также экстремальные условия местообитаний можжевельника.

**Эндогенная и внутривидовая изменчивость параметров  
хвои можжевельника обыкновенного**

Эндогенная изменчивость				Внутривидовая изменчивость			
Длина хвои биотипа, мм	V, %	Ширина хвои биотипа, мм	V, %	Средняя длина хвои, мм	V, %	Средняя ширина хвои, мм	V, %
Башкирский заповедник							
7,7–12,1	7,9–22,8	0,8–1,2	10,1–31,7	9,6±0,22	16,4	1±0,02	17,8
8,5–14,0	6,8–22,8	0,7–1,3	8,9–27,0	11±0,24	16	1±0,02	17,3
6,7–12,2	8,4–24,7	0,9–1,3	6,8–32,3	9,1±0,24	16,2	1,1±0,02	16,5
7,9–13,4	9,4–24,6	0,9–1,5	9,0–30,2	10,2±0,23	16	1,1±0,03	17,3
7,1–13,1	8,5–25,6	0,7–1,2	10,3–30,9	9,5±0,26	16,1	1±0,03	18,1
8,3–13,4	6,8–32,3	0,8–1,8	9,3–30,9	10,5±0,25	15,6	1,1±0,04	21,6
6,9–13,0	6,7–31,8	0,7–1,2	8,0–26,3	9,5±0,24	19,4	1±0,02	18,6
7,9–15,2	6,7–27,1	0,8–1,2	9,9–26,3	11,4±0,27	15,9	1±0,02	18
9,9–13,4	3,9–23,7	0,8–1,3	9,2–28,5	11,6±0,17	15,4	1,1±0,03	18,2
9,1–16,0	6,0–27,2	0,8–1,2	6,1–32,0	11,8±0,26	16	1±0,03	19,4
Южно-Уральский заповедник							
7,3–16,2	16,8–45,2	1,0–1,5	11,6–35,5	11,1±1,51	25,6	1,3±0,08	26,7
Катав-Ивановский лесхоз							
12,2–15,9	12,3–29,0	1,1–1,6	16,5–31,6	14±0,68	19,9	1,4±0,07	26,9

Т а б л и ц а 5

**Достоверность различия локальных популяций можжевельника  
обыкновенного по длине хвои в Башкирском заповеднике**

№ ПП	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		4,3	1,5	1,9	0,3	<b>2,7</b>	0,3	5,2	<b>7,2</b>	6,5
2	4,3									
3	1,5	<b>5,6</b>								
4	1,9	<b>2,4</b>	3,3							
5	0,3	4,2	1,1	2,0						
6	<b>2,7</b>	1,4	4,0	0,9	2,8					
7	0,3	4,4	1,2	<b>2,1</b>	0,0	2,9				
8	5,2	1,1	<b>6,4</b>	<b>3,4</b>	5,1	<b>2,4</b>	5,3			
9	<b>7,2</b>	2,0	8,5	4,9	<b>6,8</b>	3,6	<b>7,1</b>	0,6		
10	6,5	2,3	<b>7,6</b>	<b>4,6</b>	6,3	3,6	6,5	1,1	0,6	

Т а б л и ц а 6

**Достоверность различия локальных популяций можжевельника  
обыкновенного по ширине хвои в Башкирском заповеднике**

№ ПП	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		0,0	3,5	2,8	0,0	<b>2,2</b>	0,0	0,0	<b>2,8</b>	0,0
2	0,0									
3	3,5	<b>3,5</b>								
4	2,8	<b>2,8</b>	0,0							
5	0,0	0,0	2,8	2,4						
6	<b>2,2</b>	2,2	0,0	0,0	2,0					
7	0,0	0,0	3,5	<b>2,8</b>	0,0	2,2				
8	0,0	0,0	<b>3,5</b>	<b>2,8</b>	0,0	<b>2,2</b>	0,0			
9	<b>2,8</b>	2,8	0,0	0,0	<b>2,4</b>	0,0	2,8	<b>2,8</b>		
10	0,0	0,0	<b>2,8</b>	<b>2,4</b>	0,0	2,0	0,0	0,0	2,4	

Внутри популяции коэффициент изменчивости параметров хвои имеет средний уровень

(15,9–21 %), что подтверждает экологическую пластичность локальной популяции в целом.



Рисунок. Форма и величина хвои можжевельника обыкновенного в Башкирском и Южно-Уральском заповедниках Челябинской области

В популяциях Южно-Уральского заповедника и Катав-Ивановского лесхоза изменчивость параметров хвои имеет повышенный уровень (19,9–26,9 %) как результат воздействия антропогенной нагрузки на лесные экосистемы.

Методом парных сравнений (критерий Стьюдента) установлена достоверность различия между 7 локальными популяциями можжевельника обыкновенного по длине и ширине хвои в Башкирском заповеднике на южном пределе бореальных лесов (граница горно-лесной и лесостепной природных зон) ( $t_{\text{факт.}} > t_{\text{табл.}} = 2,0$ ) (табл. 5, 6).

Распределение значений величины хвои (ДЧШ) и индекса формы хвои (Д/Ш) (рис. 1) указывает на территориальную изолированность локальных популяций можжевельника обыкновенного, таксономическую разнородность и дифференциацию по экологической приуроченности к естественным и нарушенным фитоценозам лесных экосистем Южного Урала. Изоляция биотипов трех внутривидовых групп можжевельника (Катав-Ивановск, Южно-Уральский и Башкирский заповедники) свидетельствует о наличии географической изменчивости.

Локальные популяции можжевельника обыкновенного встречаются в разреженных насаждениях (сомкнутость древесного полога 0,4–0,7) сосняков зеленомошников, ельников

зеленомошно-ягодниковых (1600–2817 шт./га), а также на открытых пространствах, на высоте выше 650 м над у. м. (806–1203 шт./га).

Сосновые леса имеют наибольший спектр эколого-географической изменчивости, поэтому и типов леса с можжевельником обыкновенным в них больше, чем в ельниках. Большая приуроченность можжевельника обыкновенного к соснякам зеленомошникам позволяет считать их экологическим оптимумом для его существования (сосна обыкновенная имеет стержневую корневую систему, а можжевельник обыкновенный – поверхностную). Разреженные сосняки производительностью III класса бонитета являются его фитоценотической защитой – регулятором светового, водного режимов и почвенного питания. Преобладание локальных популяций можжевельника в подобных фитоценозах – одна из закономерностей в стратегии этого вида. В ельниках зеленомошниках можжевельник обыкновенный встречается в подлеске древостоев с низкой производительностью. В высокопроизводительных древостоях ели для выживания ему не хватает света. Таковы закономерности географического распространения можжевельника обыкновенного и фитоценотического ареала в Башкирском, Южно-Уральском заповедниках Башкортостана и Катав-Ивановском районе Челябинской области.

### Библиографический список

1. Миркин, Б.М. Наука о растительности (история и состояние основных концепций) / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова. – Уфа: Гилем, 1998. – 413 с.
2. Алтухов, Ю.П. Природоохранная генетика / Ю.П. Алтухов // Экология в России на рубеже XXI века (надземные экосистемы). – М.: Научный мир, 1999. – С. 9–26.
3. Агафонова, Г.В. Лесоведение и лесоводство. Практикум. / Г.В. Агафонова, Л.И. Аткина, С.В. Залесов и др. – Екатеринбург: УГЛТА, 1999. – 238 с.
4. Зайцев, Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г.Н. Зайцев. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
5. Гордиюк, Н.М. Влияние гарей на размещение опытных в Башкирском заповеднике / Н.М. Гордиюк // сб. научн. тр. Башкирского заповедника. – Миасс: Геотур, 2001. – Вып. IV. – С. 172–174.
6. Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений на примере семейства Pinaceae на Урале / С.А. Мамаев. – М.: Наука, 1973. – 284 с.

## О СТРАТЕГИИ УСТОЙЧИВОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА УРАЛЕ

Р.Н. КОВАЛЕВ, *проф. каф. экономики и управления на предприятии транспорта УГЛТУ, д-р техн. наук,*

Г.А. ПРЕШКИН, *доц. каф. экономики и управления на предприятии транспорта УГЛТУ, канд. техн. наук*

**О** оборот российских лесных земель должен находиться под эффективным контролем государства для обеспечения хорошего уровня организации и функционирования, направленного на решение особо важных национальных задач:

- обеспечение сохранности и эффективного использования лесного фонда;
- формирование рациональной системы лесопользования путем перераспределения лесных площадей с целью предотвращения их концентрации в немногих руках для спекулятивных целей;
- рационализация форм лесопользования.

Лесной рынок – особо сложная экономическая структура национального хозяйства. Его эффективная организация требует научно обоснованных, практически мотивированных и юридически оформленных предварительных решений. Рынок лесных земель – это не обязательно продажа и покупка лесных благ в их вещном, натурально-физическом виде, завершаемые отчуждением объектов собственности. Это может быть и отчуждение только прав на функцию их использования при переходе прав хозяйственного использования лесных участков от одних субъектов к другим, включая случаи перевода лесных земель в другие категории.

Среди 11 основных принципов Лесного кодекса РФ (2006), регулирующих лесные отношения, важнейшим является «использование лесов с учетом их глобального экологического значения, а также с учетом длительности их выращивания и иных природных свойств лесов».

При переходе системы лесопользования страны к устойчивому управлению ключевым является вопрос о механизмах реализации эколого-ориентированного развития лесного комплекса. Уже сейчас приоритетное значение имеют научные разработки новых

предпосылок, способствующих формированию экологически экономичного механизма природопользования на региональном уровне – регулирование допустимой интенсивности эксплуатации лесных ресурсов при формировании транспортной инфраструктуры, предусмотренной в проекте «Урал промышленный – Урал Полярный». Реализация этого проекта позволит вовлечь в хозяйственный оборот высококачественные древесные запасы северных лесозаготовительных массивов, примыкающих к сети транспортной инфраструктуры территории.

Существенным отличием современного теоретического подхода к проблеме должна быть его экологическая направленность. До настоящего времени выбор оптимального варианта транспортной системы ориентировался на традиционный технико-экономический подход [1], когда в качестве глобального критерия оптимизации проектного решения использовался минимум приведенных к расчетному году затрат на строительство, содержание дорог и эксплуатацию транспортных средств. В результате настоящие, а не будущие технологические и экономические возможности общества при ведении непрерывного неистощительного лесопользования как составной части природопользования становятся основой, на которой строятся доказательства эффективности проектного решения. Практика, обусловленная конъюнктурными причинами, привела к тому, что многие дороги строились только в расчете на освоение лесных массивов для народозаселения на территории всего лесного фонда региона. Это привело к тому, что лесная отрасль сталкивается со многими трудностями, главной из которых является слаборазвитая транспортная инфраструктура территории. По данным заслуженного лесовода России проф. А.Г. Мошкалева, [2] ежегодно из-за наличия дорог может быть реализовано лишь

20–64% объемов рубок от рекомендуемых по лесоводственным требованиям. Невозможность выполнять необходимые объемы лесохозяйственных мероприятий из-за отсутствия дорог ведет к резкому снижению продуктивности лесов и большому экологическому и экономическому ущербу. Поэтому назрела необходимость разработки экологических критериев оптимальности, по отношению к которым приведенные затраты будут выступать как показатели ограничений возможностей общества на данном этапе, что особенно актуально при решении задач, связанных с лесопользованием как составной частью природопользования.

Дальнейшее развитие и совершенствование транспортной системы лесопользования (ТСЛ) должно осуществляться на основе научно обоснованных системных решений, позволяющих максимально снизить эколого-экономические издержки при лесопользовании. С позиций системного подхода лесное хозяйство – большая система, для которой характерна тесная взаимосвязь всех элементов. Поэтому принимая частное решение по ТСЛ как элементу общей системы, необходимо иметь представление о прямых и косвенных, близких по времени и отдаленных последствиях этого решения для устойчивого управления лесами. Отечественный и зарубежный опыт реализации программ по интенсификации лесопользования устанавливает прямую зависимость эффективности использования и воспроизводства лесных ресурсов от степени развития дорожной сети [3]. Важно обосновать эффективность затрат на создание и развитие ТСЛ с учетом общего эколого-экономического эффекта от их внедрения, чтобы в финансировании строительства лесных дорог на плановой основе среди инвесторов участвовало государство как гарант экологического состояния окружающей среды.

На Урале к числу существенных отличий современной лесной политики в новой экономике относится необходимость смены приоритетов – чисто экономических на экологические и социальные. В бореальных лесах цикл восстановления древесных и недревесных ресурсов значительно отли-

чается по продолжительности из-за суровых природно-климатических и лесорастительных условий формирования экосистем в отличие от иных лесокадастровых зон Сибири и Урала. Отправной точкой современной лесной политики в Уральском федеральном округе (и его субъектах РФ) должно стать признание первичности законов природы по отношению к экономическим законам развития региональных планов ресурсно-сырьевого освоения Полярного Урала. Признаком социального прогресса станет рациональное природопользование как одна из пяти крупных составляющих новой экономики, которые в целом являют собой новое мировоззрение – способность выживания человека на земле. Глобализация экономических систем ведет к истощению и деградации лесов, подрывает основу экономического развития России. Рыночная модель развития страны в силу невнятности проводимой лесной политики пока не отвечает принципам устойчивого управления лесами, ведет к разрушению и деградации окружающей природной среды. Роль государства как собственника национального имущества в регулировании лесных отношений должна стать более заметной.

Планируемая интенсификация использования лесосырьевых запасов требует цивилизованных форм предоставления лесопользователям прав, предписанных действующим Лесным кодексом РФ и другими нормативно-правовыми актами. Проведение сертификации лесных насаждений и наличие лесохозяйственных регламентов на лесные участки является актуальным и обязательным условием для эффективного осуществления любого вида лесного природопользования, поскольку все сделки, связанные с изменением прав на землю, признаются действительными только после их госрегистрации в регистрационной службе. Это императивное действие стало необходимым потому, что право собственности, владения, пользования или аренды лесов для передачи налоговым, финансовым, судебным и другим органам устанавливается исключительно на основе данных государственного земельного кадастра. Поэтому комплексность процессов

формирования лесохозяйственного регламента на лесные участки, государственного учета и государственной регистрации прав на них придает законченный смысл термину «объект недвижимости» в результате единства трех неразрывно связанных понятий: субъект права, объект права и вид права.

Актуальность и достоверность сведений земельного кадастра объектов недвижимости достигается мониторингом процессов государственного учета земель лесных участков, государственной регистрации прав на связанное с ним недвижимое имущество и путем анализа оценок текущей рыночной стоимости природных ресурсов и других полезных экологических и социальных функций леса. Нашей задачей в реализации этих проблем является участие в выполнении прикладных междисциплинарных научных исследований в сфере обеспечения методиками и региональными нормативами технико-экономической и экологической оценки реальных ресурсов на лесных участках. Новые региональные нормативы откроют возможность применить экономико-математическое моделирование при выборе оптимизационных решений по использованию ресурсных возможностей лесных территорий в процессе выработки управленческих решений.

Развитие оценочных работ, формирование механизмов регулирования земельного оборота требует современных методик практической оценки лесных земель субъектами оценочной деятельности, использующими нормативно-правовую базу высшего уровня [4, 5]. Проведение земельно-оценочных работ сопряжено с ведением и актуализацией налоговых реестров объектов и субъектов налогообложения на лесных участках и иной неразрывно связанной с лесными землями недвижимостью.

Названные проблемы всегда будут возникать из-за отсутствия единого научно-методического обоснования методологии и методик определения рациональных нормативов экономической оценки лесов для практического использования:

– в проектировании технологий многоцелевого лесопользования;

– в технико-экономических обоснованиях инвестиционных проектов и бизнес-планов и в других ситуациях, связанных с менеджментом в секторе лесной экономики;

– в учебном процессе высшего профессионального образования по лесным специальностям.

Следует отметить недостаточно выраженную потребность в необходимости широких научных исследований по обсуждаемым проблемам управления, в первую очередь, у собственника лесов, а также властных структур и лесопромышленников, Внешторгбанка и других отечественных коммерческих структур. Потери государства от такой бездеятельности во много раз превышают затраты на обеспечение бизнеса научно аргументированными нормативами технико-экономической оценки рыночного потенциала лесоплутационных российских лесов.

Сегодня практически полностью отсутствует государственное стимулирование переработки отходов лесопромышленных производств, которое потребует с ростом объемов лесопиления и включением механизмов Киотского протокола о сокращении выбросов парниковых газов, перевода коммунальной энергетики на использование биологического топлива, особенно в районах с развитым лесопильно-деревообрабатывающим производством.

Конструктивное участие в научном обеспечении лесопромышленного производства конкретными решениями названных проблем – направления наших главных научно-исследовательских интересов.

#### Библиографический список

1. Алябьев, В.И. Оптимизация производственных процессов на лесозаготовках: монография / В.И. Алябьев. – М.: Изд-во МЛТИ, 1977. – 231 с.
2. Лесное хозяйство на рубеже XXI века: мировой лесной конгресс. – М.: Лесная пром-сть, 1991. – 315 с.
3. Петров, А.П. Экономические факторы и эффективность лесозаготовок / А.П. Петров // Лесная промышленность. – 1988. – № 4. – С. 24–25.
4. Об оценочной деятельности в Российской Федерации: федер. закон от 29 июля 1998 г. №135 – ФЗ // Рос. газета. – 1998. – 5 августа. – С. 10.
5. Стандарты оценки, обязательные к применению субъектами оценочной деятельности: Постановление Правительства РФ от 06.06.01 г. № 519.

## ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОДСОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Д.Е. КОРОЛЬКОВ, *асп. каф. лесоводства УГЛТУ*,  
Д.Н. ИЦКОВ, *студент УГЛТУ*

Сосна обыкновенная является основной лесообразующей породой РФ и главным источником сырья для лесохимической промышленности. Не случайно все сосновые древостои, произрастающие на территории РФ, перед поступлением в рубку подлежали обязательной подсочке, а площади передаваемых в подсочку насаждений были до 1990 г. весьма значительными (табл. 1).

Материалы табл. 1 наглядно свидетельствуют, что в период с 1971 по 1990 гг. прослеживается четкая тенденция сокращения находящихся в подсочке насаждений по всем поясам подсочки и лесоэкономическим районам. Последнее легко можно объяснить сокращением спелого и перестойного соснового древостоя, возможного для подсочки.

Произрастание в различных климатических и почвенных условиях обусловило сильно выраженную географическую изменчивость сосны обыкновенной по целому ряду признаков. Для подсочного производства наиболее важным биологическим признаком и технико-экономическим показателем является смолопродуктивность, так как именно она, в конечном счете, определяет себестоимость заготавливаемой живицы и производительность труда рабочих, занятых на подсочке. Анализ

собранных нами материалов свидетельствует, что на протяжении почти всего ареала сосны обыкновенной с юга на север биологическая смолопродуктивность изменяется в незначительных пределах, а с продвижением от Урала на Восток – резко снижается (табл. 2).

Наибольшей смолопродуктивностью (табл. 2) характеризуются сосняки Нижегородской области, а минимальные значения коэффициента смолопродуктивности имеют сосняки Восточной Сибири.

Помимо различий в смолопродуктивности для подсочного производства немаловажное значение имеет продолжительность периода подсочки (табл. 3).

Различия лесоводственно-таксационных показателей сосновых древостоев, смолопродуктивности, продолжительности периода подсочки и площади подсаживаемых сосняков по лесоэкономическим районам обусловили различие в объемах заготавливаемой живицы (табл. 4). Объемы добычи живицы по лесоэкономическим районам за анализируемый период, так же как и площадь находящихся в подсочке насаждений, имеют тенденцию к снижению. Однако объемы добычи живицы снижаются значительно медленнее, чем площадь подсаживаемых сосняков.

Т а б л и ц а 1

Площади сосняков РФ, находящихся в подсочке, тыс. га

Пояс подсочки	Лесоэкономические районы	1971–1975	1976–1980	1981–1985	1986–1990
Первый	Северный	1508	1446,4	1210,1	862,5
	Северо-западный	146,4	129,9	102,6	74,7
	Западно-Сибирский	956,8	961,6	804,5	563,9
	Восточно-Сибирский	3535,6	3164,2	2629,3	2080,3
	Итого	6146,8	5702,1	4746,3	3581,4
Второй	Центральный	535,3	449,9	389,6	261,4
	Волго-Вятский	509	389,3	331,5	225,5
	Поволжский	208,2	155,7	142,8	108,1
	Уральский	1343,8	1162,2	907,6	632,3
	Итого	2596,3	2575,2	1771,5	1228,3
Третий	Центрально-Черноземный	58,3	51,1	44,4	37,7

Последнее объясняется применением стимуляторов смолы выделения, совершенствованием технологии подсочки и подсочного оборудования. Этот вывод легко подтверждается данными о выходе живицы с кары и с 1 га подсачиваемых сосняков (табл. 5 и 6).

Материалы табл. 5 наглядно свидетельствуют, что, несмотря на ухудшение сырьевой базы подсочки, выход живицы с кары и с

1 га подсачиваемых насаждений не только не уменьшился, но даже увеличился по всем лесозономическим районам. В этом, несомненно, большая заслуга как работников подсочного производства, так и науки. В то же время увеличение заработной платы обусловило, даже при увеличении производительности труда вздымщиков и сборщиков живицы, повышение себестоимости последней (табл. 6).

Т а б л и ц а 2

**Смолопродуктивность сосны обыкновенной в различных частях ареала**

Район произрастания	Коэффициент смолопродуктивности
Архангельская обл.	0,22
Ленинградская обл.	0,27
Нижегородская обл.	0,29
Брянская обл.	0,27
Средний Урал	0,26
Западная Сибирь	0,28
Алтайский край	0,22
Восточная Сибирь	0,16

Т а б л и ц а 3

**Продолжительность периода подсочки сосны обыкновенной по лесозономическим районам**

Пояс подсочки	Лесозономические районы	Продолжительность периода подсочки, дни
Первый (Северный)	Северный	94
	Северо-Западный	106
	Западно-Сибирский	95
	Восточно-Сибирский	96
	Среднее	98
Второй (Центральный)	Центральный	115
	Волго-Вятский	112
	Поволжский	115
	Уральский	106
	Среднее	112
Третий (Южный)	Центрально-Черноземный	127

Т а б л и ц а 4

**Объемы добычи живицы по лесозономическим районам, тыс.т**

Пояс подсочки	Лесозономические районы	1971–1975	1976–1980	1981–1985	1986–1990
Первый	Северный	64,8	65,1	58,7	46,6
	Северо-западный	12,6	10,9	9,1	8,6
	Западно-Сибирский	47,8	46,2	43,4	35
	Восточно-Сибирский	198	218,3	220,9	185,2
	Итого	323,2	340,5	332,1	275,4
Второй	Центральный	64,8	58,5	54,5	44,4
	Волго-Вятский	57,5	48,7	45,4	38,3
	Поволжский	30	25,7	26,3	21,7
	Уральский	110,2	118,5	112,6	86
	Итого	262,5	251,4	238,8	190,4
Третий	Центрально-Черноземный	9,5	8	6,8	6,5



**Выход живицы с кары (г) / 1 га (кг) по лесоэкономическим районам**

Пояс подсочки	Лесоэкономические районы	1971–1975	1976–1980	1981–1985	1986–1990
Первый	Северный	425/43	460/45	489/49	562/54
	Северо-западный	551/86	559/84	571/89	616/ нет данных
	Западно-Сибирский	548/50	604/48	741/54	775/62
	Восточно-Сибирский	700/56	853/69	934/84	1030/89
	Среднее	556/59	619/62	684/69	746/68
Второй	Центральный	791/121	801/130	868/140	923/170
	Волго-Вятский	727/113	803/125	951/137	969/169
	Поволжский	946/144	1004/165	1086/184	1235/201
	Уральский	683/82	876/102	997/124	1062/136
	Среднее	787/115	871/131	976/146	1047/169
Третий	Центрально-Черноземный	1013/163	951/157	1013/152	1054/171

**Себестоимость тонны живицы по лесоэкономическим районам в действовавших ценах, руб.**

Пояс подсочки	Лесоэкономические районы	1971–1975	1976–1980	1981–1985	1986–1990
Первый	Северный	1158	1385	1618	1593
	Северо-западный	680	784	951	982
	Западно-Сибирский	1150	1457	1527	1588
	Восточно-Сибирский	1230	1372	1458	1575
	Средняя	1055	1250	1389	1435
Второй	Центральный	582	616	711	737
	Волго-Вятский	652	750	832	886
	Поволжский	493	607	716	700
	Уральский	800	804	872	921
	Средняя	632	694	782	811
Третий	Центрально-Черноземный	493	571	694	703

Именно высокая себестоимость заготавливаемой живицы обусловила при переходе на рыночные отношения разорение большинства химлесхозов. Живица, заготовленная на территории РФ, была значительно дороже привозимой из Китая. Однако односторонний подход к определению целесообразности подсочки только по сравнению с себестоимостью живицы явно не оправдан. Не следует забывать, что живица является стратегическим сырьем, а живичная канифоль, изготавливаемая из местного сырья, значительно превосходит по качеству таковую, получаемую из дешевой китайской живицы.

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

Несмотря на ухудшение сырьевой базы подсочки, объемы заготовки живицы в значительной степени компенсируются при-

менением современных стимуляторов смолы выделения, совершенствованием технологии и инструментальной базы подсочки.

Усилиями рабочих, занятых в подсочном производстве, и научных работников удалось не только не допустить снижения, но и существенно повысить выход живицы в пересчете на кару и 1 га подсачиваемых сосняков во всех лесоэкономических районах.

Банкротство предприятий, заготавливающих живицу, и ликвидация подсочного производства как отрасли не оправдано как с экономической точки зрения, так и в плане безопасности РФ.

Возрождение подсочного производства позволит не только обеспечить потребности страны в важнейшем сырье, но и в значительной степени снизит безработицу в сельских районах.

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ИСКУССТВЕННЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ ДРЕВОСТОЕВ

Н.А. ЛУГАНСКИЙ, *проф. каф. лесоводства УГЛТУ, д-р с.-х. наук,* ,  
О.В. ШИПИЦИНА, *асп. каф. лесоводства УГЛТУ*

Восстановление леса, как известно, осуществляется двумя основными методами: естественным и искусственным. Между насаждениями различного происхождения наблюдаются значительные различия в росте и производительности. Если естественные насаждения по ходу роста древостоев и их производительности достаточно полно изучены, то в отношении искусственных насаждений этого констатировать нельзя. Особенно это касается сравнительной эффективности.

История развития лесокультурного дела на Урале большая. Первые лесные культуры здесь были созданы в 1818 г., однако до сих пор нет жесткой регламентации технологии производства лесных культур, обеспечивающих высокую лесоводственную эффективность. Практика показывает, что создаваемые в разнообразных природных условиях лесные культуры часто малоэффективны. В лучшем случае от объемов создаваемых производственных лесных культур только 50 % отвечают лесоводственным требованиям, другая часть или гибнет, или требует активной реконструкции. Поэтому анализ и оценка высокоэффективного опыта создания и выращивания лесных культур представляют большой производственный и научный интерес.

Многими исследователями предпринимались попытки установить причины различия в росте и производительности древостоев искусственного и естественного происхождения. Однако единство во взглядах не достигнуто.

Часть авторов, в частности В.И. Рубцов, считают, что строгое размещение растений по площади в лесных культурах создает для них близкие условия произрастания. Это предопределяет более активный первоначальный рост большинства растений, из которых формируется преобладание деревьев I и II классов роста. Отставшие в росте деревья активно идут в отпад. В связи с этим в искусственных древостоях формируется специ-

фическая таксационная структура, обеспечивающая более высокие запасы древесины.

Другие исследователи – А.Н. Поляков, П.Ф. Ипатов и В.В. Успенский [10] – считают, что различия между древостоями естественного и искусственного происхождения связаны с тем, что возникновение и развитие первых происходит биогруппами при большом исходном количестве подроста. Вскоре они вступают в конкурентные отношения. Из одной части биогрупп возникает несколько перспективных деревьев, большая же часть других отпадает, а некоторые попадают в угнетенное положение. В итоге в сформировавшихся биогруппах выделяется лидер, который сохраняет свое положение при благоприятных условиях на протяжении всего онтогенеза древостоя. Густота таким путем возникших древостоев с повышением возраста уменьшается за счет убыли деревьев V и IV классов роста, число же лидеров сохраняется, а относительное их участие (доля) возрастает.

Объектом наших исследований явились насаждения искусственного и естественного происхождения Уральского учебно-опытного лесхоза Уральского государственного лесотехнического университета (УУОЛ УГЛТУ). Согласно схеме лесорастительного районирования Б.П. Колесникова и др. [8], территория лесхоза отнесена к южнотаежному лесорастительному округу Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области, где процессы естественного возобновления хвойными породами затруднены. В связи с этим искусственное лесовосстановление здесь имеет важное лесохозяйственное значение.

Климат района исследований умеренно континентальный, с довольно продолжительной зимой и сравнительно коротким и теплым летом. Преобладают ветры юго-западного направления, которые особенно устойчивы в январе. К июлю направление ветров меняется. Повторяемость северных ветров

достигает 25–40 %. Вторжение арктических масс воздуха приводит к резким изменениям погоды. На климат области большое влияние оказывают и Уральские горы, протянувшиеся поперек движения воздушных потоков, несущих влагу с запада. Зимой холодный воздух из Арктики нередко протекает вдоль гор далеко к югу, а теплый и сухой – с юга. Такие меридиональные перемещения воздуха более заметны на восточном макросклоне Урала, особенно весной и осенью. Они вызывают неустойчивость погоды в летне-осенний период и весенние возвраты холодов [1].

По многолетним наблюдениям, среднегодовая температура воздуха + 1,2 °С, количество осадков – 465 мм.

В формировании температурного режима воздуха и на поверхности почвы большую роль играют высота и расположение местности, форма рельефа. В результате стока холодного воздуха с вершин гор и холмов в пониженные части территорий вероятность заморозков более значительна. На температурный режим почвы, помимо этого, большое влияние оказывают механический состав и тип почвы, ее влажность и состояние поверхности.

Рассматривая климатические условия района расположения лесхоза с точки зрения их влияния на рост, развитие и устойчивость лесных насаждений, следует отметить, что наиболее нежелательными климатическими факторами являются поздние весенние и ранние осенние заморозки, которые в отдельные годы повреждают молодняки. Низкая влажность воздуха в летнее время способствует повышению пожарной опасности в лесах.

В целом климат в районе расположения лесхоза благоприятен для произрастания местных древесных и кустарниковых пород, что подтверждается наличием в лесхозе сосновых и березовых древостоев средней и высокой производительности.

Восточный макросклон Среднего Урала, где находится район исследований, представлен широкой, до 100 км, холмистой равниной (Зауральский пенеппен), полого наклоненной к Западно-Сибирской равнине [3]. Она покрыта чередующимися относительно невысокими возвышенностями, вытянутыми грядами и равнинными понижениями в виде

котловин, ложбин, узких пойм и небольших речек. Возвышенности имеют мягкие очертания, вершины тупые и широкие, склоны длинные и пологие [2]. Абсолютная высота над уровнем моря до 380 м.

Почвы района исследований сложены из метаморфических, магматических, изверженных и осадочных палеозойских горных пород [7, 8]. Почвообразующими отложениями являются суглинистые элювий-делювий, тяжелосуглинистый элювий горных пород и покровные глины [4].

В районе исследований под хвойными лесами в условиях избыточного увлажнения, на равнинах преобладают подзолистые и дерново-подзолистые почвы. Особенно сильно оподзолены почвы на песках. Эти почвы бедны гумусом и имеют кислую реакцию. По механическому составу преобладают суглинистые и супесчаные почвы со значительной примесью щебня во всех горизонтах. Они обладают плодородием, достаточным для нормального роста и развития лесов средней и высокой производительности.

Для сравнительного изучения сосняков различного происхождения были подобраны наиболее производительные насаждения (табл. 1).

Древостои пробных площадей в основном произрастают по I–Ia классам бонитета. Это связано с тем, что лесные культуры создаются на участках с наиболее плодородными почвами и искусственные древостои обладают лучшими темпами роста по сравнению с естественными. Более высокую производительность искусственных древостоев в различных регионах европейской части страны отмечали А.Н. Поляков, П.Ф. Ипатов и В.В. Успенский [10], в условиях Среднего Урала – С.В. Залесов и др. [6].

Участки насаждений, подобранные нами для изучения, представлены в основном средневозрастными высокополнотными древостоями. Выбор данных площадей связан с тем, что на территории УУОЛ преобладают средневозрастные хвойные насаждения, занимая 40 % от покрытой лесом площади. В связи с преобладанием на территории лесхоза сосняка ягодникового и сосняка разнотравного исследуемые древостои были выбраны в этих типах леса.

**Таксационная характеристика древостоев пробных площадей  
(ПП) в Уральском учебно-опытном лесхозе**

№ ПП	Тип леса	Возраст, лет	Состав	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Класс бонитета	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
Сосняки естественного происхождения								
1	С.яг.	42	9С1Б	15,5	13,9	I	1,19	377
2	С.яг.	44	9С1Б	17,1	20,1	I	0,85	266
3	С.яг.	45	9С1Б	12,4	12,0	III	1,12	249
4	С.яг.	52	8С2Б+Лц	18,1	14,6	II	0,87	297
5	С.яг.	72	9С1Б	21,1	21,1	II	0,98	393
Сосняки искусственного происхождения								
6	С.ртр.	44	9С1Лц	20,5	18,5	Ia	1,06	429
7	С.ртр.	44	9С1Лц	21,5	19,0	Ia	0,91	374
8	С.яг.	46	8С2Лц	18,5	21,5	I	1,09	399
9	С.яг.	46	10С	18,0	21,0	I	0,95	306
10	С.ртр.	46	10С	19,8	17,7	Ia	1,08	398
11	С.яг.	49	10С	22,5	21,2	Ia	0,93	420
12	С.ртр.	49	10С	21,0	19,7	I	1,16	479
13	С.яг.	50	10С	23,0	18,0	Ia	0,98	455
14	С.яг.	50	10С	23,0	20,8	Ia	1,13	512
15	С.яг.	51	10С+Б	22,4	22,4	Ia	1,31	528
16	С.яг.	51	10С	23,5	24,3	Ia	1,29	527
17	С.яг.	52	9С1Б ед. Лц	21,5	19,0	I	1,01	425
18	С.яг.	52	10С+Б	21,5	20,0	I	1,00	424
19	С.яг.	52	10С	21,7	22,7	Ia	1,29	504
20	С.яг.	55	10С	22,5	21,3	I	1,05	481

Примечания. 1. Типы леса: С.ртр.– сосняк разнотравный; С.яг.– сосняк ягодниковый. 2. С – сосна; Лц – лиственница; Б – береза.

При изучении роста и производительности искусственных древостоев много внимания уделялось их строению по диаметру. Большинство авторов пришли к выводу, что в искусственных насаждениях дифференциация деревьев по диаметру ниже, чем в естественных [10]. Однако данной точки зрения придерживаются не все авторы. Так, исследуя сосняки Пермской области, А.В. Попова [11] установила, что в возрасте до 70 лет средние диаметры искусственных и естественных сосняков различаются незначительно. Другим важным таксационным показателем является средняя высота древостоя. Искусственные сосняки Билимбаевского лесхоза по высоте превосходят естественные в возрасте 35 лет на 11,6 %, а в 88-летнем возрасте – всего лишь на 2,2 % [5].

Основным таксационным показателем, имеющим большое практическое значение, является запас древостоя. Многие исследователи считают общепризнанным, что молодые

культуры сосны имеют более высокую производительность по сравнению с молодняками естественного происхождения. А.Н. Поляков, П.Ф. Ипатов и В.В. Успенский [10] отмечали в древостоях сосны искусственного происхождения очень высокий запас древесины по сравнению с сосняками естественного происхождения в условиях южной подзоны тайги. Данные В.И. Рубцова свидетельствуют, что культуры сосны по общей производительности насаждений в среднем превосходят естественные сосняки на 30 %.

В табл. 2 приведены сравнительные данные запасов древостоев сосны естественного и искусственного происхождения, по нашим материалам и по таблицам хода роста (ТХР), составленным С.В. Залесовым и др. [6], Д.А. Миловановичем и А.В. Тюриным. Таблицы С.В. Залесова и Д.А. Миловановича составлены для южной подзоны тайги Среднего Урала, а таблицы А.В. Тюрина являются всеобщими.

**Сравнительные запасы естественных и искусственных древостоев сосны в УУОЛ по различным ТХР**

№ ПП	Тип леса	Возраст, лет	Запас, м <sup>3</sup>			
			По данным авторов	По таблицам хода роста		
				С.В. Залесова и др., [6]	Д.А. Миловановича	А.В. Тюрина
Сосняки естественного происхождения						
1	С.яг.	42	377	296	240	361
2	С.яг.	44	266	307	253	382
3	С.яг.	45	249	312	154	393
4	С.яг.	52	297	341	240	465
5	С.яг.	72	393	395	335	629
Сосняки искусственного происхождения						
6	С.ртр.	44	429	414	253	382
7	С.ртр.	44	374	414	253	382
8	С.яг.	46	399	411	265	404
9	С.яг.	46	306	411	265	404
10	С.ртр.	46	398	430	265	404
11	С.яг.	49	420	437	284	436
12	С.ртр.	49	479	451	284	436
13	С.яг.	50	455	446	290	447
14	С.яг.	50	512	446	290	447
15	С.яг.	51	528	453	296	456
16	С.яг.	51	527	453	296	456
17	С.яг.	52	425	459	302	465
18	С.яг.	52	424	459	302	465
19	С.яг.	52	504	459	302	465
20	С.яг.	55	481	479	307	493

В некоторых случаях наши данные превышают запасы, взятые из ТХР С.В. Залесова и др. Данные различия вызваны тем, что нами изучались лесные культуры только одного лесхоза, а таблицы хода роста С.В. Залесова были составлены усредненно для всей южной подзоны тайги Урала. ТХР сомкнутых сосновых древостоев Д.А.Миловановича, разработанные по классам бонитета, хотя и относятся к южной подзоне тайги Урала, но охватывают территорию значительно севернее УУОЛ. Следовательно, производительность древостоев, использованных Д.А.Миловановичем для составления ТХР, ниже и связана она, прежде всего, с особенностями почвенно-климатических условий данного района.

Для наших условий ближе всего таблицы хода роста С.В. Залесова и др. [6] и ТХР А.В. Тюрина.

Различия производительности естественных и искусственных древостоев объясняются тем, что, кроме лучших лесораститель-

ных условий, в варианте с искусственными древостоями на высокие запасы повлияли успешные технологии создания и выращивания лесных культур в учебно-опытном лесхозе.

Таким образом, с точки зрения производительности искусственные древостои более эффективны по сравнению с естественными. Однако при создании и выращивании лесных культур необходимо тщательно учитывать и реализовывать условия произрастания, соответствующую им древесную породу и технологии работ, т.е. следует опираться на феномен биоэкоза [9].

**Библиографический список**

1. Агроклиматический справочник по Свердловской области. – Л.: Гидрометеиздат, 1962. – 162 с.
2. Арефьева, З.Н. Почвообразующие породы и почвы долины р. Тавды и Тавда-Куминского междуречья. Южнотаежные леса Западно-Сибирской равнины / З.Н. Арефьева // Тр. Института экологии растений и животных, 1972. – Вып. 83. – С.27–65.
3. Борисевич, Д.В. Рельеф и геологическое строение / Д.В. Борисевич // Урал и Предуралье. – М.: Наука, 1968. – С. 19–81.

4. Герасимов, И.П. Основные черты геоморфологии Среднего и Южного Урала в палеогеографическом освещении / И.П. Герасимов // Тр. Института географии АН СССР. – Т. 42. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948.
5. Егоров, М.Н. Биологические и экологические особенности сосны в естественных и искусственных насаждениях Билимбаевского лесхоза: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / М.Н. Егоров, 1972. – 24 с.
6. Залесов, С.В. Рост и производительность сосняков искусственного и естественного происхождения / С.В. Залесов, А.Н. Лобанов, Н.А. Луганский. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. – 112 с.
7. Колесников, Б.П. Леса Свердловской области. Леса СССР / Б.П. Колесников. – М.: Наука, 1969. – Т. 4. – С. 64–124.
8. Колесников, Б.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области / Б.П. Колесников, Р.С. Зубарева, Е.П. Смолоногов. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. – 174 с.
9. Нестеров, В.Г. Общее лесоводство: изд-е. 2-е / В.Г. Нестеров. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1954. – 651 с.
10. Поляков, А.Н. Продуктивность лесных культур / А.Н. Поляков, П.Ф. Ипатов, В.В. Успенский. – М.: Агропромиздат, 1986. – 240 с.

## ПРОБЛЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ НЕФТЕГАЗОРАЗВЕДКЕ

А.Е. МОРОЗОВ, доц. каф лесоводства УГЛТУ, канд. с.-х. наук,  
 С.В. ЗАЛЕСОВ, проф. каф лесоводства УГЛТУ, д-р с.-х. наук,  
 А.В. КАПРАЛОВ, доц. каф. лесных культур и мелиорации, канд. с.-х. наук,  
 М.В. ВИНОКУРОВ, доц. каф. экон. и управления на предприятиях транспорта, канд. хим. наук,  
 В.И. ЛОБАНОВ, ОАО «Славнефть-Мегионнефтегазгеология»,  
 В.Г. РЕШЕТНИКОВ, ОГУ «Юганский лесхоз»

Основное содержание работ по геологоразведке месторождений нефти и газа заключается в строительстве одиночных разведочных, поисковых и оценочных скважин для геологического изучения недр; разведке, поиске и оценке запасов углеводородного сырья на месторождениях, а также проведении работ по расконсервации ранее пробуренных скважин с целью определения технического состояния эксплуатационной колонны, освоения и проведения исследований, определения возможности использования в дальнейшем скважины для проведения пробной промышленной эксплуатации.

Исследования проводились на территории Мегионского, Галкинского, Усть-Вахского, Южно-Локосовского, Южно-Балыкского, Тепловского, Кудринского, Мамонтовского, Тайлаковского, Усть-Тегусского и Урненского месторождений, расположенных в Нижневартовском, Сургутском, Нефтеюганском районах ХМАО и Уватском районе Тюменской области.

Практика показывает, что основные объемы геологоразведочных работ (ГРП) на территории Западной Сибири проводятся без капитального строительства транспортной

сети (отсыпок трасс) с использованием существующих автодорог, ранее вырубленных трасс профиблей и зимников.

Основные подготовительные работы: расчистка и намораживание существующих зимников, обустройство водных переправ, вырубка древостоев на испрашиваемых участках под новые объекты ГРП, завоз бурового, вспомогательного оборудования и ГСМ на объекты, а также монтаж оборудования – производятся в зимний период и составляют ориентировочно 90 % от общего объема работ. От правильной организации и выполнения подготовительных работ в зимний период зависит выполнение основного годового показателя предприятия – бурения плановых скважин (строительство скважин). Немаловажным фактором, от которого зависит успешное проведение подготовительных работ, являются погодные условия. За зимний период 2006–2007 гг. из-за позднего наступления заморозков, отсутствия устойчивого снежного покрова, позднего ледостава на ряде предприятий программа подготовительных работ была под угрозой срыва. В подобных ситуациях зачастую приходится форсировать упущенный плановый период, что приводит

к нарушению нормативных требований, а впоследствии к неустойкам и штрафным санкциям, предъявляемым природоохранными органами.

Необходимо отметить, что проведение работ по ГРР напрямую связано с оформлением и согласованием материалов землеотвода, разработкой проектно-сметной документации, проекта рекультивации и освоения лесов, получения правоустанавливающих и правоудостоверяющих документов (приказ на предоставление участка лесного фонда, договор аренды). Позднее проведение заказчиками тендеров на строительство объектов ГРР, ориентировочно в 3 квартале, зачастую недостаточное количество времени для оформления землеотвода (3 месяца) до начала подготовительных работ заставляют проводить данные виды работы без правоустанавливающих документов на предоставление земельных участков. Введение в действие нового Лесного кодекса с 01.01.2007 г., отсутствие подзаконных актов, постановлений, распоряжений, единого порядка оформления материалов отвода участков лесного фонда, дополнения в другие кодексы, противоречия между кодексами также создают предпосылки затягивания и увеличения срока оформления отвода. Полный срок оформления материалов отвода под объект ГРР предприятия-природопользователя составляет ориентировочно от 2 до 18 месяцев, а срок проведения работ по проекту – 3 месяца при расконсервации скважины и 8 месяцев при строительстве новой скважины.

После лесосечных работ на буровой площадке, расположенной в переувлажненных лесах и на болотах, создаются фундаменты — древесные настилы под производственную площадку для монтажа бурового оборудования (масса одного бурового станка – 250 т). При эксплуатации бурового оборудования древесный настил вдавливается в грунт. Также производится монтаж древесного настила под взлетно-посадочную площадку (ВПП) вертолета и трассу между производственной площадкой и ВПП.

В настоящее время работы по рекультивации буровых площадок проводятся в два этапа: технический и биологический. Техни-

ческая рекультивация заключается в выполнении работ по демонтажу и вывозу бурового оборудования, вывозу оставшихся буровых растворов, утилизации отходов бурения, планировке нарушенных поверхностей, откачке содержимого шламовых амбаров, уборке порубочных остатков.

В связи с ужесточением требований природоохранного законодательства в области охраны окружающей среды при приемке земель после выполнения работ по рекультивации предъявляются претензии о несоответствии проведения работ по технической рекультивации Регламенту на приемку земель... (1994), в частности, требуется обязательный демонтаж древесного настила. Однако после демонтажа древесного настила остается котлован глубиной до 50 см, который заполняется водой в весенний паводок. На момент приемки участка комиссией у природопользователя спецтехника и необходимый грунт на объекте отсутствуют. Демонтированную древесину, которая использовалась при создании фундамента, предприятие вынуждено оставлять на площадке, так как она после эксплуатации не имеет товарного вида и для дальнейшего использования не пригодна. Кроме того, согласно РД 39-2-1182-84 (1985), один раз в 6 месяцев необходимо проводить техническое обследование устья скважины. Доставка специалиста производится авиацией. Без древесного настила на площадке ВПП посадка вертолета затруднена либо вообще невозможна, а проведение плановых технических осмотров скважин без спецсредств невозможно. Практика показывает, что 98 % построенных скважин сначала консервируется, однако затем через 3–5 лет расконсервируется для пробной эксплуатации, что ставит под сомнение вопрос о целесообразности демонтажа древесного настила на ВПП и подъездных путей к ней. Кроме того, на наш взгляд, сохранение древесного настила позволит использовать средства авиации при выполнении противопожарных работ на территории лесного фонда, а также ухода за лесными культурами, созданными в ходе проведения рекультивации.

Отдельной проблемой при проведении технического этапа рекультивации является

утилизация порубочных остатков. Проведение работ по лесосводке часто проводится с нарушением требований, указанных в технологической карте. Все это приводит к значительному удорожанию работ по последующей очистке мест рубок и повреждению деревьев за границами отвода, а в конечном счете – к дополнительным штрафам и неустойкам.

Биологическая рекультивация – это завершающий этап рекультивации. Работы по биологической рекультивации включают восстановление растительного покрова, детоксикацию загрязненной почвы и воды. Требования по разработке проекта на проведение биологического этапа рекультивации не учитывают специфику ГРП. Если скважина законсервирована, то через некоторый период на ней будут возобновлены работы по расконсервации, а в дальнейшем и пробной эксплуатации. Другими словами, работы, проведенные по биологической рекультивации на всей площади буровой площадки, и понесенные при этом затраты будут напрасны. Таким образом, имеет смысл весь цикл рекультивационных работ проводить только на вспомогательной части площадки за исключением взлетно-посадочной полосы. На части площадки вокруг скважины целесообразно ограничиться только посевом трав-мелиорантов.

Кроме того, выполнение биологической рекультивации требует определенной специализации. В настоящее время предприятия-недропользователи, как правило, не имеют специалистов по данному направлению, а также спецтехники, которая позволяет эффективно выполнить работы в соответствии с проектом. Биологическая рекультивация с 2006 г. на договорной основе выполняется лесхозами. После оплаты лесхозу стоимости выполненных работ по биологической рекультивации и выполнения геологоразведочным предприятием технической рекультивации производится приемка земель лесхозом для дальнейшего использования данных площадей в лесном хозяйстве. Однако недропользователь-заказчик предъявляет претензии о несоответствии проведенных работ, а следовательно, и финансовых затрат. Все обоснования того, что биологический этап

работы, который проводится лесхозом, требует периода в несколько лет и определенной периодичности (сезонности), заказчиком не воспринимаются.

Значительному удорожанию проектов рекультивации способствуют необоснованно запроектированные мероприятия: внесение нефтеразлагающих и нефтеокисляющих бактериальных препаратов, минеральных удобрений, посев трав-мелиорантов, создание сплошных лесных культур и т.д.

Следует иметь в виду, что использование бактериальной микрофлоры в условиях короткого вегетационного периода на территории средней и северной подзон тайги ХМАО имеет низкую эффективность. Использование трав-мелиорантов в ряде типов леса также не дает положительных результатов, а наоборот, может даже затруднять процессы естественного возобновления леса. В ряде случаев площадки, расположенные на суходолах вблизи стены леса, удовлетворительно зарастают хвойными породами деревьев (сосной и кедром). Особенно активно идут процессы зарастания в 50-метровой полосе вдоль стен леса. Кроме того, мы считаем, что если при проведении лесосводки использовать щадящие технологии рубок, то на вспомогательной части площадки можно частично сохранять хвойный подрост предварительной генерации, который впоследствии обеспечит естественное зарастание этой части площадки. При ориентировании технологий рекультивации на сохранение на части буровой площадки естественного возобновления не имеет смысла применять минеральные удобрения, что снимает вопрос об их доставке на объекты рекультивации. Поскольку удобрения являются в большинстве случаев токсичными, из соображений безопасности их нельзя доставлять на объекты в салоне вертолета вместе с рабочими. Это потребует организации специального рейса вертолета по доставке удобрений, что вызовет значительное удорожание работ по рекультивации. Исчезает также необходимость создания на рекультивируемых землях сплошных лесных культур.

Часть буровой площадки, на которой по тем или иным причинам естественное



возобновление невозможно, целесообразно проектировать под создание частичных лесных культур. Поскольку сроки посадки лесных культур биологически ограничены одной-двумя неделями в году, для расширения временных рамок проведения лесокультурных работ целесообразно создавать лесные культуры с использованием посадочного материала с закрытой корневой системой.

Отдельной проблемой является рекультивация шламовых амбаров. На наш взгляд, предлагаемый профессором В.Н. Седых метод биологической рекультивации амбаров, предполагающий посадку по периметру обваловки и стенкам амбара древесно-кустарниковых растений [3], не всегда дает хорошие результаты. Его целесообразно применять, когда концентрация токсичных веществ, содержащихся в амбаре, не превышает значений ПДК. Мы считаем, что в случае, когда значения ПДК превышены, перед тем, как проводить биологическую рекультивацию, необходимо выполнить технические работы по детоксикации шлама. В этих целях возможно использовать специальную машину для термической обработки шлама УД-1С.

Обобщая вышеизложенное, для решения сложившихся проблем считаем необходимым рекомендовать предприятиям-природопользователям следующее:

1. Проводить натурное обследование участков лесного фонда на стадии разработки проектов рекультивации земель, нарушенных при ГРР, и корректировать проекты непосредственно перед проведением работ. Для разных типов лесорастительных условий и в зависимости от конкретного состояния участка следует предусматривать различные варианты рекультивации.

2. Работы по биологической рекультивации после передачи участка лесхозу продолжать до его перевода в покрытую лесом площадь.

3. При разработке проектов рекультивации оставлять древесные настилы под ВПП, производственными площадками и подъездными путями для их использования в случае последующей расконсервации скважин и для контроля их состояния. Схемы расположения

древесных настилов прилагать к проекту рекультивации обязательно. Древесные настилы под вертолетные площадки необходимы также для реализации противопожарных мероприятий, проведения работ по биологической рекультивации и уходу за создаваемыми лесными культурами.

4. Постоянно контролировать прохождение проектами рекультивации нарушенных земель государственной экспертизы в целях соблюдения контрольных сроков их рассмотрения.

5. Для каждого участка в зависимости от типа лесорастительных условий разрабатывать и строго соблюдать технологические карты на проведение работ по лесосводке с применением щадящей технологии рубок. Проводить очистку территории, отведенной под площадки разведочного бурения, от порубочных остатков в строгом соответствии с проектом рекультивации и требованиями «Правил заготовки древесины в лесах РФ».

6. Исследовать необходимость утилизации пней на территориях, отведенных под площадки разведочного бурения. На вспомогательной части буровой площадки корчевка пней не целесообразна при условии, что они не помешают проведению буровых работ.

7. Предложить для опытно-производственной проверки комбинированный способ рекультивации шламовых амбаров.

8. Разработать региональный регламент по проведению рекультивации нарушенных земель при геологоразведке на территории Западной Сибири.

#### Библиографический список

1. РД 39-2-1182-84. Инструкция по оборудованию устьев и стволов опорных, параметрических, поисковых, разведочных, эксплуатационных, наблюдательных, нагнетательных, структурно-геохимических и специальных скважин при их ликвидации и консервировании. – М.: Миннефтепром, Мингазпром, Мингео СССР, 1985. – 19 с.
2. Регламент на приемку земель, временно использованных при разведке, обустройстве и эксплуатации месторождений нефти и газа в Ханты-Мансийском автономном округе. – Ханты-Мансийск, 1994. – 37 с.
3. Седых, В.Н. Парадоксы в решении экологических проблем в Западной Сибири / В.Н. Седых. – Новосибирск: Наука. – 2005. – 160 с.

## МАССА И РАЗМЕРЫ ШИШЕК СОСНЫ В ЛИШАЙНИКОВОМ ТИПЕ ЛЕСА ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

З.Я. НАГИМОВ, *проф. каф. лесоустройства и лесной таксации УГЛТУ, д-р с.-н. наук,*  
И.Н. АРТЕМЬЕВА, *асп. каф. лесоустройства и лесной таксации УГЛТУ,*  
В.З. НАГИМОВ, *асп. каф. лесоводства УГЛТУ*

Успешность естественного возобновления во многом определяется семенной продуктивностью древостоя, которая зависит от многих факторов среды и таксационных показателей насаждений [1, 2, 5, 7, 9]. В специальной литературе отмечается, что для объективного обоснования мероприятий по ведению хозяйства на принципах естественного воспроизводства возраст спелости и рубки леса следует увязывать с особенностями семеношения и возобновительной способностью насаждений [1]. Для моделирования семенной продуктивности древостоя необходимы детальные исследования урожайности, количественных и качественных характеристик шишек и семян в насаждениях различного возраста. В сосняках лишайниковых Западной Сибири подобные работы ранее не проводились.

Наши исследования выполнялись в северной части Мегионского лесхоза, которая, согласно схеме зонального расчленения Западно-Сибирской равнины Г.В. Крылова и А.Г. Крылова [3], находится в северной подзоне таежной зоны. Экспериментальным материалом послужили данные четырех пробных площадей (ПП), заложенных в сосняках лишайниковых в соответствии с ОСТ 56-69-83 [8]. На всех пробных площадях выполнялся сплошной пересчет деревьев по породам, ступеням толщины и классам роста и развития по Крафту. Модельные деревья отбирались по способу пропорционального ступенчатого представительства. Всего на этих объектах срублено и обмерено 35 деревьев. У модельных деревьев, кроме общепринятых таксационных показателей, определялась надземная фитомасса по фракциям: древесина и кора ствола, древесина и кора ветвей, хвоя, генеративные органы (шишки) и отмершие ветви.

С каждого модельного дерева собирался урожай шишек, затем определялись их количество и общая масса с точностью до 0,1 г. Для определения биометрических пока-

зателей шишек, их абсолютно сухой массы, а также содержания семян в них, в пределах пробной площади из общего количества шишек всех модельных деревьев механическим путем отбиралось 50 экземпляров. У всех отобранных шишек штангенциркулем с точностью 0,1 мм были измерены диаметр и длина. Количественный и качественный анализ семян проводился на Уральской зональной лесосеменной станции.

Таксационные показатели модельных деревьев и древостоя на пробных площадях определялись в соответствии с общепринятыми в лесной таксации методами, действующими ГОСТами и инструкциями.

Результаты наших исследований свидетельствуют, что в семеношении участвуют не все деревья, формирующие древостой. У 13 % модельных деревьев шишки не были обнаружены. Все эти деревья при таксации были отнесены к 4 и 5 классам Крафта. По данным В.П. Тимофеева [4], плодоносят только около 70 % деревьев древостоя. При этом все деревья 1 класса Крафта являются плодоносящими, а деревья 5 класса практически не плодоносят.

О варьировании урожайности шишек на деревьях в пределах конкретного древостоя можно судить по данным табл. 1. Анализ приведенных материалов позволяет отметить резкую дифференциацию деревьев по количеству и массе шишек. С увеличением размеров деревьев наблюдается возрастание урожая шишек. Однако даже деревья, отнесенные к одному классу Крафта, имеющие близкие размеры, могут резко отличаться по изучаемым показателям. Существенные различия между деревьями наблюдаются и по средней массе шишки. Такие результаты получены и на других пробных площадях. Следовательно, варьирование урожая шишек не может быть объяснено только размерами деревьев. Это обстоятельство необходимо учитывать при оценке семенной продуктивности древостоя.

Урожай шишек на модельных деревьях сосны в 46-летнем древостое

№ модельного дерева	Таксационные показатели			Урожай шишек		
	диаметр, см	высота, м	класс Крафта	количество, шт.	общая масса, г	масса шишки, г
1	6,1	6,77	3	46	197,5	4,49
2	9,3	7,90	2	88	345,1	3,92
3	10,5	8,48	2	34	221,4	6,51
4	14,2	9,60	1	318	1592,2	5,01
5	7,7	7,82	3	60	206,9	3,45
6	7,3	7,90	3	10	37,7	3,77
7	4,9	6,22	4	6	32,7	5,45
8	2,0	2,50	5	–	–	–
9	3,6	3,20	4	2	8,6	4,30

Основные статистические характеристики распределения количества шишек по диаметру в древостое разного возраста

Статистические показатели	Возраст древостоев, лет			
	34	46	51	124
Средний диаметр, см	1,47	1,65	1,62	1,43
Стандартная ошибка, см	0,025	0,033	0,036	0,021
Минимальное значение, см	1,15	1,20	1,15	1,10
Максимальное значение, см	1,90	2,15	1,45	1,80
Мода, см	1,40	1,60	1,80	1,40
Медиана, см	1,45	1,65	1,58	1,45
Стандартное отклонение, см	0,18	0,23	0,25	0,15
Коэффициент вариации, %	12,2	13,9	15,7	10,5
Коэффициент асимметрии	0,33	–0,01	1,08	–0,15
Коэффициент эксцесса	–0,59	–0,56	3,31	0,13
Уровень надежности (95 %)	0,051	0,065	0,072	0,043

В табл. 2 приведены статистические показатели оценки диаметра шишек по выборкам, взятым в древостоях различного возраста. Можно отметить, что в исследуемых сосняках формируются не крупные по диаметру (1,43–1,65 см) шишки. Так, в сосняках Среднего Урала диаметр шишек в среднем колеблется от 1,82 до 1,96 см [4], а в Бузулукском бору составляет 2,60 см [1]. Выявляется, что средневозрастное насаждение характеризуется более широкими шишками, чем спелое и молодое. Причем различия между средневозрастным насаждением, с одной стороны, и молодняком и спелым насаждением, с другой, доказываются статистически ( $t > t_{0,05}$ ).

Уровень изменчивости диаметра шишек по шкале С.А. Мамаева [5] в молодняке (12,2 %) и спелом насаждении (10,5 %) низкий, а в средневозрастном (13,9 и 15,7 %) – средний.

Четкой зависимости характера распределения количества шишек по диаметру от

возраста насаждений нет. Об этом свидетельствуют значения коэффициентов асимметрии и эксцесса. В спелом насаждении оба этих коэффициента не достоверны, то есть распределение диаметров шишек подчиняется нормальному закону. В молодняке и средневозрастных насаждениях для описания распределения шишек по диаметру необходимо использовать другие функции, учитывающие асимметрию и эксцесс рядов.

Средняя длина шишек максимальные значения также имеет в средневозрастном насаждении (табл. 3). По этому показателю средневозрастное насаждение достоверно отличается ( $t > t_{0,05}$ ) от молодняка и спелого насаждения. Средняя длина шишек в сосняках Архангельской области колеблется от 3 до 4,8 см [6], на Среднем Урале [4] – от 3,8 до 4,1 см, а в Бузулукском бору [1] составляет 4,73 см. Таким образом, длина шишек в исследуемых сосняках (2,6–3,0 см) значительно меньше, чем в сосняках более южных и западных районов.

Т а б л и ц а 3

**Основные статистические характеристики распределения количества шишек по длине**

Статистические показатели	Возраст древостоя, лет			
	34	46	51	124
Средняя длина, см	2,60	3,00	2,80	2,40
Стандартная ошибка, см	0,052	0,074	0,066	0,056
Минимальное значение, см	1,90	1,80	1,70	0,90
Максимальное значение, см	3,50	4,00	3,60	3,30
Мода, см	2,20	3,40	2,80	2,40
Медиана, см	2,55	3,10	2,85	2,40
Стандартное отклонение, см	0,37	0,52	0,47	0,39
Коэффициент вариации, %	14,3	17,5	16,7	16,4
Коэффициент асимметрии	0,23	-0,57	-0,63	-0,92
Коэффициент эксцесса	-0,58	-0,01	0,04	3,28
Уровень надежности (95 %)	0,105	0,149	0,132	0,112

Т а б л и ц а 4

**Размеры шишек на деревьях сосны в древостое разного возраста**

Показатели	Возраст древостоя, лет			
	34	46	51	124
Количество шишек в 1 кг на модельных деревьях, шт.	240–390	154–90	190–55	265–388
Масса одной шишки, г	2,56–4,17	3,45–6,49	3,92–5,26	2,58–3,77

Обращает на себя внимание факт большей изменчивости длины шишек по сравнению с их диаметром. Такие же результаты получены в сосняках Среднего Урала [4]. В целом уровень изменчивости длины шишек во всех исследуемых сосняках средний.

В молодом насаждении наблюдается левое смещение кривой распределения длины шишек по отношению к нормальному, а в старшем возрасте она имеет ярко выраженную отрицательную асимметрию. Причем значения этого показателя во всех исследуемых насаждениях достоверны. Наблюдается увеличение отрицательной асимметрии с повышением возраста. Связь коэффициента эксцесса с возрастом насаждений выражена значительно слабее. В средневозрастных насаждениях значения этого показателя недостоверны. В молодняке численности рядов распределения шишек по длине теснятся около среднеарифметической величины в меньшей степени, а в спелом насаждении – в значительно большей степени, чем у кривой нормального распределения.

По данным Е.А Пугача и Л.И. Ворончихина [4], размеры шишек сосны увеличиваются в направлениях с севера на юг и с

востока на запад. В среднем в 1 кг содержится 152–156 шишек с колебаниями от 125 в Восточной Сибири до 171 в зоне смешанных лесов европейской части страны. В Бузулукском бору средняя масса шишек в древостое разного возраста колеблется от 7,76 до 12 г. Причем до возраста 80–100 лет размеры шишек повышаются, а затем закономерно снижаются [1].

Данные табл. 4 свидетельствуют, что в исследуемом древостое формируются более мелкие шишки по сравнению с данными, приводимыми в специальной литературе. Такое положение, видимо, объясняется суровыми климатическими условиями района исследований и бедными почвами лишайникового типа леса. По приведенным материалам можно сделать предположение, что размеры шишек с возрастом увеличиваются, достигают максимальных значений, а затем закономерно снижаются. Однако для определения возраста кульминации параметров шишек необходимы дополнительные исследования.

Результаты проведенных исследований позволяют сделать следующие обобщения. В районе исследований на деревьях сосны формируются мелкие по размерам и массе шишки,

что объясняется суровыми климатическими условиями района исследований и бедными почвами лишайникового типа леса. Изменчивость размеров шишек не выше среднего уровня. На основании изменений асимметрии и эксцесса можно сделать предположение, что по возрастным периодам кривые распределения количества шишек по линейным размерам подчиняются различным законам. Данные распределения шишек по их размерам в различных по таксационным показателям древостоях могут служить теоретической основой для моделирования семенной продуктивности. От параметров распределения можно будет перейти к оценке запасов шишек и семян.

#### Библиографический список

1. Гурский, А.А. Совершенствование методов оценки насаждений и ведения хозяйства в лесах Оренбуржья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / А.А. Гурский. – Екатеринбург, 2007. – 22 с.
2. Данилов, Д.Н. Периодичность плодоношения и географическое размещение урожая хвойных пород / Д.Н. Данилов. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1952. – 60 с.
3. Крылов, Г.В. Леса Западной Сибири / Г.В. Крылов, А.Г. Крылов // Леса СССР. – М.: Наука, 1969. – С. 157–247.
4. Луганская, С.Н. Изменчивость семян сосны обыкновенной в зависимости от географического местоположения, погодных условий и подсортировки на Среднем Урале: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / С.Н. Луганская. – Екатеринбург, 2001. – 22 с.
5. Мамаев, С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений / С.А. Мамаев. – М.: Наука, 1973. – 283 с.
6. Молчанов, А.А. География плодоношения главных древесных пород в СССР / А.А. Молчанов. – М.: Наука, 1967. – 103 с.
7. Некрасова, Т.П. Плодоношение сосны в Западной Сибири / Т.П. Некрасова. – М.: Изд-во АН СССР, 1960. – 131 с.
8. ОСТ 56-69-83. Пробные площади лесостроительные. Методы закладки. – М., 1983. – 23 с.
9. Санников, С.Н. Возрастная биология сосны обыкновенной в Зауралье / С.Н. Санников // Восстановительная и возрастная динамика лесов на Урале и Зауралье. – Свердловск, 1976. – С. 124–165.

## СТРУКТУРА И ФИТОМАССА БЕРЕЗОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЕ ЛЕСА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО УРАЛА

З.Я. НАГИМОВ, *проф. каф. лесоустройства и лесной таксации УГЛТУ, д-р с.-н. наук*,  
 П.А. МОИСЕЕВ, *науч. сотр. лаборатории дендрохронологии, канд. биол. наук*,  
 А.А. БАРТЫШ, *асп. каф. лесоустройства и лесной таксации УГЛТУ*,  
 И.В. РАХМАНОВ, *асп. каф. лесоустройства и лесной таксации УГЛТУ*,  
 А.А. ГРИГОРЬЕВ, *студент УГЛТУ*

В связи с существенным потеплением климата нашей планеты в XX в. значительно увеличился интерес мировой научной общественности к изучению реакции экосистем на это явление. На современном этапе реализации Киотского протокола широко обсуждается углерододепонирующая роль лесных экосистем, что связано с увеличением концентрации углекислого газа (CO<sub>2</sub>) в атмосфере. Верхняя граница леса – важный биогеографический рубеж в горах, чутко реагирующий на изменение внешней среды и поэтому имеющий индикаторное значение. В рассматриваемом аспекте вопросы формирования насаждений, роста и дифференциации деревьев в условиях верхнего предела произрастания леса приобретают особую актуальность. Исследования их важ-

ны для оценки динамики верхней границы леса и биосферной роли насаждений, произрастающих в этих условиях. В частности, повышение верхней границы леса в горах свидетельствует о расширении площадей насаждений, обеспечивающих длительное консервирование углерода. Для оценки углерододепонирующей роли этих насаждений необходимы целенаправленные исследования их роста и продуктивности.

В XX веке усиление процесса лесовозобновления и увеличение сомкнутости редколесий и криволесий чуть ниже верхней границы леса было отмечено в различных районах мира. Выявлен факт расселения подрастающих выше границы леса и ее продвижение вверх на 30–80 м в течение последних 60–80 лет на Южном [4] и Полярном Урале [9].

Д.С. Капралов и др. [2], проанализировав аэрофотоснимки, ландшафтные фотографии и описания верхней границы леса в 1956 и 2005 гг., пришли к выводу о том, что за последние 50 лет произошло поднятие (в среднем на 40 м) и изменение состава и структуры верхней границы мелколесий в горах Северного Урала (Тылайско-Конжаковско-Серебрянский горный массив). В частности, отмечается резкое усиление экспансии березы извилистой. Если в 1956 г. в пределах верхней полосы мелколесий шириной 50–100 м протяженность выделов с доминированием березы составляла 38 %, то в 2005 г. – 53 %, т.е. увеличилась на 15 %. Остаются неизвестными начало этих изменений и параметры березовых мелколесий в настоящее время. Для решения поставленных вопросов вдоль высотного градиента в пределах подгольцового пояса г. Конжаковско-Серебрянский Камень нами исследовались состав и структура березовых древостоев, характер накопления ими надземной фитомассы.

Тылайско-Конжаковско-Серебрянский горный массив (59°30'–59°40' с. ш., 59°00'–59°20' в. д.) расположен в южной части средневысотных североуральских горных хребтов. Климат района является холодным, избыточно влажным и характеризуется коротким и умеренно теплым летом, длительной и суровой зимой, очень ранним установлением снежного покрова (с конца сентября). Годовое количество осадков в горно-таежном поясе – 500–700 мм, а в выше лежащих поясах увеличивается и достигает 1200 мм. Средняя скорость ветра в течение года колеблется от 2,4 до 4,5 м/с и увеличивается с высотой до 8–9 м/с в гольцовой части, где нередки ветры со скоростью выше 15 м/с. Горно-лесной пояс поднимается до высоты 850–900 м над у. м. Здесь преобладают темнохвойные леса с господством ели сибирской (*Picea obovata* Ledeb.), пихты сибирской (*Abies sibirica* Ledeb.) и кедра сибирского (*Pinus sibirica* (Rupr.) Mayr.). От 900 до 1000 м расположен подгольцовый пояс, где произрастают эти же древесные породы. Он представлен в нижней части куртинами сомкнутых лесов в сочетании с горными лугами, выше – островными мелколесьями и низкотравными пустошами

и в самой верхней части – отдельными группами деревьев на фоне горно-тундровых сообществ. На склонах г. Серебрянский Камень к таежным доминантам присоединяется лиственница сибирская (*Larix sibirica* Ledeb.), образующая редкостойные сообщества. Широко распространенная в горных лесах береза пушистая заменяется близкородственным видом – березой извилистой (*Betula tortuosa* Ledeb.). Верхнюю часть гор (выше 1000 м) занимает горно-тундровый пояс.

В течение 2006–2007 гг. для характеристики березовых древостоев на южном склоне г. Конжаковско-Серебрянский Камень было заложено 10 пробных площадей размером 20 × 20 м (общей площадью 0,4 га), в том числе 3 на нижнем (на высоте около 950 м над у. м.; верхняя граница сомкнутых лесов), 3 на среднем (около 1000 м; верхняя граница редколесий) и 4 на верхнем (около 1050 м; верхняя граница редин) высотном уровнях подгольцового пояса.

На каждой пробной площади для каждого живого или усохшего дерева определялись следующие характеристики: номер, точное местоположение, происхождение, форма дерева, высота, диаметр ствола у основания и на высоте 1,3 м, диаметр проекции кроны по двум направлениям, протяженность кроны, состояние.

С целью определения возраста у каждого живого дерева толще 3 см брали буровой образец древесины (кern) на высоте до 25 см от основания, а у каждого молодого дерева (высотой более 0,2 м и с диаметром у основания менее 3 см) на уровне корневой шейки с помощью ножовки – поперечные диски. Для всех высотных уровней устанавливались средние значения таксационных показателей деревьев высотой 1,5 м и больше (диаметры у основания и на высоте 1,3 м, высота и возраст), а также характеристики древостоев (сумма площадей проективного покрытия крон, сумма площадей сечений стволов на высоте 1,3, количество стволов на га).

Все деревья на площадках были сгруппированы в однолетние возрастные группы. Таким образом, для каждого года временной шкалы от 1820 до 2000 гг. было известно общее количество деревьев.

**Основные таксационные характеристики деревьев и древостоев березы извилистой в различных частях подгольцового пояса г. Конжаковский Камень**

Таксационные показатели	Высотные уровни		
	нижний	средний	верхний
Высота над уровнем моря, м	950	1000	1050
Средний диаметр у основания, см	10,8±0,4	8,7±0,2	7,5±0,2
Максимальный диаметр у основания, см	31,8	26,4	20,7
Средний диаметр на высоте 1,3 м, см	6,8±0,4	4,5±0,2	2,8±0,1
Максимальный диаметр на высоте 1,3 м, см	25,3	15,3	11,5
Средняя высота, м	4,0±0,1	3,1±0,1	2,6±0,1
Максимальная высота, м	8,8	6,3	4,5
Средний возраст, лет	94±3	66±2	44±2
Максимальный возраст, лет	209	135	119
Сумма площадей сечений стволов на высоте 1,3 м, м <sup>2</sup>	11,6	7,7	1,2
Число стволов высотой от 1,5 м и больше, шт./га	2083	3342	1138
Сумма площадей проективного покрытия крон, м <sup>2</sup> /га	6926	7393	2528
Процент мертвых или усыхающих стволов	11	6	5
Процент поврежденных и угнетенных стволов	23	33	52
Процент здоровых стволов	66	61	43

В связи с невозможностью определения возраста всех деревьев в выборке с точностью до одного года (у деревьев с эксцентричным стволом и пораженных сердцевинной гнилью) данные по количеству деревьев в однолетних возрастных группах были осреднены трехлетней средней скользящей.

В соответствии с рядом распределения стволов березы по диаметру формировалась систематическая выборка модельных деревьев для определения таксационных показателей и фитомассы древостоев. Модельные деревья в количестве 10 шт. на каждом высотном уровне отбирались средними по диаметру, высоте и размерам кроны для ступеней толщины в пределах всего диапазона варьирования диаметров стволов в древостое.

Фитомасса модельных деревьев определялась с делением на следующие фракции: древесина и кора стволов, древесина и кора ветвей, листва, генеративные органы, отмершие ветви. Фитомасса стволов в коре определялась непосредственным взвешиванием (метровых секций ствола) на электронном безмене с точностью ± 50 г. Для определения содержания коры и абсолютно сухого вещества в древесине и коре на серединах секций, у основания ствола, на высоте груди и на конце последней секции выпиливались диски. Древесина и кора с дисков в лесу взвешивались с точностью до 0,1 г, затем в лабораторных ус-

ловиях высушивались в термостатах при температуре 100–105 °С до постоянного веса.

Для определения фитомассы кроны отделенные от ствола ветви взвешивались, пересчитывались; измерялась длина каждой ветки. С учетом общей длины ветвей и их количества вычислялся размер «средней модельной ветви», которая служила навеской для установления соотношения листвы и древесинной части. Листва в навеске отделялась от ветвей, и определялась масса листвы и ветвей с точностью до ± 1 г. Затем от этих фракций отбирались образцы для определения абсолютно сухой фитомассы.

Результаты исследований свидетельствуют, что древостои в пределах высотного профиля в основном образованы березой, а ель, кедр и пихта в их составе представлены единично.

Следует отметить, что древостои имеют своеобразную пространственную структуру. Существуют отдельно стоящие деревья, есть биогруппы той или иной величины. Часто встречаются многоствольники – деревья, имеющие общую корневую систему и произрастающие густыми куртинами. В связи с этим исследуемые древостои отличаются неравномерной полнотой и густотой.

Данные табл. 1 свидетельствуют о значительном изменении таксационных характеристик деревьев и древостоев березы по мере увеличения высоты над уровнем моря.

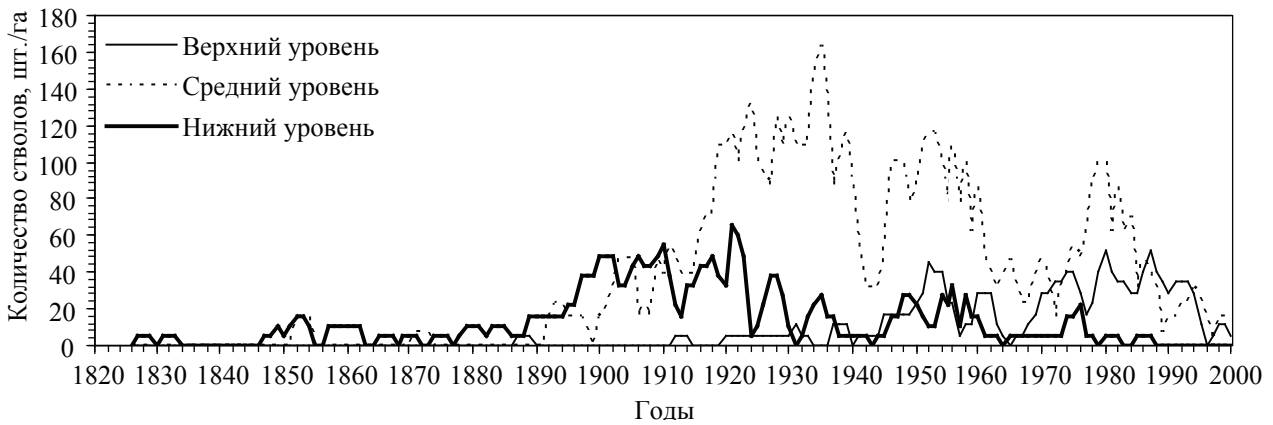


Рис. 1. Распределение количества стволов березы извилистой по периодам их появления на склонах г. Конжаковский Камень

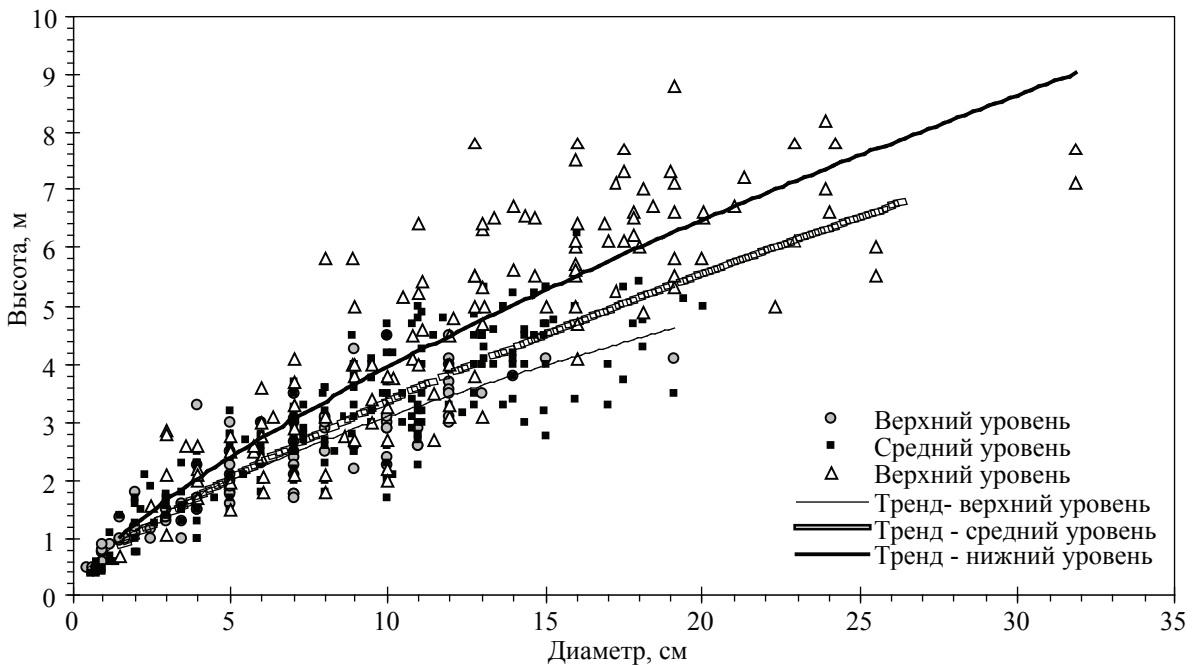


Рис. 2. Связь высоты и диаметра деревьев березы на разных высотных уровнях

По мере продвижения с нижнего высотного уровня к верхнему уменьшается средний диаметр на высоте 1,3 м в 2,4 раза, средняя высота в 1,5 раза и сумма площадей сечений в 9,6 раза, а средний возраст уменьшается 2,1 раза. Количество деревьев и площадь проективного покрытия имеют максимальные значения на среднем уровне. Возрастание процента поврежденных и угнетенных деревьев с увеличением высоты над уровнем моря, по-видимому, связано с ухудшением условий произрастания.

Сравнительный анализ возрастной структуры березовых древостоев различных высотных уровней подгольцового пояса позволил выявить общие закономерности в

смещении верхней границы леса (заселения вышерасположенных высотных уровней). Данные рис. 1 свидетельствуют, что на нижнем уровне подгольцового пояса береза появилась в начале 19 века, а интенсивное заселение уровня происходило с 1890 по 1940 гг., в этот период возникло 71 % деревьев. На среднем уровне появление березы датируется серединой XIX в., а наиболее активно этот процесс протекал с 1910 по 1960 гг. (70 %). Заселение березой верхнего уровня началось в конце XIX в., а наиболее бурно (89 %) происходило с 1940 по 2000 гг.

В литературе отмечается, что у одиночно растущих деревьев соотношение диаметра и высоты – величина постоянная и измене-



ние соотношений между этими показателями (появление криволинейной зависимости) в основном обуславливается не возрастом деревьев, а уровнем конкуренции [10]. Анализ графиков, приведенных на рис. 2, позволяет отметить, что на всех уровнях связь между диаметром и высотой криволинейная. Это свидетельствует о наличии конкуренции между деревьями. На наш взгляд, это обусловлено тем, что на верхнем уровне деревья произрастают в основном группами, в которых происходит смыкание крон и появляются конкурентные отношения. На нижнем и среднем уровнях конкуренция обусловлена также увеличением густоты и сомкнутости крон древостоя в целом.

При одинаковом диаметре высота деревьев закономерно снижается с повышением высоты над уровнем моря. Таким образом, по мере поднятия в гору меняется характер изменения высоты по ступеням диаметра и разряд высот.

Известно, что дифференциация деревьев и конкурентные взаимоотношения между ними наиболее полно оцениваются при помощи относительной высоты  $H:D$  [1]. На рис. 3 представлено фактическое распределение деревьев березы по показателю относительной высоты в разрезе высотных уровней. Максимальное количество деревьев на всех уровнях имеют относительную высоту от 41 до 60. По данным многих исследователей, в сомкнутых древостоях этот показатель у большинства деревьев превышает 80.

Распределение деревьев по величине относительной высоты неравномерное. На наш взгляд, это объясняется неравномерной полнотой и густотой исследуемых древостоев. Наличие в исследуемых насаждениях достаточно обособленных биогрупп, многоствольных форм и отдельно растущих деревьев обуславливает достаточно широкий диапазон варьирования относительных высот и неравномерность распределения деревьев по ступеням данного показателя.

Определение запасов фитомассы древостоев предусматривалось на основе фактического распределения деревьев по ступеням толщины. Поэтому нами изучалась зависимость массы различных фракций от диа-

метра стволов. Исследуемые связи в графической интерпретации имеют вид вогнутой кривой и достаточно хорошо описываются степенной функцией  $y = ax^b$ . Этой функции при описании подобных зависимостей отдают предпочтение многие исследователи [6, 8, 5]. На рис. 4 в качестве примера показана зависимость общей надземной фитомассы деревьев от их диаметра. Выявляется, что характер соотношения между этими показателями на среднем и нижнем уровнях практически одинаков.

Информативность диаметра при оценке массы разных фракций различна (табл. 2).

Наиболее тесно с диаметром связана масса стволов и общая надземная фитомасса, а наименее тесно – фитомасса ассимиляционного аппарата. Этот факт известен в специальной литературе [8, 5] и не требует особых разъяснений.

В целом разработанные уравнения оказались вполне применимы для различных видов оценки фитомассы. На основе разработанных уравнений с использованием перечета деревьев определены запасы фракций надземной фитомассы древостоев березы на 1 га (табл. 3).

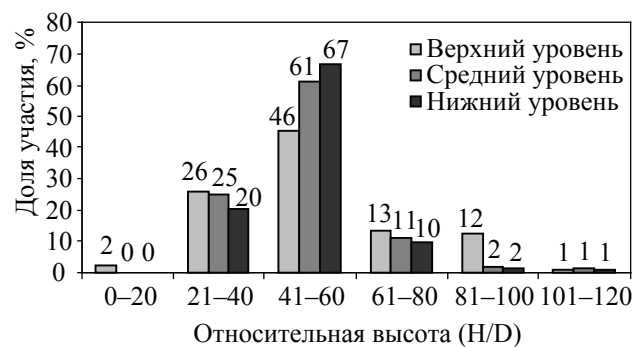


Рис. 3. Распределение деревьев березы по показателю относительной высоты на высотных уровнях

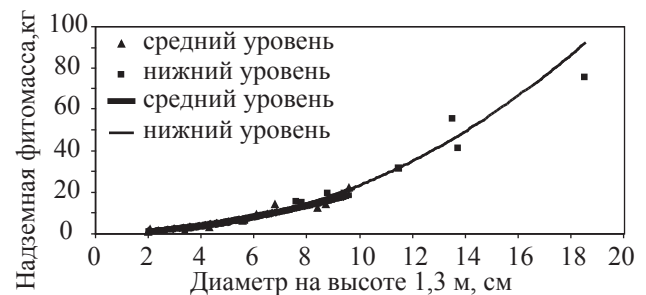


Рис. 4. Зависимость надземной фитомассы деревьев от их диаметра

Характеристика уравнений регрессии вида:  $y = ax^b$

Фракции фитомассы	Значение коэффициентов				Коэффициент детерминации ( $R^2$ )	
	<i>a</i>		<i>b</i>		средний уровень	нижний уровень
	средний уровень	нижний уровень	средний уровень	нижний уровень		
Крона	0,08	0,94	1,45	2,00	0,82	0,94
Ствол	0,25	0,11	1,74	2,18	0,88	0,98
Ветви	0,07	0,02	1,90	2,43	0,96	0,93
Листья	0,04	0,004	1,11	2,28	0,49	0,87
Общая	0,14	0,36	2,23	1,74	0,98	0,93

Запасы надземной фитомассы древостоев по фракциям на различных высотных уровнях

Высотные уровни	Фитомасса по фракциям, т/га				
	листва	Ветви	ствол	мертвые ветви	общая
Верхний	0,31/7,2	0,72/23,6	2,01/65,9	0,1/3,3	3,05/100
Средний	1,2/3,3	11,0/30,2	23,4/64,3	0,8/2,2	36,4/100
Нижний	1,8/3,0	14,5/24,4	41,1/69,1	2,1/3,5	59,5/100

Примечание. В числителе – т/га, в знаменателе – %.

Общая фитомасса древостоев в абсолютно сухом состоянии по мере увеличения высоты над уровнем моря уменьшается с 59,5 т/га на нижнем уровне до 3,05 т/га на верхнем. Таким образом, на исследуемом профиле уменьшение этого показателя на каждые 25 м высоты над уровнем моря составляет 14,1 т/га. Выявляется влияние высоты над уровнем моря на структуру надземной фитомассы. По мере поднятия в гору уменьшается доля стволовой массы и соответственно увеличивается доля фитомассы крон и их структурных частей. Это положение объясняется ухудшением условий произрастания древостоев и сокращением вегетационного периода с увеличением высоты над уровнем моря. Чем хуже условия роста, тем больше требуется ассимиляционного аппарата для производства единицы массы древесины. На этот факт указали ранее другие исследователи [7, 3].

В целом результаты выполненных исследований позволяют констатировать, что активное заселение березой нижнего уровня подгольцового пояса началось во второй половине XIX в. На среднем уровне пояса береза хотя и появлялась с середины XIX в., но лишь в начале XX в. ее численность здесь стала резко увеличиваться. Формирование древостоев верхнего уровня началось в нача-

ле XX в., но всплеск возобновления произошел лишь в последние 60 лет. В целом с последней четверти XIX в. по настоящее время верхняя граница островных мелколесий поднялась на 80–100 м высоты.

На верхней границе леса даже при незначительных перепадах высот над уровнем моря существенно меняется характер распределения деревьев по таксационным признакам и накоплению надземной фитомассы. Для березовых древостоев характерна значительная амплитуда изменения таксационных показателей и общей фитомассы. В зависимости от высоты над уровнем моря наблюдается закономерное изменение как абсолютных значений фракций фитомассы, так и соотношений их между собой.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ-05-04-48466 и РФФИ-07-04-00850.

#### Библиографический список

1. Высоцкий, К.К. Закономерности строения смешанных древостоев / К.К. Высоцкий. – М.: Голлесбумизделия, 1962. – 177 с.
2. Капралов, Д.С. Изменения в составе, структуре и высотном положении мелколесий на верхнем пределе их произрастания в горах Северного Урала / Д.С. Капралов, С.Г. Шиятов, П.А. Моисеев и др. // Экология. – 2006. – № 6. – С. 403–409.

3. Луганский, Н.А. Структура и динамика сосновых древостоев на Среднем Урале / Н.А. Луганский, З.Я. Нагимов. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 1994. – 140 с.
4. Моисеев, П.А. Влияние изменений климата на формирование поколений ели сибирской в подгольцовых древостоях Южного Урала / П.А. Моисеев, М. Ван дер Меер, А. Риглинг и др. // Экология. – 2004. – № 3. – С. 1–9.
5. Нагимов, З.Я. Закономерности роста и формирования надземной фитомассы сосновых древостоев: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук / З.Я. Нагимов. – Екатеринбург, 2000. – 40 с.
6. Рокицкий, А.В. Биологическая статистика / А.В. Рокицкий. – Минск: Высшэйшая школа, 1973. – 320 с.
7. Семечкина, М.Г. Структура фитомассы сосняков / М.Г. Семечкина. – Новосибирск: Наука, 1978. – 165 с.
8. Усольцев, В.А. Моделирование структуры и динамики фитомассы древостоев / В.А. Усольцев. – Красноярск: Изд-во Красноярского ун-та, 1985. – 192 с.
9. Шиятов, С.Г. Пространственно-временная динамика лесотундровых сообществ на Полярном Урале / С.Г. Шиятов, М.М. Терентьев, В.В. Фомин // Экология. – 2005. – № 2. – С. 1–8.
10. Юкнис, Р.А. Некоторые закономерности роста деревьев / Р.А. Юкнис // Моделирование и контроль производительности древостоев. – Каунас: Академия, 1983. – С. 118–121.

## САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ КЕДРОВНИКОВ ПРИРОДНОГО ПАРКА «САМАРОВСКИЙ ЧУГАС» И ПУТИ ЕГО УЛУЧШЕНИЯ

А.Н. ПАВЛОВ, *асп. каф. лесоводства УГЛТУ*,  
 Т.Ю. КАРТАШОВА, *асп. каф. лесоводства УГЛТУ*,  
 В.И. СЕРЕДКИН, *асп. каф. лесоводства УГЛТУ*  
 А.А. МАТРОСОВ, *директор природного парка «Самаровский чугас»*,  
 А.Ю. ДЕМЧУК, *студент УГЛТУ*

В природном парке «Самаровский чугас» 6454 га (94,4 %) покрыто лесной растительностью. Лесная растительность представлена древостоями всех основных лесобразующих пород средней подзоны тайги. В то же время распределение древостоев по преобладающим породам неравномерное. Около 62,4 % площади, покрытой лесной растительностью, занимают хвойные насаждения. При этом на долю насаждений с преобладанием сосны кедровой сибирской, или кедра сибирского (*Pinus sibirica Du Tour*) в составе древостоев приходится 2825,2 га (43,8 %) площади. Доля насаждений с преобладанием в составе древостоев пихты, сосны и ели составляет соответственно 8,8; 5,7 и 4,1 % покрытой лесной растительностью площади парка.

Лиственные насаждения представлены преимущественно осинниками (1 261,4 га) и березняками (1 141,6 га). На долю насаждений с преобладанием ив древовидной и кустарниковой приходится соответственно 21,9 и 1,1 га площади парка.

В целом можно отметить, что насаждения природного парка «Самаровский чугас» представлены преимущественно кед-

ровниками, находящимися на различных фазах восстановительно-возрастной динамики. Последнее подтверждает тот факт, что под пологом осинников и березняков, как правило, имеется благонадежный подрост или второй ярус из темнохвойных пород. Производная лиственная формация занимает в целом 37,6 % покрытой лесной растительностью территории парка.

Известно, что первый этап восстановительно-возрастной динамики кедровников состоит из 3 периодов, включающих 7 последовательных фаз морфоценогенеза.

Первый период, включающий 80–100-летний промежуток времени восстановления леса на вырубке или гари, делится на две фазы: первая – до 30–40 лет, вторая – от 30–40 до 80–100 лет.

Первая характеризуется процессами восстановления и формирования лиственных потенциальных кедровых молодняков. Вторая фаза – стабилизации максимального прироста технически спелой древесины лиственного древостоя. На данных двух фазах при невмешательстве человека отпад деревьев лиственных пород регулируется процесса-

ми естественного изреживания древостоев, протекает по низовому методу, т.е. за счет угнетенных наиболее тонких деревьев. Одновременно под пологом мягколиственных древостоев протекает процесс накопления хвойного подроста.

Второй период восстановительно-возрастного морфоценогенеза (от 80–100 лет до 160–180 лет) включает третью и четвертую фазы. В третьей фазе (от 81–100 до 120–140 лет) отмечается интенсивное выпадение из верхнего полога мягколиственных пород. В составе древостоев начинают доминировать пихта и ель, темнохвойные вытесняют лиственные породы и вступают в период обильного плодоношения, что усиливает появление всходов этих пород под пологом древостоев.

При отсутствии в период третьей фазы лесоводственных уходов в насаждениях отмечается накопление значительного количества валежа, сухостоя, ослабленных деревьев лиственных пород, что существенно снижает показатели санитарного состояния.

Четвертая фаза (от 120–140 до 160–180 лет) характеризует стабилизацию елово-пихтового древостоя. Доля кедров в составе древостоев повышается до 30–40 %, ель и пихта характеризуются технической спелостью. Для четвертой фазы характерно наличие в древостое отдельных крупных деревьев лиственных пород, утративших техническую пригодность, и начало отпада деревьев пихты.

Третий период – господства основного эдификаторного вида (кедра) – продолжается от 160–180 до 360–400 лет. Период условно делится на очередные три фазы. Пятая фаза (от 160–180 до 220–240 лет) характеризуется интенсивным отпадом деревьев ели и пихты и увеличением в составе древостоя доли кедров сибирского. При отсутствии лесоводственных уходов в насаждении накапливается значительное количество валежа и сухостоя. Данные древостои сильно захламлены, что ограничивает их использование в рекреационных целях.

Шестая фаза (от 220–240 до 280–300 лет) характеризуется стабилизацией кедровой части древостоя и максимальной урожайностью семян. В конце периода шестой фазы

начинается постепенное отмирание деревьев кедров первого поколения и формирование второго яруса древостоя из ели, пихты и кедров.

Седьмая фаза (от 280–300 до 360–400 лет) заканчивает не только третий период, но и первый этап восстановительно-возрастной динамики сообществ с кедром на обезлесенных площадях. В дальнейшем закономерным становятся постепенные смены возрастных поколений без резкого разрушения верхнего полога лесных сообществ, все больше увеличивается разновозрастность древостоев. Если эдификаторная роль кедров сохраняется, то начинается вторая, а затем и последующие этапы лесообразовательного процесса, характерные для соответствующего типа лесорастительных условий и типа леса.

Таким образом, схема восстановительно-возрастной динамики кедровых древостоев свидетельствует, что на разных этапах онтогенеза количество потенциального отпада сильно различается. В отдельные фазы морфоценогенеза, особенно в третью и пятую, отмечается повышенное накопление валежа и сухостоя, что резко снижает показатели санитарного состояния насаждений.

Детальное обследование насаждений природного парка «Самаровский чугас» позволило установить, что неудовлетворительным санитарным состоянием характеризуется 1 352,2 га насаждений. Улучшение санитарного состояния в подавляющем большинстве случаев может быть достигнуто проведением ландшафтных рубок, при которых в процессе формирования ландшафтов будут вырубаться больные, сухостойные и поврежденные энтомофитными вредителями деревья, а также убираться ветровал и бурелом.

В ряде случаев улучшение санитарного состояния насаждений может быть достигнуто проведением выборочных санитарных рубок. Площадь насаждений, требующих проведения данного лесозаготовительного мероприятия, составляет 2 293,9 га с вырубаемым общим запасом 17,7 тыс. м<sup>3</sup>.

Особо следует отметить, что в процессе проведения выборочных санитарных рубок будет получена преимущественно дровяная и неликвидная древесина, так как в рубку назначаются по лесоводственным соображениям

ям отмирающие, зараженные стволовой гнилью, перестойные деревья осины и березы. С лесоводственной точки зрения, выборочные санитарные рубки на территории парка не только преследуют цель оздоровления насаждений, но и ускоряют процесс смены мягколиственных древесных пород на ель и пихту, а в более старых древостоях – пихты и ели на кедр сибирский.

Повышенный отпад деревьев на территории природного парка объясняется не только естественными причинами. Нередко при строительстве дорог и других линейных и площадных сооружений проектировщики не в полной мере учитывают естественные водотоки, что приводит к застою воды и, в конечном счете, к гибели насаждений.

Ликвидация последствий подтопления включает три этапа и заключается, прежде всего, в проведении работ, устраняющих препятствия на пути естественных водотоков (прокладка дополнительных труб под полотном дороги в частности). Отмершие деревья вырубаются в процессе сплошных санитарных рубок, а на их месте искусственно создаются новые насаждения.

В насаждениях, подверженных интенсивным рекреационным нагрузкам, большую опасность представляют лесные пожары. Несмотря на то, что средний класс природной пожарной опасности насаждений ПП «Самаровский чугас» третий, опасность возникновения лесных пожаров на его территории чрезвычайно велика. Особенно, если учесть, что к 1 и 2 классам природной пожарной опасности относится 1 763,4 га (25,8 %) территории парка.

Главными мероприятиями, предотвращающими отпад деревьев в результате лесных пожаров, являются профилактические. Последние включают разъяснительную работу с населением и противопожарное устройство территории парка. Иными словами, целью работы является недопущение возникновения лесных пожаров, а в случае возникновения – максимальная оперативность их ликвидации.

Увеличение количества населения в г. Ханты-Мансийске и связанное с этим интенсивное строительство привело к резкому

увеличению отпада, особенно по обочинам дорог и границам застройки. Естественно, что произрастающие здесь деревья испытывают комплексное негативное воздействие. Однако основными причинами усыхания и гибели деревьев являются солнечный ожог камбиальных клеток ствола и нарушение условий аэрации корней (засыпки приствольных кругов грунтом, уплотнение почвы в результате рекреации). Данные факты ослабляют жизнеспособность деревьев, т.е. снижают их устойчивость против вредителей и болезней.

Кедр сибирский, произрастая в высокосомкнутых древостоях, имеет тонкую корку темного цвета. При резком изменении освещенности, вызванной разрубкой дороги или другого линейного объекта, происходит нагревание корки до весьма значительной температуры. В различных литературных источниках минимальная температура, при воздействии которой отмирают клетки камбия, варьирует от 50 до 60 °С. Именно нагрев темной корки кедра солнечными лучами приводит к отмиранию камбиальных клеток и дальнейшей гибели деревьев.

В целях недопущения отпада следует по возможности не проводить разрубку спелых и перестойных кедровников, а если этого невозможно избежать, за несколько лет до рубки необходимо разрядить прилегающий к трассе древостой, а также создать плотную опушку посадкой древесно-кустарниковых растений. Посадку желательно проводить крупномерным посадочным материалом. При малой протяженности опушки и низко опущенных кронах эффективна побелка нижней части стволов кедра поздней осенью или ранней весной в целях недопущения нагрева их весной и в начале лета.

Нередко при строительстве дорог производится засыпка корневых систем слоем песка и строительного грунта. Примером может служить отсыпка пешеходного тротуара вдоль автодорог. Данное мероприятие приводит к резкому изменению в условиях произрастания. Ухудшаются условия аэрации почвы, происходит отмирание значительной части тонких корней, которое, в свою очередь, вызывает ухудшение обеспеченности

деревьев водой и минеральными веществами. Кроны деревьев желтеют и постепенно отмирают.

Последнее обстоятельство следует учитывать и при создании дорожно-тропиночной сети на территории природного парка. Создание асфальтированных дорожек в спелых кедровниках не только изменяет внешний облик ландшафтов, но и может привести к увеличению доли ослабленных и отмирающих деревьев. Значительно эффективнее будет создание деревянных тротуаров из обработанной противогнильными препаратами древесины. Однако в мировой практике более широко применяется создание в парках тропиной сети из крупной щепы. Щепка изготавливается из некондиционной древесины на специальных рубильных установках и является природным материалом. Она обеспечивает хорошую проходимость по дорожкам в весенне-летне-осенний период, пропуская воду, не создает подтопления. Дорожки постоянно остаются сухими. Темный цвет щепы (при укладке светлый) хорошо гармонирует с живым напочвенным покровом. Щепка препятствует уплотнению почвы и повреждению корней, особенно в древостоях с поверхностной корневой системой. Иными словами, выложенные щепой дорожки исполняют роль лесной подстилки в условиях повышенной рекреации. При перегнивании нижнего слоя щепы почва пополняется минеральными веществами и азотом.

Создание тропиной сети на территории ПП «Самаровский чугас» из крупной щепы значительно выгоднее, чем использование для строительства других материалов (досок в частности), так как резко сокращаются расходы на транспортировку. Изготовление щепы можно организовать на месте, используя передвижную (мобильную) дробилку, а в качестве сырья для ее получения – древесину от ландшафтных рубок, уборки захламленности и т.п. Поддержание тропиной сети в хорошем состоянии могут обеспечить несколько рабочих подсыпанием щепы на участках разрушенной тропинки.

Создание регулируемой дорожно-тропиной сети на территории парка поз-

волит существенно снизить рекреационную нагрузку на древостои и замедлить дигрессионные процессы, вызываемые уплотнением почвы.

В качестве профилактической меры против дальнейшей деградации и гибели древостоя на участках третьей-четвертой стадии деградации целесообразно использование минеральных удобрений. Использование последних позволяет изменить живой напочвенный покров в сторону увеличения доли таких видов, как крапива двудомная, малина и т.п. Появление указанных видов снижает комфортность прогулок вне тропиной сети и как бы консервирует насаждение от вытаптывания. Исследования, выполненные в данном направлении на Урале, показали [1], что внесением минеральных удобрений можно не только замедлить дигрессионные процессы и разрушение древостоев, но и восстановить их состояние до первоначального.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Повышенный отпад деревьев на территории природного парка «Самаровский чугас» объясняется прежде всего естественными причинами, т.е. процессами восстановительно-возрастной динамики.

2. Антропогенными причинами увеличения отпада являются лесные пожары, подтопление, засыпка корневых систем деревьев песком или строительным грунтом, ожог камбиальных клеток в результате резкого увеличения поступающей к поверхности стволов солнечной радиации, уплотнения почвы вследствие рекреации.

3. Снижение доли отпада и улучшение санитарного состояния насаждений может быть обеспечено проведением ландшафтных и выборочных санитарных рубок.

#### Библиографический список

1. Александров, В.В. Влияние минеральных удобрений на продуктивность и устойчивость рекреационных сосняков / В.В. Александров, С.В. Залесов // *Природа и лесное хозяйство Припышминских боров.* – Екатеринбург, 1997. – С. 51–53.
2. Смолоногов, Е.П. Эколого-лесоводственные основы организации и ведения хозяйства в кедровых лесах Урала и Западно-Сибирской равнины / Е.П. Смолоногов, С.В. Залесов. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. – 186 с.

## РОСТ И ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ В КУЛЬТУРАХ В ПЕРИОД ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

В.М. СОЛОВЬЕВ, доц. каф. лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ, д-р, биол. наук,  
О.Н. ОРЕХОВА, асп. каф. лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ,  
М.В. СОЛОВЬЕВ, асп. каф. лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ

Фаза, предшествующая смыканию культур, в целом характеризуется усилением роста древесных растений еще при недостаточно равномерном изменении значений их признаков, что приводит к заметной изменчивости относительного положения особей на этапе возобновления. Последующий рост деревьев в значительной мере зависит от исходных размеров, определившихся в этот начальный период. Поэтому и меры, направленные на улучшение структуры и условий роста молодого поколения леса, являются наиболее своевременными и эффективными.

В условиях открытого пространства вырубок [1] многократно возрастает «организующая» роль разных экзогенных экологических факторов роста и жизни растений в биоценозе. Более или менее однородный характер воздействия этих факторов на древесные растения определяется типом рубки, которая является основной классификационной единицей лесорастительных условий в пространстве и во времени, применительно к сплошным рубкам [3]. Вместе с тем для достижения еще большей однородности действующих на растения факторов нужно принимать во внимание особенности типов вырубок, связанных с изменчивостью их элементов, а при необходимости выделять и варианты этих вырубок [2]. Роль условий микросреды вырубок в возобновлении и формировании леса хорошо отражена в работах [7,5].

Объектами изучения послужили 5–8-летние рядовые посадки ели и сосны на вырубках древостоев разных типов ельников и сосняков Артинского лесхоза Свердловской области, расположенного в подзоне широколиственно-хвойных лесов Предуралья. Работа выполнена на 16 пробных площадях. Геоботаническое описание пробных площадей проводилось по методике В.Н. Сукачева [6]. Для сопряженного изучения типов леса и вырубок использовались методические рекомендации [4].

Цель работы – выявить влияние на рост и дифференциацию растений ели сибирской возрастных различий, агротехники создания культур и лесорастительных условий сплошных вырубок.

Общие сведения о вариантах изученных культур представлены в табл. 1.

Варианты 1–3. Посадки ели под меч Колосова 3-летними сеянцами. Проценты неблагонадежных растений составляют 0,7; 3,3 и 5,3. В первом варианте культур проведено осветление, в двух других оно не проводилось, поэтому здесь значительна примесь естественно возобновившихся лиственных пород. Варианты культур различаются агротехникой создания – первый создан на волоках без подготовки почвы, второй по полосам, проделанным бульдозером, третий – путем посадки в дно борозд, подготовленных плугом ПКЛ-70.

Как свидетельствуют данные табл. 1, лучшие условия для роста ели сложились в вар. 1. Здесь средние диаметры и высоты растений составляют 0,7 и 46,7 см, а в вар. 2 соответственно 0,4 и 26,3 см. Первые значения превышают вторые более чем в 1,5 раза, особенно велики несоответствия в массе моделей 43,6 и 5,5г. В этом направлении усиливается эндогенная и межиндивидуальная дифференциация особей по высоте и диаметру: относительная высота ( $h/d_{0,5}$ ) увеличивается с 76 до 90, коэффициенты изменчивости высоты – с 25 до 27 %, диаметра – с 32 до 39 %. Интересно, что теснота обратной связи относительной высоты ( $h/d_{0,5}$ ) с высотой ( $h$ ), выражаемая корреляционным отношением, изменилась от  $0,275 \pm 0,075$  до  $0,750 \pm 0,001$ .

Лиственные породы – береза, осина, липа и ива – на вейниково-разнотравных вырубках ельника кислично-разнотравного существенно замедляют рост, усиливают эндогенную и межиндивидуальную дифференциацию особей ели в культурах.

**Характеристика рядовых посадок ели в период индивидуального развития на вейниково-разнотравных вырубках Артинского лесхоза**

Вариант культур	Показатели культур					
	Биологический возраст, лет	Приживаемость, %	Число растущих особей, тыс. на 1 га	Средние значения		
				высоты $h$ , см	диаметра $d_{0,5}$ , см	относительной высоты $h/d_{0,5}$
Вырубки ельника кислично-разнотравного (Е. к. ртр.)						
1	7	90,0	2,7	8,8	0,7	75,9
2	7	90,0	2,7	6,9	0,3	90,4
3	7	90,0	2,7	5,3	0,4	91,2
4	7	90,0	2,7	7,4	0,6	90,1
5	7	90,0	2,7	1,4	0,5	93,7
6	7	90,0	2,7	1,6	0,5	87,7
11	5	94,9	2,9	8,4	0,3	57,8
Вырубки ельника липнякового (Е. л.п.)						
7	5	100,0	2,0	0,5	0,3	64,6
8	5	95,8	3,3	8,2	0,3	59,4
10	8	99,2	2,0	0,4	0,6	86,0
14	7	96,8	3,3	0,0	1,0	70,0
16	7	98,1	2,4	0,0	0,6	50,0
Вырубки ельника травяно-зеленомошникового (Е. тр.з.м.)						
12	7	98,3	2,9	0,1	0,6	83,0
13	6	97,8	2,2	0,0	0,4	75,0
15	7	97,7	3,1	0,0	1,2	67,0
Вырубки сосняка ягодникового (С. яг.)						
9	8	97,0	1,9	44,6	0,6	90,4

На рост и дифференциацию растений этой породы заметное влияние оказывают характер обработки почвы и степень однородности субстрата, которая выше на дне борозд (вар. 3), чем на бульдозерных полосах (вар. 2). В третьем варианте несколько выше средние диаметры и высоты особей ели, так как дно борозд меньше зарастает злаками, а соответственно ниже здесь коэффициенты изменчивости и дифференциации значений этих признаков.

Для семян ели в период индивидуального развития на дне борозд, где однородный субстрат и меньше сказывается отрицательное влияние напочвенного покрова, создаются более благоприятные условия, поэтому здесь лучше рост семян и ниже степень их дифференциации.

Вариант 4–6. Они отличаются от предыдущих тем, что культуры в них занимают разные части склона – верхнюю, среднюю и нижнюю. С понижением в рельефе меняется влажность почв – от свежей к влажной – и степень их задернения – от слабой до сильной и средней.

В табл. 2 представлены средние морфологические характеристики модельных растений этих вариантов культур.

Сверху вниз по склону ухудшаются условия местопроизрастания и уменьшаются абсолютные значения диаметра, высоты, длины корней, массы и прироста растений. Относительные показатели растений, напротив, в этом направлении повышаются, что свидетельствует об усилении дифференциации значений разных признаков и частей растений по мере понижения участков культур в рельефе местности.

Так проявляются некоторые особенности эндогенной дифференциации ели в культурах в зависимости от меняющихся по рельефу экологических факторов даже в пределах одного типа вырубки.

Межиндивидуальная дифференциация значений высоты и диаметра особей от вар. 4 к вар. 5, которым соответствует слабая и сильная степень зарастания почвы, также усиливается, о чем свидетельствует повышение в этом направлении коэффициентов дифференциации с 14 до 52 % и с 47 до 57 %.



Т а б л и ц а 2

**Средние показатели роста и дифференциации ели в 7-летних культурах на вейниково-разнотравных вырубках ельника кислично-разнотравного**

Варианты культур	Диаметр $d_{0,5}$ , см	Высота $h$ , см	Длина корней $l_k$ , см	Относительная высота $h/d_{0,5}$	Относительные высоты к длине корня $h/l_k$	Масса надземной части (н)	Масса подземной части (п)	Отношение масс (н/п)	Годичный прирост высоты, $Z_h$ , см
4	0,62	51	6	93	1,9	45,0	2,4	3,6	12,0
5	0,33	36	7	101	2,1	12,8	3,1	4,1	7,3
6	0,30	38	4	123	2,7	12,1	2,3	5,2	8,9

Т а б л и ц а 3

**Средние значения показателей роста и дифференциации особей ели в культурах на вырубках различных типов леса**

Тип леса	Варианты культур	Абсолютные показатели						Относительные показатели						
		диаметр $d$ , см	высота $h$ , см	длина корней $l_k$ , см	масса надземной части (н)	масса подземной части (п)	прирост высот $Z_h$ , см	$h/d_{0,5}$	$h/l_k$	отношение надземной части к подземной (н/п)	масса, %		длина, %	
Вырубki вейниково-разнотравные														
Е.к. ртр	1, 2, 3	0,48	40	21	21,3	5,0	7,9	87,3	1,9	4,1	80	20	64	36
Вырубki вейниково-широко-травные														
Е.к. ртр	4, 5, 6	0,42	42	19	23,3	5,9	9,4	105,4	2,2	4,3	81	19	66	34
Е. лп	7, 8	0,20	20	15	2,0	0,8	4,2	89,8	1,4	2,7	73	27	58	42
Е.к. ртр	11	0,15	18	12	1,5	0,6	4,1	97,2	1,5	2,5	71	29	59	41
С. яг	9	0,44	46	24	20,3	5,0	10,0	113,2	1,9	4,1	80	20	66	34
Е. лп	10	0,41	47	18	18,3	3,6	9,6	120,8	2,7	5,0	84	16	73	27

Различая степень задернения вейниково-разнотравных вырубок ельника кислично-разнотравного оказывает влияние на рост и дифференциацию сеянцев ели в культурах. При усиленном разрастании злаков рост ели замедляется, а ее индивидуальная дифференциация повышается.

Оценим по данным табл. 3 состояние еловых культур на одноименных вырубках различных типов леса.

Вариант 9 и 10. Посадки ели 3-летними сеянцами под меч Колесова на вейниково-разнотравных вырубках сосняка ягодникового и ельника липнякового. Биологический возраст культур – 8 лет. Приживаемость (сохранность) культур составляет 97 и 90 %.

По длине корней, массе подземной и надземной частей, приросту высоты культуры на местоположениях сосняка ягодни-

кового несколько превосходят культуры на местоположениях ельника липнякового, но уступают по относительным показателям – отношениям высоты к диаметру и длине корней, массы надземной части к подземной. Это свидетельствует о меньшей эндогенной дифференциации и лучшем состоянии ели на вырубках сосняка ягодникового. В том же направлении повышается индивидуальная дифференциация ели по диаметру и высоте. Коэффициенты изменчивости и дифференциации меняются соответственно от 30 и 40 % и до 34 и 49 % по диаметру, с 23 и 36 % до 28 и 48 % по высоте.

Лучший рост и меньшая дифференциация ели на вейниково-разнотравных вырубках сосняка ягодникового указывают на более благоприятные здесь условия жизни этой культуры на ранних этапах ее развития

по сравнению с одноименными вырубками ельника липнякового.

Варианты 7, 8 и 11. Посадки ели под меч Колосова 3-летними сеянцами в борозды, подготовленные плугом ППП-153. Биологический возраст культур – 5 лет. Приживаемость (сохранность) культур составляет 100, 96, 95 %.

В первых двух вариантах культур были проведены осветления. По абсолютным и относительным показателям модельных растений эти варианты практически одинаковы и могут быть охарактеризованы усредненными данными.

Значение всех абсолютных показателей моделей на вейниково-разнотравных вырубках ельника липнякового несколько выше, чем на таких же вырубках ельника кислично-разнотравного. Более медленному росту ели на последних соответствует повышенное значение относительной высоты, характеризующее усиленную эндогенную дифференциацию особей по высоте и диаметру. Однако по другим относительным показателям моделей различия сравниваемых вариантов культур незначительны.

Таким образом, на вейниково-разнотравных вырубках ельника кислично-разнотравного эндогенная дифференциация значений высоты и диаметра, а также индивидуальная дифференциация всей совокупности особей по относительной высоте выше, чем на одноименных вырубках ельника липнякового.

Выясним далее, как меняется соотношение значений признаков органов у растений разного возраста (табл. 1 и 3).

Размеры и отношения органов 5-летних елочек меньше, чем 7–8-летних. У молодых экземпляров доли надземных и подземных частей по массе составляют 0,7 и 0,3, а по длине – 0,6 и 0,4. Между тем у 7–8-летних растений эти доли составляют 0,8 и 0,2; 0,7 и 0,3.

Таким образом, с повышением возраста увеличиваются размеры древесных растений, меняются соотношения значений признаков одного органа и разных органов, усиливается эндогенная дифференциация особей. Одновременно с усилением эндогенной дифференциации повышается и индиви-

дуальная, выражаемая изменением коэффициента вариации.

Каждому возрасту свойственны определенные и довольно устойчивые соотношения надземной и подземной частей растений, которые могут быть использованы для разработки способов учета фитомассы культур фитоценозов на разных этапах их развития.

В период возобновления леса на состояние молодых древесных растений условия местопроизрастания могут влиять не прямо, а косвенно – через степень задернения и густоту напочвенного покрова, разрастания древесно-кустарниковой растительности.

На вейниково-разнотравных вырубках ельника кислично-разнотравного с понижением участков в рельефе местности возрастает влажность и степень задернения почв злаками, соответственно ухудшается рост и усиливается дифференциация ели. В таком же порядке ухудшается состояние культур ели на вейниково-широколистных вырубках этого же леса с увеличением доли участия в составе молодняков естественно возобновившихся древесно-кустарниковых пород.

Отсюда следует, что степень воздействия тех или иных экологических факторов определяют индивидуальные особенности типа вырубки, которые необходимо учитывать при оценке состояния молодого поколения древесных растений.

Лучшим ростом и меньшей дифференциацией отличается ель на вейниково-разнотравных вырубках сосняка ягодникового по сравнению с вырубками сосняка липнякового. Однако на таких же вырубках других типов леса существенных различий не проявляется, так как на первых этапах жизни эдафические условия могут и не иметь решающего значения. Обработка почвы на вырубках заметно улучшает рост и снижает дифференциацию растений.

Рост ели на вейниково-разнотравных вырубках ельника травяно-зеленомошникового лучше, чем на вырубках ельника липнякового. Однако благодаря уходу состояние ели на последних улучшается, что проявляется в снижении асимметрии распределения и коэффициентов изменчивости особей по высоте и диаметру.

На бульдозерных полосах вырубок ельника липнякового лучше рост и выше сохранность культур, чем на неподготовленной почве. Повышенный отпад снижает изменчивость растений, трансформирует форму их распределений.

Постепенно усиливающееся длительное воздействие лиственных пород на рост и состояние ели ведет к отставанию в росте особей, повышению асимметрии распределения значений всех морфометрических признаков, усилению дифференциации растений по всем выражающим ее признакам.

Изменчивость культур ели в период индивидуального роста и развития по высоте и диаметру меняется от повышенной к высокой и очень высокой. У корневой шейки в ряде случаев изменчивость диаметров растений ниже чем на 0,2 м и мало отличается от изменчивости высот, что нужно учитывать при постановке наблюдений и анализе их результатов. Полученные значения коэффициентов изменчивости могут быть использованы для определения необходимого числа наблюдений при изучении аналогичных по возрасту культур. Для снижения дифференциации и улучшения роста ели в культурах на ранних этапах их развития нужно выполнять следующие требования:

– посадку проводить крупномерным посадочным материалом в хорошо подготовленную почву;

– своевременно проводить агротехнические и лесоводственные уходы за культурами.

Изучение роста и дифференциации древесных растений в период образования леса должно охватывать все лесобразующие породы, различные лесорастительные условия и проводиться сопряженно с последующими этапами формирования насаждений.

#### Библиографический список

1. Маслаков, Е.Л. Формирование сосновых молодняков / Е.Л. Маслаков. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 166 с.
2. Маслаков, Е.Л. Классификация вырубков и естественное возобновление сосновых лесов среднетаежной зоны равнинного Зауралья / Е.Л. Маслаков, Б.П. Колесников // Леса Урала и хозяйства в них. – 1968. – Вып. 1. – С. 246–279.
3. Мелехов, И.С. О теоретических основах типологии вырубков / И.С. Мелехов // Лесной журнал. – 1958. – № 1. – С. 27–38.
4. Мелехов, И.С. Руководство по изучению типов концентрированных вырубков / И.С. Мелехов, Л.И. Корконосова, В.Г. Чертовсколий. – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 77 с.
5. Санников, С.Н. Естественное лесовозобновление в Западной Сибири / С.Н. Санников, Н.С. Санников, И.В. Петрова. – Екатеринбург: УрО РАН, 2004. – 198 с.
6. Сукачев, В.Н. Методические указания к изучению типов леса / В.Н. Сукачев, С.В. Зонн, Г.П. Мотовилов. – М.: Изд-во АН СССР, 1957. – 120 с.
7. Цветков, В.Ф. Сосняки Кольской лесорастительной области и ведение хозяйства в них / В.Ф. Цветков. – Архангельск: АГТУ, 2002. – 380 с.

## ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И РОСТА ХВОЙНЫХ МОЛОДНЯКОВ ЛЕСОСТЕПНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ

В.М. СОЛОВЬЕВ, доц. каф. лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ, д-р биол. наук,  
Д.Ф. ШАРАФИСЛАМОВ, асп. каф. лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ

Вопросы выявления закономерностей структуры и формирования молодняков, разработки на их основе достаточно точных и менее трудоемких способов таксации до сих пор не получили должного разрешения, что в значительной мере связано со слабой изученностью взаимосвязанных процессов роста, дифференциации и самоизреживания древостоев. В целом соглашаясь с трактовкой дифференциации как распределения деревьев по

росту и развитию [1], мы в то же время строго не увязываем ее с процессом самоизреживания, т.к. отпад стволов может не происходить. Дифференциация разделяется на эндогенную (внутриорганизменную) и межиндивидуальную [2]. Под строением (структурой) древостоя подразумевается состав, взаимное положение и связь деревьев, их образующих, а ряды строения рассматриваются как ряды дифференциации деревьев.

**Таксационная характеристика чистых сосновых молодняков искусственного и естественного происхождения на вырубках древостоев различных типов леса**

Варианты молодняков	Тип леса	Число деревьев, тыс. на 1 га	Возраст, лет	Средняя высота, м	Полнота	Запас на 1 га	Средние диаметры, см; (их ранги, %)		
							А	А+Б	Б
I. Молодняки искусственного происхождения									
Культуры посадкой семян в борозды (2,0 Ч 0,7м)									
1	С.лп	6660	15	5,9	1,03	85,1	6,9 (18)	8,9 (48)	10,4 (84)
3	С.зл	6660	15	5,8	0,94	77,6	6,6 (26)	8,1 (60)	9,4 (83)
5	С.лп	2500	30	13,4	0,81	163,8	12,5 (26)	15,8 (58)	18,6 (80)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
6	С.зл	2500	30	13,3	0,79	161,4	12,3 (27)	15,7 (53)	18,9 (81)
Культуры посадкой семян в площадки (2,0*1,0м)									
2	С.лп	10000	10	4,2	1,09	56,9	3,6 (26)	4,9 (50)	6,1 (83)
4	С.зл	10000	10	3,7	0,92	44,9	3,4 (23)	4,2 (50)	5,1 (82)
7	С.зл	2500	30	12,4	0,75	143,4	10,8 (26)	13,4 (48)	17,9 (82)
8	С.лп	2360	30	12,5	0,80	152,1	11,1 (26)	14,8 (55)	18,4 (82)
II. Молодняки естественного происхождения									
9	С.лп	5260	13	4,9	0,88	66,7	5,2 (22)	6,8 (55)	8,5 (83)
11	С.зл	5000	13	4,8	0,76	51,4	5,1 (22)	6,6 (53)	8,4 (84)
10	С.зл	2300	29	12,5	0,79	148,3	11,6 (27)	14,6 (56)	16,6 (73)
12	С.лп	2100	30	13,1	0,77	156,3	12,9 (35)	15,5 (57)	19,1 (82)

Т а б л и ц а 2

**Ряды абсолютных значений показателей по частям сосновых молодняков**

Варианты молодняков	Средние значения показателей по частям древостоев												
	диаметра ( $d_{1,3}$ ), см					высоты ( $h$ ), м					относительной высоты ( $h/d_{1,3}$ )		
	min	А	А+Б	Б	max	min	А	А+Б	Б	max	А	А+Б	Б
I. Молодняки искусственного происхождения													
Культуры посадкой семян в борозды (2,0 Ч 0,7м)													
1	0,5	6,9	8,9	10,4	13,0	4,0	5,1	5,9	6,4	7,1	0,739	0,663	0,615
3	0,5	6,6	8,1	9,4	13,0	4,0	5,1	5,8	6,3	7,3	0,773	0,716	0,670
5	0,5	12,5	15,8	18,6	26,0	9,6	12,1	13,4	14,3	15,7	0,968	0,848	0,769
6	0,5	12,3	15,7	18,9	26,0	9,4	11,7	13,3	14,4	15,4	0,951	0,847	0,762
Культуры посадкой семян в площадки (2,0 Ч 1,0м)													
2	0,5	3,6	4,9	6,1	9,5	1,75	3,4	4,2	4,95	5,75	0,944	0,857	0,811
4	0,5	3,4	4,2	5,1	7,5	2,1	3,25	3,7	4,25	5,25	0,956	0,881	0,833
7	0,5	10,8	13,4	17,9	26,0	7,9	10,6	12,4	13,6	15,3	0,981	0,925	0,760
8	0,5	11,1	14,8	18,4	26,0	7,9	10,9	12,5	14,0	15,5	0,982	0,844	0,761
II. Молодняки естественного происхождения													
9	0,5	5,2	6,8	8,5	13,0	3,0	4,3	4,9	5,5	7,1	0,827	0,721	0,647
11	0,5	5,1	6,6	8,4	13,0	3,0	4,1	4,8	5,4	7,0	0,804	0,727	0,643
10	0,5	11,6	14,6	16,6	26,0	9,4	11,1	12,5	13,3	15,4	0,957	0,856	0,801
12	0,5	12,9	15,5	19,1	26,0	9,1	12,0	13,1	14,3	15,2	0,930	0,845	0,750

Целью работы было выявление закономерностей структуры и роста сосновых молодняков разного происхождения и разработка рекомендаций по их изучению, таксации и формированию.

Полевые работы выполнены на 12 пробных площадях, представленных молодняками разного возраста естественного и ис-

кусственного происхождения, а в пределах последних – рядовыми и групповыми культурами в различных условиях местопроизрастания.

Для характеристики строения древостоя использован метод редукционных чисел по рангам в обычном виде [3] и по частям древостоя [4]. Оценка результатов эндоген-

ной дифференциации проведена по значениям показателя напряжения роста –  $h/d_{1,3}$ , а межиндивидуальной – по амплитудам редукционных чисел средних значений разных частей древостоя. Значимости различий в росте ранжированных рядов деревьев сравниваемых древостоев доказывались с помощью статистики  $t$  в распределении Стьюдента [5].

В табл. 1 и 2 сравниваемые варианты молодняков, формирующихся на вырубках сосняков липнякового и злакового, при сходных возрастах и числе деревьев на 1 га, представлены парами в смежных строках. Кроме общепринятых показателей приведены средние значения диаметров, высоты и относительной высоты по частям древостоев А и Б. При этом следует иметь в виду, что для оценки роста молодняков особое значение имеют показатели деревьев верхнего полога, из которых в возрасте спелости и сформируется древостой. Этот полог образуют деревья быстрорастущей части древостоя – Б и частично деревья с диаметрами, близкими к среднему А+Б. Поэтому для оценки различий в значениях признаков нужно в первую очередь принимать во внимание средние значения именно этих частей.

Во всех сопоставляемых вариантах 10–15-летних молодняков разного происхождения и способа посадки культур рост древостоев на вырубках сосняка липнякового по всем показателям лучше, чем на вырубках сосняка злакового. С повышением возраста молодняков эти различия постепенно нивелируются.

Культуры в возрасте 13–15 лет, созданные посадкой семян в борозды на вырубках сосняков липнякового и злакового, отличаются лучшим ростом по сравнению с естественными молодняками. Однако к 30-ти годам на вырубках сосняка злакового различия в размерах деревьев древостоев разного происхождения сглаживаются, а на вырубках сосняка липнякового более успешным ростом характеризуются естественные молодняки. В 30-летних групповых культурах и естественных древостоях того и другого типов леса существенных различий в величине деревьев не наблюдается.

Таким образом, посадки сосны в I классе возраста растут лучше естественных молодняков, но во II классе возраста различия в размерах деревьев сглаживаются, а на вырубках сосняка липнякового к 30-ти годам естественные молодняки растут лучше, чем рядовые культуры.

В 30-летнем возрасте культуры в бороздах отличаются от культур в площадках лучшим ростом по всем показателям.

Достоверность различий в росте всех сравниваемых вариантов молодняков подтверждается расчетом статистики  $t$  и сравнением ее с табличным значением –  $t_{0,05}^{таб}$ , взятом при 5 % уровне значимости.

Рост и состояние деревьев при совместном произрастании зависит от их эндогенной дифференциации, результаты которой характеризуются относительной высотой  $h/d_{1,3}$  (табл. 2). Она, как и показатель  $h/d_{1,3}$  [4], выражает напряжение роста – состояние древесных растений

Табличные значения этого признака свидетельствуют о том, что с их повышением, т.е. с усилением эндогенной дифференциации деревьев по высоте и диаметру, рост молодняков замедляется, что необходимо учитывать при отборе оставляемых и вырубаемых деревьев для рубок ухода за лесом. Рост и размеры деревьев находятся в обратной зависимости от показателя  $h/d_{1,3}$ , что и подтверждается данными табл. 2.

Наиболее устойчивым положением в ранжированных рядах отличаются средние диаметры части Б (80–84 %), за ними следуют средние А+Б (48–60 %), наиболее изменчиво положение средних в части А (18–35 %). Существенно различаются по характеру распределения деревьев и ранговой структуре 15-летние рядовые культуры на вырубках сосняков липнякового и злакового – ранги средних А+Б и А здесь соответственно составляют 48 % и 60 %. 18 % и 26 %. С повышением возраста до 30 лет ранги средних А+Б и А на вырубках сосняка липнякового соответственно меняются с 48 до 58 % и с 18 до 26 %, а на вырубках сосняка злакового – с 60 до 58 % и с 26 до 27 %. В 10-летнем возрасте практически не различаются по рангам средних диаметров густые групповые культуры сосны, но к 30-ти

годам ранги средних А+Б изменяются с 50 до 55 % на вырубках сосняка липнякового и с 50 до 48 % на вырубках сосняка злакового. Заметно меняются с повышением возраста ранги средних в частях А и Б и в естественных молодняках.

Из анализа ранговой структуры молодняков следует, что она меняется в зависимости от возраста, происхождения и способа посадки культур, причем в быстрорастущих и медленнорастущих частях древостоев по-разному, что связано с изменчивостью характера распределения деревьев по толщине, определяющего особенности структуры молодых древостоев. Отсюда следует, что при выражении строения через редуцированные числа средних по частям древостоев нужно учитывать несоответствие в их рангах и сравнительную оценку рядов строения выполнять графическим способом – по кривым относительных значений признаков.

Результаты межиндивидуальной дифференциации деревьев в молодняках характеризуют ряды строения по частям древостоев (табл. 3).

Установленные ранее различия в эндогенной дифференциации и росте деревьев в рассмотренных вариантах молодняков,

естественно, приводят к несоответствию и в строении, что подтверждается данными этой таблицы. Амплитуды редуцированных чисел позволяют одним числом выражать различия в результатах межиндивидуальной дифференциации деревьев по разным морфологическим признакам. Они свидетельствуют о различии в строении молодняков, отличающихся происхождением, способом посадки культур и условиями местопроизрастания.

При округлении относительных средних диаметров частей А и Б до 0,1 сходными по строению оказываются все 10–30-летние посадки сосны с редуцированными числами части А – 0,8 и части Б – 1,2. Но при учете максимальных и минимальных значений картина несколько меняется – для 15-летних рядовых посадок они составляют соответственно 1,5–1,6 и 0,05, а для 30-летних – 1,7 и 0,03. Для 10-летних групповых культур эти числа равны 1,8–1,9 и 0,03. Различаются такие значения для 13-летних и 30-летних естественных древостоев, составляя соответственно 1,9–2,0 и 0,07–0,08; 1,7–1,8 и 0,03.

Максимальные и минимальные относительные значения диаметра в рядовых культурах составляют 1,5–1,7 и 0,03–0,05, а в групповых – 1,8–1,9 и 0,03–1,0

Т а б л и ц а 3

**Ряды относительных значений показателей по частям древостоев**

Варианты молодняков	Редуцированные числа и их амплитуды															
	диаметра ( $d_{1,3}$ ), см						высоты ( $h$ ), м						относительной высоты ( $h/d_{1,3}$ )			
	min	А	А+Б	Б	max	Б-А	min	А	А+Б	Б	max	Б-А	А	А+Б	Б	А-Б
I. Молодняки искусственного происхождения																
Культуры посадкой семян в борозды (2,0 Ч 0,7м)																
1	0,056	0,775	1,000	1,168	1,461	0,393	0,678	0,864	1,000	1,085	1,203	0,221	1,115	1,000	0,929	0,186
3	0,062	0,815	1,000	1,160	1,605	0,345	0,690	0,879	1,000	1,086	1,259	0,207	1,078	1,000	0,936	0,142
5	0,032	0,791	1,000	1,177	1,645	0,386	0,716	0,903	1,000	1,067	1,172	0,164	1,141	1,000	0,906	0,235
6	0,032	0,783	1,000	1,204	1,656	0,421	0,707	0,880	1,000	1,083	1,160	0,203	1,124	1,000	0,899	0,224
Культуры посадкой семян в площадки (2,0 Ч 1,0м)																
2	0,102	0,735	1,000	1,245	1,939	0,510	0,417	0,809	1,000	1,167	1,357	0,358	1,101	1,000	0,937	0,164
4	0,119	0,809	1,000	1,214	1,786	0,405	0,567	0,865	1,000	1,135	1,405	0,270	1,069	1,000	0,934	0,134
7	0,037	0,806	1,000	1,336	1,940	0,530	0,637	0,855	1,000	1,097	1,234	0,242	1,061	1,000	0,821	0,240
8	0,034	0,75	1,000	1,243	1,757	0,493	0,632	0,872	1,000	1,120	1,240	0,248	1,163	1,000	0,901	0,262
II. Молодняки естественного происхождения																
9	0,073	0,765	1,000	1,250	1,912	0,485	0,612	0,877	1,000	1,122	1,449	0,245	1,146	1,000	0,898	0,248
11	0,076	0,773	1,000	1,273	1,970	0,500	0,625	0,854	1,000	1,125	1,458	0,271	1,105	1,000	0,884	0,221
10	0,034	0,794	1,000	1,137	1,781	0,343	0,752	0,888	1,000	1,064	1,232	0,176	1,118	1,000	0,936	0,244
12	0,032	0,832	1,000	1,232	1,677	0,400	0,695	0,916	1,000	1,092	1,160	0,176	1,101	1,000	0,886	0,215

Выявленные различия позволяют разделять по строению молодняки естественного и искусственного происхождения I и II классов возраста, а лесные культуры в пределах этих классов, кроме того, на рядовые и групповые. Для молодняков этих типов строения необходимо разрабатывать особые способы таксации и формирования.

Результаты проведенного анализа материалов позволяют сделать следующие обобщения.

Молодняки естественного и искусственного происхождения (рядовые и групповые посадки) существенно отличаются по росту и дифференциации деревьев, строению и формированию древостоев, и, следовательно, они относятся к разным типам возрастной динамики, для которых необходимо разрабатывать особые способы таксации и рубок ухода.

Показатели роста рядовых посадок сосны оказались лучше, чем у групповых и естественных сосновых молодняков первого класса возраста.

Распределение древостоев по группам позволяет, с одной стороны, характеризовать строение древостоев с использованием определяемых при таксации средних значений признаков, а с другой – исследовать состав и структуру этих частей для разработки унифицированных способов определения показателей рубок ухода за лесом.

цированных способов определения показателей рубок ухода за лесом.

Проводить анализ строения молодняков, разрабатывать способы их изучения, таксации и формирования нужно по возрастным периодам жизни леса, типам строения и формирования древостоев.

Первоочередными объектами ухода являются лесные культуры. Рубки ухода в них нужно проводить с раннего возраста и в первую очередь их следует начинать и чаще повторять в групповых посадках сосны. При таксации молодняков для корректировки глазомерно определяемых средних диаметров могут быть использованы полученные нами максимальные редуцированные числа для древостоев различных типов строения.

#### Библиографический список.

1. ГОСТ 18486-73. Лесоводство. Термины и определения. – М.: Издательство стандартов, 1973. – 13 с.
2. Соловьев, В.М. Морфология насаждений / В.М. Соловьев. – Екатеринбург: УГЛТА, 2001. – 154с.
3. Анучин, Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 552с.
4. Высоцкий, К.К. Закономерности строения смешанных древостоев / К.К. Высоцкий. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 178с.
5. Митропольский, А.К. Элементы математической статистики / А.К. Митропольский. – Л.: ЛТА, 1969. – 272с.

## ПАЗАРИТИЧЕСКИЕ И ПОЛУПАЗАРИТИЧЕСКИЕ БАЗИДИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ ПРИРОДНОГО ПАРКА «САМАРОВСКИЙ ЧУГАС»

И.В. СТАВИШЕНКО, докторант УГЛТУ, канд. биол. наук

Исследования по выявлению базидиальных грибов, вызывающих гнили кедра, на будущей территории природного парка проводились в начале 90-х годов [1, 2], однако выявление совокупности фитопатогенов всех лесобразующих пород в задачи исследований не входило. После организации природного парка «Самаровский Чугас» и непродолжительной работы фитопатологической службы видовой состав грибов, повреждающих живые деревья на охраняемой территории, все же оставался недостаточно изученным, что и определило актуальность

проведения микологических исследований, предполагавших также описание таксономической принадлежности и выявление особенностей трофической специализации видов, формирующих базидиомы на живых деревьях.

Леса природного парка «Самаровский Чугас», расположенного на территории в 6839 га в Ханты-Мансийском районе Тюменской области вокруг и вблизи г. Ханты-Мансийска, входят в подзону среднетаежных лесов Салым-Юганского района Обь-Иртышской лесорастительной провинции.

Типичными для территории исследования являются елово-кедровые леса кустарничково-зеленомошной группы с участием в древесном ярусе пихты и их производные, включающие сообщества различных возрастных групп: елово-березовые с пихтой и кедром, березово-осиновые и осиновые мелкоотравно-зеленомошные и ягодничково-зеленомошные леса.

Изучение состава и распространения паразитических и полупаразитических базидиальных грибов в древостоях природного парка было выполнено в 2004–2006 гг. методом визуального осмотра деревьев, без учета скрытых гнилей, позволяющих определить фаунистичность древостоя. Были исследованы участки кедровых, еловых березовых и осиновых древостоев на постоянных пробных площадях (ППП 1–30), а также на маршрутах в основных типах леса.

При определении паразитических видов следует дать краткую характеристику, определяющую особенности их тофической специализации. Повреждающие растения паразитические организмы, по определению С. Тарра, относят к облигатным, развивающимся только в живых тканях, и факультативным, растущим не только в живых, но и в отмерших тканях. Ксилотрофные грибы по типу питания могут быть разделены на сапрофиты, утилизирующие только отмершие древесные остатки, и паразиты, способные развиваться в древесине живых деревьев. Такое четкое подразделение подходит не для всех видов ксилотрофных грибов, поскольку многие паразитические виды этой группы способны развиваться как сапрофиты на мертвой древесине после гибели растения-хозяина [3, 6].

Все паразитические виды ксилотрофных базидиомицетов способны к росту на мертвой древесине, но продолжительность этого роста у разных видов не одинакова. Так, например, развивающиеся на древесине живых деревьев *Inonotus obliquus*, *Phellinus pini*, *P. tremula* в природных условиях на отмершей древесине растут непродолжительное время [3, 9]. Опасный патогенный вид *Heterobasidion annosum* в течение длительного времени развивается на валежной древесине [9].

Таким образом, согласно биологическим особенностям, среди паразитических

ксилотрофных базидиомицетов можно выделить 2 группы:

– факультативные паразиты, которые обычно растут как сапрофиты на отмершей древесине, но при определенных условиях (механические повреждения, морозобойные трещины, ослабление иммунитета деревьев, изменение экологических условий и пр.) способны повреждать живые деревья;

– факультативные сапротрофы, которые начинают развитие в древесине живого дерева, а после гибели растения-хозяина непродолжительное или длительное время растут на отмершей древесине.

Биология многих паразитических видов остается неисследованной, и во многих случаях весьма трудно определить, начинается ли гриб развитие на живом дереве и уже после его гибели развивается как сапротроф, или, существуя в качестве сапротрофа на мертвой древесине, изредка повреждает живые деревья. Разделение паразитических ксилотрофных грибов на факультативные паразиты и факультативные сапротрофы можно провести не во всех случаях. Кроме того, паразитические трутовые грибы не всегда образуют плодовые тела на живом дереве. Так, например, плодовые тела *Ganoderma lucidum* в бореальной зоне России растут исключительно на сильно разложившихся пнях или корнях преимущественно хвойных видов, в то время как в южных районах Западной Европы этот вид встречается как на хвойном и лиственном отпаде, так и на корнях живых лиственных деревьев [4].

Из 240 видов ксилотрофных базидиальных грибов, найденных на территории природного парка, 36 видов являются факультативными паразитами, которые в различных участках ареала в Евразии способны к росту на древесине живых деревьев: *Armillaria borealis*, *Chondrostereum purpureum*, *Daedaleopsis confragosa*, *Fomes fomentarius*, *Fomitopsis pinicola*, *Ganoderma applanatum*, *G. lucidum*, *Hericium erinaceus*, *Hyphoderma setigerum*, *Inonotus radiatus*, *I. rheades*, *Ischnoderma benzoinum*, *Lentinus cyathiformes*, *Leptoporus mollis*, *Neolentinus lepideus*, *Onnia leporina*, *Panellus serotinus*, *Pholiota aurivella*, *P. squarrosa*, *Piptoporus*



*betulinus*, *Pleurotus ostreatus*, *P. pulmonarius*, *Plicaturopsis crispa*, *Polyporus alveolaris*, *Postia balsamea*, *P. guttulata*, *P. sericeomollis*, *Phellinus chrysoloma*, *P. cinereus*, *P. igniarius*, *P. nigricans*, *P. punctatus*, *P. weirii*, *Schizophyllum commune*, *Stereum sanguinolentum*, *Thelephora terrestris* [3–5, 10].

К факультативным сапротрофам, начинающим развитие в древесине живых деревьев, принадлежат 7 найденных на исследуемой территории видов: *Haploporus odorus*, *Heterobasidion annosum*, *Inonotus obliquus*, *Phellinus hartigii*, *P. pini*, *P. tremula*, *Trametes suaveolens*.

Базидиомы более половины вышеперечисленных видов (23 вида) на территории природного парка были отмечены на живых деревьях (таблица).

Стволовые гнили лиственных деревьев в природном парке вызывают: *Daedaleopsis confragosa*, *Fomes fomentarius*, *Haploporus odorus*, *Ganoderma applanatum*, *Inonotus obliquus*, *Lentinus cyathiformes*, *Pholiota aurivella*, *P. squarrosa*, *P. pulmonarius*, *Phellinus cinereus*, *P. igniarius*, *P. nigricans*, *P. punctatus*, *P. tremula*, *Trametes suaveolens*.

Заражение растущих деревьев вызывается спорами грибов, проникающими через раны, морозобойные трещины, обломанные ветви и другие механические повреждения.

В лесах природного парка на стволах растущих берез нередко развиваются наросты «чага», образованные вегетативными гифами Трутовика скошенного (*I. obliquus*). Единично «чага» была найдена на стволе усыхающей осины. Вызываемая этим видом коррозионная (белая) гниль быстро распространяется от периферии к сердцевине [3].

На стволах растущих осин в природном парке часто встречается Трутовик осиновый (*P. tremula*), вызывающий белую сердцевинную гниль. На стволах и стволиках живых ив и рябин часто развивается Феллинос точечный (*P. punctatus*), вызывающий гнили коррозионного типа.

Изредка на стволах растущих перестойных берез встречается Трутовик ложный сероватый (*P. cinereus*), который вызывает белую сердцевинную гниль с черными линиями [6] и обычно развивается на отпаде.

Базидиомы *F. fomentarius* на стволах живых берез и древовидных ив в лесах природного парка найдены в единичных экземплярах. Вызываемая гниль коррозионная, распространяется в заболонь, а оттуда – в сердцевину. Пораженная древесина в начальной стадии отделена от здоровой извилистой черной линией, в дальнейшем она становится белой или желтоватой, отделяющейся волокнами [6].

Изредка на стволах живых лиственных деревьев в природном парке встречаются вызывающие гнили коррозионного типа Дедалеопсис шершавый (*D. confragosa*), Трутовик плоский (*G. applanatum*), Трутовик ложный (*P. igniarius*), Трутовик ложный черноватый (*P. nigrolimitatus*), Чешуйчатка золотистая (*P. aurivella*), Чешуйчатка обыкновенная (*P. squarrosa*), Вешенка легочная (*P. pulmonarius*).

Вызывающие белую гниль Гаплопорус пахучий (*H. odorus*) и Траметес душистый (*T. suaveolens*) отмечены в единичных экземплярах на стволах и толстых ветвях растущих ив в долинных биотопах. Пилолистник бокаловидный (*L. cyathiformes*) был найден на усыхающих ветвях растущего тополя бальзамического единично.

На стволах живых хвойных деревьев в природном парке были найдены *Armillaria borealis*, *Fomitopsis pinicola*, *Onnia leporina*, *Phellinus hartigii*, *P. pini*. На корнях живых хвойных деревьев развивались *Huiphoderma setigerum*, *Postia sericeomollis*. На обломанных ветвях живых хвойных деревьев отмечен *Leptoporus mollis*.

Сосновая губка (*P. pini*) на живых деревьях кедра сибирского встречается в городских и пригородных лесах природного парка нечасто, хотя в некоторых районах имеется большое количество деревьев с механическими повреждениями. *P. pini* вызывает коррозионную ямчатую центральную стволовую гниль. Плодовые тела появляются на стволах уже после того, как гниль достигла достаточного развития. Поскольку гниль, вызванная сосновой губкой, сердцевинная и обычно не повреждает заболонь, деревья по внешнему виду не отличаются от здоровых и имеют нормальный прирост [6, 9]. После гибели дерева, базидиомы *P. pini* некоторое время растут на сухостое или валеже и вскоре засыхают.

**Ксилотрофные базидиальные грибы, наблюдаемые в лесных экосистемах природного парка «Самаровский Чугас» на живых деревьях**

Виды грибов	Виды древесных растений								
	К	Е	П	Б	Ос	Ив	Р	Ч	Т
Опенек бореальный ( <i>Armillaria borealis</i> )			+						
Дедалеопсис шершавый ( <i>Daedaleopsis confragosa</i> )						+	+		
Трутовик настоящий ( <i>Fomes fomentarius</i> )				+		+			
Трутовик окаймленный ( <i>Fomitopsis pinicola</i> )	+	+							
Трутовик плоский ( <i>Ganoderma applanatum</i> )				+		+			
Гаплопорус пахучий ( <i>Haploporus odorus</i> )						+			
Гифодерма щетинчатая ( <i>Hyphoderma setigerum</i> )	+	+							
Трутовик скошенный, чага ( <i>Inonotus obliquus</i> )				+	+				
Пилолистник бокаловидный ( <i>Lentinus cyathiformes</i> )									+
Лептопорус мягкий ( <i>Leptoporus mollis</i> )	+								
Онния привлекательная, Трутовик заячий ( <i>Onnia leporina</i> )		+							
Чешуйчатка золотистая ( <i>Pholiota aurivella</i> )						+			
Чешуйчатка обыкновенная ( <i>Pholiota squarrosa</i> )				+		+			
Вешенка легочная ( <i>Pleurotus pulmonarius</i> )				+		+			
Трутовик ложный сероватый ( <i>Phellinus cinereus</i> )				+					
Трутовик Гартига <i>Phellinus hartigii</i>			+						
Трутовик ложный ( <i>Phellinus igniarius</i> )						+	+		
Трутовик ложный черноватый ( <i>Phellinus nigricans</i> )				+					
Сосновая губка ( <i>Phellinus pini</i> )	+								
Феллинус точечный ( <i>Phellinus punctatus</i> )						+	+	+	
Трутовик ложный осиновый ( <i>Phellinus tremula</i> )					+				
Постия мягкошелковистая ( <i>Postia sericeomollis</i> )	+								
Траметес душистый ( <i>Trametes suaveolens</i> )						+			

Примечание. К – *Pinus sibirica*; Е – *Picea obovata*; П – *Abies sibirica*; Б – *Betula pubescens*; Ос – *Populus tremula*; Ив – *salix sp.*; Р – *Sorbus sibirica*; Ч – *Padus avium*; Т – *Populus balsamifera*

Трутовик Гартига (*P. hartigii*), развивающийся только на пихте сибирской и европейской, на стволах живых деревьев пихты в лесах природного парка встречается не часто. Трутовик Гартига вызывает коррозионную центральную стволовую гниль.

В единичных экземплярах в городских и пригородных лесах, а также вблизи научного стационара Тренька на стволах живых перестойных деревьев кедра и ели были отмечены базидиомы Трутовика окаймленного (*F. pinicola*).

Вид обычно развивается на отпаде, но растет и на стволах живых поврежденных или ослабленных деревьев, вызывая гнили деструктивного типа (бурые), которые распространяются от периферии к центральной части ствола.

Единичной находкой в городских лесах отмечено развитие на стволе растущей ели Трутовика заячьего (*O. leporina*), который вызывает белую пятнистую гниль корней и основания стволов, главным образом елей [6].

На территории природного парка в единичных экземплярах были найдены на корнях растущих кедров базидиомы Постии мягкошелковистой (*P. sericeomollis*): в кедровнике вблизи автомагистрали и на участке кедрово-елового леса вблизи научного стационара Тренька. *P. sericeomollis*, обычно растущая на хвойном отпаде, может вызывать деструктивные гнили корней и комля растущих деревьев кедра в синантропизированных местообитаниях [1].

Гифодерма щетинчатая (*Hypoderma setigerum*), обычно растущая на отмершей лиственной и хвойной древесине, в городских лесах природного парка иногда встречается на коре соприкасающихся с почвой корней растущих кедров.

К опасным патогенным видам относится Корневая губка (*Heterobasidion annosum*), базидиомы которой на корнях или в комлевой части растущих деревьев на территории природного парка найдены не были. Единственное плодовое тело *H. annosum* было обнаружено на валежном, сильно разложившемся стволе *Abies sibirica* в городских лесах.

Корневая губка (*H. annosum*) вызывает центральные ядровые гнили корней и комля деревьев хвойных пород. Гниль, вызванная корневой губкой, развивается по коррозионному типу: на начальных стадиях гниения древесина темнеет, затем появляются белые продолговатые пятна, в конечной стадии образуются пустоты, древесина становится ячеистой, дряблой, ситовой. Из корней гниль поднимается в комель и далее в ствол. У смолистых хвойных видов (сосна) гниль не поднимается выше высоты пня (1,5 м). У малосмолистых пород (ель, пихта) гниль развивается по типу сердцевинной, поднимаясь на высоту 4–6 м и более (до 11 м), благодаря чему пораженные корневой губкой деревья не погибают и растут многие десятилетия.

Процесс заражения может начинаться как с прорастания непосредственно попавших на поверхность растения спор, так и мицелием, развивающимся сапротрофно на растительных остатках. *H. annosum* сохраняется на корнях и валежных остатках древесины в среднем от 15–30 до 40 лет. Древесный опад, являясь резервуаром инокулюма, – недостаточное условие для заражения здоровых корней, т.к. заражению в большей степени способствуют различные повреждения корней.

Распространение *H. annosum* в насаждениях носит очаговый характер. Плодовые тела *H. annosum* обычно появляются на пораженных грибом корнях деревьев при наличии хорошо развитой гнили, достаточно высокой влажности (более 80 %), доступа воздуха и света. Поэтому чаще всего базидиомы корневой губки формируются на поздних этапах разложения древесины: на буреломе и валеже. Гриб также известен в качестве типичного разрушителя корневого отпада хвойных видов.

Видовой состав факультативных сапротрофов и факультативных паразитов, развивающихся в лесах природного парка «Самаровский Чугас» на живых деревьях, составляет 9,6 % от общего разнообразия биоты ксилотрофных грибов. В т.ч. на растущих лиственных деревьях найдено 15 паразитических видов, что составляет 11,5 %

видового разнообразия лиственных микокомплексов; на растущих хвойных деревьях отмечено 8 паразитических видов, представляющих 5,4 % биоразнообразия хвойных микокомплексов.

На основании представленных данных можно заключить, что в лесах природного парка не выявлено очагов массового развития фитопатогенных видов ксилотрофных грибов.

Следует отметить, что патогенные организмы всегда присутствуют в естественных биоценозах. Фитопатогенный путь разложения древесины приводит к интенсификации биологического круговорота, а паразитические виды грибов являются необходимым элементом регулирования объема и структуры ценопопуляций растений. Так же важна жизнедеятельность паразитических грибов для некоторых представителей животного мира: птиц, млекопитающих, насекомых и др., которые обитают или укрываются в дуплах и пустотах стволов деревьев, образующихся в результате гниения древесины.

Однако леса природного парка «Самаровский Чугас» находятся в районе достаточно интенсивной и все возрастающей хозяйственной деятельности, а растущие в районах антропогенного воздействия в течение длительного времени древесные растения чаще получают механические повреждения, и их иммунные реакции могут быть подавлены за счет мобилизации жизненных ресурсов для роста и развития в измененных условиях (изменение кислотности почв, наличие поллютантов в атмосфере, почве и воде и пр.). В результате антропогенных воздействий или при изменении климатических условий существующее природное равновесие в биоценозах может быть нарушено, что впоследствии приведет к увеличению численности паразитных видов [7, 8].

Учитывая, что многие паразитические виды грибов при наличии большого количества древесных остатков переходят на сапротрофный способ питания, а при ее недостатке – на паразитический [14], следует указать на нежелательность постоянного

сбора валежа в городских и пригородных лесах природного парка, поскольку это может повлиять на увеличение числа фитопатогенов.

Для предотвращения массового развития патогенных грибов в лесах природного парка необходимо рекомендовать наблюдения за их видовым составом и численностью.

### Библиографический список

1. Арефьев, С.П. Ксилотрофные базидиомицеты, развивающиеся на кедре в Тюменской области / С.П. Арефьев // Эколого-флористические исследования по споровым растениям Урала: сб. науч. тр. – Свердловск: УрО РАН АН СССР, 1990. – С. 43–46.
2. Арефьев, С.П. Ксилотрофные грибы – возбудители гнилевых болезней кедра сибирского в среднетаежном Прииртышье / С.П. Арефьев // Микология и фитопатология. – 1991. – Т. 20. – Вып. 5. – С. 419–425.
3. Бондарцев, А.С. Трутовые грибы европейской части СССР и Кавказа. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1953. – 1106 с.
4. Бондарцева, М.А. Семейства альбатрелловые, апорпиевые, болетопсиевые, бондарцевиевые, ганодермовые, кортициевые (виды с порообразным гименофором), лахнокладиевые (виды с трубчатым гименофором), полипоровые (роды с трубчатым гименофором), пориевые, регидопоровые, феловые, фистулиновые / М.А. Бондарцева. – СПб.: Наука, 1998. – 392 с.
5. Бондарцева, М.А. Семейства гименохетовые, лахнокладиевые, кониофоровые, щелелистниковые / М.А. Бондарцева, Э.Х. Пармасто. – Л.: Наука, 1986. – 192 с.
6. Ванин, С.И. Лесная фитопатология / С.И. Ванин. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1955. – 416 с.
7. Василяускас, А. Влияние факторов антропогенного воздействия на распространение корневой губки и других видов паразитных грибов в лесах Литвы / А. Василяускас // Проблемы лесной фитопатологии и микологии: Тез. докл. Всероссийской конф. – М., 1994. – С. 16–17.
8. Жлоба, Н.М. Результаты инвентаризации флоры дереворазрушающих грибов Сары-Челькского биосферного заповедника / Н.М. Жлоба // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л., 1985. – Т. 7. – С. 61–71.
9. Жуков, А.М. Грибные болезни лесов Верхнего Приобья / А.М. Жуков. – Новосибирск: Наука, 1978. – 247 с.
10. Любарский, Л.В. Дереворазрушающие грибы Дальнего Востока / Л.В. Любарский, Л.Н. Васильева. – Новосибирск: Наука, 1975. – 164 с.

## СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА РОСТА СОСНОВОГО ПОДРОСТА НА ЛЕСОСЕКЕ КАЙМОВОЙ РУБКИ

Н.Н. ТЕРИНОВ, *науч. сотр. отдела лесоведения БС УрО РАН канд. с.-х. наук,*  
А.Г. МАГАСУМОВА, *доц. каф. лесоводства УГЛТУ, канд. с.-х. наук,*  
А.Н. ПАПСТ, *асп. каф. лесоводства УГЛТУ*

Настоящая работа является продолжением исследований лесоводственной эффективности каймовых рубок, проведенных 15 лет назад в Сухоложском лесхозе Свердловской области. На основании проведенных ранее исследований был сделан ряд теоретических и практических выводов, которые следует учитывать при проектировании и проведении каймовых рубок.

1. Участие в составе сформировавшегося в результате каймовых рубок молодняка 10–20 % примеси лиственных не оказывает существенного воздействия на естественное возобновление сосны.

2. Между показателями высот соснового подроста до и после рубки существует тесная достоверная связь.

3. Вертикальная структура соснового подроста до и через 15 лет после проведения каймовых рубок сохраняется во всех вариантах опыта и на контрольных участках.

4. Варианты каймовой рубки могут быть использованы не только как рубки главного пользования и обновления, но и как мероприятие при формировании лесных ландшафтов пригородных лесов.

5. Ширина пасеки каймовой рубки при освоении лесосеки традиционной техникой не должна превышать 25 м.

6. Каймовой рубке должны предшествовать подготовительные мероприятия (рубки ухода, кольцевание лиственных пород, вырубка подлеска и т. д.), целью которых является создание благоприятных условий для формирования и роста подроста сосны.

Настоящая работа посвящена анализу состояния и динамики роста соснового подроста по высоте и диаметру на лесосеках после первого приема каймовых рубок разной интенсивности.

Исследования проводились в сосняке травяном, 1 класса бонитета, произрастающего на свежей серой лесной почве. Доля сосны

в составе древостоя на момент проведения рубок колебалась от 7 до 9 %, а березы – от 1 до 3 %, полнота – от 0,7 до 0,9, средний диаметр сосны составлял 32 см, средняя высота 27 м, возраст 85 лет, общий запас – около 500 м<sup>3</sup>/га. Количество жизнеспособного соснового подроста на всей площади выдела достигало 2,5 тыс. экз./га, высота колебалась от 0,5 до 1,5 м, а возраст – от 6 до 16 лет.

На границе леса с открытым пространством (ЛЭП, ширина 100 м) по всей длине выдела и на расстоянии примерно 25–30 м вглубь древостоя создались благоприятные условия для роста естественного возобновления сосны. В отличие от его средних показателей на выделе на этом участке количество экземпляров благонадежного подроста сосны в среднем достигало 10 тыс. экз./га при высоте около 1 м. Эти параметры для молодняков соответствуют полноте 1,0. Вышеизложенное явилось основанием для проведения каймовой рубки вдоль ЛЭП по всей длине выдела на глубину 30 м.

Валка деревьев осуществлялась бензодвигательной пилой вершиной на волок под острым углом к нему, трелевка хлыстов гусеничным трактором ТДТ-55 по двум технологическим коридорам, расположенным по краям лесосеки (т.е. один из волоков располагался на ЛЭП), обрубка сучьев проводилась на месте валки на волоке. Общая площадь лесосеки каймовой рубки составила 1,8 га.

Для изучения лесообразовательного процесса после проведения каймовых рубок различной интенсивности лесосека была разделена на 6 участков. Первый оставлен в качестве контрольного. На втором участке осуществлен первый прием каймовой рубки с выборкой 35 % по запасу, на третьем – с выборкой 60 %, на четвертом – с выборкой 70 %, на пятом – с выборкой 80 %. На шестом проведена сплошнолесосечная рубка с сохранением подроста.

**Состояние соснового подроста на лесосеке каймовой рубки  
через 15 лет после ее проведения**

Участки каймовой рубки	Расстояние от открытого места (ЛЭП) вглубь древостоя (лента)											
	0–5 м				5–15 м				15–25 м			
	Здоров.	Сомнит.	Нежизн.	Погиб.	Здоров.	Сомнит.	Нежизн.	Погиб.	Здоров.	Сомнит.	Нежизн.	Погиб.
Контроль												
Кол-во, тыс. экз./га	6,2	1,8	0,6		2,0	1,3	1,4		0,8	0,6	1,4	
Высота, м	4,9±0,30	3,1±0,28	2,4±0,20	–	4,9±0,41	2,9±0,14	1,9±0,14	–	3,9±0,15	2,9±0,16	2,0±0,19	–
Диаметр, см	3,8±0,20	2,1±0,18	1,2±0,17	–	3,4±0,17	2,0±0,11	1,1±0,07	–	2,9±0,20	2,3±0,21	1,1±0,07	–
Несплошная с выборкой 35 %												
Кол-во, тыс. экз./га	6,8		1,3	2,6	3,6		1,2	1,0	1,0			
Высота, м	7,6±0,91	–	3,5±0,23	2,4±0,37	6,3±0,62	–	2,4±0,15	3,0±0,22	4,2±0,30	–	–	–
Диаметр, см	5,5±0,53	–	2,5±0,15	1,6±0,25	5,3±0,64	–	1,6±0,20	1,6±0,19	3,0±0,52	–	–	–
Несплошная с выборкой 60 %												
Кол-во, тыс. экз./га	4,4	0,4	0,9	0,7	3,8	0,8	0,8	1,1	2,5	0,8	0,7	0,2
Высота, м	7,5±0,20	2,6±0,63	3,2±0,28	2,9±0,14	6,0±0,29	2,9±0,24	2,6±0,18	2,0±0,11	5,1±0,28	2,9±0,35	2,4±0,09	1,5
Диаметр, см	6,4±0,46	1,9±0,38	2,3±0,24	2,1±0,20	5,5±0,39	2,3±0,27	2,1±0,20	1,4±0,17	4,5±0,33	2,3±0,24	1,6±0,17	0,5
Несплошная с выборкой 70 %												
Кол-во, тыс. экз./га	5,2		2,4	4,2	4,6		2,8	1,8	0,8			
Высота, м	7,8±0,57	–	4,0±0,29	3,4±0,26	6,7±0,86	–	3,3±0,19	2,7±0,21	4,9±0,26	–	–	–
Диаметр, см	6,3±0,59	–	2,6±0,20	2,3±0,19	5,8±0,60	–	2,3±0,17	2,0±0,22	4,8±0,78	–	–	–
Несплошная с выборкой 80 %												
Кол-во, тыс. экз./га	4,5	1,4	1,8	1,3	4,0	2,6	0,9	1,3	4,4	0,3	0,7	0,1
Высота, м	7,9±0,31	3,9±0,26	3,0±0,21	2,4±0,19	6,4±0,33	2,9±0,20	2,7±0,30	2,2±0,16	5,9±0,76	2,7±0,66	2,6±0,43	2,0
Диаметр, см	6,8±0,36	3,4±0,28	2,3±0,21	1,8±0,18	4,5±0,30	2,3±0,15	1,7±0,22	1,6±0,19	5,1±0,26	2,2±0,44	2,0±0,47	2,0
Сплошнолесосечная												
Кол-во, тыс. экз./га	2,9	1,2	0,3	0,5	2,6	0,4	1,2	0,9	0,8			
Высота, м	8,4±0,45	3,9±0,37	3,0	3,1±0,33	7,9±0,30	3,0	3,2±0,27	3,4±0,34	7,1±0,69	–	–	–
Диаметр, см	8,0±0,70	2,8±0,30	2,0	2,1±0,24	7,0±0,57	2,1	2,3±0,21	2,2±0,30	6,1±0,25	–	–	–

Через 15 лет после проведения каймовой рубки с целью более детального изучения пространственного размещения количественных и качественных показателей подроста каждый участок условно был разделен на ленты, отстоящие на 0–5, 5–15 и 15–25 м от не покрытой лесом площади (ЛЭП). На каждой ленте проводился учет подроста методом круговых площадок  $R = 1,78$  м. Всего заложено 145 круговых площадок общей площадью 0,15 га.

На каждой круговой площадке производился учет каждого экземпляра подроста с замером диаметра на высоте груди и высоты, а также установлением состояния. По последнему показателю подрост на момент учета подразделялся на здоровый, сомнительный, нежизнеспособный и погибший. В категорию «сомнительные» попали особи,

жизнеспособность которых при изменении экологических условий вызывает сомнение и не может быть объективно установлена при учете в отличие от подроста, попавшего в категорию «нежизнеспособные». На основании полученных данных составлена таблица, где в зависимости от интенсивности рубки можно отследить изменение средней высоты, диаметра и состояния соснового подроста на различном удалении от открытого пространства (ЛЭП).

Следует отметить тесную достоверную прямолинейную связь высоты здорового соснового подроста на каждой ленте с  $R = 0,90–0,91$ . На контроле по сравнению с участками каймовой рубки наглядно проявляется ухудшение всех таксационных показателей соснового подроста. При этом особенно существенные различия в показателях сред-

них высот и диаметров проявляются между группами подроста разного состояния. Например, если различие средних высот между «здоровыми» и «сомнительными» экземплярами подроста на контроле варьирует от 1 до 2 м, то на участках каймовых рубок – от 2 до 5 м.

Таким образом, сложившиеся лесорастительные условия на контрольном участке являются существенным сдерживающим и стабилизирующим фактором, влияющим на динамику естественного возобновления в плане его роста и состояния.

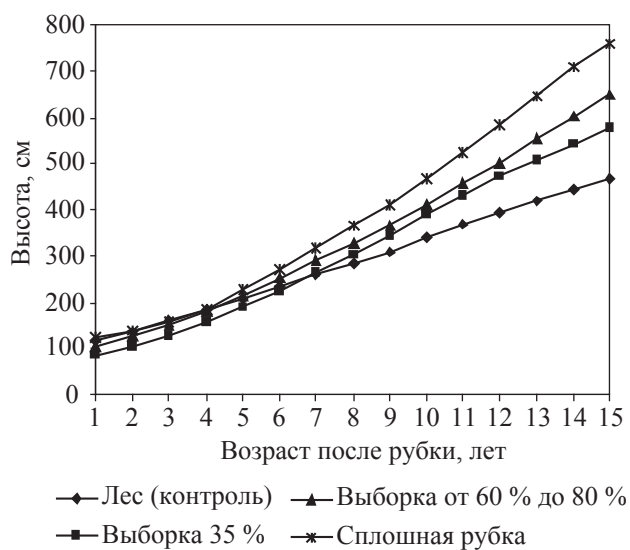


Рис. 1. Ход роста соснового подроста в высоту на участках каймовой рубки

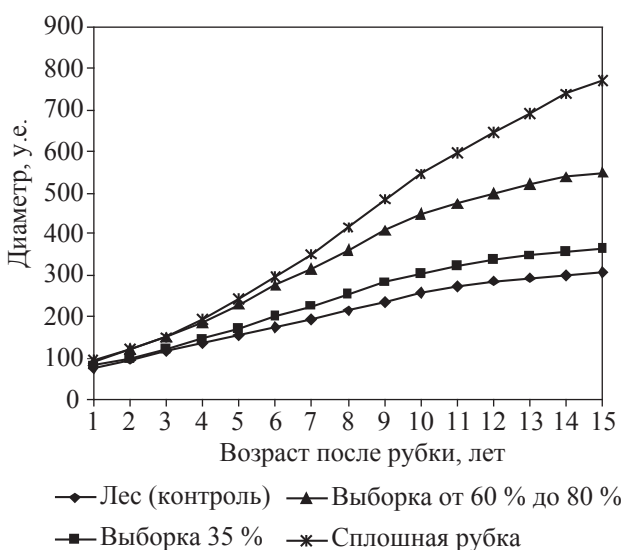


Рис. 2. Ход роста соснового подроста по диаметру на участках каймовой рубки

После определения средних диаметров на каждом исследованном участке, а в пределах участка на каждой ленте для определения хода роста соснового подроста было взято не менее пяти модельных деревьев. Из них среднему диаметру соответствовали три модели, а две имели примерно максимальное и минимальное значения для конкретного участка. Все модельные экземпляры подроста были срезаны у основания. В полевых условиях производились замеры ежегодных приростов в высоту. В лабораторных условиях по спилам с помощью бинокулярного микроскопа МБС-10 устанавливался возраст и измерялась ширина годичных колец. Полученные данные позволили графически отобразить динамику роста соснового подроста по высоте (рис. 1) и диаметру (рис. 2) за 15 лет после проведения каймовой рубки. Значения общего прироста соснового подроста по высоте и диаметру на участках с выборкой от 60, 70 и 80 % оказались близкими. Это дало возможность составить для них общий график хода роста.

Согласно полученным данным, на всех участках за 3 года до рубки величина ежегодных приростов в высоту составляла 13–15 см, а средний радиальный прирост по диаметру не превышал 1 мм (20 у.е.).

После рубки темп роста подроста сосны в высоту на контрольном участке не изменился и оставался стабильным в течение всего периода наблюдений. Совершенно другая реакция наблюдалась у подроста на пройденных каймовой рубкой участках. Существенное увеличение прироста в высоту на пройденных рубкой участках по сравнению с контролем в 1,5–2,0 раза произошло через 4 года после проведения каймовой рубки. После этого периода темп роста стабилизировался, и на варианте с выборкой 35 % ежегодный прирост составлял в среднем около 35 см, выборкой от 60 % до 80 % – 45 см, а при сплошной рубке – 55 см.

Увеличение прироста по диаметру по отношению к контролю в 1,5 раза произошло через два года после рубки на вариантах, где интенсивность рубки составляла 60 % и более. В варианте с интенсивностью рубки 35 % увеличение радиального прироста в 1,3 раза по отношению к контролю произош-

ло только через три года. Еще через два года прирост увеличился в 1,5 раза и оставался стабильным в течение следующих пяти лет. Через девять лет после проведения каймовой рубки прирост по диаметру на всех участках каймовой рубки стал снижаться, но остался значительно выше такового на контроле.

Изменение экологических условий в результате проведения каймовых рубок позволяет определенной части подроста при благоприятном стечении обстоятельств (отсутствие каких-либо повреждений, болезней, хорошие наследственные качества) в условиях жесткой внутривидовой конкуренции ре-

ализовать свои потенциальные возможности, что выражается в значительном увеличении темпа роста. Последнее подтверждается результатами корреляционного анализа. В целом высота подроста через 15 лет после рубки, хотя и достоверно, но достаточно слабо связана с его высотой до рубки ( $R = 0,50$ ). Еще меньше связана высота подроста до рубки с темпом его роста за 15 лет после рубки ( $R = 0,29$ ). Тесная и достоверная прямолинейная связь установлена между интенсивностью рубки и общим приростом подроста по высоте и диаметру за исследуемый период,  $R = 0,97$  и  $R = 0,95$  соответственно.

### **ВЛИЯНИЕ ЗАПАСНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ВОДОПРОВОДЯЩИХ ПУТЕЙ У БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (*BETULA PENDULA ROTH*)**

О.В. ТОЛКАЧ, докторант каф. лесоводства УГЛТУ, канд. с.-х. наук

Основными факторами среды, определяющими годичный радиальный прирост, являются температура, влагообеспеченность, освещенность [5]. Перечисленные факторы влияют на физиологические процессы дерева, обуславливая величину радиального прироста, которая считается их интегральным показателем. Широко распространено мнение, что величина радиального прироста зависит от запаса пластических веществ растения, необходимых для построения тканей годичного кольца. Наряду с этим, на наш взгляд, транспирация является тем фактором, который в наибольшей степени влияет на радиальный прирост. Это связано с тем, что одной из важнейших функций ксилемы является проведение пасоки, объем которой во многом зависит от интенсивности транспирации. На роль транспирации в формировании величины годичного радиального прироста также указывает и такое явление, как образование ложных колец, если рассматривать его как результат реакции дерева на изменение потребности в транспорте воды. Так, у листовых пород побивающие листву весенние заморозки или объедание листьев насекомыми вызывают образование поздней древесины, за которой опять следует ранняя, сформиро-

ванная вслед за распусканием листьев [1], и, следовательно, увеличение транспирации.

Из литературных данных [6] известно, что существует зависимость между шириной годичного кольца и транспирирующей фитомассой. Следовательно, формирование текущего годичного кольца – это поддержание необходимого объема водопроводящих путей. И возможно именно этим объясняется достоверно значимая корреляция ширины смежных годичных колец, которая составила у березы повислой в районе наших исследований (подзона предлесостепных сосново-березовых лесов и зона северной лесостепи) 0,56–0,75.

Береза повислая относится к рассеянососудистым породам. То есть сосуды формируются по всей ширине годичного кольца, и период их формирования соотносится с развитием почек на побегах текущего года. Во вновь сформированном годичном кольце наблюдается наименьшее сопротивление водному току [4], то есть по сосудам кольца текущего года происходит основное снабжение кроны водой. В то же время активное весеннее сокодвижение происходит по всей или основной части ксилемы [3, 5, 6] и максимум воды в стволе наблюдается весной перед распусканием почек. Возникает вопрос, как осу-



ществляется подъем воды в сосудах и трахеидах при отсутствии сосущей силы листьев? Корневое давление способно осуществить подъем воды на высоту около двух метров. Дальнейшее продвижение пасоки может происходить за счет сужения и расширения стенок сосудов благодаря воздействию клеток паренхимы [2]. Мы берем на себя смелость предположить, что дальнейшее подтягивание воды к кроне происходит еще и за счет гидролиза крахмала, максимум содержания которого в стволе наблюдается весной. При гидролизе крахмала образуются сахара (в пасоке березы преобладают фруктоза и глюкоза) [5] и происходит присоединение молекул воды и дополнительное подтягивание ее вверх по стволу. Это перемещение воды в стволе наряду с физическим и метаболическим [5] можно было бы назвать химическим. Известно, что только весной пасока берез имеет высокую сахаристость. То есть, крахмал, запасаемый в стволе, выполняет весной как минимум две функции – снабжение вновь распускающейся листвы пластическими веществами и подъем воды к распускающимся почкам в отсутствие сосущей силы транспирации. После распускания листьев транспорт пасоки облегчается за счет присасывающего действия транспирации. Углеводы, находящиеся в пасоке, полностью не используются на построение тканей, и их излишки претерпевают преобразования, продукты которого закупоривают сосуды части ксилемы. Предположительно сосуды закупориваются крахмалом. Одновременно формируется новое годичное кольцо, которое компенсирует временный вывод из водопрводящей системы сосудов и обеспечивает новые транспортные пути. Впоследствии, в период вегетации, более глубокие слои ксилемы промываются восходящими потоками пасоки, в зависимости от интенсивности транспирации степень промывки их может быть разной. Возможно, что именно поэтому у разных авторов значительно различается величина годичных колец, участвующих в проведении пасоки к транспирирующей массе [6]. Нами была проведена серия исследований с марта по август 2007 г. с целью наблюдения за динамикой содержания крахмала в стволах березы повислой. Гистохимический анализ крахмала

проводился параллельно 5 % раствором йода и реактивом Люголя по всей длине ствола через каждые 2 м на свежих спилах. До начала сокодвижения крахмал обнаруживался качественным тестом только во флоэме и живых клетках древесины. Микроскопирование показало, что в это время сосуды были чистые (рис. 1).

Микроскопирование в начале июня, через две недели после окончания весеннего сокодвижения, показало наличие зерен крахмала в просветах сосудов (качественная реакция на крахмал раствором Люголя) (рис. 2). При этом качественная реакция на крахмал в живых клетках древесины показала наличие его только в поздней древесине, в ранней (где находится основное количество сосудов) он отсутствовал. Не было его и в кольце текущего года. В июле было зафиксировано его равномерное распределение в поздней и ранней древесине годичных колец.

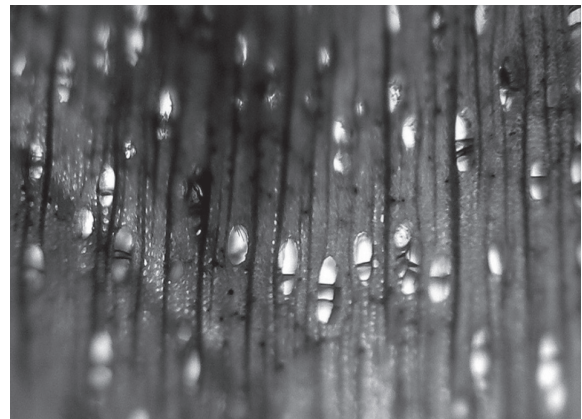


Рис. 1. Срез древесины, обработанный реактивом Люголя. Март 2007 г.

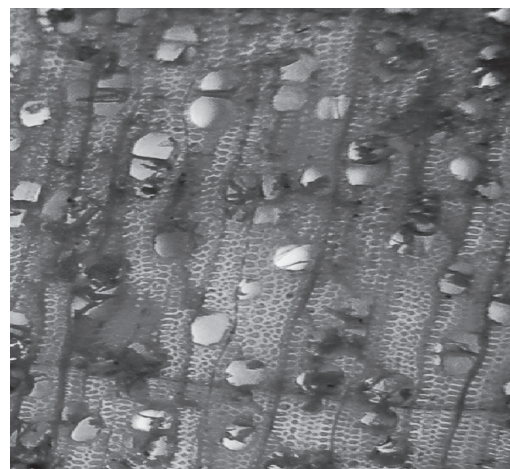


Рис.2. Срез древесины, обработанный реактивом Люголя. Июнь 2007 г.

Таким образом, полученные данные подтверждают нашу гипотезу о том, что основным фактором, обуславливающим интенсивность прироста годичного кольца в весенне-летний период, может быть степень закупоренности сосудов ксилемы радиальных колец предыдущих годов за счет скопления в них остатков углеводов, выходящих в просветы сосудов во время весеннего сокодвижения. Степень же изоляции зависит не только от количества углеводов, выделенных в сосуды живыми клетками древесины (то есть опосредованно от их общего количества, а значит, от интенсивности фотосинтеза в предыдущем году), но и от интенсивности транспирации после прекращения сокодвижения и активности промывания сосудов от углеводов.

### Библиографический список

1. Васильев, А.Е. Ботаника: анатомия и морфология растений / А.Е. Васильев, Н.С. Воронин, А.Г. Еленевский. – М., 1978. – 478 с.
2. Жолкевич, В.Н. Транспорт воды в растении и его эндогенная регуляция / В.Н. Жолкевич. – М., 2001. – 73 с.
3. Иванов, А.А. Анатомия растений / Л.А. Иванов. – М., 1931. – 137 с.
4. Красулин, Н.П. О сообщаемости годичных слоев древесины в связи с водным балансом дерева / Н.П. Красулин // Физиологические исследования древесных пород. Вып. 21, 1941. – С. 119–136.
5. Крамер, П. Физиология древесных растений / П. Крамер, Т. Козловский. – М., 1963. – 563 с.
6. Усольцев, В.А. Биоэкологические аспекты таксации фитомассы деревьев / В.А. Усольцев. – Екатеринбург, 1997. – 213 с.

## ИСПЫТАНИЕ ТРАВΟΣМЕСЕЙ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗОЛОТВАЛА В ТЮМЕНИ

Б.Е. ЧИЖОВ, *проф., директор Тюменской лесной опытной станции, докт. с.-х. наук*,  
Л.И. АТКИНА, *проф. каф. ландшафтного строительства УГЛТУ, докт. с.-х. наук*,  
Е.Ю. АГАФОНОВ, *ст. научн. сотр. Тюменской лесной опытной станции*,  
Н.Г. СУСЛОВА, *ассистент каф. ландшафтного строительства УГЛТУ*

В 2006 г. в окрестностях г. Тюмени на территории золоотвала ТЭЦ были начаты работы по реконструкции заросшей сорной растительностью территории в дендропарк. В связи с этим перед создателями парка возник ряд проблем, требующих проведения научных исследований.

К настоящему времени имеется значительное число разработок по рекультивации зольного субстрата методом создания культурфитоценозов [1–5]. Изучение особенностей роста и развития растений на каменноугольной золе имеет огромное прикладное значение для биорекультивации нарушенных земель и кроме того представляет значительный интерес в связи с разработкой общей теории адаптациогенеза растений к новым экологическим факторам техногенного происхождения [4].

На основе существующих разработок был предложен метод, близкий к сельскохозяйственно-лесному направлению [4]. Территория золоотвала рекультивировалась по-

этапно, сначала обрабатывалась гербицидом, а затем на месте сорной растительности планировался посев злаков.

Цель настоящей работы – установить степень влияния глифосата на последующее восстановление сорных растений и подобрать оптимальную травосмесь для формирования живого напочвенного покрова на золоотвале.

В задачи предстоящей работы входили подбор репрезентативных участков, обработка их химикатами (водным раствором глифосата, 360 г/л), посев травосмесей в различных комбинациях, фиксирование и анализ полученных результатов.

Для проведения эксперимента были подобраны три участка, различные по месторасположению и микроусловиям.

Участок № 1 расположен вдоль стийной автомобильной дороги на открытом месте, состоит из трех полос шириной 2,5 м, длиной в среднем 15 м каждая. Обработка химикатами на этом месте проводилась для анализа воздействия глифосата на вейник на-

земный (*Calamagrostis epigeois* [6]), никакие посе­вы не произво­дились. Следует отметить, что уже после трех-четы­рех про­ездов легко­вой машины по вейнику тра­ва не под­нимается, а в течение сезона выпадает и на сле­дую­щий год уже не всходит.

Участок № 2 расположен на открытом сол­нечном месте, в непосредственной бли­зости от стихийной автомобильной доро­ги, расстояние до существующего насаж­дения порядка 20 м. Площадь его состав­ила 70 м<sup>2</sup>, он поделен еще на 18 равных по площади участков, для каждого из которых под­готовлен различный состав травосмеси.

Участок № 3 находится в более влаж­ном месте, чем участок № 2, окружен со всех сторон зарослями тростника обыкновенного (*Phragmites communis*) высотой 1,5–1,8 м. Его площадь 60 м<sup>2</sup>. Делится на 2 части по 30 м<sup>2</sup> каждая. На одной произвели химобработку, посеяли травы, а на второй части лишь про­извели укос и посеяли те же травы, что и в первой части.

Посев произведен 27.04.2007 г. одно­временно на участках № 2 и 3. Монопосевом и травосмесью в различной комбина­ции в соотношении 1 : 1 были высеяны ко­острец без­остый (*Bromus inermis*), тимофеевка луговая (*Phleum pratense*), овсяница луговая (*Festuca pratensis*), овсяница красная (*Festuca rubra*), козлятник лекарственный (*Galega officinalis*), люцерна серповидная (*Medicago falcate*), кле­вер луговой (*Trifolium pratense*). Все травы посеяны с густотой 25 г/м<sup>2</sup>. За посевами уход не проводился.

Т а б л и ц а 1

**Проективное покрытие вейника наземного на участке № 1 после обработки глифосатом**

№ полосы	Проективное покрытие, %	Высота, см
1	4	$\frac{22-30}{25,5}$
2	10	$\frac{25-35}{30}$
3	7	$\frac{20-30}{25}$

Примечание: здесь и далее в числителе – раз­мах колебаний, в знаменателе – среднее значение.

На каждом участке осуществлялись замеры проективного покрытия (по видам), густоты всходов и их высоты.

Площадь проективного покрытия колеблется в пределах от 4 % до 10 %, что го­ворит об угнетающем влиянии химиката на вейник наземный.

На 7 секциях участка № 2 был выпол­нен монопосев. На основе анализа данных, приведенных в табл. 2, можно утверждать, что худшие результаты по проективному по­крытию, густоте и высоте отмечены у овсяниц луговой и красной. Лучшие результаты по проективному покрытию почвы у тимофе­евки луговой – 30 %, люцерны серповидной – 50 % и клевера лугового – 50 %.

На 6 секциях посев был выполнен из двух видов травянистых, в соотношении 1 : 1. Полученные результаты приведены в табл. 2. Лучшие показатели по проективному по­крытию у смеси козлятника лекарственного и люцерны серповидной – 50 %. Худшие ре­зультаты у смеси овсяницы луговой и крас­ной: проективное покрытие – 5 %, густота – 50 шт./1 м<sup>2</sup> (0–100 шт./м<sup>2</sup>).

На 5 секциях посе­вы были проведены с различными способами заделки. С заделкой боронованием и без нее были высеяны: смесь всех семи видов (в равных долях); смесь ти­мофеевки луговой и клевера лугового (1 : 1); газонная смесь с торфом и песком. Результа­ты приведены в табл. 3. Самые лучшие пока­затели у газонной смеси, высеянной вместе с торфом и песком: площадь проективного по­крытия – 98 %, густота всходов – 5 000 шт./м<sup>2</sup> (4500–5500 шт./м<sup>2</sup>). Видимо, сказалось добав­ление почвенного субстрата, что послужило хорошей базой для формирования дерново­го покрова. Можно также принять во вни­мание для дальнейшего применения смесь всех культур с заделкой (площадь покрытия – 75 %, высота – 20,5 см (10–30 см), густота – 2 500 шт./м<sup>2</sup> (1 800–3 000 шт./м<sup>2</sup>)).

Следует отметить, что распределение всходов произошло равномерно по всей испы­туемой территории, а вейник взошел лишь на 3 % от всей площади и отдельными кочками.

Участок № 3. Данные исследований для участка с протравленным тростником приведены в табл. 3. Среди бесспорных ли-

дерев газонная смесь, посеянная с торфом и песком: площадь покрытия 99 % (98–100 %), густота – 4 500 шт./ м<sup>2</sup> (4 100–4 700 шт./м<sup>2</sup>). Высокие результаты также у смеси клевера лугового и люцерны серповидной: проективное покрытие – 90 % (85–95 %), густота всходов – 600 шт./м<sup>2</sup> (400–800 шт./м<sup>2</sup>); люцерны серповидной и козлятника лекарственного: проективное покрытие – 90 %, густота всходов – 700 шт./м<sup>2</sup> (500–1 000 шт./м<sup>2</sup>). На эти результаты повлияло, кроме качества самих трав, затененное и влажное положение пробной площади. По высоте все травы достигли показателей при произрастании в нормальных почвенных условиях. Тростник занимает лишь примерно 3 % от протравленной территории, что доказывает угнетающее влияние глифосата на тростник.

На части пробной площади, где тростник был лишь выкошен, он восстановился,

заяв 90 % от всей территории, и достиг высоты 1,5–1,8 м. Тростник подавил практически полностью культурные посевы, которые вззошли лишь на 10 % всей площади.

Посевы всех видов растений существуют один вегетационный сезон, но уже сейчас обращает на себя внимание то, что газонная смесь с торфом и песком более активно формирует дернину, образуя больше корней и побегов.

При создании на территории золоотвала дендропарка одна из главных проблем – недопущение появления обнаженной, пылящей поверхности золы.

Проведенные эксперименты позволяют подобрать травосмесь для создания полноценного газонного покрытия. Самый простой способ по результатам данных – это посев газонной смеси с добавлением торфа и песка.

Т а б л и ц а 2

**Основные характеристики посевов на участке № 2**

Посевы	Проективное покрытие, %	Высота, см	Густота, шт./м <sup>2</sup>
Одновидовые			
Кострец безостый	20	<u>27–32</u> 29,75	<u>0–300</u> 175
Тимофеевка луговая	30	<u>35–50</u> 43,75	<u>100–500</u> 300
Овсяница луговая	10	<u>15–30</u> 23,75	<u>0–200</u> 75
Овсяница красная	10	<u>5–12</u> 8	<u>0–300</u> 125
Козлятник лекарственный	15	<u>10–20</u> 15	<u>0–300</u> 150
Люцерна серповидная	50	<u>10–23</u> 16,25	<u>300–700</u> 500
Клевер луговой	50	<u>5–12</u> 8,5	<u>300–700</u> 500
Смешанные			
Кострец безостый и козлятник лекарственный	30	<u>25–35</u> 29	<u>500–1000</u> 725
Тимофеевка луговая и люцерна серповидная	40	<u>12–28</u> 20	<u>300–500</u> 375
Овсяница луговая и овсяница красная	5	<u>3–7</u> 5	<u>0–100</u> 50
Овсяница красная и клевер луговой	35	<u>3–8</u> 6	<u>0–500</u> 275
Козлятник лекарственный и люцерна серповидная	50	<u>10–25</u> 16	<u>100–500</u> 300
Люцерна серповидная и кострец безостый	40	<u>12–20</u> 16	<u>0–400</u> 200

**Основные характеристики посевов, различающихся способом заделки, на участке № 2 и чистых и смешанных посевов на участке № 3 после обработки тростника глифосатом**

Посевы	Проективное покрытие, %	Высота, см	Густота, шт/м <sup>2</sup>
Смешанные на участке № 2			
Травосмесь с торфом и песком	98	<u>23–27</u> 25	<u>4500–5500</u> 5000
Смесь всех культур с заделкой	75	<u>10–30</u> 20,5	<u>1800–3000</u> 2500
Смесь всех культур без заделки	60	<u>8–23</u> 16,8	<u>1500–2500</u> 2000
Тимофеевка луговая и клевер луговой с заделкой	55	<u>7–30</u> 18,5	<u>100–800</u> 425
Тимофеевка луговая и клевер луговой без заделки	8	<u>7–25</u> 16	<u>0–200</u> 100
Чистые и смешанные на участке № 3 после обработки тростника глифосатом			
Травосмесь с торфом и песком	99	<u>37–43</u> 40	<u>4100–4700</u> 4500
Клевер луговой и люцерна серповидная	90	<u>15–50</u> 32,5	<u>400–800</u> 600
Овсяница красная и овсяница луговая	75	<u>15–21</u> 18	<u>100–500</u> 300
Люцерна серповидная и козлятник лекарственный	90	<u>15–60</u> 35	<u>500–1000</u> 700
Овсяница луговая	55	<u>15–20</u> 18	<u>200–300</u> 250
Тимофеевка луговая	70	<u>8–12</u> 10	<u>200–300</u> 250
Кострец безостый	30	<u>27–33</u> 30	<u>0–200</u> 100

При должном уходе (полив, регулярные стрижки) возможно достижение хорошего дернового покрытия, устойчивого на разрыв и к вытаптыванию. Обработка результатов показала, что лучшие показатели после первого года оказались у смесей различных видов по сравнению с монопосевами.

Заложенный опыт нуждается в продолжении в течение 3–5 лет, только тогда возможны долгосрочные прогнозы по успешности зарастания и устойчивости рассмотренных травосмесей.

**Библиографический список**

1. Тарчевский, В.В. Биологические методы консервации золоотвалов тепловых электростанций Урала: сб. научн. тр. каф. ботаники / В.В. Тарчевский // Растения и промышленная среда. – Свердловск, 1964. – С. 70–115.
2. Пикалова, Г.М. Некоторые закономерности формирования культурфитоценозов на золоотвалах ТЭЦ Урала: сб. научн. тр. каф. ботаники / Г.М. Пи-

- калова, Г.П. Серая, М.В. Пасынкова и др // Растения и промышленная среда. – Свердловск, 1974. – С. 69–96.
3. Пасынкова, М.В. Зола углей как субстрат для выращивания растений: сб. научн. тр. каф. ботаники / М.В. Пасынкова // Растения и промышленная среда. – Свердловск, 1974. – С. 29–44.
4. Трубина, М.Р. Ценопопуляции культурных трав 1-го года жизни в экспериментальных посевах на золоотвалах: материалы международного совещания / М.Р. Трубина, А.К. Махнев, С.В. Мигалина // Биологическая рекультивация нарушенных земель. – Екатеринбург: УрО РАН, 1997. – С. 220–238.
5. Махнев, А.К. Особенности формирования культурфитоценозов на золоотвале Рефтинской ГРЭС: материалы Междунар. научн. конф. / А.К. Махнев, Н.Е. Уманова, Е.Р. Салихова. // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2007. – С. 478–497.
6. Хржановский, В.Г. Курс общей ботаники: учебник для сельхозвузов / В.Г. Хржановский. – М.: Высшая школа, 1976.

## ТРАНСФОРМАЦИЯ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ И ДРЕВЕСНОГО ЯРУСА ЕЛОВЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ 30-ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА ОСУШЕНИЯ

А.С. ЧИНДЯЕВ, *проф. каф. лесных культур и мелиораций УГЛТУ, д-р биол. наук,*  
А.В. ГОРЯЕВА, *асп. каф. лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ,*  
О.Н. ПАРФЕНТЬЕВА, *асп. каф. лесных культур и мелиораций УГЛТУ*

**А**ктуальность изучаемой проблемы состоит в том, что на сегодняшний день самый важный этап в функционировании мелиорированных лесов – конечный (период стабилизации по В.Г. Рубцову, А.А. Книзе) [10] – остается практически неизученным. Важность этой проблемы состоит также и в том, что только в Свердловской области в границах Гослесфонда площадь болотных лесов превышает 3,5 млн га [11] и они нуждаются в регулировании водного режима.

Между тем известно [3, 4, 6], что в результате мелиорации происходит трансформация экологических условий среды обитания деревьев, поэтому они начинают реагировать на осушение. Однако, как отмечает С.П. Ефремов [6], далеко не все компоненты лесоболотных биогеноценозов и элементы древостоя достаточно синхронно и с одинаковой эффективностью реагируют на осушение. В этом проявляется не только структурная неоднородность, но и определенная консервативность, своеобразная жизненная устойчивость сообществ, сформировавшихся в условиях избыточного увлажнения. И там же (с. 131) отмечается, что изменение с помощью осушения устойчивости инерции их функционирования, придание им качественно иного темпа развития достигается не сразу. Требуется определенное время, прежде чем произойдет перестройка биотических и абиотических связей между компонентами биогеноценоза. При прочих равных условиях реакция древесного яруса в целом и его отдельных элементов существенно зависит от возраста, на который приходится осушение: чем моложе древостой, тем эффективнее его отзывчивость на осушение. Наряду с этим эффективность осушения зависит от сомкнутости древостоев, цикличности и фазы текущих приростов. Существенно важно, насколько

глубоким и продолжительным оказался спад или, напротив, подъем ростовой активности у деревьев в период, предшествовавший мелиорации.

В зависимость от соотношения сил влияния этих факторов отдельное дерево и древостой проявляют разный эффект во времени и дают неодинаковую лесоводственную и таксационную результативность при осушении. Определяющая роль принадлежит и давности мелиорации. Поэтому изучение этих вопросов представляется весьма актуальным.

Исследования выполнены на лесоболотном стационаре «Песчаный», заложенном 30 лет назад [12]. Он расположен в Уральском учебно-опытном лесхозе Лесотехнического университета в 30 км от Екатеринбурга.

Объект представляет собой низинное болото, на котором произрастают сосновые, еловые и березовые древостои, как чистые, так и смешанные по составу.

Осушение выполнено сетью открытых каналов глубиной 0,8–1,2 м, шириной по дну 0,3–0,4 м с уклонами 0,003–0,004. Расстояние между регулирующими каналами от 110 до 160 м.

Полевые исследования выполнялись на постоянных пробных площадях (ППП) с еловыми древостоями (табл. 1). В качестве контроля взят неосушенный участок, на котором заложена пробная площадь и обозначена К. бол. (контроль на болоте, неосушенный).

Целью изучения на данном этапе исследований являлись торфяная залежь и древостой. Торфяная залежь – наиболее важный компонент лесоболотного биогеноценоза. Она на объекте исследований относится к низинному типу различной мощности и достигает 2,20 м (табл. 2).

Т а б л и ц а 1

**Характеристика пробных площадей (до осушения)**

Номер ППП	Состав, тип леса	Класс		Средние		Полно-та, м <sup>2</sup> /га	Число деревь-ев, шт./ га	Мощность торфа, м	Рассто-яние до канала, м
		возраста	бонитета	Д, см	Н, м				
К бол. (контроль)	8Е1С1Б; Е. ос.-тр.	VI	V	17,3	15,3	21,4	733	0,70	–
1	10Е ед. С, Б; Е. ос.	VI	V	18,6	15,8	21,4	1270	1,10	32
9	4Е3С3Б; Е. ос.	VI	V	15,3	12,0	30,7	1295	1,65	30
17	4Е5Б1С; Е. вн.-ос.	VI	V	15,0	15,0	22,9	1000	1,10	20
8	5С3Е2Б; С. вн.-ос.	VI	V	18,4	15,0	28,2	1226	2,20	76

Т а б л и ц а 2

**Характеристика торфа базовых объектов исследования**

Номер ППП	Индекс типа леса	Характеристика торфа				Коэффициент фильтрации 1 м слоя	
		тип	мощность, м	подстилаю-щий грунт	вид и степень разложения, %	см/с	м/сутки
1	Е. ос.	низинный	1,10	песок	Древесно-осоковый, 39	0,041	35,4
9	Е. ос.	низинный	1,65	суглинок	Осоковый, 40	0,135	116,7
17	Е. вн.-ос.	низинный	1,10	песок	Древесно-осоковый, 45	0,005	43,2
8	С. вн.-ос.	низинный	2,20	песок	Древесно-осоковый, 29	0,034	29,4

Т а б л и ц а 3

**Физико-химическая характеристика корнеобитаемого слоя торфа объектов исследования (до осушения)**

Номер ППП, ин-декс типа леса	Слой торфа, см	Золь-ность, %	рН	Степень разложе-ния, %	Объемная масса, г/см <sup>3</sup>	Общее содержание от абсолютно сухо-го вещества, %		Полная вла-гоемкость, %	Скваж-ность, %
						N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
8, С. вн.-ос.	0–10	18,9*	4,4	51	0,130	1,3	0,50	708	92,0
		16,5	4,6	30	0,153	2,0	0,33	580	88,7
9, Е. ос.	10–20	14,4	4,7	54	0,160	1,1	0,40	559	89,4
		15,3	4,5	40	0,155	1,8	0,43	572	88,7
	20–30	14,4	4,4	52	0,165	0,9	0,40	538	88,7
		16,5	4,6	40	0,241	1,7	0,42	544	82,8

\* В числителе данные для ППП-8, в знаменателе – для ППП-9

Т а б л и ц а 4

**Трансформация мощности торфяной залежи болота за 30-летний период осушения**

Показатели	Пробные площади				
	К. бол. Е. ос.-тр.	ППП-1 Е. ос.	ППП-17 Е. вн.-ос.	ППП-9 Е. ос.	ППП-8 С. вн.-ос.
Состав древостоя	8Е1С1Б	10Е ед. С, Б	4Е5Б1С	4Е3С3Б	5С3Е2Б
Расстояние до канала, м	–	30	20	30	76
Мощность торфа, м:					
до осушения	0,70	1,10	1,10	1,65	2,15
после осушения	0,63	0,90	0,80	1,40	1,85
Осадка торфа: см	7,0	20,0	30,0	25,0	30,0
%	10,0	18,2	27,3	15,2	14,0

**Динамика таксационных показателей еловых болотных древостоев  
под влиянием 30-летнего периода осушения**

Древостои	Состав, тип леса	Средние		Класс бонитета	Возраст, лет	Число стволов, шт./га	Полнота, м <sup>2</sup> /га
		Д, см	Н, м				
Контрольные (К. бол.)	За предшествующее 30-летие (до осушения)						
	8Е1С1Б Е. тр.сф.	17,3	15,5	V	130	Е – 735 С – 50 Б – 41 Всего 826	Е – 17,9 С – 1,69 Б – 1,61 Всего 21,2
	За текущее 30-летие (после осушения)						
	75 Е 95 Б Е. тр.сф.	20,1	18,6	IV	160	Е – 591 Б – 255 Всего 846	Е – 18,85 Б – 6,31 Всего 25,16
Различие между периодами, %		115,7	121,6			по ели 80,4 общее 102,4	105,3 118,7
Опытные (Пр. 1)	За предшествующее 30-летие (до осушения)						
	10Е ед.С, Б Е. ос.	18,6	15,3	V	120	Е – 785 Б – 450 С – 35 Всего 1270	Е – 21,4 Б – 5,0 С – 2,0 Всего 28,4
	За текущее 30-летие (после осушения)						
	I 10Е II 10Б Е. ос.	25,9 16,8	20,3 20,5	IV	150	Е – 545 Б – 370 Всего 915	Е – 28,96 Б – 9,04 Всего 38,0
Различие между периодами, %		139,2	132,6			по ели 69,4 общее 72,0	135,3 133,8

Вид торфа в основном древесно-осоковый, степень разложения которого колеблется от 29 до 45 %. Обращают на себя внимание и довольно высокие коэффициенты фильтрации торфов, которые являются определяющими при расчете расстояний между осушителями. Значительный интерес представляет и физико-химическая характеристика корнеобитаемого (до 0,30 м) слоя торфа (табл. 3). Торф оказался высокозольным (14,4–18,9 %), но кислым (рН от 4,4 до 4,7). Содержание в нем азота и фосфора достаточно для успешного произрастания древостоев.

Таким образом, лесорастительные условия на данном болоте были благоприятны для произрастания древостоев. Но лишь избыток воды сдерживал использование потенциально богатства торфов. Поэтому 30 лет назад и был заложен опытный лесоболотный стационар «Песчаный» для изучения этих вопросов.

Работа выполнялась следующим образом. Для изучения состояния и особенностей роста древостоев на постоянных пробных площадях выполнялся сплошной пересчет де-

ревьев по двухсантиметровым ступеням толщины. По данным пересчетов определялись средние диаметры, площади сечений. После этого подбирались 5–10 учетных деревьев, близких к среднему диаметру, и у них возрастным буровом брались керны: один на шейке корня для определения возраста, второй – на высоте 1,3 м для анализа радиального прироста [3, 1, 7]. У всех учетных деревьев высотомером определялась высота с точностью до 0,1 м. Весь полевой материал подвергался статистической обработке [5, 7].

На пробных площадях изучалась и торфяная залежь. Для этого торфяным буром выполнялась зондировка мощности торфа. Количество шурфов на пробе бралось не менее 3–5 шт.

Как уже отмечалось, был проанализирован процесс трансформации торфяной залежи, этого наиболее важного и определяющего компонента лесоболотного биогеоценоза за 30-летний период осушения. Установлено, что за этот период произошло уменьшение торфяного слоя (табл. 4).



**60-летняя динамика прироста по радиусу различных типов еловых древостоев**

Таксационные показатели	Тип древостоя			
	Е. тр. сф., неосушенный (К. бол.)	Е. ч., неосушенный (К. мин.)	Е. ос., осушенный (Пр. 1)	Е. вн.-ос., осушенный (Пр. 17)
А, лет	147	175	146	162
Н, м	18,6	24,8	20,3	21,6
Д, см	24,3	22,7	26,0	29,2
Прирост по радиусу за пятилетия (суммарный), мм				
Пятилетия	30-летний период до осушения			
1	2,3	2,6	3,3	3,6
2	3,3	2,4	2,6	3,0
3	4,1	2,5	2,2	3,0
4	4,6	2,5	3,1	4,0
5	4,6	3,3	3,8	3,7
6	4,6	3,9	4,3	3,3
Статистики:				
М	4,0	2,9	3,2	3,4
$\sigma$	0,86	0,60	0,77	0,45
$m_x$	0,35	0,25	0,31	0,20
$C, V$	21,5	20,6	24,1	13,2
P	8,8	8,4	9,8	5,9
Отношение к				
К. бол., %	–	72,5	80,0	85,0
$t^*$	–	2,56	1,71	1,71
Пятилетия	30-летний период после осушения			
1	2,6	2,7	3,6	4,1
2	2,1	2,5	4,9	5,1
3	2,3	2,7	5,0	5,6
4	2,6	2,5	5,8	6,4
5	2,8	2,3	5,4	8,7
6	4,2	2,5	5,7	9,1
Статистики:				
М	2,8	2,5	5,1	6,5
$\sigma$	0,75	0,024	0,80	2,01
$m_x$	0,30	0,01	0,33	0,82
$C, V$	27,0	0,96	15,7	30,9
P	11,0	0,38	6,4	12,6
Отношение к				
К. бол., %	70	86,2	159,4	191,2
$t$	–	0,91	5,11	4,25

$t^*$  – существенность различия (по Дворецкому, 1961).

Оказалось, что величина осадки торфа, обусловленная и уплотнением его, и разложением, и использованием растительностью, во многом зависит не только от расположения пробной площади относительно канала, но и от его первоначальной мощности [2]. Оказалось, чем ближе к каналу, тем значительнее осадка торфа.

Выявлено, что абсолютная величина осадки торфа при первоначальной мощности

до 2,15 м в абсолютном выражении не превышает 30 см, в относительном она колеблется от 10 до 27 % от первоначальной величины. Причем максимальная осадка произошла на ППП-17, которая расположена в 20 м от канала. На контроле (К. бол.), как и следовало ожидать, осадка оказалась минимальной и равной 10 %, или 7 см. На остальных пробных площадях осадка торфа колеблется от 14 (ППП-8) до 18 % (ППП-1).

Как отмечает Н.И. Пьявченко [9], при использовании торфяников в лесохозяйственных целях потери торфяной залежи почти полностью исключаются. Это обуславливается, во-первых, неглубоким осушением; во-вторых, тем, что верхний слой болота не нарушается обработкой; в-третьих, накоплением лесной подстилки, подвергающейся неполной минерализации, обогащающей деятельный слой торфяника азотом и зольными элементами и предохраняющей торфяную залежь от окисления и минерализации.

В результате 30-летнего периода осушения претерпел трансформацию и древесный ярус (табл. 5). Так, на контроле из состава древостоя полностью выпала сосна, которая 30 лет назад была представлена одной единицей. Естественно, что за этот период увеличились и диаметр (до 115,7 %), и высота (до 121,6 %) ели, а число деревьев резко (до 80,4 %) снизилось, хотя их общее количество на пробе практически не изменилось (102,4 %). Аналогичная ситуация и с полнотой древостоя, которая увеличилась по ели до 105,3, а по древостою в целом до 118,7 %. Иначе говоря, болотные ельники на Урале и без осушения имеют положительную тенденцию функционирования.

Однако осушение таких ельников привело к их резкой трансформации, в результате чего они из простых по составу превратились в двухярусные, в составе которых нет сосны. Более значительно увеличились и диаметр (с 18,6 до 25,9 см, или до 139,2 %), и высота (132,6 %). Также на один класс увеличился бонитет. Резкое изменение экологических условий, вызванных мелиорацией, привело к ускорению формирования нового состава древостоя. Поэтому за рассматриваемый период число деревьев на пробе сократилось до 72 %, а по ели – до 69,4 % (с 785 до 545 шт./га). То есть процесс трансформации числа деревьев на осушенных площадях протекает интенсивнее, чем на контроле.

Наиболее важный показатель – полнота древостоя – также претерпел значительные изменения. Она довольно резко увеличилась и по древостою в целом (133,8 %), и по ели (135,3 %). Эти показатели в 1,5 раза выше, чем на контроле.

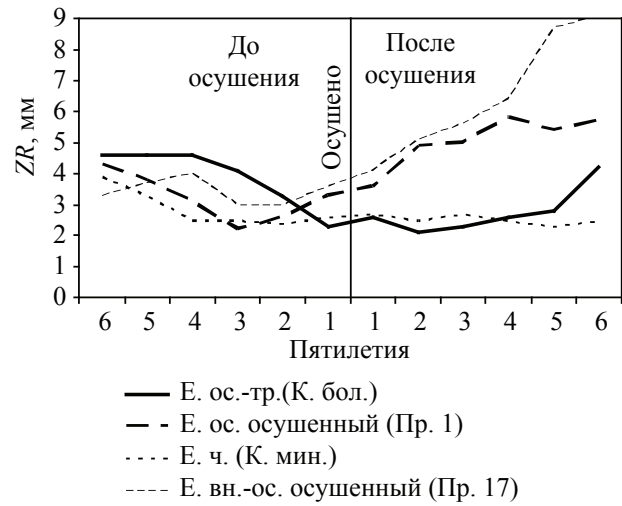


Рисунок. Динамика прироста по радиусу ( $Z_R$ , мм) еловых древостоев до и после осушения

Таким образом, 30-летний период осушения оказался весьма важным для еловых древостоев и весьма эффективным лесоводственным мероприятием.

Не отрицая важности конечного результата любого эксперимента, в т. ч. и положительного, можно утверждать, что он является недостаточно информативным, так как не в полной мере выявляет природу явления. Поэтому был выполнен анализ формирования прироста по радиусу еловых древостоев за последние 60 лет их роста.

Для более высокой надежности экспериментального материала исследовался и рост ельников, произрастающих на минеральных неосушенных почвах (ельник черничник), расположенных в непосредственной близости к стационару. Анализ приростов выполнен по пятилетиям и дан как суммарный.

Выявлено (табл. 6, рисунок), что до осушения ельники на всех четырех пробных площадях, согласно существенности различия ( $t = 2,56; 1,71; 1,71 < 3$ ), росли одинаково.

После осушения, т. е. в текущее тридцатилетие, рост ельников претерпел существенные изменения. Если на контрольных пробных площадях наблюдается снижение приростов, то на осушенных площадях ельники резко увеличили его. Это увеличение по сравнению с контрольными ельниками составляет по пробным площадям от 159 до

191 % и является статистически достоверным ( $t = 4,2$  и  $5,1$ ).

Подобное формирование прироста по радиусу еловых древостоев является, как мы полагаем, лишь результатом их осушения, т.е. успешного регулирования водного режима данной территории осушительной системой.

#### Библиографический список

1. Антанайтис, В.В. Прирост леса / В.В. Антанайтис, В.В. Загребев. – М.: Лесная пром-сть, 1969. – 240 с.
2. Бабилов, Б.В. Гидротехнические мелиорации лесных земель / Б.В. Бабилов. – М.: Экология, 1993. – 274 с.
3. Вомперский, С.Э. Биологические основы эффективности лесосушения / С.Э. Вомперский. – М.: Наука, 1968. – С. 141.
4. Вомперский, С.Э. Лесосушительная мелиорация / С.Э. Вомперский, Е.Д. Сабо, А.С. Формин. – М.: Лесная пром-сть., 1975. – С. 141.
5. Дворецкий, М.Л. Практическое пособие по вариационной статистике / М.Л. Дворецкий. – Йошкар-Ола: Поволжский лесотехн. ин-т, 1961. – 100 с.
6. Ефремов, С.П. Пионерные древостои осушенных болот / С.П. Ефремов. – Новосибирск: Наука, 1987. – 249 с.
7. Зайцев, Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике / Г.Н. Зайцев. – М.: Наука, 1984. – 424 с.
8. Загребев, В.В. Лесная таксация и лесоустройство / В.В. Загребев. – М.: Экология, 1991. – 384 с.
9. Пьявченко, Н.И. Торфяные болота, их природное и хозяйственное значение / Н.И. Пьявченко. – М.: Наука, 1985. – 152 с.
10. Рубцов, В.Г. Ведение хозяйства в мелиоративных лесах / В.Г. Рубцов, А.А. Кнize. – М.: Лесная пром-сть., 1981. – С. 147.
11. Сабо, Е.Д. Справочник гидролесомелиоратора / Е.Д. Сабо. – М.: Лесная пром-сть. 1981. 200 с.
12. Чиндяев, А.С. Лесоводственная эффективность осушения болотных лесов Среднего Урала / А.С. Чиндяев. – Екатеринбург: УГЛТА, 1995. – 186 с.

## АНАЛИЗ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Н.П. ШВАЛЕВА, *асп. каф. лесоводства УГЛТУ,*

С.В. ЗАЛЕСОВ, *проф. каф. лесоводства УГЛТУ, д-р с.-х. наук*

**Ж**ивой напочвенный покров (ЖНП) – одна из составляющих частей любой лесной экосистемы, оказывающая существенное влияние на течение многих биоценологических и сукцессионных процессов. Большинство видов растений, образующих живой напочвенный покров в лесу, уязвимо к воздействию факторов рекреации. Неслучайно именно живой напочвенный покров изменяется под влиянием рекреационного пользования значительно быстрее, чем древостой [1].

Объектом наших исследований являлись насаждения Шарташского лесопарка и лесопарка им. Лесоводов России. Лесопарк был заложен на площади 976 га близ Паркового микрорайона (на восточной окраине Екатеринбурга, к югу от Сибирского тракта). Шарташский лесопарк расположен к северо-востоку от города и имеет площадь 777 га. Оба лесопарка являются местом активного отдыха горожан.

Согласно схеме лесорастительного районирования Свердловской области [2], территория городского лесхоза, где расположены лесопарки, относится к южнотаежному округу Зауральской холмисто-предгорной провинции Западно-Сибирской равнинной лесорастительной области.

В ходе исследований нами было заложено двенадцать постоянных пробных площадей (ППП) – шесть в Шарташском лесопарке и шесть в лесопарке им. Лесоводов России, на которых выполнено комплексное изучение насаждений, определены таксационные показатели древостоев и их санитарное состояние. ППП заложены в сосняке разнотравном и сосняке ягодниковом.

Живой напочвенный покров (обилие, видовое состав) описывался на учетных площадках размером  $0,5 \times 0,5$ , по 20 площадок на каждой ППП. Помимо вышеуказанных показателей, на учетных площадках производилось определение надземной фитомас-

сы нижних ярусов растительности, для чего ЖНП срезался на уровне поверхности почвы. Затем производилась сортировка срезанных растений по видам. Каждый вид взвешивался в свежесрезанном состоянии, после чего производился отбор навесок всех видов с последующим определением надземной фитомассы каждого вида в абсолютно сухом состоянии.

Как показали наши исследования, в условиях Шарташского лесопарка и лесопарка им. Лесоводов России произрастает 82 вида живого напочвенного покрова, которые для удобства анализа и в соответствии с их биологическими особенностями были объединены в 5 экосистемных групп (ценотипы): лесные, луговые, лесолуговые, лесные синантропы и луговые синантропы.

Группа лесных видов включает травянистые, кустарничковые растения и мхи, произрастающие в обычных условиях под пологом древостоев, группа луговых – на лугах. Группа лесолуговых включает виды, произрастающие преимущественно в изреженных древостоях и в редицах.

К группе лесных видов на наших ППП относится 26 представителей ЖНП. Типичными представителями этой группы являются брусника обыкновенная, воронец колосистый, грушанка круглолистная, мох Шребера, сныть обыкновенная, черника обыкновенная, купена лекарственная.

Из 17 луговых видов, произрастающих на ППП, доминирующими являются гравилат речной, клевер луговой, лютик едкий.

Представителями лесолуговой группы являются 10 представителей ЖНП: герань лесная, горошек мышиный, растения семейства злаковых.

Лесные синантропы – это виды ЖНП, произрастающие под пологом древостоев при интенсивном антропогенном воздействии. Наши исследования показали, что таких видов встречается три. Это подмаренник северный, подмаренник мягкий, репешок волосистый.

К группе луговые синантропы отнесены 16 представителей ЖНП, произрастающих на открытой местности при наличии существенных антропогенных нагрузок. Ти-

пичными представителями этой группы являются: тысячелистник обыкновенный, хвощ полевой, фиалка собачья.

Проведенные исследования свидетельствуют, что видовое разнообразие ЖНП бедно и напочвенный покров развит неравномерно. Интересно отметить, что максимальное количество видов относится к группе лесных. Это объясняется расположением постоянных пробных площадей в южной подзоне тайги и относительно низкими рекреационными нагрузками. В пользу данного вывода свидетельствует также факт минимального количества видов, относящихся к синантропам. Как правило, их количество не превышает 1–7 видов в пределах ППП.

В условиях сосняка ягодникового накапливается значительно меньшее количество надземной фитомассы ЖНП, чем в условиях сосняка разнотравного (табл. 1). Живой напочвенный покров состоит из брусники, черники и земляники обыкновенных, к которым примешиваются растения семейства злаковых, костяника обыкновенная, сныть обыкновенная и др. Большую часть надземной фитомассы составляют лесные виды (от 1,28 до 20,20 кг/га). Луговые синантропы составляют от 0,95 до 5,73 кг/га (крапива двудомная и звездчатка средняя). Лесные синантропы в условиях сосняка ягодникового представлены только двумя видами – репешком волосистым и подмаренником северным, которые встречаются на ППП 1, 2, 4 и 6. Фитомасса последних составляет от 0,05 до 0,11 кг/га. Надземная фитомасса лесолуговых видов изменяется от 0,36 до 8,90 кг/га (купырь лесной, ястребинка зонтичная, лилия кудреватая).

В отличие от насаждений сосняка ягодникового, надземная фитомасса ЖНП в сосняке разнотравном значительно больше – от 14,25 до 32,71 кг/га (табл. 1). В этом типе леса ЖНП густой и разнообразный по составу: растения семейства злаковых (лесолуговые виды); грушанка круглолистная, костяника обыкновенная, купена лекарственная, медуница мягчайшая, ортилия однобокая, черника обыкновенная, чистец лесной (лесные виды) и др. Моховой покров представлен мхом Шребера. Более широко представлены лесные виды (от 8,41 до 23,05 кг/га).

Т а б л и ц а 1

**Встречаемость видов ЖНП и надземной фитомассы**

Группа видов	Количество видов и фитомасса по ППП											
	сосняк ягодниковый						сосняк разнотравный					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Лесные	$\frac{9}{5,51}$	$\frac{9}{1,28}$	$\frac{9}{5,20}$	$\frac{12}{14,60}$	$\frac{7}{20,20}$	$\frac{9}{1,28}$	$\frac{16}{12,51}$	$\frac{9}{23,05}$	$\frac{11}{22,56}$	$\frac{16}{8,11}$	$\frac{12}{11,52}$	$\frac{9}{8,41}$
Луговые	$\frac{2}{0,32}$	$\frac{2}{0,71}$	$\frac{2}{0,53}$	$\frac{6}{2,64}$	$\frac{2}{0,16}$	$\frac{4}{0,71}$	$\frac{2}{0,97}$	$\frac{2}{2,99}$	$\frac{1}{1,96}$	$\frac{2}{1,44}$	$\frac{6}{2,79}$	$\frac{4}{1,18}$
Лесолуговые	$\frac{2}{4,78}$	$\frac{1}{8,90}$	$\frac{1}{0,36}$	$\frac{4}{1,59}$	$\frac{1}{0,45}$	$\frac{3}{8,90}$	$\frac{3}{1,71}$	$\frac{2}{4,12}$	$\frac{2}{2,90}$	$\frac{3}{0,18}$	$\frac{4}{9,82}$	$\frac{3}{1,18}$
Лесные синантропы	$\frac{1}{0,05}$	$\frac{2}{0,11}$	$\frac{0}{0,00}$	$\frac{1}{0,11}$	$\frac{0}{0,00}$	$\frac{1}{0,11}$	$\frac{1}{0,02}$	$\frac{1}{0,00}$	$\frac{2}{0,01}$	$\frac{1}{0,00}$	$\frac{1}{0,63}$	$\frac{0}{0,00}$
Луговые синантропы	$\frac{3}{1,17}$	$\frac{3}{0,95}$	$\frac{3}{1,23}$	$\frac{2}{2,26}$	$\frac{4}{5,73}$	$\frac{3}{0,95}$	$\frac{6}{3,02}$	$\frac{3}{2,55}$	$\frac{1}{1,34}$	$\frac{6}{6,48}$	$\frac{2}{4,62}$	$\frac{3}{3,47}$
Итого	$\frac{17}{11,83}$	$\frac{15}{11,94}$	$\frac{15}{7,33}$	$\frac{26}{21,20}$	$\frac{14}{28,54}$	$\frac{20}{11,94}$	$\frac{28}{18,22}$	$\frac{17}{32,71}$	$\frac{17}{28,79}$	$\frac{28}{16,21}$	$\frac{26}{29,37}$	$\frac{20}{14,25}$

Примечание. Числитель – шт., знаменатель – кг/га.

Т а б л и ц а 2

**Среднее количество видов ЖНП и их надземная фитомасса в зависимости от степени рекреационного воздействия (числитель – шт., знаменатель – кг/га)**

Группа видов	Среднее количество видов ЖНП и их надземная фитомасса в зависимости от степени рекреационного воздействия					
	низкая	средняя	сильная	низкая	средняя	сильная
	Сосняк ягодниковый			Сосняк разнотравный		
Лесные	$\frac{10}{17,40}$	$\frac{9}{1,28}$	$\frac{9}{3,99}$	$\frac{11}{19,04}$	$\frac{16}{8,11}$	$\frac{13}{10,46}$
Луговые	$\frac{4}{1,40}$	$\frac{4}{0,71}$	$\frac{2}{0,52}$	$\frac{3}{2,58}$	$\frac{2}{1,44}$	$\frac{3}{1,08}$
Лесолуговые	$\frac{3}{1,02}$	$\frac{3}{8,90}$	$\frac{1}{4,68}$	$\frac{3}{5,61}$	$\frac{3}{0,18}$	$\frac{3}{1,45}$
Лесные синантропы	$\frac{1}{0,06}$	$\frac{1}{0,11}$	$\frac{1}{0,05}$	$\frac{1}{0,21}$	$\frac{1}{0,00}$	$\frac{1}{0,01}$
Луговые синантропы	$\frac{3}{4,00}$	$\frac{3}{0,95}$	$\frac{3}{1,12}$	$\frac{2}{2,84}$	$\frac{6}{6,48}$	$\frac{5}{3,25}$
Итого	$\frac{21}{23,88}$	$\frac{20}{11,94}$	$\frac{16}{10,36}$	$\frac{20}{30,28}$	$\frac{28}{16,21}$	$\frac{25}{16,25}$

Лесные синантропы представлены подмаренником северным, подмаренником мягким и репешком волосистым – от 0,01 до 0,63 кг/га. Широко представлены луговые синантропы – от 1,34 до 6,48 кг/га (крапива двудомная, хвощ полевой, осот и др.). Надземная фитомасса лесолуговых видов изменяется от 0,18 до 9,82 кг/га.

Для вычисления среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки проводились моментные учеты в будничные и выходные дни с комфортной и дискомфортной погодой утром, в середине дня, вечером [3]. С учетом нормы допустимых рекреационных

нагрузок на сосняки разнотравные и ягодниковые для равнинных лесов таежно-лесной зоны европейской части показатель среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки не должен превышать 0,1 чел./га. Для зоны хвойно-широколиственных лесов южной подзоны тайги нормы уменьшаются до 0,07 чел./га.

Учитывая данные по среднегодовой единовременной нагрузке, все ППП можно разделить по степени рекреационного воздействия на ППП с низкой – от 0 до 0,05 чел./га, средней – от 0,06 до 0,10 чел./га и сильной – от 0,11 и выше степенью воздействия.

При увеличении степени рекреационного воздействия среднее количество видов и надземная фитомасса ЖНП уменьшается (табл. 2). Так, в условиях насаждений сосняка ягодникового при низком, среднем и сильном рекреационном воздействии надземная фитомасса ЖНП варьирует от 23,88; 11,94 и 10,36 кг/га соответственно. В насаждениях сосняка разнотравного надземная фитомасса ЖНП при низком, среднем и сильном рекреационном воздействии составляет 30,28; 16,21 и 16,25 кг/га соответственно.

В насаждениях сосняка ягодникового наблюдается уменьшение среднего количество видов ЖНП с увеличением степени рекреационного воздействия. Так, уменьшается доля луговых и лесолуговых видов. Среднее количество лесных и луговых синантропов не изменяется.

В насаждениях сосняка разнотравного среднее количество лесных видов варьирует от 11 до 16, количество луговых и лесолуговых не изменяется, а доля луговых синантропов увеличивается от 2 до 6. Так, наблюдается прямая зависимость между средним количеством видов и надземной фитомассы ЖНП от степени рекреационного воздействия: при увеличении среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки надземная фитомасса и количество видов ЖНП сокращается.

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. В условиях сосняков разнотравных надземная фитомасса живого напочвенного

покрова значительно больше по сравнению с таковой в условиях сосняка ягодникового.

2. Живой напочвенный покров в условиях Шарташского лесопарка и лесопарка им. Лесоводов России неоднороден. Он складывается из лесных и луговых видов, включая синантропные виды, среди которых встречаются и лесолуговые.

3. Рекреационные нагрузки не меняют общего фона ЖНП. В условиях ягодникового и разнотравного сосняков доминируют виды, характерные для условий данных типов леса.

4. Появление лесных и лесолуговых синантропов свидетельствует о превышении допустимой среднегодовой единовременной рекреационной нагрузки и деградации ЖНП на исследуемом участке.

5. Насаждения сосняка разнотравного более устойчивы к рекреационным нагрузкам по сравнению с насаждениями сосняка ягодникового.

#### Библиографический список

1. Рысин, Л.П. Влияние рекреационного лесопользования на растительность / Л.П. Рысин, Г.А. Полякова // Природные аспекты рекреационного использования леса. – М.: Наука, 1987. – С. 4–26.
2. Колесников, Б.П. Лесорастительные условия и типы лесов Свердловской области / Б.П. Колесников, Р.С. Зубарева, Е.П. Смолоногов. – Свердловск: УНЦ АН СССР, 1973. – 174 с.
3. Временная методика определения рекреационных нагрузок на природные комплексы при организации туризма, экскурсий, массового повседневного отдыха и временные нормы этих нагрузок. – М.: 1987. – 33 с.

## ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ЗОН СИЛЬНОГО АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Н.М. ШЕБАЛОВА, *ст. науч. сотр. каф. лесоводства УГЛТУ, канд. техн. наук*,  
С.В. ЗАЛЕСОВ, *проф. каф. лесоводства УГЛТУ, д-р с.-х. наук*

Лесные экосистемы представляют собой совокупность атмосферы, растительности, почвы, гидротермических условий, животного мира и микроорганизмов. Имеют особую специфику взаимодействий слагающих его компонентов и определенный тип обмена веществ и энергии между собой. Для более точного прогноза повреждающего дей-

ствия токсикантов целесообразно использовать комплекс показателей, характеризующих как состояние среды, так и самих растений. К числу показателей состояния среды относятся содержание вредных веществ в воздухе, снеговом покрове, почве и ее физико-химические свойства, биологическая активность лесных почв. Показателями воздействия фи-

тотоксикантов на растения могут служить тесты на биохимические, морфофизиологические, репродуктивные и другие процессы, протекающие в них.

Нами оценивалось состояние лесных экосистем в зонах сильного действия промышленных выбросов Полевского криолитового завода (ПКЗ) и Первоуральско-Ревдинского промышленного узла (ПРПУ). Выбросы ПКЗ содержат значительное количество наиболее токсичных фтористых соединений. Фториды не участвуют в обмене веществ растений и с большим трудом подвергаются детоксикации. Токсичность фтора в десятки раз превосходит токсичность окислов азота и сернистого газа. Специфика токсического эффекта промышленных выбросов ПРПУ заключается в сочетании воздействия тяжелых металлов и сернистого ангидрида. При закладке постоянных пробных площадей (ППП) учитывались следующие требования: один тип леса (сосняк разнотравный), одинаковые рельеф экспозиции и почвенные условия. Все ППП заложены на расстоянии 30–40 м от квартальных дорог, просек, границ с безлесными территориями. Размер каждой площади обеспечивал достаточное количество деревьев для проведения исследований в течение 10 лет. Таксационное исследование ППП проводилось по общепринятым методикам [1, 2]. Микробиологические исследования проводили в свежесобранных образцах лесной подстилки и гумусового почвенного горизонта, максимально заселенных микроорганизмами, по общепринятым методикам, в 10 повторностях каждого образца [3]. Количественное определение фтора осуществляли по методике А.А. Хоземовой потенциометрически, используя фторселективный электрод ЭФ-IV. Достоверность результатов и обоснованность выводов обеспечена проведением длительных многолетних исследований, анализом большого по объему фактического материала.

Древостой зоны сильного загрязнения ПКЗ (9,0С1,0Б) характеризуется III классом бонитета с относительной полнотой 0,6. В подлеске произрастают рябина, ракитник, жимолость. Количество угнетенных деревьев достигает 38 %. Данные деревья по сравнению с нормально вегетирующими имеют

меньший на 17,4 % средний диаметр ствола на высоте 1,3 м. У них на 16,3 % меньше средняя высота, на 9,5 % – протяженность кроны и на 13,8 % – ширина.

Лес зоны сильного загрязнения ПРПУ (10С) представлен сосной IV класса бонитета и относительной полнотой 0,5. Сосняки представляют собой неоднородные по полноте низкополнотные древостои с куртинным (биогрупповым) размещением деревьев. Наиболее крупные деревья расположены в центрах био групп. Практически отсутствует живой напочвенный покров. Характерной особенностью древостоев данной зоны является наличие большого количества необратимо угнетенных деревьев, количество которых достигает 89 %. Сосновые насаждения в данной зоне сформированы из деревьев тонких (подчиненных) ступеней толщины, и таксационные показатели данного древостоя существенно ниже, чем аналогичного в зоне сильного загрязнения ПКЗ. Различия по средней высоте достигают 21,5 %, по среднему диаметру на высоте 1,3 м – на 63,7 %.

Высота прикрепления первого живого сучка у нормально вегетирующих сосен, произрастающих в зоне сильного загрязнения ПКЗ, составляет 1,4 м, угнетенного роста – 1,1 м, а в зоне сильного загрязнения ПРПУ всего 0,4 м.

Содержание фтора в молодой, только что сформировавшейся хвое исследуемых категорий деревьев, растущих вблизи стационарного источника загрязнения ПКЗ, колеблется в пределах 55–59 мкг/г углерода (рис. 1). С увеличением возраста хвои уровень накопления токсиканта в ней резко возрастает и достигает 110–120 мкг/г углерода в хвое первого года жизни нормально вегетирующих сосен и 121–129 мкг/г углерода у угнетенных деревьев. Дальнейшее повышение продолжительности жизни ассимиляционных органов способствует процессу накопления фтора в них. Уже в хвое второго года жизни концентрация фтора возрастает до 153–157 мкг/г у нормально вегетирующих сосен и до 188–193 мкг/г у угнетенных деревьев. Уровень накопления фторидов в тканях хвои сосны, произрастающей в зоне сильного загрязнения ПРПУ, значительно ниже, чем в зоне действия ПКЗ.

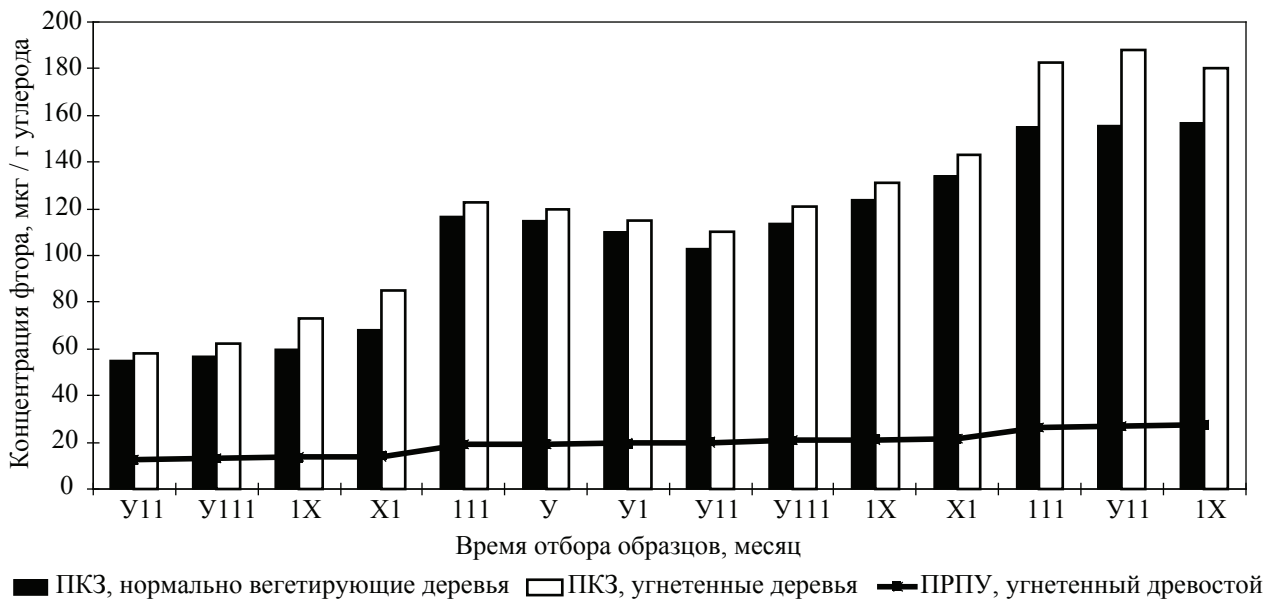


Рис. 1. Содержание фтора в хвое сосны обыкновенной, произрастающей в зонах сильного загрязнения ПКЗ и ПРПУ

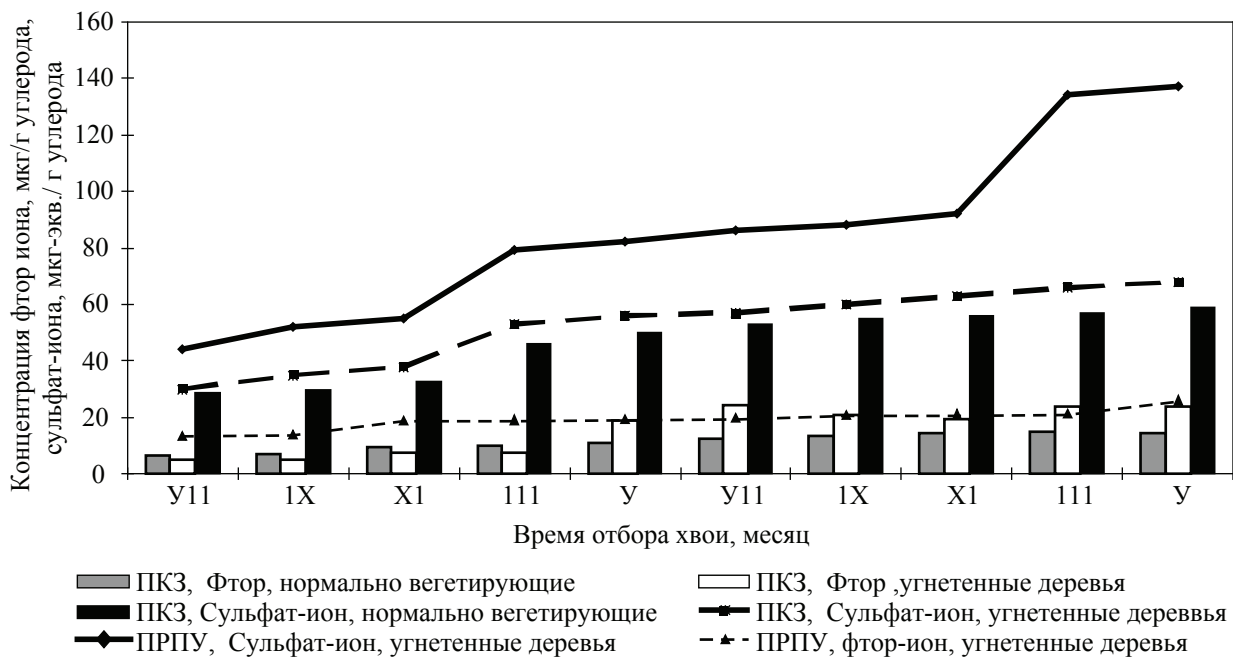


Рис. 2. Содержание фтор- и сульфат-иона в водной вытяжке хвои сосны обыкновенной, произрастающей в зонах сильного загрязнения ПКЗ и ПРПУ

В молодой, только что сформировавшейся хвое сосны угнетенного роста концентрация фторидов в 4,5–5,0 раз меньше, чем в аналогичной хвое зоны ПКЗ. Со старением ассимиляционных органов степень накопления в них фтор-иона еще ниже. Содержание фторидов в тканях хвои первого года жизни сосны уменьшается в 6–6,3 раза, а в хвое второго года жизни – в 7,1–7,5 раз.

Процесс накопления фторидов хвоей первого года жизни наиболее активен с ноября по март, т.е. в период относительного покоя. Очевидно, увеличению степени накопления фтора в зимние месяцы способствует сохраняющийся, хотя и очень слабый газообмен на фоне прекращения ростовых процессов и относительной стабилизации содержания сухого вещества хвои. В весенние



и летние месяцы при активизации метаболизма, очевидно, происходит отток фтора из хвои с метаболитами в ткани ствола и корней. Концентрация наиболее токсичных водорастворимых фракций фторидов очень мала и не превышает 20–35 мг/кг (рис. 2). Уровень накопления сульфат-иона в хвойной вытяжке сосны зависит от возраста ассимиляционных органов сосны и места ее произрастания. Наиболее высокие концентрации сульфат-иона зафиксированы в хвойной вытяжке ассимиляционных органов более зрелого возраста (1,5–2 года) у древостоя, произрастающего в районе ПРПУ. Увеличение количества сульфата в хвойной вытяжке данной зоны, по сравнению с зоной сильного загрязнения ПКЗ в 6–12 раз, способствует сильному подкислению клеточного сока. РН клеточного сока хвои сосны в зависимости от возраста ассимиляционных органов, колеблется в пределах от 3,6 до 4,2.

Со степенью накопления и химической природой токсикантов тесно связан и ряд морфометрических показателей хвои. Охвоенность побегов сосны, произрастающей в зоне сильного загрязнения ПРПУ, составляет 6–9 шт./см, что в 1,5–2 раза ниже, чем у деревьев угнетенного роста зоны загрязнения ПКЗ (15–18 шт./см). Продолжительность жизни ассимиляционных органов во всех исследуемых древостоях зон техногенного загрязнения в основном сокращается до 2–3 лет, а в зоне сильного загрязнения ПРПУ – до 1,5–2 лет, тогда как по литературным данным ее продолжительность достигает 6–7 лет.

Ширина молодой хвои сосен угнетенного роста, произрастающих в зоне сильного загрязнения ПКЗ, составляет 0,83 мм. Наименьшая ширина хвои характерна для ассимиляционных органов сосны зоны сильного загрязнения ПРПУ. Ширина молодой хвои составляет здесь 0,72 мм, увеличиваясь с возрастом до 0,77 мм. Это на 30–32 % ниже, чем в зоне сильного загрязнения ПКЗ. Длина хвои в зоне сильного загрязнения ПРПУ в 1,5 раза меньше таковой в зоне сильного загрязнения ПКЗ.

Среди видимых проявлений влияния токсических соединений на сосну обыкновенную, особенно это касается фторидов, можно выделить поражение хвои. Известно,

что у наиболее чувствительной к фтору хвои сосны наблюдается повреждение игл, если они содержат 0,23–1,04 мг фтора. Эти поражения проявляются в разной степени выраженности периферического некроза (побурения) апикальной части. Степень поражения ассимиляционных органов сосны зависит как от уровня и химической природы токсиканта, так и физиологического состояния деревьев. В зоне сильного загрязнения ПКЗ молодая хвоя у нормально вегетирующих деревьев поражена на 2,7 %, с увеличением возраста хвои степень поражения возрастает до 7,9 %. У угнетенных сосен эти показатели несколько выше. Молодая хвоя поражена на 3,5 %, а более зрелая – на 14,2 %. В отличие от ПКЗ степень видимого поражения ассимиляционных органов сосны в зоне сильного загрязнения ПРПУ невелика и составляет для молодой хвои всего лишь 0,3 %, а для хвои второго года жизни – 1,4 %.

Основной технологический «удар» принимают на себя верхние, самые ценные, обогащенные органическим веществом горизонты лесной подстилки и верхние корнеобитаемые горизонты почв. Весной лесная подстилка аккумулирует загрязняющие вещества за счет таяния снегов, накапливающих промышленные токсиканты в зимний период. Летом – из атмосферы в виде газов и аэрозолей, а также с дождями, туманами. Осенью основной поток идет за счет опада травянистых растений, листвы деревьев и кустарников, хвои, содержащих загрязняющие вещества. Содержание фтора в верхних горизонтах лесной подстилки ПКЗ колеблется в пределах 900–1000 мкг/г абсолютно сухого вещества, затем увеличивается в ферментативном горизонте до 1800–2000 мкг/г и резко снижается до 200–250 в гумусово-аккумулятивном. Максимальный уровень аккумуляции фторидов верхним горизонтом лесной подстилки на всех исследуемых участках наблюдается весной. От весны к лету в нем происходит постепенное уменьшение степени накопления и увеличение фторидов в нижележащем горизонте, т.е. в ферментативном и верхнем почвенном. Причина такого явления, очевидно, в том, что с наступлением тепла и прогреванием почвы

в лесной подстилке происходит интенсификация всех почвенных процессов, в том числе и трансформация отмерших остатков различной растительности, опада; освобождение накопившихся токсикантов и миграция их с водами в более глубокие горизонты. Осенью, с поступлением на лесные почвы

опада, содержащего фтор, вновь происходит постепенное возрастание его концентрации. В весенний период, после таяния снегов, присутствует довольно значительное количество сульфат-иона. Динамика накопления  $SO_4$  в горизонтах лесной подстилки и почвы аналогична (рис. 3).

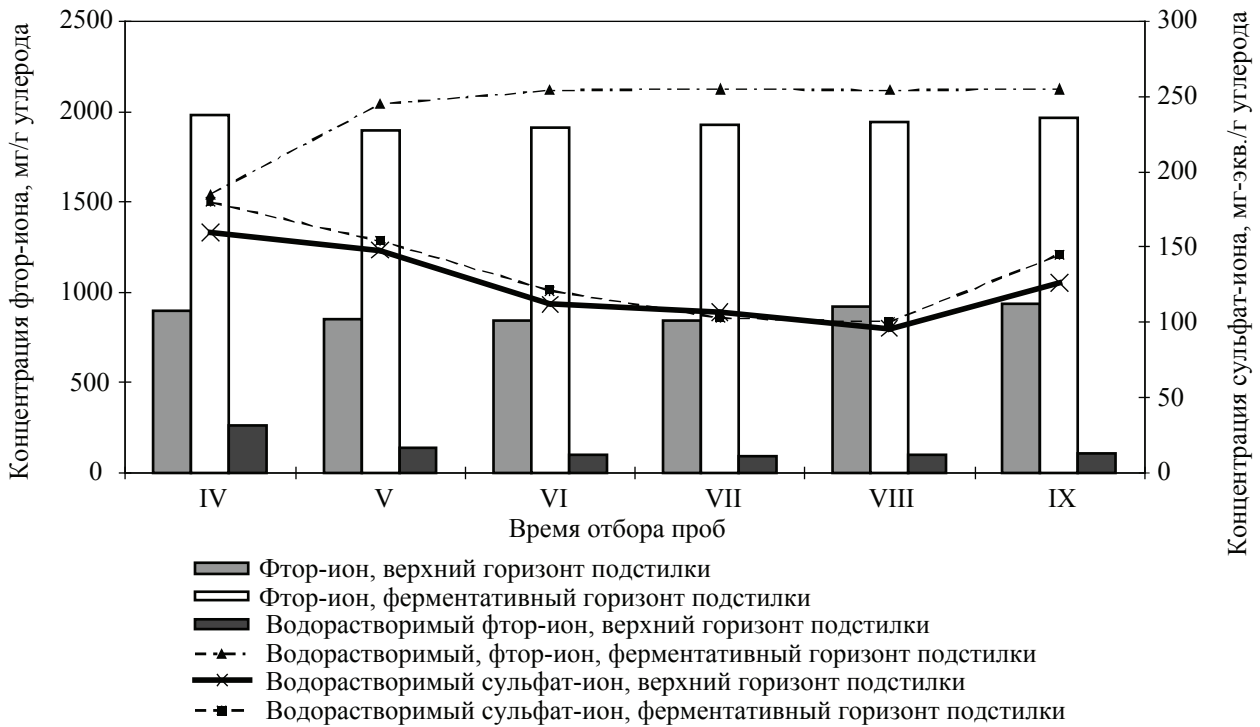


Рис. 3. Содержание токсикантов в горизонтах лесной подстилки и верхнем почвенном горизонте зоны сильного загрязнения ПКЗ

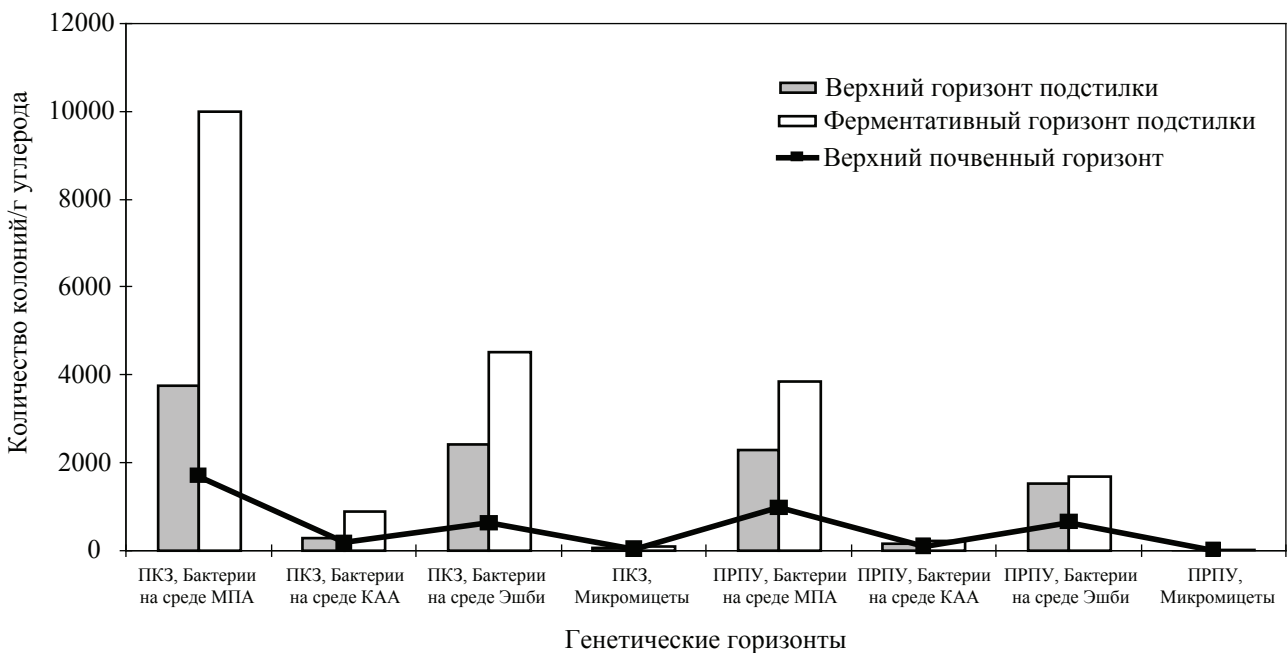


Рис. 4. Количество микроорганизмов в горизонтах лесной подстилки и верхнем почвенном горизонте почвы, расположенных в зоне сильного загрязнения ПКЗ и ПРПУ

Поскольку происходит проникновение токсикантов в нижележащие горизонты почвы, лесная подстилка уже не является барьером на пути проникновения токсикантов в почву и не справляется с поступающим техногенным потоком.

Поскольку лесная подстилка сосновых насаждений содержит большое количество трудноразлагаемых соединений и загрязняющих веществ, не все микроорганизмы смогли приспособиться к экстремальным условиям среды обитания. Во всех сложившихся микробсообществах доминирует бактериальная микрофлора, составляющая 98,0–99,8 % от общего количества микроорганизмов. Среди них аммонифицирующих бактерий от 57,4 до 64,2 %, олигонитрофилов – от 31,7 до 37,1 %, бактерий, использующих минеральные формы азота – от 4,5 до 5,9 % (рис. 4).

Бактерии обладают слабым ферментативным аппаратом и обеспечивают деструкцию органического вещества опада до промежуточных стадий, способствуя накоплению в подстилке грубогумусовых соединений. Накопление лесной подстилки на поверхности почвы является критерием незавершенности биогеохимических циклов, вследствие чего

снижается продуктивность и устойчивость лесных экосистем.

Проведенные исследования показали, что концентрация и химическая природа загрязняющих веществ накладывают отпечаток на состояние лесных экосистем, расположенных в зонах техногенного загрязнения. Произшедшие под влиянием накопившихся токсикантов изменения биологической активности почв привели к снижению лесорастительных свойств почв, устойчивости растительности к промышленным эмиссиям. Особенно существенно это сказывается на хвойных деревьях, вызывая крайне сильное угнетение физиологического состояния древостоя в целом. Древостои в зоне сильного загрязнения характеризуются не только малым запасом древесины, но и ее низким качеством, что объясняется преобладанием тонких деревьев с низкоопушенной кроной и сбежистыми стволами.

#### Библиографический список

1. Анучин, Н.П. Лесная таксация / Н.П. Анучин. – М: Лесная пром-сть, 1982. – 552 с.
2. Методы биохимического исследования растений / под редакцией А.И. Ермакова. – Л: Колос, 1972. – 455 с.
3. Сэги, И.М. Методы почвенной микробиологии / И.М. Сэги. – М.: Наука, 1983. – С. 292.

## ИСТОРИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И УСТРОЙСТВА ЛЕСОПАРКОВ ЕКАТЕРИНБУРГА

И.В. ШЕВЕЛИНА, доц. каф. лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ, канд. с.-х. наук,  
И.Ф. КОРОСТЕЛЕВ, доц. каф. лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ, канд. с.-х. наук,  
З.Я. НАГИМОВ, проф. каф. лесной таксации и лесоустройства УГЛТУ, д-р. с.-х. наук

Лесопарки – это чаще всего загородные (иногда внутригородские) лесные массивы, благоустроенные, предназначенные для массового отдыха населения в природной обстановке. Впервые вокруг Екатеринбурга зеленая зона была выделена в 1932 г. на площади 50,8 тыс. га. В 1934–1935 гг. на лесопарковой территории, которая называлась тогда городскими дачами, были проведены работы 17-й лесоустроительной партией Северного лесного треста. Таксация выполнялась по

инструкции 1926 г. Площадь выделов была вычислена с высокой точностью (0,1 га). Таксация леса ландшафтного описания не имела, хотя и ставилась цель сохранения лесов и приспособления их для отдыха горожан. Выделенная лесопарковая часть составляла 19,7 тыс. га в составе 50 кварталов. Позднее (1940–1941 гг.) был выполнен авторский надзор и ревизия лесоустройства с детальным обследованием выделов и проектированием разнообразных хозяйственных мероприятий.

**Площади лесопарков Екатеринбурга  
в годы проведения лесоустройства**

Наименование земельного фонда	Площадь по годам лесоустройства, га					
	1946–1947	1956–1957	1967–1968	1986–1987	1996–1997	2007–2008
Лесопарки	19700	13267	12875	12618	12380	12650*
Переходный фонд	–	4533	4533	2322	2512	–
Итого	19700	17800	17408	14940	14892	12650

\* Данные на начало лесоустройства 2007 г.

**Площади лесопарков Екатеринбурга за период 1946–2007 гг.**

№ п/п	Наименование лесопарков	Площадь по годам лесоустройства, га					
		1956–1957	1967–1968	1986–1987	1996–1997	2007	
						га	%
1	Шувакишский	2280	2219	2152	2098	2061	16
2	Железнодорожный	571	561	558	536	536	4
3	Оброшинский	685	685	680	645	859	7
4	Московский	396	354	332	343	343	3
5	Калиновский	1189	1155	1143	1114	1114	9
6	Шарташский	842	793	789	753	752	6
7	Санаторный	582	568	544	544	549	4
8	Им. Лесоводов России	277	983	976	945	933	7
9	Карасье-Озерский	577	558	541	527	472	4
10	Мало-Истокский	–	–	50	16	11	–
11	Юго-Западный	802	693	596	618	618	5
12	Уктусский	467	464	449	449	449	4
13	Нижне-Исетский	1684	1633	1629	1615	1670	13
14	Южный	2209	2209	2179	2177	2177	17
15	Центральный	–	–	–	–	106	1
	Итого	13267	12875	12618	12380	12650	100

Примечание. Лесопарк им. Лесоводов России до 1966 г. назывался Центральным. Мало-Истокский лесопарк был образован в 1968 г., Центральный (парк культуры и отдыха им. Маяковского) – в 2006 г.

Следующее лесоустройство лесопарковой части было выполнено в 1946–1947 гг. Уральским лесотехническим институтом по инструкции 1946 г. [1]. В работе принимали активное участие сотрудники лесохозяйственного факультета. Были изучены типы леса (проф. Н.А. Коновалов), почвы (В.М. Смирнов), санитарное состояние лесов (А.Л. Дулькин), система рубок леса (В.С. Голутвин). Степень дробности выделов была принята для покрытых лесом площадей 2 га, сельхозугодий и усадеб – 0,1 га. При проведении работ было заложено 56 тренировочных пробных площадей и большое количество учетных площадок для изучения напочвенного покрова и возобновления леса.

В 1947 г. был образован Свердловский городской лесхоз (18953 га) в составе трех лесничеств – Верх-Исетского (6074 га), Шарташского (6850 га) и Уктусского (6029 га). Деление территории лесничеств на лесопарки тогда еще не проводилось.

Очередное лесоустройство было выполнено Свердловской аэрофотолесоустроительной экспедицией в 1956–1957 гг. по инструкции 1951 г., в которой, в отличие от предыдущих, появился раздел по таксации пригородных лесов [2]. В лесопарковой части города на площади 3420 га впервые, в т.ч. и для области, были проведены ландшафтная таксация и проектирование хозяйственных мероприятий по участковому

методу организации лесопаркового хозяйства. При этом определялись два показателя – тип ландшафта и эстетическая оценка в баллах. Было выделено 6 типов ландшафта: открытые, молодняки с лужайками, редины, изреженные древостои, сомкнутые древостои и высокополнотные молодняки. Эстетическая оценка выделов определялась по 5-балльной шкале: отличная, хорошая, удовлетворительная, неудовлетворительная и плохая.

Вместе с лесоустройством были образованы первые городские лесопарки: в Верх-Исетском лесничестве четыре – Шувакишский, Железнодорожный, Оброшинский и Московский; в Шарташском пять – Калининский, Шарташский, Санаторный, Карасье-Озерский и Центральный (позднее был переименован в лесопарк им. Лесоводов России); в Уктусском – четыре – Юго-Западный, «Уктусские горы» (позднее переименован в Уктусский), Нижне-Исетский и Южный. Всего, таким образом, было выделено 13 лесопарков. На площади 4532 га был закреплен «переходный фонд», зарезервированный под будущие городские застройки, который к 1997 г. сократился до 2512 га (табл. 1).

При лесоустройстве в лесопарках были выделены две хозчасти – лесопарковая ландшафтная на площади 3430 га (26%) и резервная (9837 га, или 74%). Лесопарковую ландшафтную часть составили площади Калиновского, Шарташского и Центрального лесопарков Шарташского лесничества (2963 га, или 71%) и «Уктусские горы» Уктусского лесничества (467 га, или 9%). Деление на части было вызвано ограниченным финансированием работ по благоустройству лесопарков.

При лесоустройстве также были составлены почвенные карты, схемы планировки территории (включая дорожно-тропиночную сеть, дендрологические проекты лесопарковых ландшафтов), а также разработаны рекомендации по укреплению берегов озер и рек.

В 1966 г. был образован лесопарк им. Лесоводов России путем выделения из Центрального. В 1967–1968 гг. лесоустройс-

тво лесопарков города вновь было проведено и выполнено Всесоюзным государственным проектно-изыскательским институтом «Союзгипролесхоз» [3, 9]. Геодезическая основа при этом использовалась от предыдущего лесоустройства. Таксация проводилась в соответствии с лесоустроительной инструкцией 1964 г., ландшафтное описание – по методике В.Д. Пряхина, причем впервые на территории всех лесопарков (12 875 га, табл. 2). Определялись следующие ландшафтные показатели: степень устойчивости и сомкнутости древесного полога, эстетическая и санитарно-гигиеническая ценность, тип ландшафта. Кроме того, при таксации выделялись «видовые точки» – места, с которых открываются красивые, хорошо просматриваемые пейзажи.

В других лесхозах области в это время ландшафтную таксацию проводили по другим методикам. Так, например, в Нижне-Татинском – по одному из вариантов методики Н.М. Тюльпанова, в Билимбаевском, Режевском и Ревдинском лесхозах – по действующей лесоустроительной инструкции (1964).

Следует отметить некоторые недостатки проектирования и ведения хозяйства того времени. Так, участковый метод организации лесного хозяйства не использовался, хозсекции были образованы аналогично эксплуатационным хозчастям. Лесовосстановительные рубки назначались по группам пород без учета типов леса и классов бонитета. Для преобладающей древесной породы (сосны) возраст рубок был назначен в лесопарковой части со 141, в лесохозяйственной – с 121 года. Материалы ландшафтной таксации фактически остались неиспользованными, т. к. запроектированные мероприятия не отличались от аналогичных в эксплуатационных лесах.

В 1984 г. институтом «Свердловскгражданпроект» был составлен проект детальной планировки городской зоны отдыха на оз. Шарташ [3], в котором достаточно детально разработано функциональное зонирование прибрежной зоны Шарташского лесопарка и проектирование дорожно-тропиночной сети возле озера.

Последующие два лесоустройства 1986–1987 и 1996–1997 гг. были выполнены

Свердловской аэрофотолесоустроительной экспедицией Поволжского лесоустроительного предприятия по инструкциям 1986 и 1995 гг. Впервые при таксации использовались аэрофотоснимки. Так, в 1986–1987 гг. использовались черно-белые аэрофотоснимки масштаба 1 : 8 000, покрывавшие 72 % территории [4]. В 1996–1997 гг. наряду с черно-белыми (67 %) применялись цветные спектрзональные снимки (24%) масштабов 1 : 10 000–1 : 12 000 [5].

При лесоустройстве 1986–1987 гг. впервые было выполнено функциональное зонирование каждого лесопарка с выделением следующих функциональных зон: активного массового отдыха (посещаемость 6–20 чел./га), тихого прогулочного отдыха и туризма (до 5 чел./га), ремизной (до 5 чел./га), мемориальной, охранной (исторических памятников и памятников природы) и хозяйственной.

При лесоустройстве 1996–1997 гг. функциональное зонирование было уточнено. Выделено было пять зон (вместо 6): активного отдыха, тихого и прогулочного отдыха, ремизная, мемориальная и резервная. При ландшафтной таксации определялись 7 показателей: тип ландшафта, эстетическая оценка, санитарно-гигиеническая оценка, степень устойчивости, стадия рекреационной дигрессии, просматриваемость и проходимость в соответствии с Рабочими правилами... [8]. Предложены схемы рубок формирования различных ландшафтов, в т.ч. по улучшению состава, пространственного размещения, создания декоративных групп, оформления опушек.

В 2001 г. Ботаническим садом УрО РАН был составлен проект паркоустройства западной прибрежной зоны оз. Шарташ с использованием таксационных описаний, полученных при лесоустройстве 1996–1997 гг. [6]. В нем разработаны лесохозяйственные мероприятия, направленные на улучшение состояния прибрежных лесов.

В 2006 г. Уральским государственным лесотехническим университетом совместно со Свердловской лесоустроительной экспедицией проведено лесоустройство Шарташского лесопарка [7]. Таксация насаждений, в

т.ч. ландшафтная, выполнена по лесоустроительной инструкции 1995 г.

В 2006 г. лесопарки Екатеринбурга перешли из городского лесхоза в подчинение Свердловского сельского лесхоза.

Сейчас в городе имеется 15 лесопарков (табл. 2). Их площадь составляет 12 650 га. Наиболее крупные – Шувакишский (7 % всей площади), Нижне-Исетский (13 %) и Южный (17 %), а самые маленькие – Центральный (1 %) и Мало-Истокский (11 га или 0,09 %). Общая площадь лесопарков за минувшие десятилетия неуклонно сокращалась и сейчас, по сравнению с 1954 г., она уменьшилась на 617 га, или 4,7 %.

Всего с 1934 г. лесоустроительные работы лесопарков города осуществлялись шесть раз. При этом с каждым следующим лесоустройством совершенствовалась методика полевых и камеральных работ, особенно по ландшафтной таксации и ландшафтному проектированию. В 2007 г. к паркоустройству лесопарков Екатеринбурга приступило Западно-Сибирское государственное лесоустроительное предприятие.

#### Библиографический список

1. Лесоустроительный отчет (объяснительная записка и план хозяйства). Составил Ф.А. Никитин по данным лесоустройства 1946-1947 гг. – Свердловск; УЛТИ. – Т.1. – 1950. – 193 с.
2. Свердловский городской лесхоз. Организационно-хозяйственный план Свердловской экспедиции ВКАФЛУТ в/о «Леспроект» развития лесопарковой зоны Свердловского лесхоза. – Свердловск: Свердловская лесоустроительная экспедиция, 1957. – 223 с.
3. Проект детальной планировки городской зоны отдыха на оз. Шарташ в г. Свердловске. Пояснительная записка: отчет о НИР (окончат.). Проектный ин-т «Свердловскгражданпроект». – Свердловск, 1984. – 195 с.
4. Проект организации и развития лесного хозяйства Свердловского горлесхоза Управления зеленого хозяйства Свердловского горисполкома: Объяснительная записка. – Свердловск: Поволжское л/у предприятие, Свердловская аэрофотолесоустроительная экспедиция. – 1986–1987 гг. Т.1. – 154 с.
5. Проект организации и ведения лесного хозяйства городского лесхоза администрации г. Екатеринбурга: Пояснительная записка. Поволжское л/у предприятие, Свердловская лесоустроительная экспедиция. – Екатеринбург: 1997–1998 гг. Т. 1. – 293 с.

6. Проект паркоустройства западной прибрежной зоны озера Шарташ. Объяснительная записка: отчет о НИР (окончат.) / Рук. С.А. Мамаев, исполн. В.А. Галако и др. – Екатеринбург: Ботанический сад УрО РАН, 2001. – 127 с.
7. Разработка проекта паркоустройства Шарташского лесопарка и предпроектные работы по Юго-западному, Шувакишскому и Лесоводов России лесопаркам (ландшафтный анализ и функциональное зонирование территории). Отчет по НИР (заключительный) / Рук. Л.И. Аткина, исполн. З.Я. Нагимов и др. – Екатеринбург: УГЛТУ. Книга 2. Характеристика насаждений и проектируемые лесохозяйственные мероприятия. – 2006. – 40 с.
8. Рабочие правила по проведению лесоустроительных работ: Поволжское л/у предприятие. – Н. Новгород, 1995. – 89 с.
9. Схема лесопарковой зоны г. Свердловска. Пояснительная записка. – М.: «Союзгипролесхоз», 1968. – 134 с.

## ВЛИЯНИЕ РУБОК УХОДА НА ОТПАД В СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ

Е.И. ЭБЕЛЬ, *асп. каф. лесоводства УГЛТУ*,  
 А.В. ЭБЕЛЬ, *асп. каф. лесоводства УГЛТУ*,  
 А.П. ПУЛЬНИКОВ, *асп. каф. лесоводства УГЛТУ*,  
 Е.С. ЗАЛЕСОВА, *студент УГЛТУ*

В процессе формирования древостоев часть деревьев отмирает, т.е. происходит процесс самоизреживания. Общая величина отпада к возрасту спелости может достигать значительной величины и по данным всеобщих таблиц хода роста сосновых древостоев составляет в древостоях I–II классов бонитета 50–60 %, IV–V классов бонитета 75–80 % от запаса растущего древостоя. Естественно, что древесина деревьев, перешедших в отпад, не используется человеком и может рассматриваться как потери древесины. Однако эта древесина в процессе разложения пополняет почву питательными веществами, т.е. участвует в биологическом круговороте веществ.

Материалы многочисленных исследований свидетельствуют, что своевременное и систематическое проведение рубок ухода позволяет не только использовать значительную часть древесины потенциального отпада, но и до минимума снизить отпад. В то же время большинство авторов [1–6] единодушны в том, что с увеличением интенсивности изреживания доля отпада сначала уменьшается, а затем, при чрезмерном изреживании, может возрасти. В условиях казахского мелкосопочника сильное изреживание древостоев, произрастающих на каменистых почвах с выходом гранита на дневную поверхность, может привести к ветровалу деревьев. Последнее убедительно доказывает необходимость

разработки региональных рекомендаций по проведению рубок ухода, учитывающих специфику конкретных лесорастительных условий.

В основу наших исследований положены материалы постоянных пробных площадей (ППП), заложенных в бывшем государственном заповеднике «Боровое» кандидатом сельскохозяйственных наук А.А. Вейсманом в 1948–1950 гг. В 1960–1963 гг. на данных ППП были проведены повторные пересчеты А.А. Макаренко, а в 2007 г. – авторами настоящей статьи.

Данные о величине отпада на секциях ППП, пройденных рубками ухода различной интенсивности, приведены в таблице.

В возрасте 48 лет отпад имеется на всех без исключения секциях. Даже рубки ухода интенсивностью, близкой к 50 % по запасу, не предотвращают естественный отпад, однако снижают его до 4–7 % по сравнению с таковым на контроле.

С увеличением давности рубки на большинстве рабочих секций величина естественного отпада снижается. При этом отпад на секциях 5–2, 5–3 и 7–2, где были проведены рубки ухода интенсивностью 28,2–32,9 % в возрасте 81–94 года, отсутствовал. Максимальным отпадом в этом возрасте характеризуются секции, пройденные рубками ухода интенсивностью 23,5 и 13,8 % (секции 15–2 и 15–1), где отпад по числу деревьев составил 1280 и 920 шт./га.

**Влияние интенсивности изреживания на величину естественного  
отпада в сосняках казахского мелкосопочника**

Постоянная пробная площадь	Секция	Интенсивность рубки, %	Естественный отпад на 1 га			
			в возрасте 35–48 лет		в возрасте 81–94 года	
			шт.	% к контролю	шт.	% к контролю
1	К-1	Контроль	21491	100,0	2500	100,0
	Б-1	22,0	816	3,8	0	0
	5-1	26,6	320	1,2	20	0,8
	7-1	37,0	40	0,2	0	0
	10-1	22,3	254	1,2	200	8,0
	15-1	13,8	2711	12,6	920	36,8
2	К-2	Контроль	16633	100,0	3240	100,0
	Б-2	14,8	599	3,6	0	0
	5-2	28,2	382	2,3	0	0
	7-2	30,3	440	2,6	0	0
	15-2	23,5	3175	19,1	1280	39,5
3	К-3	Контроль	12047	100,0	3060	100,0
	Б-3	12,5	573	4,8	40	1,3
	5-3	32,9	361	3,0	0	0
	7-3	32,2	285	2,4	20	0,7
	15-3	12,9	1914	15,9	180	5,9
4	К-4	Контроль	9276	100,0	2620	100,0
	Б-4	25,3	1723	18,6	240	9,2
	5-4	47,8	240	2,6	0	0
	7-4	33,4	240	2,6	20	0,8
	10-4	41,4	511	5,5	120	4,6
	12-4	23,0	1803	19,4	80	3,1
5	К-5	Контроль	27100	100,0	3920	100,0
	Б-5	26,7	861	3,2	20	0,5
	5-5	47,1	297	1,1	20	0,5
	7-5	49,7	1116	4,1	40	1,0
	13-5	47,6	2000	7,4	320	8,2
	12-5	27,0	2190	8,1	40	1,0

Полученные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. В сосняках казахского мелкосопочника рубки ухода приводят к резкому снижению величины отпада деревьев.

2. Максимальный отпад наблюдается на секциях, пройденных рубками ухода интенсивностью до 25 %.

3. Минимальным отпадом характеризуются секции, пройденные рубками ухода интенсивностью около 30 %.

4. С увеличением интенсивности рубок ухода выше 40 % количество отпада вновь увеличивается, но не превышает 8 % от аналогичного показателя на контроле.

### Библиографический список

1. Георгиевский, Н.П. О развитии насаждений при рубках ухода / Н.П. Георгиевский // Развитие русского лесоводства. – М.: Гослесбумиздат, 1948. – С. 32–39.
2. Георгиевский, Н.П. Рубки ухода за лесом / Н.П. Георгиевский. – М.: Гослесбумиздат, 1957. – 141 с.
3. Георгиевский, Н.П. Рубки ухода за лесом в предстоящие годы / Н.П. Георгиевский // Лесное хозяйство. – 1958. – № 12. – С. 10–15.
4. Залесов, С.В. Повышение продуктивности сосновых лесов Урала: Монография / С.В. Залесов, Н.А. Луганский. – Екатеринбург, 2002. – 331 с.
5. Залесов, С.В. Проходные рубки в сосняках южной подзоны тайги Урала: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / С.В. Залесов. – 1986. – 20 с.
6. Сеннов, С.Н. Уход за лесом (экологические основы) / С.Н. Сеннов. – М.: Лесная пром-сть, 1984. – 128 с.



## ХРИЗОТОП: ПУТЬ К СОВЕРШЕНСТВУ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ

С.И. БУЛДАКОВ, *проф. каф. транспорта и дорожного строительства УГЛТУ, канд. техн. наук*,  
С.В. БУГРОВ, *президент холдинг-компании «Межрегионинвест»*

В 60-х годах прошлого века в Германии была разработана технология производства и укладки нового вида дорожного покрытия – щебеночно-мастичного асфальтобетона (ЩМА). Этот материал отличается от асфальтов других марок соотношением каменного материала различных фракций и битума.

Т а б л и ц а

**Состав смеси ЩМА  
и асфальтобетона марки «А»**

Материал	Содержание в смеси, % от массы	
	ЩМА	Асфальт марки «А»
Щебень фракции 5–10	53	–
Щебень фракции 10–15	19	–
Щебень фракции 5–20	–	55
Песок из отсевов дробления	14	35
Минеральный порошок	14	10
Битум (сверх 100 % минеральной части)	6,4	4,5
Стабилизирующая добавка	0,4	–

При приготовлении ЩМА (таблица) смеси (ЩМАС) используется щебень более узких фракций и в большем количестве, чем при приготовлении других марок асфальта. Кроме того, рецептура ЩМА смеси подразумевает большее, по сравнению с асфальтами других марок, количество битума и минерального порошка за счет снижения количества песка. Такой состав смеси позволяет добиться заполнения пор между крупным щебнем более мелким за счет точного соотношения зерен различных узких фракций. Мелкий минеральный порошок и песок, смешиваясь с битумом, образует «мастику», заполняющую оставшиеся поры и повышающую общую прочность готового покрытия. Чтобы предотвратить стекание битума из смеси, в состав ЩМАС необходимо вводить дополнительный компонент – стабилизирующую добавку. Стабилизирующие добавки представляют собой волокна, которые, распределяясь в смеси, армируют битум, не позволяя

ему стекать. В Германии были разработаны стабилизирующие добавки на основе целлюлозного волокна. Эти добавки хорошо зарекомендовали себя на протяжении длительного времени использования, но у них имеются и недостатки: целлюлозное волокно обгорает при превышении температуры в смесителе, истирается при перемешивании, подвержено воздействию влаги и микроорганизмов.

Для того чтобы избежать перечисленных недостатков, в России был разработан новый продукт – гранулированный стабилизатор (ГС) «Хризотоп» на основе природного хризотилового волокна [1]. Эта стабилизирующая добавка прошла многочисленные лабораторные и промышленные испытания. Высокое качество продукции подтверждают выводы специалистов ОАО «СОЮЗДОРНИИ» (г. Москва) и заключение об опытно-промышленном применении, выданное ООО «Строительная лаборатория» (г. Томск). В комплект разрешающей документации входит санитарно-эпидемиологическое заключение, другие сертификаты, обосновывающие применение нового безопасного материала.

Основа стабилизирующей добавки – природный материал хризотил – известен с давних пор. В асфальтобетонных смесях его начали применять с первой половины XX века. Хризотиловое волокно до сих пор широко применяется в Канаде и США – странах с широчайшей сетью автомобильных дорог, где накоплен огромный опыт использования этого природного материала. Например, по данным Министерства транспорта провинции Квебек наличие волокон хризотила в структуре асфальтобетона заметно увеличивает его прочность и сопротивление трещинообразованию. В результате срок службы верхних слоев покрытия автодорог увеличивается в 2–3 раза.

В 2002 г. по заказу Дорожного департамента Ханты-Мансийского автономного округа «НИИпроектасбест» выполнил работу по

подбору марки хризотилового волокна и выбору технологии получения гранул для использования в качестве стабилизирующей добавки при приготовлении ЩМАС.

В 2003 г. состоялись испытания опытной партии на двух асфальтобетонных заводах: на АБЗ СУ-909 в г. Нижневартовске, где подача добавки в смеситель осуществлялась вручную, и на АБЗ ЗАО «Автодорстрой» в поселке Ульт-Ягун в районе Сургута, где подача и дозировка добавки производились пневмотранспортом в автоматическом режиме. Приготовленная смесь была уложена в дорожное покрытие десяти километров автодорог. Лабораторные испытания при подборе состава смеси и результаты контроля качества щебеночно-мастичного асфальтобетона уложенных слоев покрытия подтвердили соответствие качества ЩМАС требованиям ГОСТ 31015-2002 [2].

В 2004 г. силами ООО «Хризотоп» было разработано, изготовлено и смонтировано оборудование для производства гранулированной добавки. В ходе работ были учтены пожелания дорожников – заменено связующее вещество гранул, в их состав введен другой тип хризотилового волокна, диаметр гранул был уменьшен до 5 мм. Усовершенствованная стабилизирующая добавка, после успешной производственной апробации на базе ЗАО «Мелиострой» в Свердловской области, получила название гранулированный стабилизатор (ГС) «Хризотоп». Продукт имеет насыпную плотность не более 950 кг/м<sup>3</sup>, содержание связующего вещества составляет 9 %. Гранулы добавки разрушаются в барабане асфальтобетонного завода при сухом смешивании не более чем за 10 секунд.

В строительный сезон 2005 г. стабилизатор широко применялся в дорожном строительстве Свердловской области и Ханты-Мансийского автономного округа. В Свердловской области с его помощью были отремонтированы покрытия более чем двадцати километров территориальных и городских автомобильных дорог, в том числе проезжая часть путепроводов в Екатеринбурге. Контрольные пробы слоев дорожного покрытия не выявили отклонений качественных показателей от требований нормативно-техни-

ческой документации. Проверку проводили специалисты лаборатории контроля качества управления автомобильных дорог и лаборатории испытания материалов Автомобильно-дорожного института УГЛТУ.

В 2006 г. объемы поставок ГС «Хризотоп» предприятиям дорожного хозяйства составили более 130 т. При отправке заказчику он упаковывается в пропиленовые мешки по 30 кг или в мягкие контейнеры (МКР) по 700–800 кг. Постепенно «Хризотоп» завоевывает популярность и в соседних со Свердловской областью регионах. Преимущества ГС «Хризотоп» очевидны. Расход гранулированного стабилизатора при приготовлении ЩМАС составляет от 0,35 до 0,4 % от общей массы смеси. Он очень удобен в применении: легко дозируется, смешивается, имеет однородную структуру, не подвержен комкообразованию. По сравнению со стабилизирующими добавками из целлюлозы ГС «Хризотоп» не измельчается в пыль при длительном сухом смешивании, даже более того – распушается на отдельные тонкие волокна, улучшающие его собственные армирующие свойства. Хризотилловые волокна стабилизирующей добавки обладают высокой прочностью на разрыв и завидной термостойкостью, позволяющей выдерживать температуру до 700°. Среди других положительных качеств ГС «Хризотоп» отметим неприхотливость в хранении – он не подвержен деструктивному воздействию плесени, грибков и грызунов. К положительным свойствам можно отнести также и высокую технологичность, которая позволяет использовать добавку в любом типе асфальтосмесительного оборудования как отечественного, так и импортного производства. В отличие от целлюлозных добавок у ГС «Хризотоп» более мягкие требования в части соблюдения температурного режима при изготовлении асфальтобетонных смесей. И самое важное – ГС «Хризотоп» почти на 20 % дешевле любых зарубежных аналогов.

#### Библиографический список

1. Безотосный, А.И. Формула полезной модели к патенту № RU 39884 U1 / А.И. Безотосный, А.А. Осинцев, Ю.А. Агалаков.
2. ГОСТ 31015-2002 смеси асфальтобетонные и асфальтобетон щебеночно-мастичные.

## ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА АСБЕСТА ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

С.И. БУЛДАКОВ, *проф. каф. транспорта и дорожного стр-ва УГЛТУ, канд. техн. наук,*  
А.Ю. ДЕДЮХИН, *асп. каф. транспорта и дорожного стр-ва УГЛТУ*

**В** настоящее время необходимость строительства и реконструкции автомобильных дорог непрерывно возрастает, а качество строительства остается низким [1]. Основные причины, вызывающие сокращение срока службы покрытий, связаны с невысоким качеством органических и минеральных порошков (МП), каменных материалов, битумов и др., используемых для дорожного строительства. Другой проблемой является снижение затрат на строительство дорог, которая может быть решена путем использования новых, более дешевых и доступных материалов (щебня, порошков и др.) и внедрения новых технологий производства асфальтобетонных смесей (АБС).

Одним из наиболее дорогостоящих и дефицитных компонентов АБС является карбонатный МП, количество которого в природе ограничено, поэтому пришли к необходимости применения различных промышленных порошковых отходов – золы уноса, золошламовых смесей тепловых электрических станций, цементных заводов, металлургических шлаков и др. [2].

Недостаток указанных выше МП заключается в их низкой активности, в связи с чем необходима активация этих смесей, что удорожает технологию производства АБС.

Для улучшения качества АБС представляет интерес технология их армирования различными волокнами – фибро, стекло, полимерными, древесными в др. [3–4]. Волокна в составе АБС создают пространственный каркас, который укрепляет асфальтобетон. При этом, согласно [5, 6], образование трещин в покрытии полностью не исключается, но начало трещинообразования отодвигается, что удлиняет срок службы дороги в 2–3 раза.

Одним из наиболее перспективных направлений повышения долговечности асфальтобетонных покрытий является включение в их состав отходов производства асбеста, которые могут вводиться в АБС в виде щебня, порошка,

волокон и др. [7]. В частности, в составе АБС предложено использовать хризотил-асбест: фракции 2,8–5 мм четвертой группы, в виде длинных и коротких волокон 6–7-го сорта [8]. Причем волокна хризотил-асбеста вводятся в состав АБС в количестве, % масс. 3 4,3–7.

Хризотил-асбест – это тонковолокнистый белый или зеленовато-желтый минерал ( $3\text{MgO}\cdot 2\text{SiO}_2\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) с шелковистым блеском (рис. 1), образующий прожилки, которые имеют поперечно-волокнистое строение с длиной волокон от долей миллиметра до 5–6 см (изредка до 16 см) толщиной менее 0,0001 мм (рис. 2). Замечательным свойством этого минерала является способность сминаться и распушаться в тонковолокнистую массу, подобную льняной или хлопковой, пригодной для изготовления несгораемых тканей. Рабочая температура до +500 °С. Хризотил-асбест обладает высокой прочностью на разрыв по оси волокнистости. Наибольшую прочность имеют волокна асбеста, осторожно отделенные от кускового асбеста. В зависимости от эластичности различают три разновидности волокон хризотил-асбеста: нормальная, полумломкая и ломкая. Такое деление условно, так как в действительности не наблюдается резких переходов от одной разновидности к другой.

Важная характеристика асбеста – модуль упругости. Средние значения модуля упругости хризотил-асбеста колеблются от 16104 до 21104 Мпа.

Хризотил-асбест в зависимости от длины волокон подразделяется на восемь сортов. Первые три сорта асбеста считаются длиноволокнистыми и относятся к текстильным сортам, а последние сорта – коротковолокнистыми, их называют строительными. В зависимости от текстуры (степени сохранности агрегатов волокон) асбест подразделяется на жесткий, в котором преобладают иголки; полужесткий – с равным количеством иголок и распушенного волокна; мягкий – с преобладающим количеством распушенного волокна.

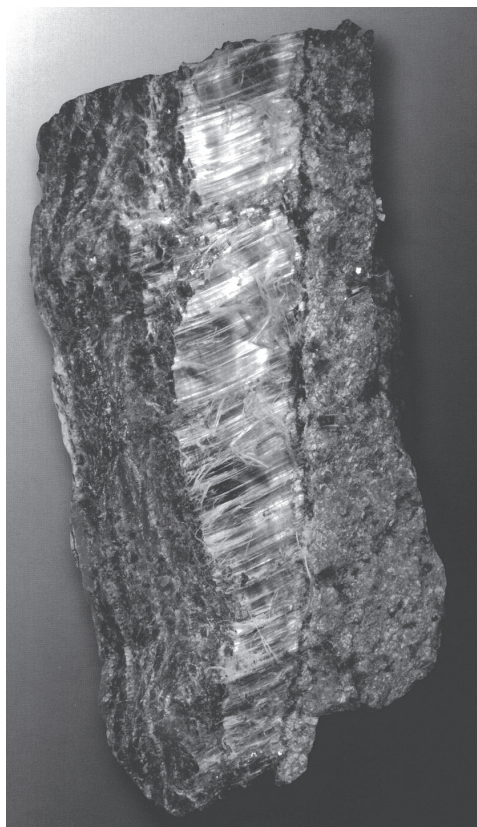


Рис. 1. Отороченная жила хризотил-асбеста в серпентините

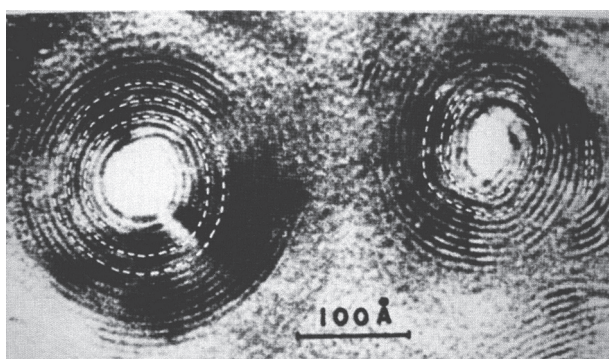


Рис. 2. Электронно-микроскопический снимок поперечного среза волокон хризотил-асбеста

Введение волокон асбеста в АБС улучшает пластическую прочность смеси в 20 раз. Смесь выдерживает без разрушения сосредоточенную сжимающую нагрузку  $35,8 \text{ кг/см}^2$  в течение одного часа при  $80 \text{ }^\circ\text{C}$ , сильнее сопротивляется многократному изгибу. Работоспособность асфальтобетона на асбоотходах значительно выше, чем асфальтобетона на граните. Они обладают повышенной прочностью, водо- и морозоустойчивостью, улучшенными показателями набухания, степени расслоения, предела прочности на растяжение при расколе и др.

Использование фракций хризотил-асбеста и его волокон позволяет значительно повысить сопротивление асфальтобетона растрескиванию вследствие хемосорбции битума на поверхности его волокон и трубок. Поэтому улучшаются такие свойства АБС, как прочность на изгиб, сжатие, теплостойкость, водостойчивость, устойчивость в холодные и жаркие сезоны.

Микроскопические, электрофизические и реологические исследования структуры асфальтобетона и пленок битума, включающих волокна асбеста, подтвердили результаты физико-механических испытаний АБС, армированных волокнами асбеста.

Для производства асбестового волокна и МП на основе отходов асбеста была использована технология, отработанная на предприятия ОАО «Ураласбест», согласно которой проводится многократное грохочение и дробление фракций хризотил-асбеста класса 6–4 и 4–2 мм с последующей сепарацией измельченной смеси.

Эта схема получения МП и асбестовых волокон согласуется с данными [4] по сопоставлению качества различных МП: молотым в шаровой мельнице, асбестом 7 сорта, молотыми известняками и электрошлаками ферросплавного завода, в результате которых установлено, что молотый асбестовый песок имеет большую удельную поверхность.

Обогащение отходов фабрик комбината «Ураласбест» и др. можно проводить в горизонтальных классификаторах конструкции ВНИИНеруда и ВНИИАсбест [4]. При этом можно дополнительно получать: из рядовых отходов – щебень-клинец фракции 5 мм, крупный песок фракции 5–1,25 мм, пригодный для подстилающих слоев дорожной одежды, мелкий песок (1,25 мм), пригодный для приготовления высококачественного МП для асфальтобетона.

Применение асбестового песка на асфальтобетонном заводе для производства МП является выгодным, так как уменьшаются энергозатраты на получение МП, когда количество мелких фракций во фракции 0–5 мм значительно повышается, а получаемый при грохочении асбестовый щебень класса 5–20 мм непосредственно используется для получения

АБС, что подтверждается результатами выполненных нами исследований и др.

Так, обследование опытного участка дороги Свердловск–Серов, построенного на основе АБС, армированных асбестом (5%), через три года эксплуатации показало, что его трещиностойкость в три раза выше, чем на участках, не армированных асбестом. На нем отсутствуют выкрошивание и шелушение поверхности, сдвиговые деформации и др.

Однако, несмотря на хорошее состояние опытных участков дорог, возможности долговечности асфальтобетона изучены недостаточно, так как по результатам обследований материал во всех случаях соответствует комплексу существующих требований из-за постоянно растущей транспортной нагрузки (появление колеи), сдвиговые деформации и др.)

При введении асбеста оптимальное содержание битума возрастает до 7–11% [1], что повышает стоимость производства АБС. Кроме того, при практическом использовании отходов асбеста возникают технологические затруднения, связанные с отсутствием в действующем общесоюзном стандарте (ГОСТ 9128-97) сведений о составах и свойствах асфальтобетонов, содержащих асбест. Поэтому оптимизация состава АБС и снижение расходов битума на их получение имеет особое значение при утилизации отходов асбеста.

В 1977 г. Агентство по охране окружающей среды США заявило о необходимости запретить использование каменных материалов, включающих асбест, для устройства верхних слоев дорожной одежды, слоев износа и др. [9]. Однако в 1991 г. апелляционный суд США аннулировал постановление агентства.

В июле 1998 г. правительство РФ приняло постановление о своей позиции по вопросу использования хризотилового асбеста. В частности, в нем было отмечено, что принятые во многих странах запреты на использование асбеста основаны на медико-биологических и статистических по асбестообусловленным заболеваниям, вызванным использованием в основном асбеста амфиболовой группы, и не учитывают национальных социально-экономических интересов, результатов научных исследований и научно-технических достижений последних лет в области производ-

ства и использования хризотилового асбеста. Необоснованный отказ от использования хризотилового асбеста не имеет достаточных медико-биологических обоснований и может повлечь серьезные негативные последствия для экономики ряда стран.

В настоящее время работа с асбестом регламентируется Сан Пин 2.2.3.57-99. Работа с асбестом и асбестосодержащими материалами проводится с учетом документов Международной организации труда № 162 и Конвенции об охране труда при использовании асбеста, одноименных Рекомендаций № 172 и свода международных правил «Безопасность при работе с асбестом».

Таким образом, применение асфальтобетонов, армированных асбестом, позволит продлить срок службы покрытий в 2–3 раза, снизить расходы по их эксплуатации и ремонту и, в конечном итоге, сэкономить сотни тонн дефицитного битума.

#### Библиографический список

1. Дороги России 21 века. – 2004. – № 5. – С. 62–67.
2. Применение порошковых отходов промышленности в асфальто-бетонах // Автомобильные дороги. ЦБНТИ. – М.: 1990. – Вып 7. – 54 с.
3. Армирование асфальтобетонных покрытий при строительстве и реконструкция дорожных одежд // Автомобильные дороги. ЦБНТИ Минавтодора РСФСР. – М.: 1990. – Вып. 5. – С. 24–26.
4. Попов, С. Технология армирования асфальтобетона становится общепринятой для России и стран СНГ / С. Попов // Дороги России 21 века. – 2005. – № 2.
5. Сиротюк, В.В. Отчет о результатах строительства и обследования опытного участка дорожной одежды с армированием асфальтобетонным покрытием / В.В. Сиротюк, Е.Ю. Крашенинин. – Омск: СибДИ, 2004. – 29 с.
6. Хусаинов, И.Л. Расчет дорожных одежд, армированных объемными георешетками / И.Л. Хусаинов, Е.Г. Пшеничникова / Транспортное строительство. – 2006. – № II. – С. 11–13.
7. Рацен, В.З. Отходы переработки асбестосодержащих руд и их особенности как минерального материала для дорожного строительства / В.З. Рацен, В.Я. Стрельникова, В.В. Коломийцев и др. – Ураласбест: Асбест. – 2005.
8. Рекомендации по использованию местных минеральных порошков для производства холодных асфальтобетонных смесей из асбестовых отходов.
9. Запрещение использования каменных материалов с включениями асбеста для строительства дорожных покрытий. Anier city and Country 1977. №8. P. 36.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ РАБОТЫ ЗВЕНЬЕВ МАНИПУЛЯТОРА В ОБОБЩЕННОМ ВИДЕ

А.А. ДОБРАЧЕВ, *проф. каф. технологии и оборудования лесопромышленного производства УГЛТУ, канд. техн. наук,*

Л.Т. РАЕВСКАЯ, *доц. каф. сопротивления материалов и теоретической механики УГЛТУ, канд. физ.-мат. наук,*

А.В. ШВЕЦ, *асп. каф. сопротивления материалов и теоретической механики УГЛТУ*

Гидроманипулятор в лесопромышленном производстве давно и прочно занял место массового механизма. Валочно-пакетирующие машины, харвестеры, процессоры, трелевочные тракторы, форвардеры, автолесовозные поезда, оснащенные манипуляторными установками, полуавтоматические линии – вот далеко не полный перечень сферы применения этих универсальных устройств. Тем не менее, области их применения в лесной промышленности не исчерпаны. В настоящее время назрела необходимость замены тяжелых челюстных погрузчиков мобильными машинами манипуляторного типа, внедрения манипуляторных систем в нижне-складские операции: раскряжевки, сортировки и штабелевки лесоматериалов, погрузки их в вагоны РЖД, в цеховых и межцеховых операциях. Создание универсальной модели или модельного ряда манипуляторов различного назначения значительно снизит номенклатуру применяемых в лесном комплексе разнотипных механизмов и уровень ручного труда, унифицирует ремонтную и обменную базу, повысит рентабельность производства. Разработке такой модели должен предшествовать достаточно полный анализ и синтез различных модификаций манипулятора как многозвенного механизма.

В общетехнической и специальной литературе, периодических изданиях вопросам кинематического анализа и синтеза многозвенных механизмов посвящено немало работ, но для случаев, когда одновременно изменяются углы и длины звеньев, решения не производились. Как правило, исследование какого-либо манипулятора проводилось по заранее предложенной кинематической схеме.

Рассмотрим общие законы движения точки подвеса захвата манипулятора в координатной системе, приняв в качестве базовых

различные схемы сочетаний узлов механизма «стрела-рукоять».

Исследованиями решаются следующие задачи:

– определение законов движения рабочих органов манипуляторов при различных сочетаниях движения кинематической пары «стрела–рукоять»;

– определение скоростей и ускорений рабочих органов с целью сравнения их абсолютных значений;

– расчет динамических нагрузок при различных скоростях подъема груза.

Анализируя законы движения звеньев манипулятора, обусловленные особенностями технологического процесса, отметим, что изменение координат перемещения его рабочего органа (захвата) может происходить по следующим закономерностям:

1. Подъем рукояти при неподвижной стреле.

2. Подъем стрелы при неизменном положении рукояти относительно стрелы.

3. Подъем стрелы и рукояти одновременно.

4. Подъем стрелы и выдвигание рукояти одновременно, независимо друг от друга.

5. Выдвигание и подъем стрелы при закрепленной рукояти.

6. Выдвигание рукояти и ее подъем при неподвижной стреле.

7. Выдвигание стрелы и рукояти при одновременном их подъеме.

На этом этапе исследований мы введем следующие ограничения:

– угловые и линейные перемещения звеньев механизма меняются с постоянной скоростью;

– не рассматриваются экстремальные случаи ускорений (трогания и разгона, торможения и остановки);

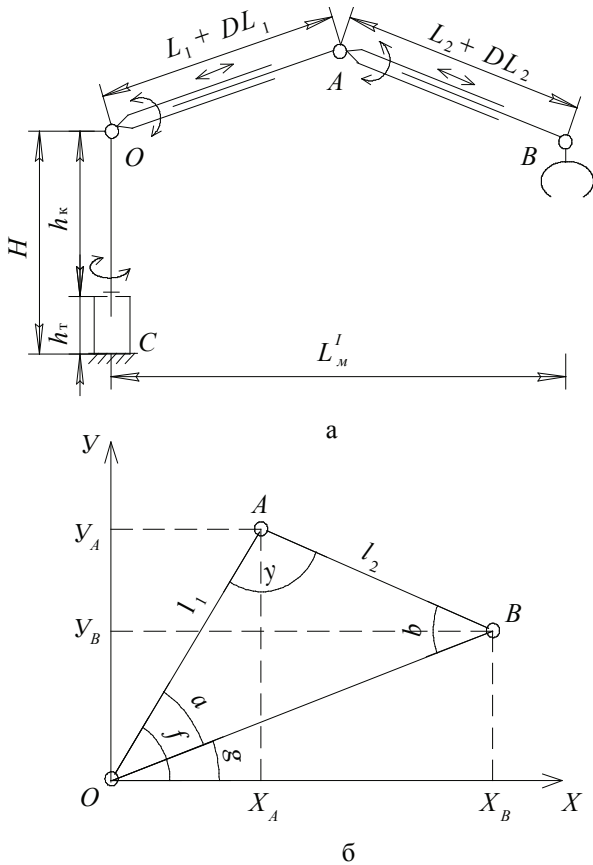


Рис. 1. Схемы манипуляторного механизма: а – кинематическая схема; б – расчетная схема

– движение всех звеньев происходит в вертикальной плоскости, вращение механизма вокруг вертикальной оси не учитывается.

Отметим, что и с учетом таких ограничений количественные характеристики процесса дают достаточно веские аргументы для выводов по поставленным выше целям. Рассмотрим в явной форме законы движения точки подвески захвата манипулятора  $B$  в плоскости  $XOY$  – плоскости подъема и опускания груза при различных сочетаниях совместных движений звеньев. На рис. 1,а представлена кинематическая схема манипулятора, имеющего максимальную возможность перемещения его звеньев стрелой–рукоятью.

По расчетной схеме (рис. 1, б) обозначим:  $l_1$  – длина стрелы  $OA$ ;  $l_2$  – длина рукояти  $AB$ ;  $t$   $O$  – точка крепления стрелы к колонне;  $A$  – шарнир между рукоятью и стрелой;  $B$  – шарнир подвески захвата;  $\varphi, \psi$  – углы, определяющие положение звеньев.

Имеем четыре переменных величины, являющиеся функциями по времени:  $l_1 = f(t)$ ,  $l_2 = f(t)$ ,  $\varphi = f(t)$ ,  $\psi = f(t)$ .

Параметрическое уравнение движения точки  $B$  в системе координат представляет собой зависимость  $X_B(t)$  и  $Y_B(t)$ .

Из треугольника  $OAB$  определим:

$$\begin{aligned} \varphi &= \alpha + \gamma, \\ \psi &= \pi - \alpha - \beta, \end{aligned}$$

откуда

$$\beta - \gamma = \pi - \varphi - \psi. \quad (1)$$

Координата  $X$  точки  $B$

$$\begin{aligned} X_B &= l_1 \cos \varphi + l_2 \cos(\pi - \varphi - \psi) = \\ &= l_1 \cos \varphi - l_2 \cos(\varphi + \psi). \end{aligned}$$

С учетом выражения (1) координата  $Y$  точки  $B$

$$\begin{aligned} Y_B &= l_1 \sin \varphi - l_2 \sin(\pi - \varphi - \psi) = \\ &= l_1 \sin \varphi - l_2 \sin(\varphi + \psi). \end{aligned}$$

Следовательно, закон движения точки  $B$  определяется уравнениями

$$X_B = l_1 \cos \varphi - l_2 \cos(\varphi + \psi). \quad (2)$$

$$Y_B = l_1 \sin \varphi - l_2 \sin(\varphi + \psi). \quad (3)$$

Из закона движения определим скорость и ускорение точки  $B$  как первой и второй производные от  $X_B, Y_B$  по времени:

$$\dot{X}_B = v_{Bx} \quad \ddot{X}_B = a_{Bx},$$

$$\dot{Y}_B = v_{By} \quad \ddot{Y}_B = a_{By}.$$

Скорость точки  $B$  по осям  $X, Y$  после дифференцирования (2) и (3) по времени примет следующий вид:

$$\begin{aligned} \dot{X}_B &= \dot{l}_1 \cdot \cos \varphi - l_1 \cdot \dot{\varphi} \cdot \sin \varphi - \\ &- \dot{l}_2 \cdot \cos(\varphi + \psi) + l_2 (\dot{\varphi} + \dot{\psi}) \cdot \sin(\varphi + \psi), \quad (4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \dot{Y}_B &= \dot{l}_1 \cdot \sin \varphi + l_1 \cdot \dot{\varphi} \cdot \cos \varphi - \\ &- \dot{l}_2 \cdot \sin(\varphi + \psi) - l_2 (\dot{\varphi} + \dot{\psi}) \cdot \cos(\varphi + \psi). \quad (5) \end{aligned}$$

$$v_B = \sqrt{\dot{X}_B^2 + \dot{Y}_B^2}.$$

Дифференцируя (4) и (5) по времени, получим ускорение точки  $B$  относительно осей  $X, Y$

$$\begin{aligned} \ddot{X}_B &= l_1'' \cos \varphi - 2l_1' \varphi' \cos \varphi - l_1 \{ \varphi'' \sin \varphi + \\ &+ \varphi'^2 \cos \varphi \} - l_2'' \cos(\varphi + \psi) + 2l_2' \sin(\varphi + \psi) \times \\ &\times (\varphi' + \psi') + l_2 \{ (\varphi' + \psi')^2 \cos(\varphi + \psi) + \\ &+ (\varphi'' + \psi'') \sin(\varphi + \psi) \}. \quad (6) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \ddot{Y}_B &= l_1'' \sin \varphi + 2l_1' \varphi' \cos \varphi + l_1 \{ \varphi'' \cos \varphi - \\ &- \varphi'^2 \sin \varphi \} - l_2'' \sin(\varphi + \psi) - 2l_2' \cos(\varphi + \psi) \times \\ &\times (\varphi' + \psi') + l_2 \{ (\varphi' + \psi')^2 \sin(\varphi + \psi) - \\ &- (\varphi'' + \psi'') \cos(\varphi + \psi) \}. \quad (7) \end{aligned}$$

Абсолютное ускорение точки  $B$  (захвата)

$$a_B = \sqrt{(X_B'')^2 + (Y_B'')^2}. \quad (8)$$

Примем следующие приближения: ускорение  $l_1^{11}, l_2^{11}, \varphi^{11}$  и  $\psi^{11}$  равны 0. Таким образом, рассматривается установившееся

равномерное вращение стрелы и рукояти и равномерное изменение длин этих звеньев, что позволяет качественно сравнить ускорение точки подвеса захвата для комбинации разных типов движения стрелы и рукояти в вертикальной плоскости. С учетом указанных выше ограничений соотношения (6) и (7) упрощаются

$$X_B'' = -2l_1'\varphi'\sin\varphi - l_1\varphi'^2\cos\varphi + 2l_2'\sin(\varphi + \psi)(\varphi' + \psi') + l_2\{(\varphi' + \psi')^2\cos(\varphi + \psi). \quad (9)$$

$$Y_B'' = 2l_1'\varphi'\cos\varphi - l_1\varphi'^2\sin\varphi - 2l_2'\cos(\varphi + \psi) \times (\varphi' + \psi') + l_2\{(\varphi' + \psi')^2\sin(\varphi + \psi). \quad (10)$$

Подставим уравнения (9) и (10) в уравнение (8)

$$a_B = [4l_1'^2\varphi'^2 + l_1^2\varphi'^4 + 4l_2'^2(\varphi' + \psi')^2 + l_2^2(\varphi' + \psi')^4 - 8l_1'\varphi'l_2'(\varphi' + \psi')\sin\varphi \times \sin(\varphi + \psi) - 4l_1'\varphi'l_2'(\varphi' + \psi')^2\sin\varphi \times \sin(\varphi + \psi) - 4l_1\varphi'^2l_2'(\varphi' + \psi')\cos\varphi \times \sin(\varphi + \psi) - 2l_1\varphi'^2l_2(\varphi' + \psi')^2\cos\varphi \times \cos(\varphi + \psi) - 8l_1'\varphi'l_2'(\varphi' + \psi')\cos\varphi \times \cos(\varphi + \psi) + 4l_1'\varphi'l_2'(\varphi' + \psi')^2\cos\varphi \sin(\varphi + \psi) + 4l_1\varphi'^2l_2'(\varphi' + \psi')^2\sin\varphi \cos(\varphi + \psi) - 2l_1\varphi'^2 \times l_2(\varphi' + \psi')^2\sin\varphi \sin(\varphi + \psi)]^{1/2}. \quad (11)$$

После упрощения уравнения (11) получим ускорение точки подвески захвата  $B$  для общего случая перемещения звеньев

$$a_B = [4l_1'^2\varphi'^2 + l_1^2\varphi'^4 + 4l_2'^2(\varphi' + \psi')^2 + l_2^2(\varphi' + \psi')^4 - 8l_1'\varphi'l_2'(\varphi' + \psi')\cos\psi + 4l_1'\varphi'l_2'(\varphi' + \psi')^2\sin\psi - 4l_1\varphi'^2l_2'(\varphi' + \psi') \times \sin\psi - 2l_1\varphi'^2l_2(\varphi' + \psi')^2\cos\psi]^{1/2}. \quad (12)$$

Рассмотрим несколько частных случаев, которые следуют из соотношения (12).

1. Длина стрелы и рукояти не меняется, стрела и рукоять вращаются с постоянной угловой скоростью. Из уравнения (12) получаем

$$a_B = [l_1^2\varphi'^4 + l_2^2(\varphi' + \psi')^4 - 2l_1\varphi'^2l_2(\varphi' + \psi')^2\cos\psi]^{1/2}.$$

2. Стрела не меняет длину и вращается в вертикальной плоскости с постоянной скоростью, рукоять относительно стрелы не меняет своего положения, но длина рукояти меняется. Из уравнения (19) получаем

$$a_B = [(l_1^2 + l_2^2)\varphi'^4 + 4l_2'^2\varphi'^2 - 4l_1\varphi'^2l_2'\varphi'\sin\psi - 2l_1\varphi'^4l_2'\varphi'\cos\psi]^{1/2}.$$

3. Рукоять вращается относительно неподвижной стрелы, с постоянной угловой скоростью, длина стрелы не меняется. Из уравнения (12) следует:

$$a_B = \sqrt{l_2^2 \cdot \psi'^4}, a_B = l_2 \cdot \psi'^2$$

Действительно, для данного случая все ускорение точки  $B$  – это ускорение нормальное точки  $B$  относительно точки  $A$

$$\alpha^n = \omega^2 R.$$

Ускорение  $a_B$  изменяется незначительно при равномерном изменении длины стрелы. Незначительно, так как в реальности практически невозможны значимые ускорения при выдвигении стрелы или рукояти.

4. Стрела  $l_1$  вращается с постоянной угловой скоростью, рукоять  $l_2$  меняет длину и вращается с постоянной скоростью. Из уравнения (12) следует

$$a_B = [l_1^2\varphi'^4 + 4l_2^2(\varphi' + \psi')^2 + l_2^2(\varphi' + \psi')^4 - 4l_1\varphi'^2 \times l_2'(\varphi' + \psi')\sin\psi - 2l_1\varphi'^2l_2(\varphi' + \psi')^2\cos\psi]^{1/2}.$$

5. В отсутствие вращательных движений при равномерных изменениях длин стрелы и рукояти ускорения в точке  $B$  отсутствуют.

Расчеты ускорений в точке подвеса захвата проведем при линейной скорости захвата  $U$ , изменяющейся от 0,2 до 1 м/с, и начальных углах  $\varphi$  и  $\psi$ , изменяющихся в пределах:  $\varphi$  от  $15^\circ$  до  $60^\circ$ ,  $\psi$  от  $120^\circ$  до  $180^\circ$ . Принимаем, что угловые скорости звеньев  $\varphi'$  и  $\psi'$  одинаковые и принимают значения 0,17; 0,35; 0,52 и 0,7 с<sup>-1</sup>.

Для графика (рис. 2) в качестве начальных условий выбираем значения углов  $\varphi = 15^\circ$ ,  $\psi = 120^\circ$  и скорости захвата  $U = 0,2$  м/с, получим ускорения захвата в зависимости от угловых скоростей звеньев.

Для графика (рис. 3) в качестве начальных условий выбираем значения углов  $\varphi = 15^\circ$ ,  $\psi = 120^\circ$  и скорости захвата  $U = 1$  м/с, получим ускорения захвата в зависимости от угловых скоростей звеньев.

Для графика (рис. 4) в качестве начальных условий выбираем значения углов  $\varphi = 60^\circ$ ,  $\psi = 180^\circ$  и скорости захвата  $U = 0,2$  м/с, получим ускорения захвата в зависимости от угловых скоростей звеньев.

Для графика (рис. 5) в качестве начальных условий выбираем значения углов  $\varphi = 60^\circ$ ,  $\psi = 180^\circ$  и скорости захвата  $U = 1$  м/с, получим ускорения захвата в зависимости от угловых скоростей звеньев.

Анализ приведенных графиков показывает, что при совместных угловых и линейных перемещениях системы стрела – рукоять возникают значительные абсолютные ускорения в точке захвата груза.



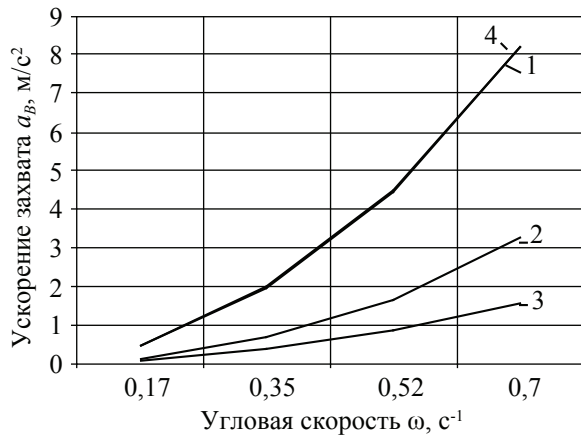


Рис. 2. Ускорения захвата при начальных углах  $\varphi = 15^\circ$ ,  $\psi = 120^\circ$  и линейной скорости  $U = 0,2$  м/с: 1 – стрела и рукоять вращаются и не выдвигаются; 2 – стрела вращается, рукоять выдвигается и не вращается; 3 – стрела неподвижна, рукоять вращается; 4 – стрела вращается, рукоять вращается и выдвигается.

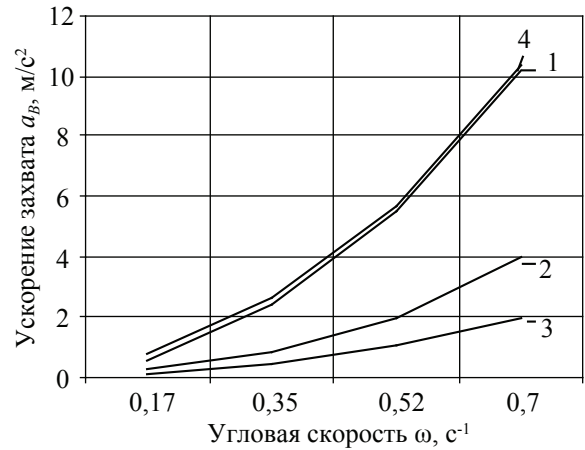


Рис. 3. Ускорения захвата при начальных углах  $\varphi = 15^\circ$ ,  $\psi = 120^\circ$  и линейной скорости  $U = 1$  м/с: 1 – стрела и рукоять вращаются и не выдвигаются; 2 – стрела вращается, рукоять выдвигается и не вращается; 3 – стрела неподвижна, рукоять вращается; 4 – стрела вращается, рукоять вращается и выдвигается.



Рис. 4. Ускорения захвата при начальных углах  $\varphi = 60^\circ$ ,  $\psi = 180^\circ$  и линейной скорости  $U = 0,2$  м/с: 1 – стрела и рукоять вращаются и не выдвигаются; 2 – стрела вращается, рукоять выдвигается и не вращается; 3 – стрела неподвижна, рукоять вращается; 4 – стрела вращается, рукоять вращается и выдвигается.

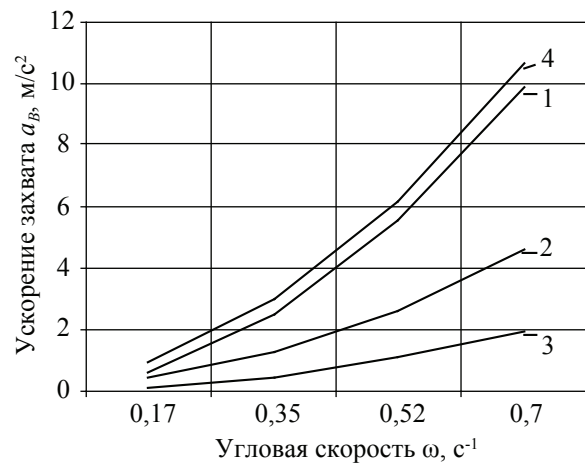


Рис. 5. Ускорения захвата при начальных углах  $\varphi = 60^\circ$ ,  $\psi = 180^\circ$  и линейной скорости  $U = 1$  м/с: 1 – стрела и рукоять вращаются и не выдвигаются; 2 – стрела вращается, рукоять выдвигается и не вращается; 3 – стрела неподвижна, рукоять вращается; 4 – стрела вращается, рукоять вращается и выдвигается.

Если принять, что вес перемещаемого грейфером груза равен 5000 Н, то стрела и рукоять при средних угловых скоростях перемещения  $0,35$  с<sup>-1</sup> испытывают динамическую нагрузку в 1250 Н, что существенно влияет на силовые характеристики и прочность конструкции.

При различных взаимных положениях стрелы и рукояти ускорения различаются незначительно (графики рис. 3 и рис. 5).

Линейные перемещения стрелы и рукояти не оказывают значительного влияния на динамику перемещений. Практически совпадение кривых 4 и 1 показывает, что линейные перемещения рукояти незначительно влияют на ускорения захвата манипулятора. Основные составляющие динамики – вращательные движения стрелы и рукояти.

Наилучшим вариантом совместной работы звеньев является вращение стрелы при

возможном выдвигании рукояти. Вероятно, это наиболее оптимальная схема взаимодействия звеньев стрела – рукоять. Технологические возможности такой схемы манипулятора можно оценить после исследования характера зон обслуживания манипулятора при различных вариациях его перемещения в лесном комплексе.

#### Библиографический список

1. Бать, М.И. Теоретическая механика в примерах и задачах: в 3 т. / М.И. Бать, Г.Ю. Джанелидзе, А.С. Кельзон. – М.: Наука, 1967. – Т. 1. – 512 с.
2. Фу, К. Робототехника / К. Фу, Р. Гонсалес, К. Ли; пер. с англ. А.А. Сорокина, А.В. Градецкого. – М.: Мир, 1989. – 621 с.
3. Добрачев, А.А. Гидроманипуляторы на нижнем складе / А.А. Добрачев, А.А. Малышев, С.А. Овчинников // Лесной Урал. – 2003. – № 1. – С. 26–27.
4. Кондаков, Н.В. Расчетная схема манипулятора / Н.В. Кондаков // Лесной журнал. – 1988. – № 6. – С. 36–41.
5. Бакай, Б.Я. Планирование траектории движения манипулятора / Б.Я. Бакай // Повышение технического уровня машин лесного комплекса: Материалы всерос. науч.-практ. конф. (Воронеж, 3–5 июля 1999 г.), Воронеж: ВГЛТА, 1999. – С. 140–142.

## ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОЛОС

М.Г. ЕЖОВА, доц. каф. экономики и организации лесного комплекса УГЛТУ, канд. с.-х. наук,  
И.А. ИМАТОВА, доц. каф. экономики и организации лесного комплекса УГЛТУ, канд. с.-х. наук,  
А.В. КАПРАЛОВ, доц. каф. лесных культур и мелиорации УГЛТУ, канд. с.-х. наук,  
Н.А. ИМАТОВА, студент 4 курса ЛХФ УГЛТУ

Последние изменения в природоохранном законодательстве выдвигают новые, повышенные требования к проектированию и реализации систем мероприятий по охране окружающей природы от антропогенного воздействия. Одним из глобальных факторов отрицательного воздействия человека на природу является организация транспортных путей и перевозок.

Влияние транспорта на природу достаточно разнообразно. Это физическое нарушение природных экосистем, загрязнение атмосферы и территории выбросами двигателей внутреннего сгорания, загрязнение прилегающих к дорогам территорий пылью и испарениями от перевозимых грузов, шумовая нагрузка на прилегающие территории.

В настоящее время резкий рост уровня автомобилизации в России обусловил повышение отрицательного влияния транспортно-дорожного комплекса на окружающую природную среду. Перегруженность дорог, снижение эксплуатационных скоростей движения, заторы многократно увеличивают объемы выбросов выхлопных газов в атмосферу, шум, загрязнение почв и водных источников. На рис. 1 представлена динамика роста массы выбросов и парка автотранспортных средств

в стране за последние годы. Как видно из рис.1, за период с 2001 по 2005 г. наблюдается стабильная тенденция роста указанных показателей. В 2005 г. выбросы загрязняющих веществ автотранспортом увеличились на 1 % по сравнению с предыдущим годом и достигли 15,4 млн т [1]. Этот показатель продолжает расти и сегодня. Состав и структура выбросов автомобильного транспорта представлены на рис. 2.

Основную массу выбросов от транспортного комплекса в атмосферу составляет оксид углерода (75,7 %). Доля наиболее опасных для здоровья канцерогенных веществ (в первую очередь органических соединений) не превышает 1 %. Однако именно эти вещества требуют пристального внимания при решении задач обеспечения экологической безопасности транспорта.

Отрицательное влияние транспорта на окружающую среду все увеличивается, и в ближайшие годы эти нагрузки возрастут. Непринятие мер по снижению воздействия транспортно-дорожного комплекса на окружающую природную среду в условиях увеличивающегося количества автомобильного транспорта может привести к необратимым последствиям.

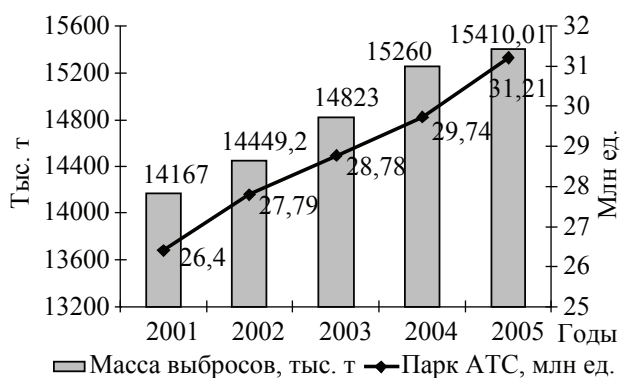


Рис. 1. Динамика увеличения выбросов и парка автотранспортных средств

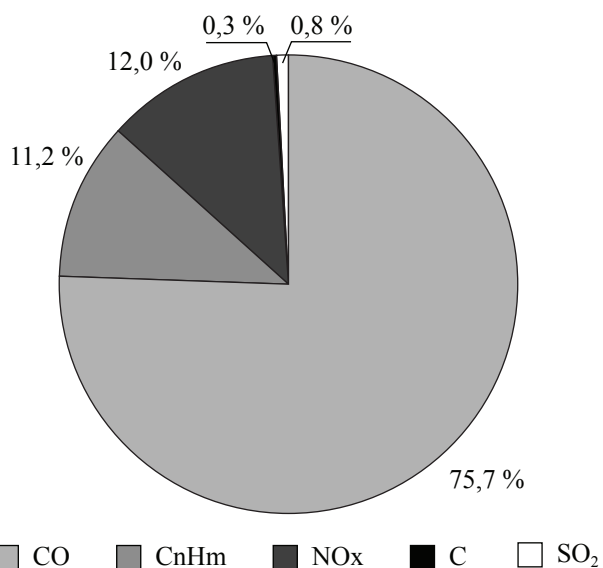


Рис. 2. Структура выбросов загрязняющих веществ транспортными средствами в 2005 г.

Федеральная целевая программа «Модернизация транспортной системы России» [2] предусматривает мероприятия, направленные на исключение или существенное снижение воздействия дорожной составляющей на окружающую природную среду, в том числе комплексные мероприятия по повышению экологической безопасности существующей сети автомобильных дорог.

Наиболее распространенным и действенным способом защиты природных экосистем является создание вдоль дорог полос зеленых насаждений, которые входят в постоянную площадь отвода автомобильной дороги. Плотная стена хвойных деревьев с кустарником в нижнем ярусе изолирует транспортный коридор от прилегающих территорий, практически полностью задерживает токсичные выбросы транспорта и дает дополнительную

площадь озеленения, особенно необходимую в городских и промышленных зонах.

Конечно, у этого метода есть и недостатки. Так, специалисты по безопасности движения считают, что однообразные стены вдоль дорог, хотя и зеленые, утомляют водителя и ограничивают обзор. Кроме того, зеленые насаждения требуют регулярного ухода, который у нас зачастую не проводится, и защитная полоса превращается в свалку мусора или дикий бурелом. Тем не менее, создание такой полосы оправдывает ее назначение как барьера на пути вредных выбросов автомобильного транспорта.

Технология создания, возможные структура и конструкции придорожных защитных лесных полос в стране достаточно хорошо отработаны. Производится экономическое обоснование необходимости создания снегозадерживающих защитных лесных полос. Однако обоснование создания придорожных защитных полос для предотвращения отрицательного воздействия выбросов транспорта освещено на настоящий момент слабо. В данной работе сделана попытка сравнить и экономически обосновать некоторые варианты создания защитных лесных полос с точки зрения борьбы с выбросами транспорта и в связи с категорией земель, по которой проходит дорога. Задачей данной работы является обоснование выбора варианта придорожной защитной полосы в связи с категорией территории, по которой проходит дорога и величиной ожидаемого ущерба.

Эффективность работы лесных полос во многом определяется их шириной и конструкцией. Так, в соответствии с нормативными требованиями [3] ширина защитной лесополосы должна быть не менее 10 м, в связи с чем расчет проведен на примере пятирядной смешанной древесно-кустарниковой полосы. При расстоянии между рядами – 2,5 м ширина лесной полосы с учетом закрайков составит 12,5 м. С целью эффективной работы лесополосы в течение всего года в состав включено 2 ряда ели обыкновенной, так как она декоративна и благодаря строению кроны формирует лесополосу плотной, непродуваемой конструкции. Для усиления защитного влияния лесополосы в состав вводится дополнительно 3 ряда кустарников: акации желтой и жимолости татарской.

Стоимость создания 1 км защитной лесной полосы, тыс. руб.

Статьи затрат	Варианты создания полосы		
	сеянцами	саженцами 0,5–0,7 м	крупномерными саженцами
Создание полосы:	6,02	141,32	237,96
– стоимость посадочного материала	0,89	100,58	186,48
– заработная плата рабочих	0,38	12,14	8,38
– затраты на эксплуатацию машин и механизмов	1,85	1,85	17,20
– накладные расходы	0,79	14,31	12,58
Уход за полосой	3,72	1,73	1,00
Всего, в том числе	9,74	143,05	238,96

Технологически создание защитных полос может быть проведено с использованием различных видов посадочного материала: сеянцев, черенков, саженцев и др. Принципиально различие в первоначальных размерах высаживаемых растений и сроках начала защитного влияния полосы на прилегающую территорию.

При создании полос сеянцами (высота до 40 см) производство работ значительно упрощается и удешевляется, однако полосы в этом случае начнут оказывать защитное влияние лишь на 8–10 год с момента их создания.

При создании полос укрупненным посадочным материалом (саженцы из первой или уплотненной школ высотой 0,5–0,7 м), стоимость создания полос возрастает, но ускоряется и время начала их защитного влияния (3–5 лет с момента создания).

Создание полос крупномерным посадочным материалом (1,5–2,5 м) обеспечивает начало положительного их влияния уже практически в год создания, но затраты на их производство ощутимо выше, чем в ранее рассмотренных вариантах.

Расчет затрат на создание лесополосы по вариантам произведен базисно-индексным методом с использованием рекомендаций новой сметно-нормативной базы [7, 8, 9]. При составлении локальной сметы использовался сборник территориальных единичных расценок [6] с переводом их в текущий уровень цен с помощью коэффициента 3,416. Стоимость посадочного материала на создание 1 км полосы рассчитывалась по ценам питомника, принадлежащего Свердловской дистанции защитных насаждений. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Создание защитных полос предложенными вариантами обуславливает различный срок вступления в работу, то есть предотвращение ущерба от вредного воздействия на окружающую среду. Для обоснования варианта создания необходимо определить суммарный экономический ущерб от загрязнения атмосферы транспортными средствами за период с момента посадки до начала действия лесополосы. Экономический ущерб рассчитан в соответствии с существующей типовой методикой [5] по формуле, приведенной ниже

$$Y_A = \gamma \delta f M, \text{руб./г.},$$

где  $\gamma$  – множитель, численное значение которого равно затратам, необходимым для предотвращения ущерба от выброса 1 условной тонны загрязняющих веществ, руб./усл.т;

$\delta$  – величина, характеризующая относительную опасность загрязнения атмосферного воздуха над территориями различных типов;

$f$  – величина, учитывающая характер рассеивания примеси в атмосфере, ( $f = 1$ );

$M$  – приведенная масса годового выброса загрязнений из источника, усл.т/год.

$$M = \sum_{i=1}^N A_i m_i,$$

где  $A_i$  – показатель относительной агрессивности примеси  $i$ -го вида, усл.т/т;

$m_i$  – масса годового выброса примеси  $i$ -го вида в атмосферу, т/год;

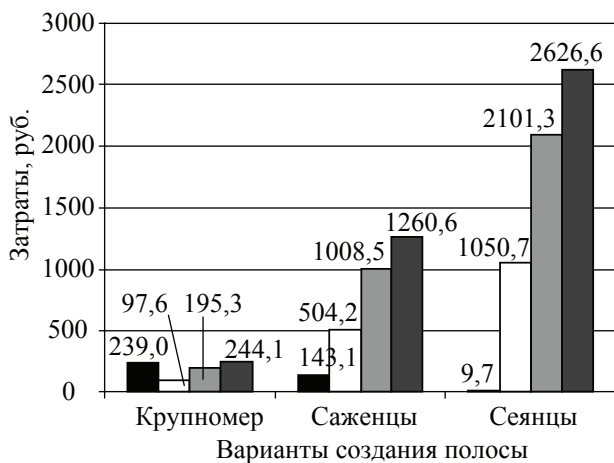
$N$  – общее число примесей, выбрасываемых источником в атмосферу.

Сумма экономического ущерба зависит не только от массы выбросов, но и типа территории, по которой проходит автомобильная дорога.

Т а б л и ц а 2

**Экономический ущерб от загрязнения атмосферы транспортными средствами на 1 км автомобильной дороги (руб.)**

Год действия полосы	Варианты создания полос		
	сеянцами	саженцами 0,5–0,7 м	крупномерными саженцами
Зона эксплуатационных лесов			
1	2441	2441	2441
2	2481	2481	–
3	2521	2521	–
4	2562	2562	–
5	2603	2603	–
6	2645	–	–
7	2688	–	–
8	2732	–	–
9	2776	–	–
10	2821	–	–
Итого	26270	12608	2441
Зона защитных лесов			
1	4882	4882	4882
2	4961	4961	–
3	5041	5041	–
4	5123	5123	–
5	5206	5206	–
6	5290	–	–
7	5376	–	–
8	5463	–	–
9	5552	–	–
10	5642	–	–
Итого	52536	25213	4882



- Затраты на создание полосы
- Ущерб для промышленных зон
- ▒ Ущерб для пригородных зон отдыха, садов и дач
- ▓ Ущерб для зоны курортов, санаториев, заповедников

Рис. 3. Сравнительные показатели суммарного экономического ущерба от загрязнения атмосферы транспортными средствами до начала работы полосы и затрат на ее создание

Были рассмотрены пять типов территорий: защитные и эксплуатационные леса, промышленные зоны, а также пригородные зоны отдыха, садовых товариществ, дачных участков, заповедников, санаториев. В табл. 2 представлен предполагаемый экономический ущерб для зон эксплуатационных и защитных лесов.

Соотношение затрат на создание лесных полос и ожидаемого суммарного экономического ущерба от воздействия выбросов для зон отдыха, курортов и промышленных территорий приведено на рис. 3.

Полученные данные свидетельствуют о том, что при прохождении автомобильной дороги в зоне защитных и эксплуатационных лесов стоимость создания лесных полос посадкой саженцев значительно превышает ущерб от воздействия выбросов транспорта. В связи с этим на данных территориях экономически целесообразно создание полос посадкой сеянцев.

При прохождении автомобильной дороги через населенные территории, садовые и дачные районы, зоны курортов, санаториев, заповедников ущерб от выбросов автотранспорта становится настолько значительным, что во много раз превышает стоимость создания лесополос при их создании сеянцами и саженцами 0,5–0,7 м. В этих случаях экономически целесообразно создавать полосы посадкой крупномерного посадочного материала.

В заключение отмечаем, что в данном случае рассмотрен частный вариант расчета, включающий лишь один фактор предотвращенного ущерба. Фактически защитные лесные полосы одновременно выполняют несколько задач, в связи с чем величина предотвращенного ущерба может значительно возрастать.

С другой стороны, некоторые из решаемых полосами задач требуют значительно увеличения их ширины, полосы отвода и удорожания создания. Поэтому на этапе проектирования рационально проводить многофакторный экономический анализ для обоснования выбора вариантов создания защитных лесных полос вдоль автомобильных дорог в каждом конкретном случае.

**Библиографический список**

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2005 году», 2005. – 53 с.
2. Федеральная целевая программа «Модернизация транспортной системы России» (2002-2010 годы). – М.: 2001. – 150 с.
3. Методические рекомендации по озеленению автомобильных дорог: Отраслевая дорожная методика. – 1998. – 80 с.
4. Пахомова, Н.В. Экономика природопользования и охраны окружающей среды: Учебное пособие / Н.В. Пахомова, К.К. Рихтер. – СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2003. – 220 с.
5. Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды, 1986. – 121 с.
6. ТЕР 81-02-47-2001. Озеленение. Защитные лесонасаждения. – Екатеринбург: Уральск. регион. центр ЭиЦО в строит-ве Свер.обл, 2002. – С. 46.
7. МДС 81-35.2004. Методика определения сметной стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. Госстрой России: 2004. – 56 с.
8. МДС 81-33.2004. Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве: Госстрой России, 2004. – 39 с.
9. МДС 81-25.2001. Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве: Госстрой России, 2001. – 13 с.

**ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В УСЛОВИЯХ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

И.Н. КРУЧЕНИН, *доц. каф. транспорта и дорожного строительства УГЛТУ, канд. техн. наук,*  
 М.Г. ЕЖОВА, *доц. каф. экономики и организации лесного комплекса УГЛТУ, канд. с.-х. наук,*  
 С.И. КРУЧЕНИН, *асп. каф. транспорта и дорожного строительства УГЛТУ*

**В** природно-климатических условиях Уральского федерального округа лесная отрасль является потенциально экономически эффективной, и администрация регионов в последние годы пытается увеличить инвестиции в строительство автомобильных дорог общего пользования, однако из-за отсутствия производственной базы часть этих дорог стала передаваться по договорам подряда лесозаготовительным предприятиям. Если учесть, что для освоения лесных массивов необходима единая транспортная система (внешние и внутренние дороги), то проблема зимнего содержания лесовозных дорог приобретает практическую целесообразность.

При этом особенно неблагоприятным для устойчивой работы лесовозного транспорта является ноябрь [1], когда высота снежного покрова составляет от 145 см (дорожно-климатическая подзона III) до 165 см (подзона I). Основными работами зимнего содержания автомобильных дорог являются очистка от снега и ликвидация зимней скользкости. Однако ряд исследователей считает, что возможна эксплуатация автомобильных дорог, при которой снег

с проезжей части не удаляется полностью и на проезжей части остается уплотненный слой снежно-ледяного наката плотностью не менее 0,4–0,6 г/см<sup>3</sup> [2, 3].

При анализе арендатором-лесозаготовителем экономической составляющей деятельности в зимний период возникает проблема выбора наиболее целесообразного содержания лесотранспортных путей. На рис. 1 представлены существующие схемы зимнего содержания территориальных автомобильных дорог. Вариант А – традиционная схема содержания автомобильных дорог с ликвидацией зимней скользкости. Данная схема характеризуется полным удалением снежно-ледяного наката с дорожного покрытия путем патрульной снегоочистки и распределения твердых химических реагентов и их смесей с фрикционными материалами. Вариант Б – формирование снежно-ледяного наката на проезжей части. Вариант В – повышение сцепления колес с дорожным покрытием. Вариант Г – удаление снежной шуги с покрытия (только при наличии снежного наката).

**Затраты на зимнее содержание одного километра**

Показатели	Варианты зимнего содержания							
	А		Б		В		Г	
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%
Материалы	94426,5	97,8	1820,0	63,1	173,2	40,3	47213,2	97,7
Эксплуатация машин	1175,0	1,2	581,8	20,2	137,0	31,9	618,7	1,3
Заработная плата	286,0	0,3	141,7	4,9	35,2	8,2	145,2	0,3
Итого, прямые расходы	95887,5	99,3	2543,5	88,2	345,4	80,4	47977,1	99,3
Накладные расходы	406,1	0,4	201,2	7,0	50,0	11,6	206,1	0,4
Сметная себестоимость	96293,6	99,7	2744,7	95,2	395,4	92,0	48183,2	99,7
Плановые накопления	277,4	0,3	137,4	4,8	34,2	8,0	140,8	0,3
Всего, сметная стоимость	96571,0	100	2882,1	100	429,6	100	48324,0	100
Сметная стоимость в текущих ценах	337998,5		10087,4		1503,6		169134,0	



Рис. 1. Зимнее содержание лесовозных автомобильных дорог

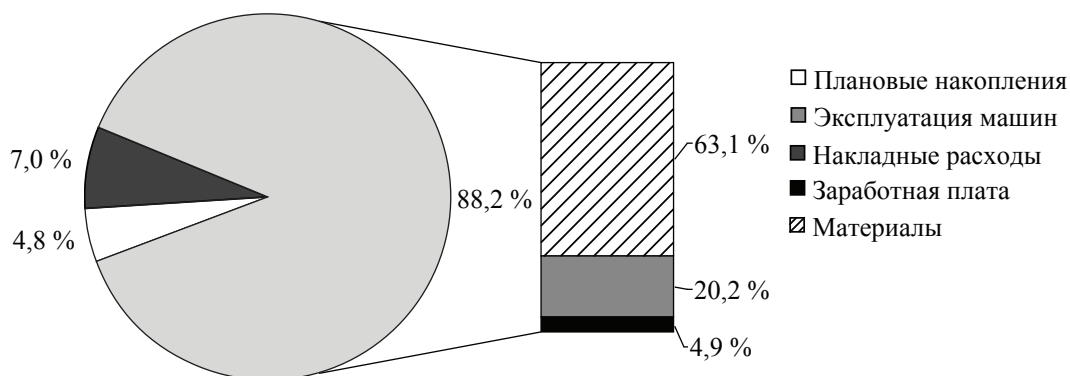


Рис. 2. Структура затрат по варианту Б

Если при содержании дорог общего пользования нормативные документы регламентируют только вариант А, то на территориальных дорогах, к которым можно отнести лесовозные, появляется возможность использовать иные схемы. Зачастую обосновать предлагаемые варианты возможно только с точки зрения затрат на их осуществление. В настоящей работе проведена технико-экономическая оценка всех представленных вариантов.

В таблице показаны затраты на зимнее содержание автомобильных дорог для различных вариантов [4]. Как видно из данных, наибольший удельный вес для всех вариантов приходится на расходные реагенты. К ним относятся песчано-соляная смесь и их растворы. Максимальные затраты на материалы в вариантах А и Г, которые представляют наиболее часто используемые способы зимнего содержания дорог. Суммарными минимальными затратами характеризуются варианты Б и В. На рис.2 представлена структура затрат на зимнее содержание по предлагаемому варианту Б.

Как видим, для условий Свердловской области наименьшие затраты на транспортную составляющую при работе лесозаготовителей возможны при содержании автомобильной дороги в снежном накате. При такой организации зимнего содержания лесозаготовитель обеспечивает возможность стабильного функционирования своего предприятия.

#### Библиографический список

1. Стандарт организации. Нормативы и организация работ по зимнему содержанию территориальных дорог Пермской области. – Пермь: Перм. Гос. Техн. Ун-т., 2006. – 182 с.
2. Афанасьев, И.А. Зимнее содержание лесовозных автомобильных дорог Уральского региона: научное издание / И.А. Афанасьев, И.Н. Кручинин. – Пермь: Перм. Гос. Техн. Ун-т., 2006. – 135 с.
3. Сиденко, В.М. Эксплуатация автомобильных дорог: учебник / В.М. Сиденко и др. – Киев: Высшая школа, 1979. – 260 с.
4. Временные сметные нормы и расценки на работы по зимнему содержанию автомобильных дорог. Уральский федеральный округ. – М.: Росавтодор Минтранса России, 2003. – 89 с.

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РАЗРАБОТКИ ПАСЕК СИСТЕМОЙ МАШИН «ХАРВЕСТЕР – ФОРВАРДЕР»

О.А. ПЕТЕЛИНА, доц. каф. технологии лесопромышленного производства УГЛТУ, канд. с.-х. наук,  
О.Г. МАСЛОВ, ООО «Цеппелин Русланд», ген. директор

**Р**ост экологического сознания выдвигает на первое место экологические аспекты лесопользования. Воздействие лесозаготовительной техники нарушает равновесие основных компонентов экосистем, выражается в изменении структурно-механических характеристик и загрязнении почв, повреждении подроста, значительном увеличении концентрации фитотоксикантов в атмосферном воздухе на лесосеке и прилегающих территориях и т.д.

Современные условия функционирования лесопромышленных предприятий заставляют их руководителей обращать особое внимание на сортиментную заготовку, которая позволяет значительно повысить эффективность производства при максимальном сохранении и воспроизводстве природной среды, а также значительно увеличить комп-

лексную выработку, сократив тем самым затраты труда.

Разработка лесосеки системой машин «харвестер – форвардер» работает на отдаленных участках лесного фонда, позволяет полностью исключить ручной труд и может применяться при проведении как сплошных, так и несплошных рубок главного пользования, а также проходных рубок.

В качестве объекта исследования принято ООО «Красновишерск Лес».

Заготовка древесины предприятием ООО «Красновишерск Лес» ведется круглогодично, с перерывами во время весенней и осенней распутицы харвестерами Timberjack 1270В и форвардерами Timberjack 1410В. Древесина вывозится только в виде сортиментов четырех- и шестиметровой длины.



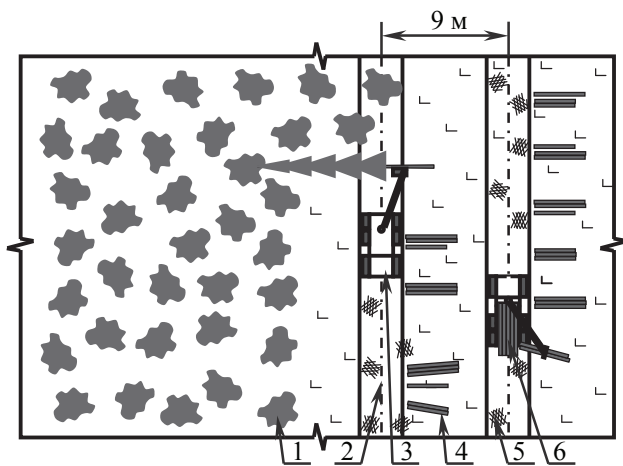


Рис. 1. Схема разработки лесосек с размещением волока по границе пасеки: 1 – растущий лес; 2 – волок; 3 – харвестер; 4 – пакеты сортиментов; 5 – порубочные остатки; 6 – Форвардер

Работа системы машин в зависимости от таксационных характеристик лесосеки и рекомендованного способа рубок возможна по нескольким технологиям. Технологии отличаются возможностью сохранения компонентов лесной среды и различной производительностью харвестера, которая рассчитывается по классической формуле [2]

$$P_{cm} = (T_{cm} - t_p) V_x / t_{ц} \quad (1)$$

где  $T_{cm}$  – продолжительность рабочей смены, с;  
 $t_p$  – регламентированные простои (обед, заправка машин), с;  
 $V_x$  – средний объем хлыста, м<sup>3</sup>;  
 $t_{ц}$  – продолжительность цикла, с.

Выполняя основные технологические операции по заготовке сортиментов в зоне действия манипулятора, харвестер находится на «технологической» стоянке. Работа харвестера на стоянке включает несколько рабочих позиций.

Производительность при работе по различным технологиям определяется изменением цикла машины за счет изменения взаимного расположения рабочих позиций, возможности сочетания выполнения технологических операций, а также различных вариантов выполнения самих операций (возможность работы харвестера по полному циклу – валка, обрезка сучьев, раскряжевка, сортировка, пакетирование; в режиме валка; в режиме обрезка сучьев, раскряжевка, сортировка, пакетирование).

Технология разработки пасек при размещении волока по границе пасеки

Применяется при проведении сплошных рубок при отсутствии под пологом насаждения хвойного подроста или второго яруса. Так как при этой технологии на волоке укладывается меньший объем порубочных остатков, чем при других схемах, то требуется хорошая несущая способность грунтов.

Разработка ведется на одной полупасеке одновременно с разрубкой волока. Деревья валят на стену леса в направлении, перпендикулярном волоку. Выпиливаемые сортименты пакетируют на площади, вырубленной с предыдущего волока, сучья укладывают на волок [1].

Основным недостатком данной технологии является большая протяженность пасечных волоков, как следствие – большая площадь с поврежденным напочвенным покровом и увеличение затрат времени на переезды между рабочими позициями. Положительная сторона – наличие свободной площади для укладки сортиментов, что упрощает работу оператора харвестера на рабочей позиции и сокращает затраты времени на выбор места для укладки пакетов.

### Технология разработки пасек с размещением волока на ее середине

Применяется для проведения рубок с сохранением подроста или на участках, где требуется увеличить несущую способность волока укладкой на него большего количества порубочных остатков, чем в технологии с волоком, расположенным по границе пасеки. Обе полупасеки разрабатываются одновременно с волоком.

Деревья спиливают и валят перпендикулярно волоку, но с учетом расположения групп подроста и молодняка хозяйственно ценных пород. Волок при этой технологии может быть как прямолинейным, что упрощает трелевку, так и непрямолинейным вследствие огибания харвестером куртин подроста, куртин и одиночных деревьев молодняка хозяйственно ценных пород. Ширина пасеки при этой технологии составляет два эффективных вылета манипулятора [1].

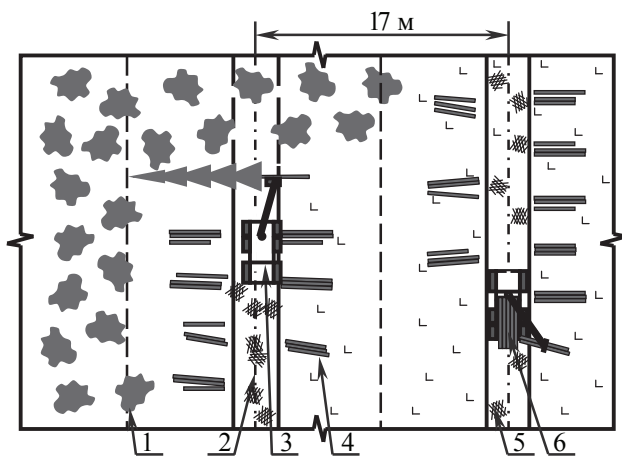


Рис. 2. Схема разработки лесосек с размещением волока по середине пасаки: 1 – растущий лес; 2 – волок; 3 – харвестер; 4 – пакеты сортиментов; 5 – порубочные остатки; 6 – форвардер

Протяженность пасечных волоков меньше, чем при технологии с размещением волока по краю пасаки, и меньше затраты времени на проезды машины.

### Технология работы харвестера по неполному циклу (в трех режимах)

При работе по этой технологии волоки прокладываются только на нечетных лентах, сортименты укладываются вдоль волоков.

Вначале разрубается смежные нечетные ленты, на которых устраиваются волоки. Работа при этом ведется по полному циклу. Затем харвестер переходит на оставленную между волоками полосу леса. Перемещаясь по центру полосы таким образом, чтобы нанести минимальный ущерб лесу, харвестер осуществляет направленную валку деревьев, назначенных в рубку, под прямым углом к волоку вершиной в направлении ближайшего из волоков. Обрезка сучьев и раскряжевка поваленных деревьев осуществляется во время следующего прохода харвестера по разрубленным волокам. Обрезка сучьев производится при этом способом «за вершину», а раскряжевка хлыста после перехвата его харвестерным агрегатом – «за комель» [1].

Описанная технология позволяет харвестеру сосредоточить на волоке большее количество порубочных остатков, чем в технологии со вспомогательным волоком, что предпочтительнее на грунтах с недостаточной

несущей способностью. Однако затраты времени на производство сортиментов возрастут за счет увеличения числа подходов в работе с одной единицей предмета труда (дерева).

В свою очередь, вспомогательный коридор, на котором работает только харвестер, позволяет уменьшить протяженность пасечных волоков и тем самым сохранить лесную среду в большей мере нетронутой.

### Технология с заездами на полупасаки

При данной технологии уширение пасаки достигается за счет заездов харвестера на полупасаки.

Технология может быть рекомендована при наличии свободного пространства и неэксплуатационных участков на полупасаках, разрозненных куртин жизнеспособного подроста и хорошей несущей способности грунтов.

Заезд на полупасаки позволяет увеличить ширину пасаки до четырех эффективных вылетов манипулятора, что создает более благоприятные условия для сохранения лесной среды и уменьшения площади лесосеки, занятой технологическими коридорами. Заезды на смежных полупасаках совмещены на половину шага примыкания, что обеспечивает досягаемость всех деревьев. Заезды при этом выполняются по дуге, что обеспечивает плавное примыкание к волоку [1]. Продолжительность цикла при этой технологии несколько увеличится.

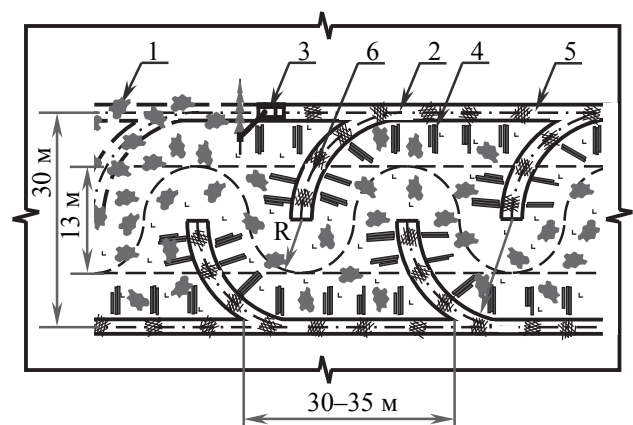


Рис. 3. Схема разработки лесосеки с заездами харвестера на полупасаки: 1 – растущий лес; 2 – волок; 3 – харвестер; 4 – пакеты сортиментов; 5 – порубочные остатки; 6 – заезд на полупасаку

**Производительность харвестера в зависимости от объема хлыста**

Объем хлыста, м <sup>3</sup>	Производительность, м <sup>3</sup>				
	при размещении волока по середине пасеки	при размещении волока по границе пасеки	при работе харвестера в трех режимах	при работе харвестера со вспомогательным волоком	при работе харвестера с заездами на полупасеке
0,2	101,8	96,4	80,6	90,2	79,1
0,25	122,3	116,1	97,2	108,9	94,9
0,3	141,3	134,3	112,6	126,3	109,4
0,35	159,0	150,0	127,0	142,6	123,0
0,4	175,3	167,2	140,3	157,8	135,3
0,45	190,6	182,1	152,9	172,2	146,9
0,5	204,9	196,0	164,7	185,6	157,7
0,55	218,3	209,1	175,8	198,4	167,8
0,6	230,8	221,5	186,3	210,4	177,3
0,65	242,7	233,1	196,2	221,7	186,1
0,7	253,8	244,1	205,5	232,5	194,5
0,75	264,3	254,5	214,4	242,7	202,4
0,8	274,3	264,3	222,8	252,4	209,8
0,85	284,7	273,7	230,7	261,6	216,8

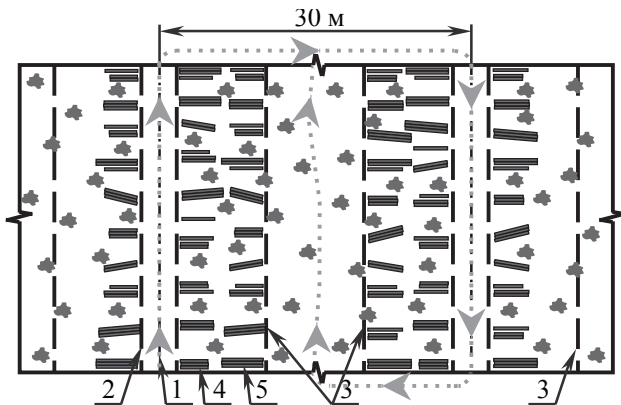


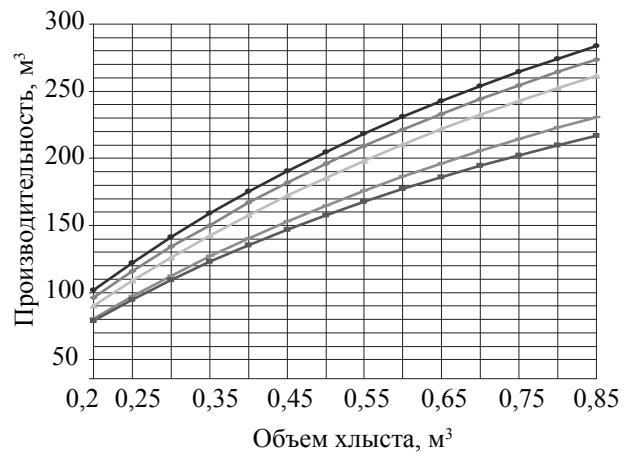
Рис. 4. Схема разработки лесосеки со вспомогательным коридором: 1 – путь движения харвестера; 2 – границы волока; 3 – границы ленты; 4 – пакеты сортиментов, сформированные при разрубке волока; 5 – пакеты сортиментов, сформированные при разрубке вспомогательной ленты

**Технология со вспомогательным коридором**

При работе по этой технологии волок прокладывается только на нечетных лентах. Такая технология позволяет уменьшить общую длину пасечных волоков на лесосеке за счет технологического коридора, на котором харвестер работает на разрубке четных лент.

Вначале разрабатываются две смежных нечетные ленты с разрубкой волоков и прилегающих полулент. Затем харвестер переходит на четную ленту, выполняя на ней работу по полному циклу. При этом опера-

тор стремится максимально сохранить подрост и оставшуюся часть древостоя, а также укладывает сортименты на максимальном удалении от машины. Этим обеспечивается доступность сортиментов для манипулятора форвардера, перемещающегося по основной волоку [1].



- технология с размещением волока по середине пасеки (сплошные рубки)
- технология с размещением волока по границе пасеки (сплошные рубки)
- работа харвестера в трех режимах (сплошные рубки)
- технология со вспомогательным волоком (несплошные рубки)
- технология с заездами на полупасеки (несплошные рубки)

Рис. 5. График зависимости производительности харвестера от объема хлыста

Результаты расчетов сведены в таблицу, и построен график зависимости производительности харвестера от объема хлыста (рис. 5).

Проведенный анализ позволяет сделать вывод об экологической и технологической целесообразности работы системы машин «харвестер – форвардер» по технологии с размещением волока по середине пасеки и технологии работы харвестера в трех режимах при одних и тех же условиях.

Исходя из расчетной производительности при заданных природно-производ-

ственных условиях, возможно построение графика зависимости выработки  $H_{\text{выр}}$  от объема хлыста  $V_{\text{хл}}$  после нормирования по одной из точек графика (рис. 5).

#### Библиографический список

1. Азаренок, В.А. Сортиментная заготовка леса: учеб. пособие / В.А. Азаренок, Э.Ф. Герц, А.В. Мехренцев. – Екатеринбург: Урал.гос.лесотехн.акад., 1999. – 130 с.
2. Федоренчик, А.С. Харвестеры: учеб. пособие для студентов вузов / А.С. Федоренчик, И.В. Турлай. – Минск: БГТУ, 2002. – 172 с.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Я.М. ЩЕЛОКОВ, доц. каф. энергоснабжения УГЛТУ, канд. техн. наук,  
А.В. МЕХРЕНЦЕВ, проф. каф. ТОЛП УГЛТУ, канд. техн. наук

Принципиальная особенность лесопромышленного комплекса (ЛПК) состоит в том, что это единственный вид экономической деятельности (ВЭД), где используется фактически один сырьевой ресурс – древесина. Кроме того дерево – самый древний вид сырьевого ресурса, который активно используется до сих пор. Но при этом практически только в нашей стране энергетическая ресурсная составляющая данного уникального природного сырья все больше и больше игнорируется. Хотя в мировой, да и в отечественной практике существует много реальных технических разработок для эффективного использования древесных отходов как вторичного энергетического ресурса.

Ценность древесного топлива состоит в малой зольности ( $A^c$  до 1 %), минимальном количестве серы и в большом содержании горючих летучих (до 85 %). Значительная влажность ( $W^p$  до 60 %) обуславливает относительно низкую теплотворную способность  $Q^p_n$  не более 2200 ккал/кг. Но почему-то не учитывают при этом, что в так называемых воздушно-сухих дровах содержание влаги не превышает 20–25 %. Интересно и другое – влажность исходной древесины заметно зависит от породы дерева (табл. 1).

Оказывается, именно осина по своей природе уже на корню наиболее готова к ис-

пользованию как топливом. У осины высокая исходная теплотворная способность почти в 2200 ккал/кг и минимальная «природная» влажность – 44 %. Следовательно, древесина как сырье обладает емким энергетическим потенциалом. Причем энергетический потенциал низкокачественной древесины выше (табл. 1).

Другая энергоемкая составляющая ЛПК такова, что все существующие технологические схемы заготовки древесины и особенно ее переработки являются энергозатратными видами производств. По удельным расходам топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) ЛПК сопоставим с угольной промышленностью, производством строительных материалов.

И это наблюдается в условиях функционирования ЛПК, когда доля высокотехнологичной продукции, т.е. глубокой переработки, весьма мала. При этом Минэкономразвития РФ прогнозирует, что основным источником прироста ВВП в России будет рост промышленного производства [1]. Такое можно ожидать при увеличении неценовой конкурентоспособности российской экономики и интенсивных структурных сдвигах в пользу высокотехнологичного и информационного ее секторов. Сделаем оценку, насколько готов региональный ЛПК к данному сценарию развития экономики страны.

**Характеристики древесины различных пород**

Топливо	Состав органической массы			Характеристика рабочего топлива			
	C <sup>o</sup>	H <sup>o</sup>	O <sup>o</sup> + N <sup>o</sup>	W <sup>p</sup> , %	A <sup>p</sup> , %	Q <sup>p</sup> <sub>p</sub> , кДж/кг	Q <sup>p</sup> <sub>p</sub> , ккал/кг
Сосна	50,2	6,0	43,8	57,4	1,4	7120	1700
Береза	49,3	6,1	44,6	50,4	2,1	8140	1945
Ольха	49,0	6,3	44,8	51,0	1,4	7780	1860
Осина	48,8	6,1	45,1	44,0	1,1	9150	2185

Анализ структуры затрат на производство основных видов продукции, вырабатываемой из древесины, показывает, что для всех направлений лесопромышленного производства самыми крупными статьями затрат являются расходы на древесное сырье, топливо и энергию (в 2003 г. составила 57 %). Стратегическим направлением развития ЛПК Свердловской области принято приоритетное расширение глубокой химико-механической и механической переработки древесины с увеличением доли мелкотоварной, низкокачественной и мягколиственной [2].

Реализация этого курса должна привести к росту удельных топливно-энергетических затрат. Ситуация усугубляется еще и тем, что в решении Правительства РФ от 30.11.2006 г. № 42 зафиксированы параметры роста цен на ряд энергоресурсов. Согласно [1], это вызовет цену уже в 2010 г. :

- на природный газ выше 100 долл. США/1000м<sup>3</sup>;
- на электроэнергию до 3 руб./кВт·ч.

Прогнозируется, что с 2011 г. для всех промышленных потребителей электроэнергия будет продаваться по свободным, т.е. нерегулируемым государством ценам.

В этих условиях важным стратегическим направлением должно стать повышение энергетической эффективности технологических процессов и оборудования.

Мировая практика показывает, что успешное решение данной задачи возможно при формировании системы по определению показателей энергоэффективности любого производства отрасли и по контролю за динамикой их изменения. Основным методическим инструментом реализации данной задачи является система интегрального энергетического менеджмента (ИЭМ) производства [3–5].

Энергетический менеджмент – это совокупность методов, средств и форм управления энергетическими ресурсами для снижения энергетической составляющей в себестоимости выпускаемой продукции и увеличения получаемой предприятием прибыли. Главная цель функционирования системы энергетического менеджмента заключается в формировании комплекса мероприятий, направленных на снижение затрат при использовании ТЭР и предотвращение их потерь в процессе функционирования промышленного предприятия. Основными принципами построения ИЭМ являются определение контролируемых критериев энергоэффективности на предприятие, (ВЭД, страну и т.п.) и установление директив по качественному изменению величин этих критериев.

Критерием энергоэффективности для государства является энергоёмкость ( $\Delta \mathcal{E}$ ) – т.у.т./ед.ВВП (1000 руб.), или т.у.т./1000 долл. США.  $\Delta \mathcal{E}$  должен быть обязательным экономическим показателем наравне с инфляцией.

В ряде стран вводится динамическая энергоёмкость ( $\Delta \mathcal{E}_d$ ) – относительная величина прироста расхода энергоресурсов в % на единицу прироста ВВП, %.

Некоторые из энергетических условий устойчивого развития экономики [4].

1. Темпы прироста удельных расходов энергоресурсов должны быть не менее чем в 2–3 раза ниже, чем темпы прироста объемов ВВП (для ВЭД – объемов рыночного оборота):

$$(2 - 3,5) \Delta \mathcal{E}_d \sim \Delta \text{ВВП} \%/\% \quad (1)$$

Например, за 1990 – 2000 гг. это соотношение составило  $3,7 \Delta \mathcal{E} \% = 1 \% \Delta \text{ВВП}$ , отсюда в год  $\Delta \mathcal{E}_d = 0,27 \%/\%$ .

2. Обеспечение неуклонного ежегодного снижения темпов прироста расхода энергоресурсов на единицу прироста ВВП в неизменных долларах (рублях):

$$(\Delta \mathcal{E}_d)_{n+1} < (\Delta \mathcal{E}_d)_n, \text{ \%/\%}, \quad (2)$$

где  $n, n+1$  – соответственно, предыдущий и отчетный год.

Например, за период 1975–2000 гг. в ряде стран показатель  $\Delta \mathcal{E}_d$  ежегодно снижался на 1,5–2,0 %/ %.

Аналогичным образом интегральный энергетический менеджмент можно организовать практически на любом промышленном предприятии [3–5]. Энергоэкономические являются комплексными показателями, отражающими тенденции экономических процессов в рамках как отдельных предприятий, так и государств. Поэтому в странах с рыночной экономикой устанавливаются директивы по динамике критериев энергоэффективности как для производителей отдельных видов продукции, так для страны в целом.

Что касается методов повышения энергетической эффективности технологических процессов и оборудования, то они в общем виде прописаны в федеральных законах «Об энергосбережении» и «О техническом регулировании». Состав показателей энергоэффективности сформулирован в национальном стандарте ГОСТ Р 51541-99. Основная схема – это определение показателей энергоэффективности в виде производственной энергоёмкости (ПЭЕ) оборудования до и после реализации какого-то мероприятия.

Так, в энергетической стратегии России до 2020 г. сформулированы энергетические условия роста экономики страны:

- для удвоения ВВП к 2012 г. необходимо снижение энергоёмкости в 1,4, а электроёмкости в 1,35 раза (базовый – 2000 г.);
- для роста ВВП в 3,3 раза (2020 г.) потребуются снижение энергоёмкости в 2,3, электроёмкости в 2 раза.

Следовательно, производственную энергоёмкость (интегрированную по уровню управления), динамику ее изменения целесообразно использовать в качестве масштаба для оценки уровня устойчивости экономики предприятия, ВЭД, страны в целом.

Контроль за выполнением мероприятий по повышению энергоэффективности производится через энергетические обследования предприятий, отраслей и т.д. с использованием данных статистической отчетности.

Рассмотрим, насколько практика энергетического менеджмента учитывается в схеме развития лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности Свердловской области на период до 2015 года [2].

Определяющими показателями для сравнения выбраны отраслевые энергоёмкость и электроёмкость производства продукции [6]. Энергоёмкость регионального ЛПК оказалась достаточно высокой. При этом не наблюдалось заметного снижения удельных расходов ТЭР на единицу валового объема. При анализе экономической деятельности любого субъекта рынка целесообразно учитывать динамику энергетической стоимости соответствующего производства или его экономическую энергоэффективность [6]. Этот показатель представляет собой отношение финансовых затрат на потребляемые энергоресурсы к объему производимого ВВП страны (ВРП регионов) или промышленной продукции соответствующего ВЭД. Этот показатель отражает не только объемы потребления используемых энергоносителей и объемы производства, но также аккумулирует в себе динамику цен на различные энергоносители, структуру потребляемых энергоносителей, динамику цен промышленной продукции, долю затрат на ТЭР в объемах производства и в суммарных затратах на производство. Аналогично может рассматриваться и электроэнергетическая стоимость производства. Энергетическая стоимость производства составила, %:

- ЛПК Свердловской области – 13,6 – 14,7;
- ЛПК РФ – 13,7;
- промышленность РФ – 14,3;
- цветная металлургия РФ – 11,7.

Региональный ЛПК показывает достаточно удовлетворительные результаты. Но при этом не обеспечивается стабильность по данному показателю.

Энергоэкономические показатели регионального ЛПК в 2005 г. (в ценах базового 2000 г.) составили на 1000 руб. рыночного оборота отрасли:

- энергоёмкость – 99 кг у.т./1000 руб.;
- электроёмкость – 89,3 кВт·ч/1000 руб.;
- топливoёмкость – 68,6 кг у.т./1000 руб.;

**Сопоставление статистических, прогнозных по [2] и по нашим расчетам расходов ТЭР по региональному ЛПК**

Данные	Годы	Потребность в ТЭР (со стороны)				
		электроэнергия, тыс. кВт·ч	тепловая энергия, Гкал	топливо, всего, т у.т.	в том числе, газ природный, т у.т.	итого все ТЭР, т у.т.
Прогноз потребности по схеме развития [2]	2006	262100	27000	147474	137408	241180
	2010	349200	39200	159254	147578	284646
Статистические данные	2006	288500	н.д.	215303	69770	313393
Прогноз потребности по предлагаемой методике	2006	281300	н.д.	216090	70000	311730
	2010	363513	н.д.	271286	100000 (оценка)	394940

В отдельные годы рассматриваемого периода 2000–2005 гг. он отличается более чем на один процентный пункт. За тот же период доля ЛПК в валовом объеме Свердловской области несколько снизилась, с 1,8 до 1,5 %.

Для сравнения отметим, что согласно [7], в Костромской области к 2000 г. в деревообрабатывающей промышленности энергоемкость составляла около 100 кг у.т./1000 руб. объема производимой продукции. Это указывает на отсутствие заметных тенденций по повышению энергоэффективности в ЛПК Свердловской области, что и было показано выше. Полученные нами показатели позволяют выполнить прогноз потребности ТЭР по ЛПК на ближайшую перспективу (табл. 2).

Из таблицы видно, что в схеме развития регионального ЛПК [2] общие объемы потребности ТЭР значительно занижены и требуют корректировки. При этом значительно, практически в 2 раза, завышены потребности в природном газе. На основании полученных данных были проведены расчеты параметров энергетической стоимости производства (ЭСП) ЛПК в 2010 г. Они показали, что затраты на ТЭР превысят 2 млрд руб., а ЭСП составит около 16 %, что заметно выше, чем в 2005 г., где ЭСП составила около 14,5 %. Дальнейший рост такого важного энергетического барьера, как «энергетическая стоимость производства» [6], окажет существенное негативное влияние на результаты деятельности регионального ЛПК.

Выполненный анализ позволяет сформулировать и уточнить ряд стратегических задач, которые необходимо решать региональному ЛПК в ближайшей перспективе.

Основные из них следующие:

1. В течение 2007–2010 гг. снижение отраслевых энергоемкости и электроемкости на 4,5–5 % ежегодно (по аналогии с ЛПК РФ).
2. Введение мониторинга динамики энергоэкономических показателей отрасли, в том числе и степени сбора и использования древесных отходов.
3. Перевод регионального ЛПК из энергоемкой отрасли в малоэнергоемкую.
4. Снижение ЭСП за счет уменьшения финансовых затрат на потребление ТЭР без изменения объемов потребления энергии и топлива (создание собственных энергоисточников).

#### Библиографический список

1. Сценарные условия социально-экономического развития РФ на 2008 год и на период до 2010 года и предельные уровни цен (тарифов) на продукцию (услуг) субъектов естественных монополий на 2008 год. – М.: Минэкономразвития РФ, 2007. – 20 с.
2. Корректировка Схемы развития лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности Свердловской области. – Екатеринбург: Минпромэнерго Свердловской области, 2005. – 27 с.
3. Энергетический менеджмент. Руководство по энергосбережению концерна Du Pont (США). – Н. Новгород: Чувашия, 1997. – 223 с.
4. Щелоков, Я.М. Энергетика как зеркало экономики / Я.М. Щелоков // Энергоназор и энергобезопасность. – 2006. – № 1. – С. 50–51.
5. Анисимова, Т.Ю. Особенности построения системы энергетического менеджмента на промышленных предприятиях / Т.Ю. Анисимова // Известия ВУЗ'ов. Проблемы энергетики. – 2007. – № 3–4. – С. 94–99.
6. Троицкий, А.А. Энергоэффективность как фактор влияния на экономику, бизнес, организацию энергоснабжения / А.А. Троицкий // Электрические станции. – 2005. – № 1. – С. 11–16.
7. Руководство по повышению энергоэффективности в пищевой промышленности. – М.: Дена, 2002. – 188 с.

## ПАРАМЕТР РАСТВОРИМОСТИ – КРИТЕРИЙ НАБУХАЕМОСТИ ВТОРИЧНОГО ВОЛОКНА ПРИ УВЛАЖНЕНИИ

М.А. АГЕЕВ, доц. каф. химии древесины и технологии целлюлозно-бумажных производств УГЛУТУ, канд. техн. наук

В работе [1] установлено, что усадочные напряжения играют положительную роль при сушке бумаги. Однако то, что полезно для получения бумаги с высокими механическими показателями, является отрицательным при ее переработке для повторного использования.

Представления о целлюлозе как о природном полимере, имеющем аморфно-кристаллическую структуру, дают возможность объяснить наблюдавшееся многими исследователями явление «необратимого ороговения» целлюлозного материала. Как установлено, «необратимое ороговение» приводит к снижению бумагообразующих свойств при повторном использовании макулатуры для производства бумаги, что ограничивает области ее применения и многократного использования. Теоретическими представлениями, изложенными в [1], доказываемое существенное влияние режима сушки бумаги на последующий роспуск макулатуры и бумагообразующие свойства бумаги из вторичных волокон.

При высокой скорости сушки (малом времени сушки) и высоких упругих свойствах волокон (низкая степень помола, высокое содержание лигнина) напряжения внутри бумажного полотна не успевают отрелаксировать. Они «замораживаются» или «засыхают» в готовой бумаге, создавая в бумажном листе силы, стремящиеся разрушить структуру бумаги, что облегчает ее последующий роспуск на волокна. При том же химическом составе волокон, той же степени разработанности, определяемой процессом размола, жесткости волокон [2] (жесткость волокна определяется содержанием в нем лигнина), но при низкой скорости сушки (медленном удалении воды) упругие деформации успевают произойти при данной скорости деформации, и между деформированными и стянутыми до расстояний 2,5–2,8 E капиллярными силами волокнами образуются адгезионные связи. Структура листа бумаги получается сомкнутая, плотная.

При повторном смачивании такой бумаги возникают трудности с роспуском в воде, для преодоления которых необходимы дополнительные технологические приемы.

Таким образом, тезис, что бумага «помнит» свою предысторию, можно объяснить, если знать условия ее сушки.

Возможности повторного роспуска макулатуры с получением хороших бумагообразующих свойств можно объяснить также при рассмотрении макулатуры как полимера на основе теории растворения полимеров Флори и Хаггинса с использованием параметра растворимости [3].

Для того чтобы объяснить возможность восстановления бумагообразующих свойств макулатурных волокон при увлажнении макулатурного листа, представим механизм проникновения воды в бумажное полотно как процесс частичного растворения аморфно-кристаллического полимера в низкомолекулярном растворителе, т.е. представим взаимодействие целлюлозы и воды как процесс образования молекулярной смеси, взяв за основу известное уравнение Флори-Хаггинса для растворов полимеров.

Это уравнение можно записать в следующем виде

$$\ln(p/p_0) = \ln v_1 + v_2 + \chi v^{3/2},$$

где  $v_1$  – объемная доля воды;

$v_2$  – объемная доля целлюлозы;

$\chi$  – параметр Хаггинса, характеризующий взаимодействие полимера и растворителя.

Параметр растворимости связывает растворимость с химической структурой полимера и растворителя.

Последняя, в свою очередь, может быть связана с параметрами взаимодействия, входящими в теорию растворов полимеров Флори и Хаггинса, которая объясняет зависимость растворимости от молекулярной массы и многие другие аспекты поведения растворов полимеров.



Необратимое ороговение некоторые исследователи связывают с образованием водородных связей между гидроксильными группами волокон целлюлозы взамен водородных связей с молекулами воды. Для того чтобы обеспечить растворение (набухание) целлюлозы в воде, необходимо определить параметры растворимости полимера (целлюлозы) и низкомолекулярного растворителя (воды).

Максимальное взаимодействие (растворение) наблюдается при приблизительно равных величинах параметров растворимости полимера и растворителя.

Параметр растворимости воды связан с плотностью энергии когезии и определяется по теплоте испарения из соотношения

$$\delta = \sqrt{\frac{\Delta E_0}{V}},$$

где  $\Delta E_0 = \Delta H_0 - RT$  – плотность энергии когезии, Дж/моль;

$R$  – универсальная газовая постоянная, Дж/моль $\cdot$ К $^\circ$ ;

$T$  – абсолютная температура, К $^\circ$ ;

$V$  – мольный объем жидкости.

Поскольку целлюлозу нельзя испарить без разложения, значение параметра растворимости для нее можно определить расчетным путем по инкрементам энергии отдельных атомов и групп атомов. В этом случае параметр растворимости определяется из соотношения

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum \Delta E_i^*}{Na \sum \Delta V_i}},$$

где  $\sum \Delta E_i^*$  – вклад каждого атома и типа межмолекулярного взаимодействия в  $E_i^*$ , Дж/моль;

$\Delta V_i$  – Ван-дер-Ваальсовы объемы  $i$ -ого вида, см $^3$ ;

$Na$  – число Авогадро.

Учитывая, что процесс роспуска макулатуры приравнивается к проникновению воды через поры и капилляры целлюлозы с разрушением водородных связей и не затрагивает структуры молекулы целлюлозы,  $\Delta E_i^*$  и  $\Delta V_i$  будут определяться только количеством гидроксильных групп, взаимодействующих с водой.

Представим результаты расчета параметра растворимости воды при температуре

373 К и параметра растворимости целлюлозы из расчета, что только гидроксильные группы глюкозидного звена целлюлозы взаимодействуют с водой.

$$\begin{aligned} \delta_{\text{воды}} &= \sqrt{\frac{\Delta E_0}{V}} = \\ &= \sqrt{\frac{5404,2 - 8,3 \cdot 373}{18}} = 46,4 \text{ Дж}^{1/2}/\text{см}^{3/2}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \delta_{\text{целлюл.}} &= \sqrt{\frac{\sum \Delta E_h^*}{Na \cdot \sum \Delta V_{OH}}} = \\ &= \sqrt{\frac{(550,7 + 3 \cdot 47,7 + 142,6 + 2 \cdot 3929) \cdot 4,19}{(2 \cdot 4,7 + 20,3) \cdot 10^{-24} \cdot 6,022 \cdot 10^{23}}} = \\ &= 45,6 \text{ Дж}^{1/2}/\text{см}^{3/2}. \end{aligned}$$

Видно, что они совпадают с точностью до 5%. Это означает, что водородные связи между волокнами, фибриллами, микрофибриллами не препятствуют роспуску макулатуры, как это утверждается некоторыми исследователями.

Рассмотрим с этих же позиций взаимодействие с водой при повторном увлажнении макулатуры моноленок гемицеллюлоз, которые образовались на поверхности бумажного полотна в результате их растворения в горячей воде при сушке бумаги в сушильной части бумагоделательной машины.

Используя данные по инкрементам энергии отдельных атомов и групп атомов гемицеллюлоз (в качестве гемицеллюлоз взято одно соединение полисахаридов (пентозан)), получили следующие результаты.

Используя данные [4], находим значение  $\sum \Delta E_i$  для гемицеллюлоз (C $_5$ H $_8$ O $_4$ ) и Ван-дер-Ваальсовы объемы атомов и атомных групп

$$\begin{aligned} \Delta E_C^* &= 5 \cdot 550,7 \cdot 4,19 = 11537,2 \text{ Дж/моль}, \\ \Delta E_H^* &= 8 \cdot 47,7 \cdot 4,19 = 1598,9 \text{ Дж/моль}, \\ \Delta E_O^* &= 4 \cdot 142,6 \cdot 4,19 = 2390,0 \text{ Дж/моль}, \\ \Delta E_d^* &= 1623 \cdot 4,19 = 6800,4 \text{ Дж/моль}, \\ \Delta E_h^* &= 2 \cdot 3929 \cdot 4,19 = 32925,0 \text{ Дж/моль}. \\ \sum \Delta E_i &= 11537,2 + 1598,9 + 2390,0 + 6800,4 + \\ &= 32925,0 = 55251,50 \text{ Дж/моль}. \\ \sum V_i \cdot Na &= 59,8 \cdot 10^{-24} \cdot 6,022 \cdot 10^{23} = 35,9 \text{ см}^3. \end{aligned}$$

$$\delta_{\text{цел}} = \sqrt{\frac{\sum E_i}{\sum V_i \cdot Na}} = \sqrt{\frac{55251,5}{35,9}} = 39,2 \text{ Дж}^{1/2}/\text{см}^{3/2}.$$

Так как параметр растворимости воды равен  $46,2 \text{ Дж}^{1/2}/\text{см}^{3/2}$ , гемицеллюлозные пленки, образованные на поверхности волокон, растворяться не будут. Это и подтверждается экспериментально, поскольку для набухания различных макулатур требуется очень большое количество времени [5].

Для ускорения растворения моноплёнок на поверхности волокон и улучшения бумагообразующих свойств макулатуры в работе предлагается гидротермическая обработка не водой, а раствором щелочи, параметр растворимости которого наиболее близок к параметру растворимости моноплёнки. Для раствора NaOH в воде с концентрацией 1,5 % параметр растворимости равен  $\delta_{\text{NaOH}} = 40 \text{ Дж}^{1/2}/\text{см}^{3/2}$ .

### Библиографический список

1. Агеев, М.А. Усадочные напряжения в бумаге при сушке / М.А. Агеев // Химическая промышленность. – 2006. – № 10. – С. 470–480.
2. Мозырева, Е.А., Каталитическая делигнификация древесины / Е.А. Мозырева, А.В. Вураско, М.А. Агеев и др. // Международный симпозиум студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и наука – третье тысячелетие». – М., 1996. – С. 27–30.
3. Тагер, А.А. Растворы высокомолекулярных соединений / А.А. Тагер. – М.: ГОСХИМИЗДАТ, 1951. – 207 с.
4. Аскадский, А.А. Химическое строение и физические свойства полимеров / А.А. Аскадский, Ю.И. Матвеев. – М.: Химия, 1983. – 243 с.
5. Агеев, М.А. Кинетика набухания волокон макулатуры / М.А. Агеев, В.Л. Глузман // Химия растительного сырья. – 2007. – № 1. – С. 95–98.

## ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УПАКОВОЧНЫХ ВИДОВ БУМАГИ

М.А. АГЕЕВ, доц. каф. химии древесины и технологии цел.-бум. производств УГЛТУ,  
канд. техн. наук,

В.Л. ГЛУЗМАН, асп. каф. химии древесины и технологии цел.-бум. производств УГЛТУ

Производство бумаги – чрезвычайно сложный и трудоемкий процесс, включающий значительное количество операций, позволяющих превратить практически чистую воду – волокнистую суспензию (0,3–0,6 % а.с. волокна) в твердое тело – бумагу. Бумажная масса в процессе получения бумаги поступает в напорный ящик из массоподводящей трубы, задача которого – распределить поступающую на сеточный стол массу равномерно по всей ширине сеточного стола (от трех до восьми метров) как по концентрации, так и по скорости и толщине. На сеточном столе бумажная масса обезвоживается до сухости 17–20 %, вначале под действием гидростатических сил, затем принудительно под действием разрежения в отсасывающих ящиках.

Дальнейшие операции связаны с пресованием бумажного полотна, его сушкой в сушильной части бумагоделательной машины, намоткой на накат и последующей резкой на необходимые форматы.

Каждая из отмеченных операций насчитывает колоссальное количество факторов,

влияющих на качество бумажного полотна, которое пока не доступно аналитическому описанию или регулированию с помощью системы автоматического управления. Поэтому производство бумаги до настоящего времени еще не стало наукой, а является искусством одного человека – машиниста бумагоделательной машины. От того, насколько опытен машинист, богата его интуиция, во многом зависят результаты работы бумагоделательной машины.

Человеческий фактор при производстве бумаги играет значительную, если не главную роль в вопросах повышения качества продукции и, следовательно, конкуренции на рынке.

В нашей работе сделана попытка на основе квалиметрических представлений выявить наиболее часто встречающиеся дефекты при производстве мешочной бумаги на бумагоделательной машине № 1 Новолялинского ЦБК, оценить работу сменных бригад, выявить недостатки, присущие каждой бригаде, установить причинно-следственные связи дефектов и дать рекомендации по их устранению.

Данные по дефектам четырех бригад

Тип дефектов	Бригады								Всего
	1		2		3		4		
	число дефектов	% дефектов	число дефектов	% дефектов	число дефектов	% дефектов	число дефектов	% дефектов	
РУ	347	30,76	463	37,98	339	33,53	389	35,36	1538
У	312	27,66	334	27,40	254	25,12	293	26,64	1193
СР	230	20,39	223	18,29	202	19,98	201	18,27	856
М	16	1,42	17	1,39	19	1,88	15	1,36	67
Возд.	13	1,15	6	0,5	16	1,58	12	1,09	47
Вл.	6	0,53	9	0,74	4	0,40	8	0,73	27
Впит.	0	0	1	0,08	3	0,30	0	0	4
Прочие	204	18,09	166	13,62	174	17,21	182	16,55	726
ИТОГО	1128	100	1219	100	1011	100	1100	100	4458

Примечание. РУ – разрушающее усилие; У – удлинение; СР – сопротивление раздиранию; М – масса 1 м<sup>2</sup>; Возд. – воздухопроницаемость; Вл. – влажность; Впит. – поверхностная впитываемость.

В работах [1, 2, 3] был проведен статистический анализ работы четырех бригад Новолялинского ЦБК по материалам отдела технического контроля бумажного цеха с июня по август 2006г.

Причины изменений качества мешочной бумаги очень разнообразны, и их воздействие различно. Все возможные причины делятся на две группы. К первой относится небольшое число причин, которые оказывают существенное воздействие (их называют «немногочисленные существенно важные»). Вторую группу составляет большое число причин, оказывающих незначительное воздействие (их называют «многочисленные не существенные»). Выяснив причины немногочисленных существенно важных дефектов, можно устранить почти все потери.

Все отклонения значений от стандартных показателей (показатели ГОСТ 2228-81) в сторону снижения качества рассматриваются как дефекты (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что для всех бригад самым распространенным является дефект по разрывному грузу с некоторым варьированием в пределах от 339 до 463 дефектов. Практически отсутствуют дефекты по показателям впитываемости, влажности и воздухопроницаемости. Существенный процент составляют прочие дефекты, и в дальнейшей работе следует провести их анализ.

Полученные результаты работы бригад Новолялинского ЦБК позволяют построить

диаграмму Каоро Исикавы, изображающую зависимость между следствием (качественные показатели мешочной бумаги и картона) и причинами допущенных бригадами дефектов (брака) продукции.

В результате квалитметрической оценки работы бригад установлено, что максимальное количество дефектов, допущенных бригадой № 1, относится к показателю удлинение (27,66 %).

Изобразим этот показатель в виде следствия как горизонтальную линию (рис. 1).

Согласно литературным и практическим данным, основными факторами, влияющими на удлинение при разрыве, являются: вытяжка бумажного полотна при прохождении его вдоль различных частей бумагоделательной машины, соотношение скоростей напуска бумажной массы и скорости сетки, размол, наличие связующих и проклеивающих веществ. Обозначим их стрелками к основному следствию. На эти первопричины, поскольку мы рассматриваем только те из них, которые зависят только от квалификации рабочих (все остальные: сырье, полуфабрикаты, состояние оборудования в данном случае рассматриваются как постоянные – неизменяемые во времени факторы), можно воздействовать различными приемами, изменяя их действие на удлинение.

Рассмотрим, как влияет соотношение скоростей напуска массы и скорости сетки на удлинение.

Механические показатели мешочной бумаги в зависимости от угла наклона

№ бригады	Угол, град	Разрушающее усилие в поперечном направлении, кгс	Относительное удлинение в поперечном направлении, %	Сопротивление раздиранью в машинном направлении, г
1	0	4,4	4,6	88
	15	4,5	4,6	96
	30	3,5	3,6	104
	45	5,1	3,0	96
	60	5,9	2,6	96
	75	5,6	2,0	104
	90	6,8	2,1	104
2	0	5,4	5,1	96
	15	5,3	4,2	80
	30	7,1	4,6	104
	45	8,1	3,9	88
	60	8,7	3,2	88
	75	9,2	2,7	80
	90	9,3	2,8	80
3	0	5,2	5,4	104
	15	5,5	4,4	96
	30	6,1	3,4	104
	45	7,1	3,2	88
	60	9,1	3,3	96
	75	10,1	2,7	96
	90	9,0	2,4	104
4	0	3,9	4,5	88
	15	4,6	5,1	88
	30	5,2	4,7	104
	45	5,1	3,5	104
	60	5,5	3,5	104
	75	6,4	2,8	104
	90	8,6	2,7	88

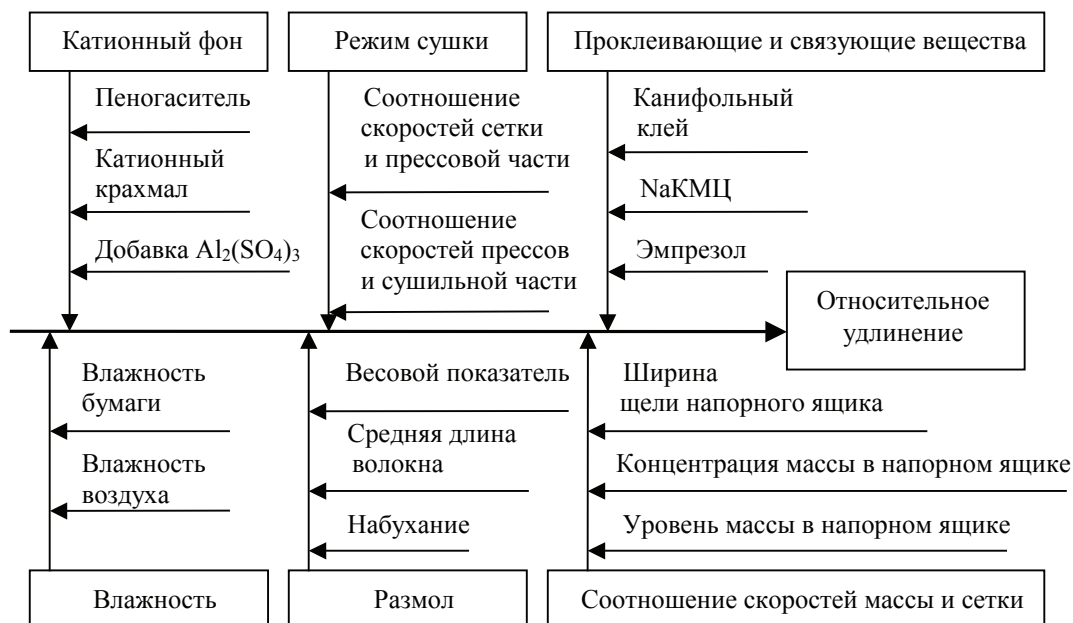


Рис. 1. Анализ причин относительного удлинения в поперечном направлении

Известно, что расположение волокон в структуре бумаги является одним из факторов, влияющих на прочность бумаги [5]. Расположение волокон в бумаге обеспечивается различным соотношением скорости истечения массы из напорного ящика и скорости сетки, что находится в компетенции машиниста бумагоделательной машины и регулируется им путем изменения ширины выпускной щели напорного ящика и концентрацией массы в напорном ящике. Важную роль при управлении ориентацией волокон на сеточном столе играет режим тряски. Анализ результатов экспериментов по влиянию ориентации волокон на относительное удлинение и прочность бумаги (разрушающее усилие) представлен в табл. 2.

При изменении ориентации волокон разрушающее усилие и относительное удлинение изменяются обратно пропорционально. Максимальное удлинение, как и минимальная разрушающее усилие, наблюдается при распределении волокон в машинном направлении. Минимальное удлинение и максимальное разрушающее усилие наблюдается при расположении волокон в поперечном направлении.

Таким образом, на первопричину – отношение скоростей напуска массы и скорости сетки, влияет уровень массы в напорном ящике, ее концентрация и ширина открытия щели напорного ящика.

На показатель относительного удлинения бумаги оказывают значительное влияние длина волокон, из которых изготовлена бумага, их гибкость, и та же сила связи между волокнами. Практика показывает, что наибольшей способностью удлиняться отличаются длиноволокнистые виды бумаги. Таким образом, целенаправленный процесс размола, при котором происходит преимущественно фибрилляция волокна (увеличивающая гибкость волокна и силы связи между ними), является важным фактором, который необходимо контролировать в рамках заданных технологическим регламентом показателей размола. Весовой показатель, характеризующий среднюю длину волокна, зависит от концентрации бумажной массы, поступающей в дисковую мельницу, величину присадки ротора

мельницы, времени размола. Все эти рычаги в той или иной степени должен использовать машинист БДМ для получения бумаги с максимальным удлинением. При определении результирующей влияние факторов – гибкость волокон и сила связи между ними – следует учитывать, что они действуют не строго в одном и том же направлении. Например, увлажнение бумаги способствует увеличению гибкости волокон, но одновременно уменьшаются силы связи между ними.

Если это уменьшение не превзойдет определенного предела, то оно положительным образом скажется на относительном удлинении бумаги, т.к. при этом облегчается подвижность и скольжение волокон в системе бумажного листа с устранением их жесткого закрепления и связанной с этим хрупкости.

Сухая и тем более пересушенная бумага отличается пониженной способностью удлиняться до разрыва. Однако чрезмерное увлажнение бумаги уже отрицательным образом скажется на показателе относительного удлинения бумаги до разрыва, так как силы связи между волокнами станут настолько слабыми, что бумага не сможет противостоять приложенной к ней растягивающей силе: сразу же произойдет разрыв без заметного удлинения испытуемой полоски бумаги. В. Брехт отметил, что влажное полотно бумаги после сеточного стола имеет показатель удлинения, в три-четыре раза превышающий соответствующий показатель той же бумаги в сухом состоянии при сопротивлении разрыву  $1/100$ – $1/20$  от соответствующего сопротивления разрыву сухой бумаги.

Уменьшение относительной влажности окружающего воздуха влечет за собой соответствующее понижение влажности бумаги, находящейся в атмосфере этого воздуха, а это снижает показатель удлинения бумаги.

Так как размол в дисковой мельнице при высокой концентрации целлюлозы способствует фибриллированию волокон при максимальном сохранении их длины, этим обеспечивается и получение высокого показателя удлинения бумаги до разрыва, что существенно при выработке мешочной бумаги.



Рис. 2. Анализ причин связи показателя разрушающего усилия

Одновременно с удлинением полоски бумаги при разрыве наблюдается уменьшение ее ширины, т.е. уменьшение размера в направлении, перпендикулярном действию нагрузки. Это уменьшение ширины испытываемой полоски бумаги  $\Delta b$  связано с коэффициентом Пуассона, равным  $K = \Delta b / \Delta a$ . Здесь  $\Delta a$  – величина удлинения бумаги в направлении действия нагрузки.

При прохождении бумаги по бумагоделательной машине удлинение бумажного полотна в машинном направлении контролируется замером скорости сеточного стола, прессовой и сушильной частей БДМ.

В значительной степени растяжимость бумаги зависит от технологического режима ее изготовления на бумагоделательной машине и от конструктивных особенностей машины. Для повышения способности бумаги растягиваться до разрыва необходимо принять меры, ограничивающие вытяжку бумажного

полотна при изготовлении на бумагоделательной машине.

Скорость отдельных узлов БДМ не должна иметь чрезмерно большого различия. Усадка бумажного полотна при его сушке должна быть по возможности полной. В работах [6, 7] показано влияние усадочных напряжений на физико-механические показатели мешочной бумаги. Максимальная усадка достигается медленной сушкой бумаги при относительно невысокой температуре сушильной поверхности. Растяжимость бумаги в поперечном направлении можно повысить сочетанием сильного натяжения бумажного полотна и слабым натяжением сушильных сукон.

Из вспомогательных веществ, вводимых в бумажную массу, благоприятное влияние на увеличение показателя относительного удлинения бумаги оказывают латексы, карбамидные и меламиновые смолы, крахмал, карбоксиметилцеллюлоза и пластификаторы.

## Данные для построения диаграммы Парето

Тип дефектов	Бригады								Всего
	1		2		3		4		
	число дефектов	% дефектов	число дефектов	% дефектов	число дефектов	% дефектов	число дефектов	% дефектов	
РУ	147	20,88	158	23,48	141	21,53	133	20,65	579
У	112	15,91	124	18,42	139	21,22	121	18,79	496
СР	222	31,53	215	31,95	198	30,22	195	30,28	830
М	11	1,56	12	1,78	15	2,29	12	1,86	50
Возд.	15	2,13	7	1,04	14	2,14	10	1,55	46
Вл.	8	1,14	10	1,49	2	0,31	10	1,55	30
Впит.	0	0	2	0,29	2	0,31	1	0,16	5
Прочие	189	26,85	145	21,55	144	21,98	162	25,16	640
ИТОГО	704	100	673	100	655	100	644	100	2676

Примечание: РУ – разрушающее усилие; У – удлинение; СР – сопротивление раздиранию; М – масса 1 м<sup>2</sup>; Возд. – воздухопроницаемость; Вл. – влажность; Впит. – поверхностная впитываемость.

Прочность на разрыв меняется в противоположную сторону от изменения удлинения. Однако однозначной зависимости между прочностью на разрыв и удлинением, как это видно из рассмотрения данных Б. Стенберга [8], нами не обнаружено. Анализ результатов работы отдельных бригад показывает, что колебания прочности бумаги на разрыв в зависимости от технологических факторов более значительны, чем изменение показателя удлинения. Построим диаграмму (рис. 2) Кауро Иссикавы, изображающую зависимость между разрывным грузом (следствием) и теми факторами (причины), которые зависят только от квалификации рабочих бригады № 2, которые допускали максимальное количество дефектов по этому показателю.

Расположение волокон в бумаге – один из основных факторов, влияющих на прочность бумаги. Ориентация волокон обеспечивается различным соотношением скорости истечения массы из напорного ящика и скорости сетки, что находится в компетенции машиниста БДМ и регулируется путем изменения уровня массы в напорном ящике, концентрацией массы и гидродинамикой потока бумажной массы в напускном устройстве (количество рециркулирующей массы в потокораспределителе). Степень ориентации волокон определяем отношением разрывного груза бумаги, измеренного в машинном и поперечном направлениях. Степень ориентации волокон максимальна при угле 60°, при этом для лицевой, средней и привод-

ной катушки разброс показателей разрывного груза достигает более 4 кг при минимальном разбросе по удлинению. Это говорит о плохой структуре бумажного полотна, колебании массы 1 м<sup>2</sup>, плохом просвете, флокуляции волокон на сеточном столе, поскольку показатель прочности зависит от размера образца (полоска бумаги шириной 15 мм и длиной 180 мм). Поэтому для устранения такого дефекта, как низкие показатели по разрывному грузу, бригаде № 2 следует улучшить структуру формирующегося слоя бумаги на сеточном столе.

Важную роль в ориентации волокон на сеточном столе играет режим тряски. Амплитуда и частота колебаний зависят от средней длины волокна, концентрации массы на сеточном столе и скорости сетки. Оптимальные параметры тряски подбираются экспериментально.

Прочность бумажного листа зависит не только от прочности связи между волокнами, но и прочности самих волокон. Чем прочнее межволоконные силы связи, тем относительно большее количество волокон окажется разорванными в плоскости разрыва полоски бумаги. Таким образом, с увеличением степени помола бумажной массы возрастает количество разорванных волокон в бумаге, изготовленной из этой массы.

Количество контактов между волокнами (или связей между ними) зависит от общей длины волокнистого материала в листе, ширины волокон, их гибкости и не зависит от длины

отдельных волокон. Таким образом, рубка волокон, сопровождаемая уменьшением их длины, теоретически не уменьшает общего числа контактов волокон в листе, а лишь уменьшает число контактов одного волокна. Поэтому падение прочности бумаги, вызванное поперечной рубкой волокон, является следствием не уменьшения общей площади связей в листе, а обусловлено уменьшением площади связей отдельного волокна. При испытании бумаги на разрыв такие укороченные и нефибриллированные волокна легче растаскиваются по обе стороны от места разрыва.

Бумажный лист должен состоять из гетерогенных волокон, т.е. в нем должно быть некоторое количество мелких волокон, заполняющих пространства между длинными, что придает бумаге большую однородность. В однородной бумаге, содержащей в композиции наряду с длинными волокнами хорошо разработанные мелкие, наблюдается известное повышение величины общей площади, на которой между волокнами устанавливаются связи, что и проявляется в повышении механической прочности такой бумаги.

Величина удельного давления при прессовании сказывается как на взаимном расположении волокон, так и на величине сил сцепления их между собой.

Изменение степени натяжения бумажного полотна в отдельных секциях машины или натяжение сушильных сукон, а также введение в бумажную массу гидрофильных добавок, например катионного крахмала, приводит к изменению величины сил сцепления между волокнами, что сказывается на прочности бумаги.

Фляте со ссылкой на А.А. Долгиреву указывает, что электролиты, растворенные в воде, снижают механическую прочность бумаги и, в частности, ее сопротивление разрыву, при этом чем выше валентность катиона, тем больше снижается разрывной груз.

При малой концентрации растворов солей и небольшом количестве обменно поглощенных катионов, благодаря увеличению рыхлости структуры из-за уменьшения числа водородных связей, способность бумаги к удлинению повышается. Дальнейшее введение катиона вызывает увеличение жесткости

структуры, что влечет за собой снижение растяжимости бумаги.

На основании проведенных исследований в технологический процесс были внесены соответствующие корректирующие мероприятия, после внедрения которых вновь собрали данные о возникающих дефектах при производстве бумаги мешочной.

Общее количество дефектов по предприятию снизилось с 4458 до 2676, т.е. почти на 40 %. При этом дефекты по разрушающему усилию снизились в среднем в 2,6 раза с 1538 до 579 (более 60 %), а дефекты по относительному удлинению снизились в среднем в 2,4 раза с 1193 до 496 (около 60 %). Количество дефектов по остальным показателям на данном этапе осталось на прежнем уровне.

### Библиографический список

1. Глузман, В.Л. Использование диаграммы Парето для оценки дефектов мешочной бумаги / В.Л. Глузман, М.А. Агеев, А.А. Николаенко // III Всероссийская научно-техническая конф. студентов и аспирантов «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России»: матер. конф. – Екатеринбург, 2007. – С. 21–23.
2. Глузман, В.Л. Квалиметрическая оценка мешочной бумаги марки М-78А ОАО «Новолялинский ЦБК» / В.Л. Глузман, М.А. Агеев, С.В. Чернышева // III Всероссийская научно-техническая конф. студентов и аспирантов «Научное творчество молодежи – лесному комплексу России»: матер. конф. – Екатеринбург, 2007. – С. 48–51.
3. Глузман, В.Л. Адаптация методов квалиметрии к продукции целлюлозно-бумажной промышленности / В.Л. Глузман, М.А. Агеев // Международная научно-практич. конф. «Современные системы контроля и управления качеством бумаги и картона». сб. трудов. – СПб., 2007. – С. 78–86.
4. Кумэ, Х. Статистические методы повышения качества / Хитоси Кумэ; перевод с яп. Ю.П. Адлера, Л.А. Канаревой // Стандарты и качество. – 1992. – № 10. – С. 71–72.
5. Непеин, В.Н. Роль ориентации волокон в формировании прочности промышленной бумаги / В.Н. Непеин, А.И. Киприанов, С.В. Бабулин // Совершенствование производства бумаги и картона: сб. трудов ЦНИИБ. – М., 1973. – С. 27–32.
6. Агеев, М.А. Усадочные напряжения при сушке / М.А. Агеев, В.Л. Глузман. – М.: Московский гос. горный ун-т, 2006. – 14 с.
7. Агеев, М.А. Усадочные напряжения в бумаге при сушке / М.А. Агеев // Химическая промышленность. – 2006. – № 10. – С. 470–480.
8. Фляте, Д.М. Свойства бумаги / Д.М. Фляте. – М.: Лесная пром-сть, 1986. – 680 с.



## О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ «ФАНОТРЕН» И «ПЛИТОТРЕН» НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ В КАЧЕСТВЕ ЗАЩИТНЫХ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ РЕНТГЕНКАБИНЕТОВ

Ю.И. ВЕТОШКИН, *проф. каф. механической обработки древесины УГЛТУ, канд. техн. наук,*  
 И.В. ЯЦУН, *доц. каф. механической обработки древесины УГЛТУ, канд. техн. наук,*  
 А.В. МЯЛИЦИН, *асп. каф. механической обработки древесины УГЛТУ*

Дерево, являясь органическим веществом, сравнительно легко пропускает рентгеновские лучи. Как показывают опыты [1], наибольшая толщина (диаметр) дерева, которая может быть просвечена рентгеновскими лучами, зависит от многих факторов: твердые породы легче просвечиваются, чем мягкие; влажность древесины ослабляет проникающие лучи; поврежденные части дерева более проницаемы, чем здоровые.

Закон ослабления интенсивности рентгеновских лучей древесиной описывается выражением (1) [2, 3, 5]

$$I = I_0 e^{-\mu x}, \quad (1)$$

где  $I$  и  $I_0$  – соответственно значение интенсивности излучения, падающего на вещество и дошедшее до глубины  $x$ , кэВ;

$\mu$  – линейный коэффициент ослабления, см<sup>-1</sup>.

Древесина является сложным по химическому составу материалом. Элементарный состав древесины любой породы включает такие вещества, как углерод, кислород, водород, азот. Для таких материалов [4] значение массового коэффициента ослабления рассчитывается согласно (2)

$$\mu_m = \mu_{m1} P_1 + \mu_{m2} P_2 + \dots + \mu_{mn} P_n, \quad (2)$$

где  $\mu_{m1} = \mu_1/\rho_1$ ;  $\mu_{m2} = \mu_2/\rho_2$ ; ...  $\mu_{mn} = \mu_n/\rho_n$  – массовые коэффициенты ослабления соответствующих частей;

$P_1$ ;  $P_2$ ...  $P_n$  – их относительные весовые количества.

На рис. 1 отражена зависимость массовых коэффициентов ослабления от энергии  $\gamma$ -квантов от 10 кэВ до 100 МэВ для древесного вещества и воды.

В [6] получены значения линейных коэффициентов ослабления для радиального, тангентального и продольного направлений древесины березы, дуба, липы, ели и сосны. Величина этих значений для одной и той же породы древесины в различных направлениях различается на 6÷26 %. Более точные значения линейных коэффициентов ослабления для древесины пяти пород в абсолютно сухом состоянии, полученные для  $\gamma$ -излучения <sup>60</sup>Со, приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что между значениями линейного коэффициента ослабления и плотностью древесины наблюдается линейная зависимость. На основе приведенных значений можно сделать вывод, что линейный коэффициент ослабления не зависит от направления волокон древесины.

Т а б л и ц а 1

**Значения линейных и массовых коэффициентов ослабления  $\gamma$ -излучения <sup>60</sup>Со для древесины различных пород в абсолютно сухом состоянии**

Порода	Плотность $\rho_0$ , кг/м <sup>3</sup>	Линейный коэффициент ослабления, $\mu$ , м <sup>-1</sup>			Среднее значение, $\mu_{cp}$ , м <sup>-1</sup>	Массовый коэффициент ослабления, $\mu_m$ , м <sup>2</sup> /кг
		$r^*$	$t$	$a$		
Береза	666	3,9	3,9	4,1	4	0,006
Дуб	667	4	4	4,1	4	0,006
Ель	474	2,8	2,9	2,8	2,8	0,059
Липа	419	2,5	2,6	2,5	2,5	0,006
Сосна	431	2,6	2,6	2,5	2,6	0,006

Примечание.  $r^*$  – в радиальном,  $t$  – в тангентальном,  $a$  – в продольном направлении волокон древесины

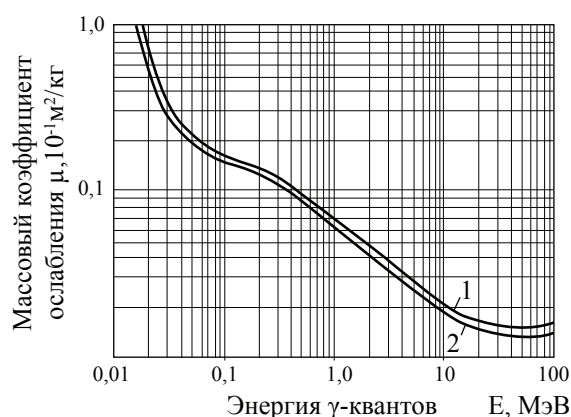


Рис. 1. Зависимость массовых коэффициентов ослабления от энергии  $\gamma$ -квантов: 1 – вода; 2 – древесное вещество

В работе [7] проводились исследования по изучению способности фанеры из древесины различных пород различной толщины и слойности пропускать рентгеновские лучи. Для определения защитных свойств образцы брались 3, 5 и 7-слойной фанеры из березового и осинового шпона, склеенного клеями на основе смол СФЖ-3014, КФ-Ж и бакелитовой пленкой. В результате исследований установлено, что увеличение толщины фанеры положительно влияет на защитные свойства. Порода древесины, вид клея и толщина шпона, а также наличие пороков и дефектов обработки в слоях фанеры существенного влияния на величину защитных свойств не оказывают.

В работе [8] описывается получение древесины, пропитанной металлами. Пропитка осуществляется металлами, имеющими точку плавления ниже 100 °С, т.е. легкоплавкими сплавами на основе олова, свинца, висмута, кадмия и ртути. В работе [9] описывается процесс изготовления металлизированной древесины. Металлизация осуществляется расплавленными металлами. Показано, что норма поглощения сплава для березы от 6,5 до 8 г на 1 г древесины. Металлизированная древесина обладает высокими механическими (выше, чем у натуральной древесины) и защитными свойствами.

Хорошо известны варианты изготовления армированной фанеры и фанеры, облицованной металлами. При армировании один или несколько листов шпона заменяются листами металла, резины, металлическими сетками и другими материалами. Такая фа-

нера обладает повышенными прочностными свойствами. Фанеру также облицовывают различными металлами в виде тонких листов и фольги на основе алюминия, стали, цинка, меди, бронзы, свинца. На поверхность фанеры слой металла может быть наклеен или нанесен посредством напыления в расплавленном состоянии.

В работе [10] отмечается, что защитные свойства натуральной древесины можно повысить путем ее модификации способами уплотнения и пропитки. Уплотнение до степени  $\epsilon = 0,5$  позволяет вдвое повысить ее защитные свойства. Пропитка древесины соединениями бора позволяет увеличить ее защитную способность при воздействии тепловых нейтронов. Древесина, пропитанная борсодержащими растворами, снижает степень ее горючести, а уплотненная древесина дает возможность использовать ее в машиностроении в качестве замены применяемых в защите черных и цветных материалов и сплавов.

В конструкции вышеперечисленных материалов входят разнообразные материалы, благодаря чему древесине и материалам на ее основе придаются новые свойства и появляется возможность расширения области их применения, в частности в качестве защитных материалов от ионизирующего излучения. Создание подобных материалов представляет интерес в теоретических и экспериментальных исследованиях.

На основании изучения литературы можно сделать вывод о том, что в последнее десятилетие велась работа над созданием новых материалов, способных выполнять защитную роль от рентгеновского излучения в области создания композиционных материалов, в конструкциях которых в качестве несущей основы и защитного слоя выступают разнообразные материалы. Древесина, благодаря пористому строению, тоже может использоваться в качестве несущей основы в подобных материалах.

В медицинских рентгеновских кабинетах в основном производятся два рода работ: рентгенодиагностика и рентгенотерапия.

При рентгенодиагностике имеют дело с излучением, обладающим энергией не выше

100 кэВ, причем все прямое излучение, как правило, блокировано защитными приспособлениями возле самого источника излучения, стационарная защита в диагностическом кабинете должна быть рассчитана только на рассеянное излучение с целью предохранения соседних помещений. Рассеянное излучение требует для своего блокирования при расстоянии 3 м защитный слой, эквивалентный 0,3 мм свинца (около 2 см бетона), что в случае применения каменных стен всегда выполняется. Если стены деревянные, то их достаточно оштукатурить баритовой штукатуркой толщиной 1 см.

Диагностические снимки часто производят в отдельной кабине в отсутствие медицинского персонала. Поскольку и в этом случае используются самозащитные рентгеновские трубки при напряжениях до 100 кВ, стены и потолок кабины должны быть также рассчитаны только на рассеянное излучение, т.е. обладать защитными от 0,3 до 0,8 мм свинца, в зависимости от расстояния.

Чтобы не усложнять защиту пола, на который обычно направлен пучок прямого излучения, при снимках можно ограничиться укладкой на пол, на то место, куда направлен пучок лучей, либо листового свинца толщиной 1–2 мм и достаточной площади, либо коврика из просвинцованной резины с соответствующим свинцовым эквивалентом.

Рентгенотерапия, как правило, производится при значительно большем напряжении на рентгеновской трубке, чем рентгенодиагностика. Терапия должна производиться, как правило, в отдельных кабинетах, обладающих защитными стенками, достаточными, чтобы блокировать выход излучения наружу. При терапии следует использовать только защитные рентгеновские трубки или трубки, помещенные в защитный кожух; в противном случае пациент будет получать дополнительно недопустимо большую дозу прямого и рассеянного излучения.

Применение защитных рентгеновских трубок позволяет и в этом случае ограничиваться стационарной защитой, рассчитанной только на рассеянное излучение, при условии, что прямой пучок направлен всегда одинаково и не будет попадать на стены кабины.

Для терапии чаще используется рентгеновская аппаратура на 200 кВ, но применяют установки и с большим напряжением. Защита кабин, в которых проводится терапия, должна быть рассчитана на максимальное номинальное напряжение имеющегося рентгеновского аппарата.

На кафедре «Механической обработки древесины» ведутся научно-исследовательские, поисковые и экспериментальные работы по разработке защитно-декоративных материалов на основе древесины, направленные на исключение вредного свинца и его производных из композиции, а также улучшения экологической обстановки и комфортности помещений, в которых рекомендуется применение подобных материалов. Разработанные конструкции композиционных материалов (рис. 2), согласно патентным исследованиям, не имеют аналогов в мире.

Краткая характеристика материала.

Фанотрен А – композиционный материал на основе шпона. Материал обладает достаточной эффективностью ослабления рентгеновского и мягкого гамма-излучения с энергией < 100 кэВ. Эквивалентная толщина свинца 0,028 см. На материал получен патент № 10638 от 16 августа 1999 г.;

Фанотрен Б – композиционный материал на основе шпона. Материал обладает достаточной эффективностью ослабления рентгеновского и мягкого гамма-излучения с энергией < 200 кэВ. Эквивалентная толщина свинца 0,103 см. На материал получен патент № 19791 от 10 октября 2001 г.;

Фанотрен В – композиционный материал на основе фанеры. Эквивалентная толщина свинца 1 мм. На материал получен патент № 10461 от 24 мая 2004 г. Защитные свойства соответствуют свинцовому эквиваленту;

Фанотрен Г – композиционный материал на основе фанеры;

Плитотрен А – композиционный материал, аналог древесно-стружечной плиты. Свинцовый эквивалент материала составляет 0,3 мм свинца. Композиционный материал обладает высокими защитными свойствами от рентгеновского излучения. Степень защиты можно регулировать в зависимости от требований заказчика;

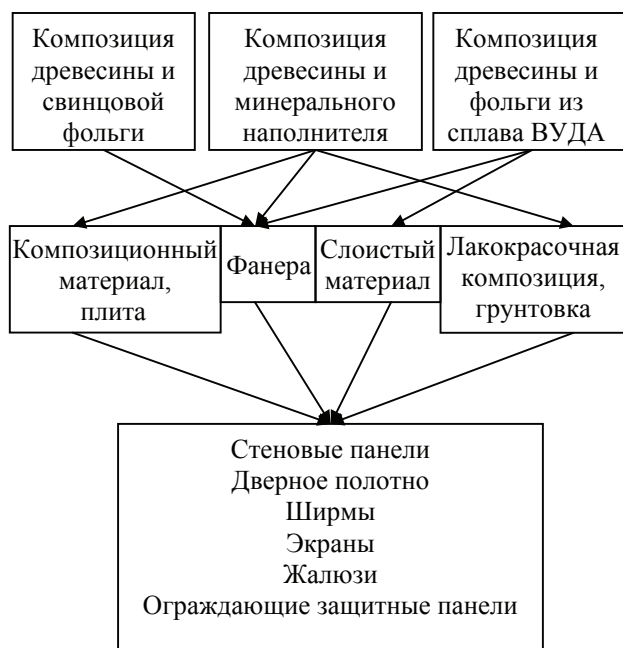


Рис. 2. Основные композиционные особенности конструкций защитных материалов

Плитотрен Б – композиционный материал, аналог древесно-стружечной плиты.

Полученные конструкции и декоративные материалы «Фанотрен» и «Плитотрен» позволяют получать защитные конструкции для оформления рентгеновских кабинетов (стеновые панели, дверные полотна, ширмы, экраны, жалюзи, ограждающие панели).

Разработанные материалы обладают высокими физико-механическими показателями и являются конструкционными. Материалы можно облицовывать и производить отделку разнообразными лакокрасочными

материалами, тем самым улучшая их внешний вид.

Материалы обладают оригинальными конструктивно-декоративными особенностями, хорошими свойствами для монтажа, хорошо обрабатываются на деревообрабатывающем оборудовании.

### Библиографический список

1. Ванин, С.И. Древесиноведение / С.И. Ванин. – Л.: Гослестехиздат, 1934. – С. 439.
2. Щетинин, Ю.И. Свойства древесины как поглотителя гамма (рентгеновского) излучения / Ю.И. Щетинин, Л.Н. Исаева // Исследование свойств древесины и древесных материалов. – 1969. – С. 7–9.
3. Скорняков, Н.Н. Ослабление рентгеновских лучей пластинами из цельной древесины / Н.Н. Скорняков // Технология древесных плит и пластиков. – 1978. – Вып. 5. – С. 23–27.
4. Голубев, Б.П. Дозиметрия и защита от ионизирующего излучения / Б.П. Голубев – Л.: Государственное энергетическое издательство. – 1963. – С. 336.
5. Долацис, Я.А. Радиационно-химическое модифицирование древесины / Я.А. Долацис. – Рига: Зинатне, 1985. – С. 218.
6. Локатош, Б.К. Дефектоскопия древесины / Б.К. Локатош. – М.: Лесная пром-сть, 1966. – С. 184.
7. Шорникова, Н.Ю. Фанера для рентгенодиагностических аппаратов / Н.Ю. Шорникова // Плиты и фанера. – 1982. – № 8. – С. 16.
8. Орлова, Ю.Д. Отделка изделий из древесины / Ю.Д. Орлова. – М.: Высшая школа, 1968. – С. 276.
9. Лекторский, Ю.Н. Пропитка древесины / Ю.Н. Лекторский. – М.: Гослестехиздат, 1940. – С. 202.
10. Потякин, В.И. Анализ древесины и нейтронных потоков малых и средних энергий / В.И. Потякин // Технология лесопромышленного производства и транспорта. – 2000. – С. 217–220.

## ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТОНКОМЕРНО-КОРОТКОМЕРНОГО СЫРЬЯ НА ПИЛОПРОДУКЦИЮ

Е.В. ВОРОБЬЕВА, *ст. преподаватель каф. технологии и оборудования лесопромышленного производства УГЛТУ*

В настоящее время наметилась устойчивая тенденция снижения среднего диаметра заготавливаемого сырья, при этом доля тонкомерного сырья хвойных и лиственных пород в общем объеме древесины постоянно возрастает. В то же время наблюдается постоянный рост потребности в пиломатериалах при сокращении ресурсов сырья. Это приводит к тому, что на лесопильных предприятиях

для выработки пилопродукции все в больших объемах, наряду с пиловочником, используют тонкомерно-короткомерное сырье (ТКС) диаметром от 6 см, длиной от 1 м.

Для переработки ТКС на пилопродукцию в качестве головного технологического оборудования применяют многочисленные модели станков проходного типа, которые различаются характером обработки сырья.



Рисунок. Основные природно-производственные факторы, влияющие на выбор головного технологического оборудования для переработки ТКС

Т а б л и ц а

**Технологическое назначение оборудования для переработки ТКС на пилопродукцию**

Марка оборудования	Годовой объем переработки ТКС, тыс. м <sup>3</sup>	Характеристика ТКС		Характеристика основной готовой продукции
		длина, м	диаметр, см	
Круглопильные станки проходного типа: – <i>двухпильные</i> СДМ-2М; Ц2К-М; ЦД-1; НД-3; СКД-1; ЦМД – <i>четырепильные</i> 2ЦД-26; ЦМКД-28А	до 5 на один технологический поток	от 1	8–28	двух- или четырехкантный брус; пиломатериалы обрезные, необрезные хвойные и лиственные
ФБС малой мощности: УФП; ФБЛ-16; ФБ1-6; ВФ-14; УФ-16	5–10 на один технологический поток	от 1	6–18	двух- или четырехкантный брус; технологическая щепка
Фрезерно-пильные станки, агрегаты и линии: «Термит»; «КТ»; УПФП-1М; ЛФПТ180-1; ФПЛ-20	10–30 на два технологических потока	от 1,5	8–26	профилированный брус; оцилиндрованные и срубовые бревна; пиломатериалы обрезные хвойные и лиственные; технологическая щепка
Коротышевые узкопросветные лесопильные рамы: РК63-2; РК-1А	до 20 на один технологический поток	1–4 1–7,5	10–38	двух- или четырехкантный брус; пиломатериалы обрезные, необрезные хвойные и лиственные; короткомерные пиломатериалы и заготовки
ФБС большой мощности: ФБС-750; БС-1	до 30 на один технологический поток	от 3	8–18	двухкантный брус; технологическая щепка

Основным оборудованием для переработки ТКС методом пиления являются круглопильные станки (двухпильные, четырехпильные) и коротышевые узкопросветные лесопильные рамы, методом фрезерования – фрезерно-брусующие станки, а при совмещении этих двух способов в процессе обработки ТКС – фрезерно-пильное оборудование [1, 2]. Технологическое назначение оборудования по переработке такого сырья на различного

вида продукцию, с учетом основных природно-производственных факторов (рисунок) работы того или иного лесозаготовительного предприятия, представлено в таблице.

К природным факторам относят те, которые связаны с совокупностью естественных условий работы лесозаготовительного предприятия. Производственные факторы – совокупность факторов, связанных с конкретными условиями работы того или иного

цеха как производственного подразделения лесозаготовительного предприятия.

С учетом этих основных факторов осуществляется выбор головного технологического оборудования для производства пилопродукции из ТКС. При сравнительно незначительных годовых объемах (до 5 тыс. м<sup>3</sup>) перерабатываемого сырья, как правило, применяются круглопильные станки проходного типа. Такие станки просты в устройстве, не требуют установки фундаментов, т.е. они могут использоваться как в стационарном, так и в передвижном варианте. Круглопильные станки производят распиловку тонкомерных бревен на двух- или четырехконтный брус с получением в некоторых случаях дополнительно двух необрезных досок. При необходимости дополнительная переработка брусьев, необрезных досок и горбылей, выпиленных на круглопильных станках, производится многопильными круглопильными станками с целью получения обрезных пиломатериалов требуемой толщины.

При объемах переработки ТКС более 5 тыс. м<sup>3</sup> используется более производительное агрегатное оборудование. На фрезерно-брусующих станках в процессе обработки из бревна получают двухконтный или четырехконтный брус, боковые части перерабатываются на технологическую щепу. При необходимости дальнейшего раскроя полученного бруса применяются многопильные круглопильные станки.

Получение из ТКС пилопродукции на фрезерно-пильном оборудовании производится последовательным фрезерованием для формирования профильного бруса с его дальнейшей распиловкой на круглопильном узле агрегата. Способ переработки сырья на таком оборудовании обеспечивает получение обрезных пиломатериалов без установки в

потоках оборудования второго ряда и обрезных станков, а также позволяет расширить номенклатуру выпускаемой продукции, т.е. производить не только пиломатериалы, но и различные профильные изделия (профилированный брус, оцилиндрованные и строительные элементы малых размеров).

При годовом объеме переработки сырья до 20 тыс. м<sup>3</sup> находят применение коротышевые узкопросветные лесопильные рамы, предназначенные для распиловки коротких бревен и брусьев длиной от 1 м на доски толщиной 16 мм. Отличительной чертой таких рам является восьмивальцовый механизм подачи для надежной фиксации коротких лесоматериалов при распиловке.

В зависимости от объема тонкомерного сырья и вида производимой из него продукции круглопильные и фрезерно-брусующие станки применяют как при установке одного, двух станков для получения двухконтного или четырехконтного бруса, так и в составе линий и комплексов по получению пиломатериалов в комбинации с многопильными круглопильными, делительными и другими станками.

Таким образом, рассмотренное оборудование позволяет предприятиям с различными объемами и характеристиками ТКС эффективно вовлекать его в производство и тем самым расширять выход товарной продукции без увеличения объемов заготовки.

#### Библиографический список

1. Азаренок, В.А. Основы технологии лесопиления на предприятиях лесного комплекса / В.А. Азаренок, Г.Н. Левинская, Б.Е. Меньшиков. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2002. – 278 с.
2. Калитеевский, Р.Е. Лесопиление в XXI веке. Технология, оборудование, менеджмент / Р.Е. Калитеевский. – СПб.: ПРОФИ-ИНФОРМ, 2005. – 480 с.

## РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ, ХРАНЕНИЯ И ВВОДА АНТРАХИНОНА В ВАРОЧНЫЙ ПРОЦЕСС

А.В. ВУРАСКО, доц. каф. химии древесины и технологии целлюлозно-бумажного производства УГЛТУ, канд. техн. наук

Применение антрахинона (АХ) в процессах делигнификации древесины относится к гомогенно-гетерогенному катализу, и на производстве возникает ряд задач техноло-

гического характера, обусловленных тем, что для достижения высокого каталитического эффекта необходимо максимальное взаимодействие между АХ и растительным поли-

мером. Одним из возможных путей является равномерное распределение катализатора в варочном объеме. Наиболее экономичной является подача катализатора в виде дисперсии. Получаемые при простом смешивании жидкости и АХ дисперсные системы нестабильны. Устойчивость дисперсной системы можно повысить изменением размеров частиц диспергируемого вещества, повышением плотности дисперсионной среды и применением различных ПАВ. Чаще всего используют различные комбинации этих способов.

Используемые в настоящее время технологические схемы подготовки и подачи катализатора в варочный котел малоэффективны [1] и разработаны в основном для применения импортных дисперсий. В качестве примера рассмотрим схему подготовки АХ на Соломбальском ЦБК (рис. 1) [2].

Технологическая схема подготовки АХ включает узел растаривания и приготовления дисперсии АХ, емкости для запасов дисперсии, центробежные насосы для перекачки дисперсии, дозировочные насосы для подачи дисперсии в котлы периодического действия и непрерывного действия. АХ поступает в мешках, затаренных в фанерные барабаны. Для предотвращения пыления растарочный бункер снабжен трубой со sprысками, образующими противопылевую завесу. В качестве дисперсионносителя использовали черный щелок. Для улучшения перемешивания АХ высыпали в аппарат для приготовления суспензии с черным щелок при включенной мешалке. Дисперсия АХ становится однородной через 15–30 мин перемешивания. После отключения перемешивающего устройства расслоение дисперсии происходит за 10 мин. Полученная в аппарате 2 дисперсия насосом перекачивается в емкость запаса 4. После откачки из емкости 2 в емкость 4 суточного (или сменного) запаса дисперсии АХ насос 3 переключается на откачку дисперсии из емкости 4. Из циркуляционного кольца дисперсию отбирают на периодическую и непрерывную варки по напорному трубопроводу 6 с возвратом по трубопроводу 5 в емкость 4. Таким образом осуществляется постоянная циркуляция дисперсии, что предотвращает осаждение частиц АХ.

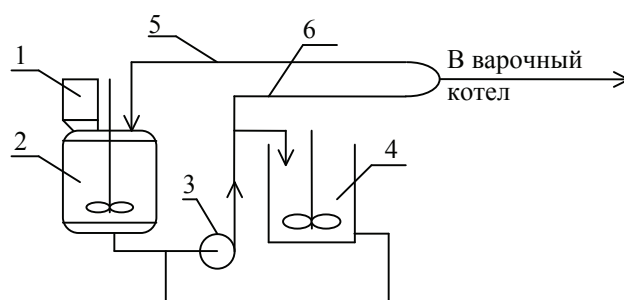


Рис. 1. Схема подготовки дисперсии АХ в условиях Соломбальского ЦБК: 1 – бункер; 2 – аппарат для приготовления суспензии; 3 – насос; 4 – емкость; 5, 6 – трубопроводы циркуляционного кольца

Т а б л и ц а 1

**Технические характеристики  
мельницы ЗАО «Модис»**

Характеристика и единицы измерения	Значение
Число оборотов помольной камеры, мин <sup>-1</sup>	30 и 45
Объем камеры, л	300
Максимальная загрузка:	
– порошка, кг	200
– жидкости, л	60
– мелющих шаров, кг	700
Размер фракции:	
– загружаемой, мм	1–500
– получаемой, мкм	1–2,5
Мощность привода, кВт	5,5
Габаритные размеры, мм	2000 × 2500 × 2500

На каждую варку в котлы периодического действия закачивалось по 140 л суспензии насосом-дозатором, что соответствовало 10 кг АХ на котловарку, или 0,05 % от массы а. с. древесины. В цехе периодической варки дисперсия АХ подавалась в варочный котел при температуре 110 °С через мерный бачок. Отмечено, что система подачи дисперсии АХ в варочные котлы непрерывного и периодического действия работала неритмично: насосы-дозаторы часто останавливались из-за забивания линии или самого насоса осадком АХ; насос-дозатор не создавал нужного напора при закачке дисперсии в котлы.

С учетом особенностей подготовки, хранения и ввода дисперсии АХ разработана и апробирована схема подачи АХ в варочный котел (рис. 2) [3, 4].

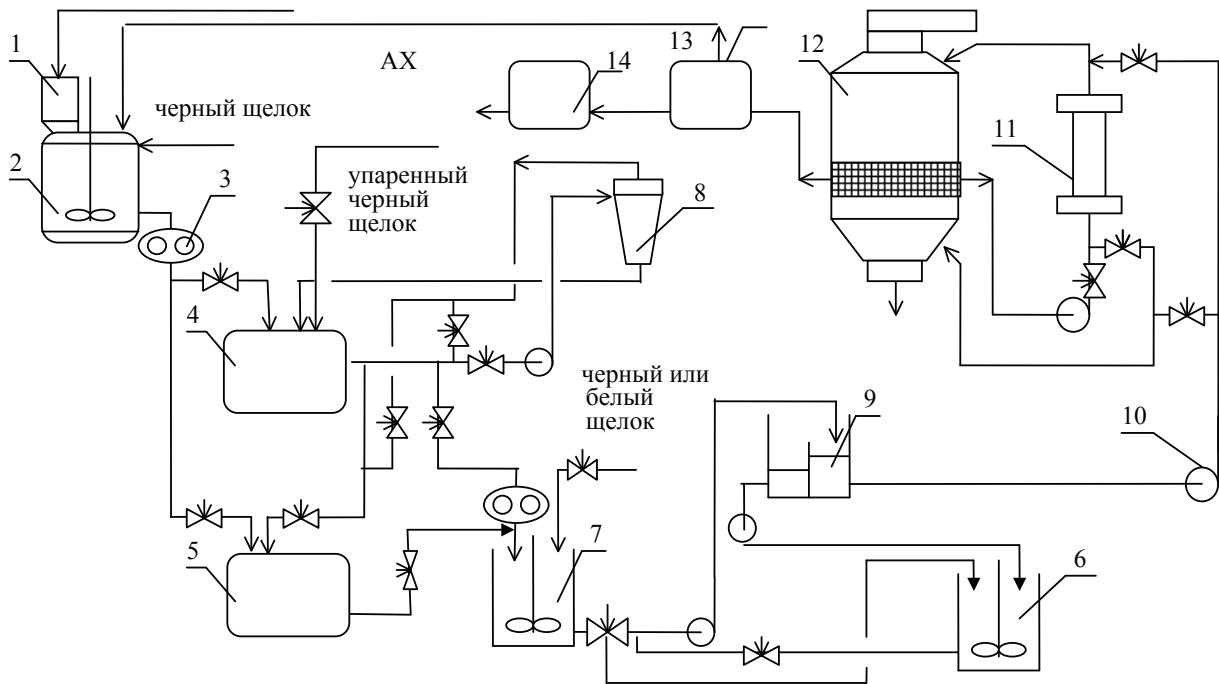


Рис. 2. Схема подготовки, хранения и ввода катализатора в варочный котел: 1 – дозатор; 2 – мешалка; 3 – насосы шестеренчатые; 4 – мельница центробежная; 5 – установка ультразвукового размола; 6 – буферная мешалка; 7 – разбавительная мешалка; 8 – гидроциклон; 9 – бак постоянного уровня; 10 – насосы центробежные; 11 – теплообменник; 12 – варочный котел; 13 – вакуум-выпарная установка; 14 – содорегенерационная установка

Т а б л и ц а 2

**Технические характеристики  
УЗ установки УЗД1-4,0/22**

Характеристика и единицы измерения	Значение
Мощность излучателя, кВт	4,0
Мощность, потребляемая от сети, В·А, не более	7 600
Напряжение питающей сети, В	220/380
Частота тока, Гц	50
Рабочая частота, кГц	22
Объем озвучивания, л, не более	15
Окружающий воздух:	
– температура, °С	10–35
– относительная влажность, %	1–20
Габаритные размеры, мм:	
– генератор	500 × 400 × 250
– погружное устройство:	
диаметр	175
высота	460

Для получения стабильной дисперсии АХ из дозатора 1 в герметично закрытую мешалку 2 подается АХ, черный щелок (плотностью 1,083–1,197 г/см<sup>3</sup> при 20 °С) или белый щелок с ПАВ (0,01 %). Перемешивание проводится до полного распределения АХ в объеме жидкости. Затем через перепускной вентиль дисперсия шестеренчатым насосом 3

подается в мельницу 4 для мокрого механического размола. Характеристика мельницы «мокрого» помола ЗАО «Модис» приведена в табл. 1.

После стадии механического измельчения дисперсия АХ подается на сортирование в гидроциклонную установку 8, где происходит разделение дисперсии на два потока: крупная фракция (150–300 мкм) направляется на повторное доизмельчение обратно в мельницу 4, а мелкая (50–150 мкм) – на диспергирование в установку ультразвукового размола 5.

Установка ультразвукового (УЗ) размола 6 включает генератор мощностью 22 кГц, ванну объемом 15 л, погружное ультразвуковое устройство. Основные характеристики УЗ установки представлены в табл. 2.

УЗ диспергирование проводят в течение 5–10 мин до размеров частиц 1–50 мкм периодическим способом. По окончании размола полученную дисперсию из ультразвуковой установки 6 шестеренчатым насосом 3 перекачивают в разбавительную мешалку 7, где она разбавляется белым щелочком до необходимой концентрации и центробежным насосом 10 подается в бак постоянного уровня 9. Из бака одна часть дисперсии направляется



на варку в систему циркуляции щелока варочного котла (10, 11, 12). Избыток дисперсии перекачивается в буферную мешалку 6, где хранится при слабом перемешивании на случай простоя размольного оборудования.

После щелочной варки АХ или продукты его превращения частично уносятся со сдувочными газами и сточными водами, частично остаются в таловом масле и товарных продуктах, однако основная часть остается в черном щелоке и направляется на выпарку [5, 6]. По окончании варки отработанный варочный щелок направляется на вакуум-выпарную установку 13, где осаждаемый при выпарке АХ, отбирается, регенерируется и вновь направляется на варку. Упаренный черный щелок направляется на сжигание в содо-регенерационную установку 14.

Возможность регенерации катализатора после варки из отработанных щелоков имеет большое значение. Для регенерации катализатора предложены способы: сублимация из отработанных щелоков [7], осаждение при выпарке щелоков [5, 8].

Таким образом, предлагаемые решения позволяют применять механический размол и УЗ обработку в среде белого или черных щелоков. Получаемые дисперсные системы остаются устойчивыми к расслоению и агрегации при их разбавлении и транспортировке.

Установлено, что при УЗ обработке частиц АХ, наряду с решением технологической задачи – доставки катализатора в варочный процесс, – происходит повышение

каталитической активности за счет увеличения дисперсности и модификации поверхности частиц (удаление микропузырьков кислорода) и удаления растворенных газов и особенно кислорода из дисперсионного объема. Такая подготовка дисперсии снижает расход катализатора и повышает экономичность производства целлюлозы.

#### Библиографический список

1. Непенин, Ю.Н. Производство сульфатной целлюлозы / Ю.Н. Непенин. – М.: Лесная пром-сть, 1990. – Т. 2. – 597 с.
2. Иванова, И.С. Разработка технологии сульфатной варки с использованием антрахинона / И.С. Иванова, Л.А. Василенко, А.И. Александрович и др. // Экспресс-информ. Сер. Целлюлоза, бумага и картон. – М.: ВНИПИЭИлеспром, 1990. – Вып. 20. – С. 2–17.
3. Решение о выдаче пат. РФ по заявке № 2005106559/12(008003) Вураско А.В. Способ получения целлюлозосодержащего материала. МПК D 21C3/02, 2005./ А.В. Вураско, А.Я. Агеев.
4. Решение о выдаче пат. РФ по заявке № 2005106558/12(008002). Вураско А.В. Способ получения целлюлозы. МПК D 21C3/02 / А.В. Вураско, Б.Н. Дрикер, М.А. Головкин. Заявл. 09.03.05.
5. Пат. 4.561.935 U.S. D 21 C 11/10; C 23G 1/14. Process for removing anthraquinone type scale / Kazuaki Sakai // Заявл. 18.07.84; Опубл. 31.12.85.
6. Werthemann D.P. The xylophilicity/hydrophilicity balance of quinoid pulping additives [Текст]/ TAPPI. – 1981. – Vol. 64. – № 3. – P. 140-142.
7. Furuya J. 9 % Production gain with quinine-additive kraft pulping in batch digester / TAPPI J. 1984, vol. 67, № 6, p. 82-85.
8. Заявка 56-427000. Яп. Тада Юкки, Моримуэ То-сио, Ниси Осаму / Регенерация соединений антрахинона. 1982. Цит. По РЖХим, 1984, № 1. ч. III.

## ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ОКИСЛИТЕЛЬНО-ОРГАНОСОЛЬВЕНТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ НЕДРЕВЕСНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

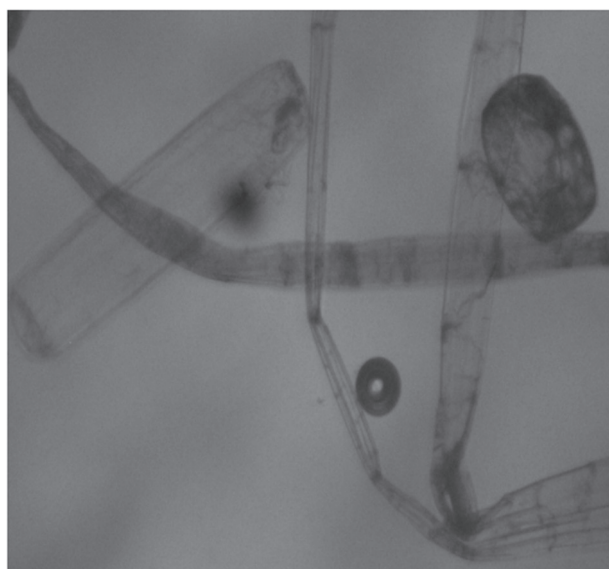
Б.Н. ДРИКЕР, *проф. каф. общей и неорганической химии УГЛТУ, д-р техн. наук,*  
 А.В. ВУРАСКО, *доц. каф. химии древесины и технологии целлюлозно-бумажных производств УГЛТУ, канд. техн. наук,*  
 А.Р. ГАЛИМОВА, *асп. каф. химии древесины и технологии целлюлозно-бумажных производств УГЛТУ*

Технологические и экологические проблемы при производстве целлюлозы требуют новых технических решений, включающих и расширение сырьевой базы. Одним из перс-

пективных направлений при получении новых эффективных материалов является делигнификация недревесного растительного сырья окислительно-органо-сольвентным способом.



а



б

Рис. 1. Анатомические элементы соломы риса (а) и овса (б)

Т а б л и ц а 1

**Содержание основных компонентов в недревесном растительном сырье**

Компоненты	Содержание компонентов в соломе, %	
	риса	овса
Целлюлоза (по Кюшнеру)	43,6	47,0
Лигнин (по Классону)	22,3	18,0
Экстрактивные вещества:		
– в спиртобензольной смеси	5,1	12,5
– в воде	3,7	4,0
Зола	13,7	3,0

В качестве объектов исследования используется солома риса и овса, которые

являются крупнотоннажными отходами переработки злаковых культур. Ежегодная возобновляемость, экологическая чистота, невысокая стоимость отходов переработки делают их неисчерпаемым сырьевым источником для производства не только продукции ЦБП, но и для нужд медицины, пищевой промышленности, косметологии, ветеринарии [1].

Солома риса и овса мало отличаются друг от друга по анатомическим элементам и морфологическому строению (рис. 1). Ткани растительного сырья состоят в основном из клеток прозенхимного характера, имеющих волокнистую структуру, разной длины и большого количества сосудов. С учетом этого можно предположить перспективность их использования для производства не только бумаги, но и некоторых видов целлюлозы различного технического назначения.

Основные отличия соломы риса от соломы овса в химическом составе (табл. 1). Солома овса содержит большое количество экстрактивных веществ, а солома риса – минеральных компонентов, что создает существенные проблемы при их переработке.

С этой целью из соломы риса и овса перед процессом делигнификации предварительно были извлечены органические (жировосковая фракция, водорастворимая фракция) и неорганические (диоксид кремния) компоненты [2]. Это позволяет при комплексной переработке соломы получить ряд ценных компонентов (пектины, крахмал, жировосковая фракция), а также широко используемый в парфюмерной и косметической промышленности диоксид кремния. Это позволяет сделать экономически целесообразным получение целлюлозы из соломы органосольвентным способом.

После выделения перечисленных компонентов из подготовленного растительного сырья получают целлюлозосодержащий волокнистый полуфабрикат окислительно-органосольвентным способом [3].

Окислительно-органосольвентные варки лигноуглеводного материала проводят композицией, содержащей пероксиуксусную, уксусную кислоты и пероксид водорода при оптимальных соотношениях [4].

Т а б л и ц а 2

**Содержание основных компонентов  
технической целлюлозы из соломы  
овса и риса**

Показатели целлюлозы	Органосольвентная целлюлоза	
	солома риса	солома овса
Выход технической целлюлозы, %	87,7	87,3
Массовая доля в целлюлозе, %:		
– лигнина	2,5	2,09
– экстрактивных веществ	0,05	0,05
– золы	0,05	0,07

При окислительно-органосольвентном способе делигнификации углеводный комплекс разрушается незначительно и позволяет сохранить целлюлозу и гемицеллюлозы при практически полном удалении лигнина. Результаты делигнификации соломы овса и риса представлены в табл. 2.

Для полученной технической целлюлозы определяли показатели, имеющие практическое значение при ее дальнейшем использовании. Указанные параметры сравнивались с аналогичными показателями для целлюлозы сульфитной беленой и хлопковой.

Адсорбционную способность технической целлюлозы оценивали по наличию в ней карбоксильных групп, не связанных водородными связями, которые являются основными центрами сорбции в целлюлозных материалах. Метод основан на обратном титровании карбоксильных групп гидрокарбонатом натрия [5]. Сорбционную способность оценивали по количеству йода, мг  $J_2$ /г целлюлозы, сорбированного образцом целлюлозы [6]. Степень набухания целлюлозы характеризует способность ее к набуханию, условно определяемую по приращению массы целлюлозы в 17,5 % растворе щелочи [5]. Данный показатель отражает соотношение между аморфными и кристаллическими участками технической целлюлозы.  $\alpha$ -целлюлоза представляет собой фракцию технической целлюлозы, не растворимую в 17,5 % NaOH [5]. Этот показатель характеризует степень деструкции и количество освобожденной от гемицеллюлоз и низкомолекулярных фракций целлюлозы. Водоудержание оценивалось по методи-

ке, изложенной в источнике [7]. Капиллярная впитываемость определяется по ГОСТ 12602. Впитываемость при одностороннем смачивании по методу Кобба определяется согласно ГОСТ 112605 ИСО 535. Результаты анализа, характеризующие впитывающие и сорбционные свойства технических целлюлоз, представлены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что по сорбционным свойствам целлюлоза, полученная из соломы риса, превосходит целлюлозу из соломы овса, целлюлозу сульфитную беленую и хлопковую. Следует также отметить, что целлюлоза из соломы риса характеризуется высокой способностью к набуханию. Это обусловлено тем, что целлюлоза из соломы риса содержит больше аморфных участков, так как способность к набуханию в растворах щелочей определенной концентрации (17,5–18 % NaOH) связана с проникновением раствора щелочи в аморфные участки целлюлозы, не затрагивая кристаллические. Это согласуется с результатами расчета степени кристалличности на основании рентгенографических исследований (рис. 2). Так, степень кристалличности целлюлозы из соломы риса равна 0,33; овса – 0,45; для сульфитной целлюлозы этот показатель равен 0,63, а для хлопковой – 0,68.

Высокое содержание аморфных участков в технической целлюлозе из соломы риса связано с морфологическим строением. В период вегетации в клетках и особенно клеточных тканях соломины риса откладываются неорганические вещества, которые нарушают формирование кристаллических участков в кристаллитах целлюлозы и приводят к снижению степени ее кристалличности. Большое количество аморфных областей способствует более легкому проникновению и удержанию жидкостей. Поэтому лучшей водоудерживающей способностью обладает техническая целлюлоза из соломы риса. Для повышения сорбционных свойств и водоудерживающей способности техническую целлюлозу подвергают фибриллированию, что позволяет увеличить удельную поверхность волокон без их значительного укорочения. Из данных, представленных в табл. 3, видно, что после фибриллирования показатели сорбционной емкости и водоудержания возрастают.

**Впитывающие и сорбционные свойства целлюлозы из соломы риса и овса**

Показатели	Рис		Овес		Целлюлоза	
	исходная	фибрилли- рованная	исходная	фибрилли- рованная	сульфит- ная	хлопковая
Адсорбционная способность, мг/г	63,8	72,3	38,4	47,5	20,9	42,0
Сорбционная способность по йоду, %	37,9	86,4	20,7	34,5	41,5	45,0
Набухание в растворе NaOH (17,5 %), %	550	700	300	500	550	500
Водоудержание, %	220	300	220	240	220	250
Капиллярная впитываемость воды, мм	–	25		12	–	–
Впитываемость при одностороннем смачивании, г/м <sup>2</sup>	–	127		99	–	–

**Физико-механические показатели целлюлозы**

Показатель	Из соломы риса	Из соломы овса	Сульфитная по ГОСТ 3914
Масса бумаги площадью 1 м <sup>2</sup> , г	76,7	75,3	75,0
Плотность г/см <sup>3</sup>	0,65	0,91	–
Массовая доля α-целлюлозы, %	89,6	77,2	98,0
Разрывная длина, м	4200	8500	6500
Абсолютное сопротивление раздиранью, мН	120	160	–
Предел прочности при растяжении, МПа (кгс/мм <sup>2</sup> )	30,0	80,0	–
Относительное сопротивление продавливанию, кПа	160	470	–
pH холодного экстрагирования водной вытяжки	6,65	6,98	6,0–7,0
Белизна, %	89,6	85,0	85,0

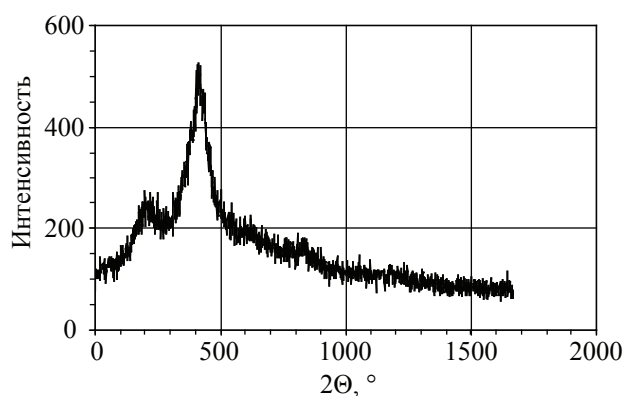


Рис. 2. Рентгенограмма целлюлозы из соломы риса

Для оценки возможности дальнейшего использования полученной целлюлозы органосольвентным способом определены физико-механические показатели. Результаты физико-механических испытаний волокнистого полуфабриката представлены в табл. 4.

Невысокие значения содержания α-целлюлозы в целлюлозе из недревесного растительного сырья подтверждают наличие гемицеллюлозных фракций за счет практически полного их сохранения при данном

способе варки, и это улучшает физико-механические свойства технической целлюлозы.

Предлагаемая технология окислительно-органосольвентного способа варки позволяет получить целлюлозу, соответствующую по ряду показателей требованиям ГОСТ 3914 (Целлюлоза сульфитная беленая из хвойной древесины). Высокие поверхностная и капиллярная впитываемость и набухание целлюлозы из соломы риса позволяют рассматривать ее как перспективное сырье для использования в композиции бумаги-основы для санитарно-бытового и гигиенического назначения. Относительно высокие показатели разрушающего усилия, разрывной длины и относительного сопротивления продавливанию отливок целлюлозы из соломы овса являются предпосылками для изготовления из целлюлозы бумаги оберточной, писчей цветной и других видов бумаг.

**Библиографический список**

1. Кочева, Л.С. Структурно-химическая характеристика недревесных видов целлюлозы / Л.С. Кочева,

- О.В. Броварова, Н.А. Секушин и др. // ИВУЗ Лесной журнал. – 2005. – № 5. – С. 87–91.
- Вураско, А.В. Ресурсосберегающая переработка недревесного растительного сырья / А.В. Вураско, Б.Н. Дрикер, А.Р. Галимова // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2007. – № 8. – С. 137–140.
  - Галимова, А.Р. Получение волокнистых полуфабрикатов при комплексной переработке соломы риса / А.Р. Галимова, А.В. Вураско, Б.Н. Дрикер и др. // Журнал «Химия растительного сырья». – 2007. – № 3. – С. 47–53.
  - Вураско, А.В. Ресурсосберегающая технология получения целлюлозного материала при комплексной переработке сельскохозяйственных культур / А.В. Вураско, Б.Н. Дрикер, Е.А. Мозырева и др. // Журнал «Химия растительного сырья». – 2006. – № 4. – С. 5–10.
  - Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы: учеб. пособие для вузов / А.В. Оболенская, З.П. Ельницкая, А.А. Леонович, и др. – М., 1991 – 320 с.
  - ТУ 919-005-12043303-96 Целлюлоза микрокристаллическая порошковая. Введ. 1996-05-11. Пермь, 1996, 20 с.
  - Справочник бумажника Т. I / 2-е изд. перераб. и доп. Лесная пром-сть. – М., 1964. – 807 с.

## ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-АНАТОМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ НА ПОДБОР КЛЕЕНЫХ БАЛОК

Ю.Б. ЛЕВИНСКИЙ, *проф. каф. древесиноведения и специальной обработки древесины УГЛТУ, канд. техн. наук,*

Г.Н. ЛЕВИНСКАЯ, *доц. каф. механической обработки древесины УГЛТУ, канд. техн. наук,*

Р.И. АГАФОНОВА, *асп. каф. древесиноведения и специальной обработки древесины УГЛТУ*

Клееные балки, применяемые в производстве деревянных домов, должны быть достаточно легкими и прочными, поэтому необходимо как можно точнее подбирать комплект заготовок для склеивания по их качественному состоянию. Как известно, напряжения, возникающие в несущих конструкциях, в значительной степени зависят от вида и направленности нагрузок. При этом особое влияние на прочность клееных балок оказывают размеры пороков древесины и их расположение в поперечном сечении балок. Определяющим является наличие сучков и трещин в растянутой зоне сечения. Влиянием пороков в средней и сжатой зонах часто можно даже пренебречь. В связи с этим целесообразно обеспечить тщательный подбор заготовок в зависимости от качества и принятой к производству конструкции изделия. Рациональное комплектование позволит наиболее эффективно использовать сырьевые ресурсы древесины и делать заказ на пиломатериалы более точным и обоснованным [1].

При выработке специальных заготовок важно знать расположение зон с лучшими показателями физико-механических свойств древесины в стволе дерева. Схемы такого зонирования дерева или его части (сортимента) в

совокупности со схемами распиловки древесины дадут в руки специалистов хорошее средство для рационального раскроя и технически эффективного использования древесины.

Основной причиной изменения величины модуля упругости по радиусу бревна считают изменение процентного соотношения поздней и ранней древесины. Известно, что у поздней древесины физико-механические показатели выше. Различия между ними обусловлены неодинаковостью показателей прочности трахеид поздней и ранней древесины. Исследованиями доказано [2], что предельное сопротивление, возникающее в поперечном слое трахеиды, выражается соотношением (1).

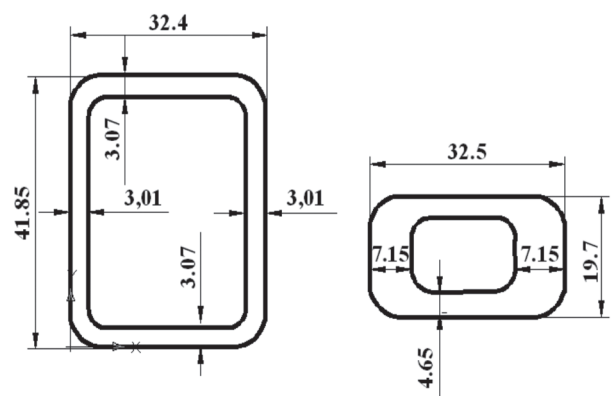


Рис. 1. Поперечное сечение ранних и поздних трахеид сосны

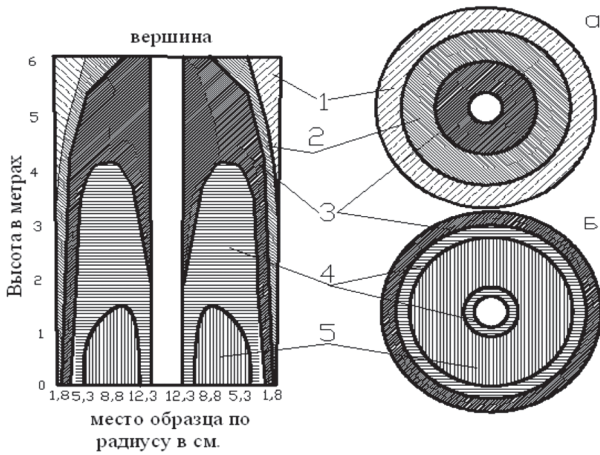


Рис. 2. Схема зонального распределения модулей упругости в стволах древесины уральской сосны: а – вершинный торец бревна, б – комлевой торец бревна; 1 – наиболее слабая зона, принята за 100 %; 2 – зона в 105–110 %; 3 – зона в 110–115 %; 4 – зона в 115–120 %; 5 – зона в 120–125 %

$$\sigma = \sigma_{90} / (1 + \sin^3 \gamma), \quad (1)$$

где  $\sigma_{90}$  – предельное сопротивление разрыву поперек волокон;

$\gamma$  – средний угол спиральных слоев для сосны,  $\gamma_{\text{ран.}} = 30^\circ$ ,  $\gamma_{\text{позд.}} = 17,3^\circ$ .

Для поздней и ранней древесины предельное сопротивление соответственно составляет  $\sigma_{\text{ран.}} = 0,974\sigma_{90}$  и  $\sigma_{\text{ран.}} = 0,889\sigma_{90}$ .

Разница между показателями находится в пределах 10–15 %. Следовательно, прочностные характеристики будут выше там, где процент поздней древесины выше. Например, прирост уральской сосны по диаметру до 80–100 лет приблизительно постоянен, но в дальнейшем резко сокращается. Число годовичных слоев в 1 см увеличивается, а также возрастает процент поздней древесины. Это приводит к повышению показателей физико-механических свойств древесины, в том числе и модулей упругости.

На рис. 2 изображена схема зонального распределения модулей упругости в стволах древесины уральской сосны [3]. Из нее видно, что физико-механические показатели уменьшаются в направлении от комля к вершине и от периферии к центру.

Влияние ядровой древесины сосны на прочность незначительно. Для заболонной и ядровой древесины сосны величины модулей упругости при статическом изгибе,

сжатии, растяжении вдоль волокон очень близки между собой. Наблюдаемая разница  $\pm 3\%$  находится в пределах точности исследования, и данную оценку можно считать достоверной. Поэтому следует полагать, что древесина заболони сосны по модулю упругости равноценна древесине ядровой древесины.

На основании известных теоретических положений и выдвигаемых гипотез проведено исследование величины модуля упругости для различных проб древесины, отбираемых в определенной зоне. Данные об изменении модулей упругости по радиусу ствола и по высоте сечения представлены в табл. 1 и 2.

Полученные данные согласуются с общей закономерностью изменения физико-механических свойств древесины по радиусу и высоте ствола дерева. Увеличение модуля упругости наблюдается от периферии к центру круглого сортимента. Физико-механические показатели зависят от процента поздней древесины, т.е. от числа годовичных слоев. Увеличение модуля упругости по высоте наблюдается от вершины к комлю, но изменяется неравномерно, что объясняется условиями произрастания древесины.

Т а б л и ц а 1

**Изменение модуля упругости древесины по радиусу ствола дерева**


Модуль упругости при испытаниях древесины	Значение модуля для заготовок, считая от периферии, ГПа		
	1	2	3
на сжатие вдоль волокон	12,9	13,5	14,7
на статический изгиб	10,7	11,5	11,9
на растяжение вдоль волокон	12,9	12,8	12,9

Т а б л и ц а 2

**Изменение модуля упругости древесины по высоте ствола дерева**

Модуль упругости при испытаниях древесины	Значение модуля для древесины, ГПа, по высоте ствола дерева, м		
	1,3	5,2	9,0
на сжатие вдоль волокон	15	13,5	10,2
на статический изгиб	13,8	11,2	10,2
на растяжение вдоль волокон	12,5	9,6	9,3

Показатели объемного выхода заготовок для клееных балок

Состав и форма сечения клееной балки	$D$ , см	Выход заготовок из сортимента при обычном раскросе, %	Выход заготовок из сортимента при зонированном раскросе, %
	22	45,21	50,77
	24	48,64	57,39
	26	49,03	57,36

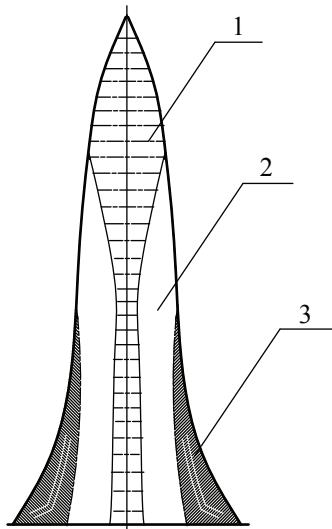


Рис. 3. Схема распределения качественных зон древесины в стволе дерева: 1 – зона здоровых сросшихся сучков; 2 – зона заросших гнилых и выпадающих сучков; 3 – бессучковая зона

Известно, что качество древесины зависит от места, которое она занимает в стволе растущего дерева (рис. 3). При наложении схемы зонального распределения древесины и схемы зонального распределения модулей упругости в стволах сортиментов получаем схему для определения прочной и качественной древесины в объеме бревна. Она поможет эффективней произвести раскрой пиловочника на специальные заготовки.

Например, видно, что комлевая древесина наиболее прочная и качественная. Такой материал может быть рекомендован для получения заготовок, в частности используемых в растянутых поясах клееных конструкций (рис. 4). Зона здоровых сросшихся сучков и часть дерева, прилегающая к ней, а также зона заросших гнилых и выпадающих сучков имеют прочность на 20–25 % ниже прочности комлевой древесины. Полученный из этой части сортиментов пиломатериал может применяться для средних и ограниченно для сжатых поясов конструкции.

Деление бревна при раскросе на разные зоны качества позволяет точнее скомплектовать сечение клееной конструкции и при этом выиграть на рациональном потреблении сырья. Так, например, при распиловке бревен вразвал выход заготовок из расчета на 1 м пог. клееных слоистых балок больше на 12–18 %, если учитывается специфика прочностного зонирования (табл. 3).

В работах [4] показано, что комплектование конструкции должно производиться в зависимости от направленности волокон древесины.

Получение необходимых по структуре заготовок – трудная задача, которая должна быть решена уже при раскросе пиловочника на доски и заготовки. При этом всегда учитываются главные факторы, определяющие качество и надежность самих строительных конструкций, а именно:

- направленность распиловки по характеру расположения волокон древесины на торцовом срезе пиломатериалов;
- схема размещения заготовок (ламель) в пакете, предназначенном для склеивания;
- требования к качеству древесины по ее структурному состоянию, наличию пороков и дефектов, точности размеров и подготовленности к склеиванию.

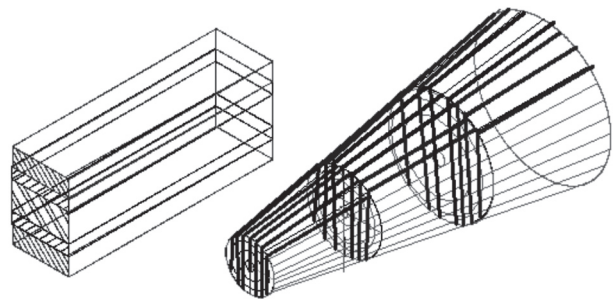


Рис. 4. Схема комплектования клееной конструкции заготовками в зависимости от их местоположения

**Показатели объемного выхода пиломатериалов при выработке заготовок для строительных клееных материалов**

Диаметр, см	Постав	Объемный выход				Объемный выход по направленности раскроя		
		общий	50×50	25×50	25×40	радиальный	полурadiaльный	тангентальный
22	I	<u>0,12925</u> 46,16	<u>0,095</u> 33,93	<u>0,02625</u> 9,38	<u>0,008</u> 2,86	<u>0,219</u> 55,3	<u>0,219</u> 55,3	<u>0,219</u> 55,3
	II	<u>0,1525</u> 54,47	<u>0,095</u> 33,93	–	<u>0,0575</u> 20,54	<u>0,219</u> 55,3	<u>0,219</u> 55,3	<u>0,219</u> 55,3
26	III	<u>0,19025</u> 48,05	<u>0,115</u> 29,03	<u>0,07125</u> 17,99	<u>0,004</u> 1,01	<u>0,219</u> 55,3	<u>0,219</u> 55,3	<u>0,219</u> 55,3
	IV	<u>0,219</u> 55,3	<u>0,115</u> 29,03	–	<u>0,104</u> 26,27	<u>0,219</u> 55,3	<u>0,219</u> 55,3	<u>0,219</u> 55,3

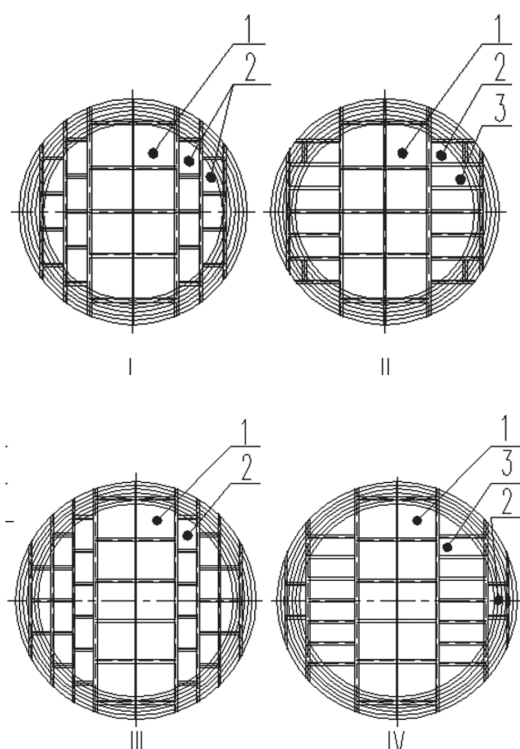


Рис. 5. Схемы распиловки круглых лесоматериалов при выработке заготовок для клееных заготовок строительного назначения: 1 – ламели сечением 50 × 50 мм; 2 – ламели сечением 25 × 40 мм; 3 – ламели сечением 25 × 50 мм

Выбор схемы раскроя зависит от размерно-качественных характеристик сырья и заготовок, необходимой ориентации распиловки бревен относительно годовичных слоев древесины.

Представленные схемы раскроя (рис. 5, табл. 4) позволяют получить пиломатериал с заданной ориентацией годовичных слоев. Используя необходимую схему раскроя и условное зонирование по сечению бревна, получаем возможность решить поставленную задачу

по обеспечению производства заготовками с определенными свойствами.

Анализ влияния структурно-анатомических свойств древесины на комплектование клееной конструкции показывает следующее:

1. Наиболее выгодно комплектовать клееную конструкцию (слоистую балку) с учетом залегания зон качественной и прочной древесины в стволе дерева;

2. Рекомендации по раскрою пиловочника на заготовки для клееных балок позволяют достичь оптимального комплектования пакетов в зависимости от направленности волокон древесины, прочностных и качественных характеристик древесного материала.

Таким образом, создаются предпосылки для обоснования схем комплектации балок, распиловки сырья и определения планируемого спецификационного задания на получение пилопродукции.

#### Библиографический список

1. Левинский, Ю.Б. Рациональный подбор сырья для малогабаритных клееных балок / Ю.Б. Левинский, Р.И. Агафонова // Мат-лы науч. конфер. СПбЛТА. – СПб.: ЛТА., 2005. – С. 15–18.
2. Слицкоухов, Ю.В. Конструкции из дерева и пластмасс / Ю.В. Слицкоухов, В.Д. Буданов, М.М. Гаппоев; под общ. ред. Г.Г. Карлсена. – М.: Стройиздат, 1986. – 543 с.
3. Индустриальные деревянные конструкции в современной архитектуре. – М., 1972. – 131 с.
4. Левинский, Ю.Б. Прогнозирование прочности древесины с учетом геометрии строения древесины / Ю.Б. Левинский, Р.И. Агафонова // Труды междунар. евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент 21 века». – Екатеринбург, 2007. – С. 68–73.



## СВОЙСТВА ДРЕВЕСНОГО ОКИСЛЕННОГО УГЛЯ

Л.А. ПЕТРОВ, *проф. института органического синтеза УрО РАН им. И.Я. Постовского, д-р. хим. наук,*  
 Ю.Л. ЮРЬЕВ, *проф. каф. химической технологии древесины УГЛТУ, канд. техн. наук,*  
 И.К. ГИНДУЛИН, *асп. каф. химической технологии древесины УГЛТУ,*  
 С.В. ЕРАНКИН, *асп. института органического синтеза УрО РАН им. И.Я. Постовского*

Применение различных методов (реагентных, электрохимических, коагулянтных) для извлечения катионов тяжелых металлов из сточных вод достаточно дорого и не всегда приводит к нужной степени очистки, а использование для этих целей ионообменных смол сдерживается дороговизной последних. Это обстоятельство побуждает к разработке сорбционных методов очистки сточных вод с применением других материалов. Одним из таких материалов является окисленный древесный уголь (ДОУ).

Способность окисленных углей к сорбции катионов металлов как особенность отличает их от обычных активных углей. Адсорбционная активность по отношению к металлам обусловлена наличием на поверхности ДОУ большого количества групп кислотного характера, различающихся не только по составу (карбоксильные, фенольные, гидроксильные), но и по способности к ионизации [1]. Свойство окисленных углей образовывать поверхностные комплексы с многовалентными металлами обуславливает повышенную емкость и селективность этих сорбентов по отношению к катионам [2].

Древесный окисленный уголь получают путем модификации поверхности древесного или активного угля различными окислителями. Наиболее предпочтительным с экономической и экологической точки зрения является окисление воздухом, при котором возможно получение различных по свойствам древесных окисленных углей.

На кафедре химической технологии древесины Уральского лесотехнического университета получен окисленный древесный уголь, характеристика которого показана в таблице. В качестве окислителя использован горячий воздух.

Для определения поверхностных функциональных групп исходного, активного и

окисленного угля применен метод ИК-спектроскопии. Спектры снимали на ИК-Фурье-спектрометре «Spectrum One B» фирмы Perkin Elmer

На рис. 1 приведены ИК-спектры исходных и полученных продуктов.

Как видно из полученных данных, в спектре древесного угля (ДУ) видна слабая полоса  $1570\text{ см}^{-1}$ , которую можно отнести к колебаниям связей  $\text{C}=\text{C}$  ароматических колец. Эта же полоса наблюдается и у активного угля (БАУ) и у окисленного (ДОУ).

Т а б л и ц а

**Показатели качества древесного окисленного угля**

Показатель	Значение
Гранулометрический состав, массовая доля остатка на сите с диаметром отверстий, %:	
менее 1,5 мм	не более 25
0,5 мм	не менее 70
менее 0,5 мм	не более 5
СОЕ по щелочи, мг-экв/г	не менее 2,0
Массовая доля золы, %	не более 10,0
Суммарный объем пор по влагоемкости, $\text{см}^3/\text{г}$	не менее 1,6
Насыпная плотность, $\text{г}/\text{дм}^3$	не более 240

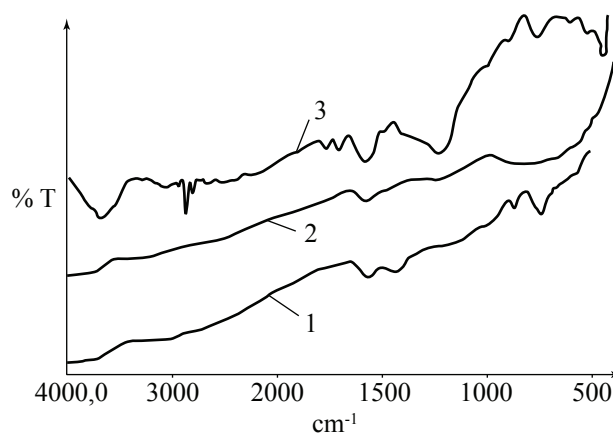


Рис. 1. ИК-спектры поглощения древесного угля (1), березового активного угля (2) и древесного окисленного угля (3)

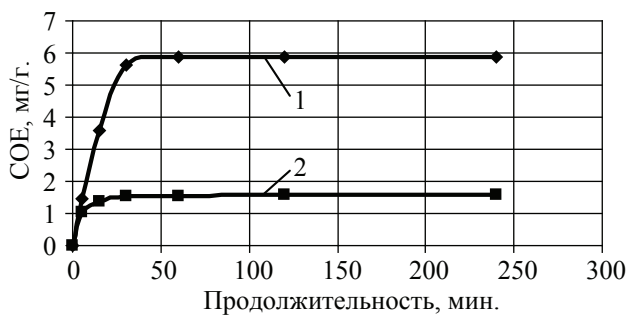


Рис. 2. Зависимость статической обменной емкости по Fe<sup>3+</sup> (1) и Zn<sup>2+</sup> (2) от продолжительности в нейтральной среде

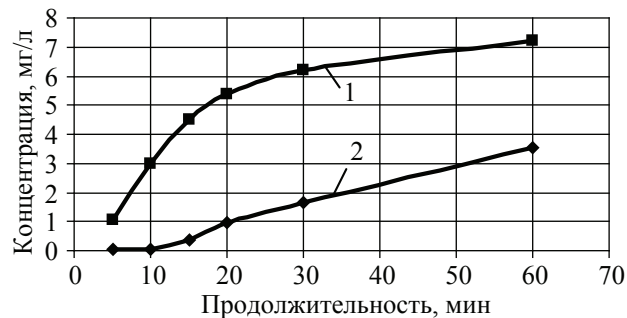


Рис. 3. Зависимость динамической обменной емкости по Fe<sup>3+</sup> (1) и Zn<sup>2+</sup> (2) от продолжительности в нейтральной среде

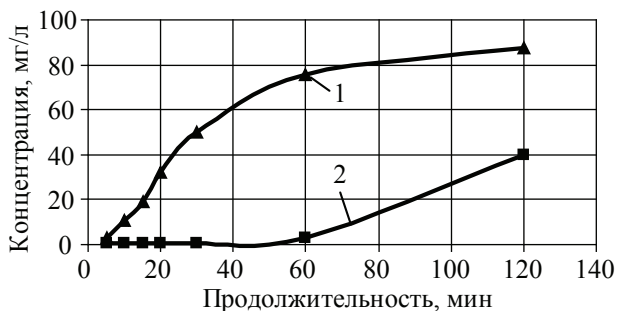


Рис. 4. Зависимость динамической обменной емкости по Fe<sup>3+</sup> (1) и Zn<sup>2+</sup> (2) от продолжительности в кислой среде

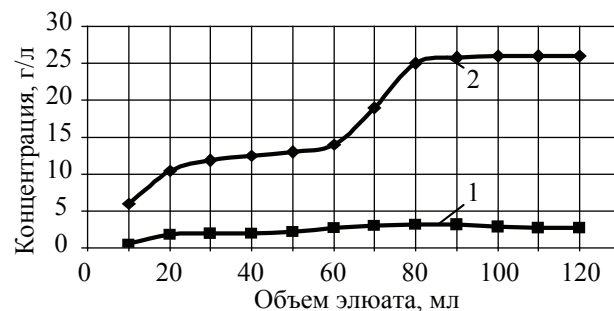


Рис. 5. Зависимость динамической обменной емкости по Fe<sup>3+</sup> (1) и Zn<sup>2+</sup> (2) от количества элюата в сильнокислой среде

Рис. 3 подтверждает приведенные ранее данные о различной эффективности сорбции железа и цинка на окисленном древесном угле в нейтральной среде.

Полосы в области 1450–1460 см<sup>-1</sup> можно отнести к валентным колебаниям связи С–ОН, они наблюдаются как и у ДУ, так и у ДОУ. Присутствие в ДУ этой связи объясняется наличием в матрице угля гуминовых кислот, разрушающихся при активации угля, что также подтверждается спектром БАУ, где отсутствуют полосы в этой области.

Полосу с  $\nu = 1770$  см<sup>-1</sup> у спектров ДОУ можно отнести к колебаниям карбонил карбоксильных групп и лактонов. Полоса с  $\nu = 1710$  см<sup>-1</sup>, по-видимому, относится к валентным колебаниям тех карбонил карбоксильных групп, которые связаны водородными связями с соседними группировками. Интенсивную и широкую полосу при 1600 см<sup>-1</sup> можно отнести к колебаниям хиноидных группировок различной природы совместно с колебаниями близлежащих связей С = С, а полосу при 1200 см<sup>-1</sup> – к уширенным и перекрывающимся полосам ассиметричных и

симметричных колебаний групп С–О–С. Колебания при 2900 см<sup>-1</sup>, наблюдаемые у ДОУ, можно интерпретировать как валентные колебания связей СН-групп.

У полученного древесного окисленного угля исследованы сорбционные свойства по отношению к ионам железа и цинка в статических и динамических условиях.

На приведенном графике (рис. 2) представлено изменение статической обменной емкости (СОЕ) катионов Fe<sup>3+</sup> и Zn<sup>2+</sup> от продолжительности процесса сорбции.

В лаборатории ООО «Северский трубный завод» были проведены испытания в динамических условиях древесного окисленного угля в качестве катионита для обезвреживания отработанных травильных растворов цинковального отделения. Показано, что окисленный уголь сорбирует в основном ионы железа. При этом концентрация железа после ионообменника составляет не более 5 г/л (при исходной концентрации – 17 г/л). В начале процесса цинк сорбируется достаточно эффективно, до достижения концентрации 13 г/л, а затем его концентрация на вы-

ходе из сорбционной колонки возрастает до 26 г/л (при исходной концентрации – 72 г/л). Основное количество сорбированного цинка в дальнейшем смывается промывкой адсорбента дистиллированной водой. Полученные промывные воды содержат достаточное количество ионов цинка для повторного использования их в технологическом процессе.

В сильноокислой среде сорбент становится недиссоциированным, поверхностные группы адсорбента неионогенны. Следовательно, процесс адсорбции идет на нейтральной поверхности ионообменника. Ионы железа адсорбируются на поверхности древесного окисленного угля в виде ацидокомплексов, что объясняет его способность сорбироваться в большей степени, чем ионы цинка. Вследствие сильной сольватации ионы цинка имеют высокую подвижность и меньшее сродство

к поверхности ДОУ по сравнению с ионами железа.

Ионы цинка последовательно заполняют поры угля, начиная с объемного заполнения микропор и заканчивая послойным заполнением мезопор, что видно на рис 5.

Из полученных экспериментальных результатов можно сделать вывод, что процесс разделения железа и цинка в переработке отработанных травильных стоков цинковального отделения идет достаточно эффективно, что позволяет надеяться на внедрение такой технологии в аналогичных производствах.

#### Библиографический список

1. Тарковская, И.А. Окисленный уголь / И.А. Тарковская. – Киев: Наукова думка, 1981. – 200 с.
2. Тарковская, И.А. Свойства и применение окисленных углей / И.А. Тарковская // Российский химический журнал. – 1995. – № 6. – С. 44–51.

## УПЛОТНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ ПРИ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ

В.П. СИВАКОВ, *проф. каф. машин и оборудования ЦБП УГЛТУ, д-р техн. наук,*  
М.Ю. ГОЛЫНСКИЙ, *асп. каф. машин и оборудования ЦБП УГЛТУ*

На предприятиях лесного комплекса широко применяются бункеры для приема, хранения и отгрузки технологической щепы.

Совершенствование конструкций бункеров направлено на увеличение плотности заполнения их сырьем и обеспечение равномерной и регулируемой отгрузки сырья. Решение этих задач в эксплуатирующихся и проектируемых бункерах можно обеспечить, в частности, применением вибровозбудителей. С целью определения воздействия вибрации на уплотнение технологической щепы производилась обработка сырья погружным вибровозбудителем.

В сырье генерировалось вибрационное поле, контур которого был меньше геометрического расстояния от вибровозбудителя до стен, днища и свободной поверхности сырья [2]. Другими словами, вибрационное поле полностью располагалось в щепе. В зоне вибрационной обработки щепы подвергалась воздействию вибрации со следующими характеристиками: частота  $\omega$  – 10...75 Гц; вибро-

перемещение  $A$  – 50...500 мкм; виброскорость  $V$  – 0,4...44 мм/с; виброускорение  $\alpha$  – 0,2...2,8 м/с<sup>2</sup> возмущающей силой  $F$  – 3...34 Н.

Для выбора характеристик вибрации при обработке материала частоты вибровозбудителя регулировались в интервале 10–75 Гц. При частотах вибрации ниже 15 Гц инерционным вибратором генерировались малые вынуждающие силы, быстро затухающие в толще материала. Максимальные уровни вибрации в материале наблюдались при частотах вибровозбудителя 20–40 Гц. Увеличение частоты вынуждающей силы от 40 до 75 Гц сопровождалось незначительным (до 5 %) возрастанием уровня вибрации технологической щепы при больших энергетических затратах на виброуплотнение. Распространение вибрации в щепе зависит от направления бегущей волны. В горизонтальном направлении вынуждающая сила от вибровозбудителя генерирует в технологической щепе вибрацию в диапазоне 10–250 Гц с преобладающей интенсивностью в октавной полосе со сред-

негеометрической частотой 16 Гц. В вертикальном направлении от вибровозбудителя в технологической щепе возбуждается вибрация в частотном диапазоне 10–375 Гц с преобладающими уровнями в октавах со среднегеометрическими частотами 16 и 31,5 Гц.

Характер изменения уровней вибрации в технологической щепе в зоне вибрационного поля приведен на рисунке. Контуры вибрационного поля в горизонтальной плоскости имеют симметричную форму, в вертикальной – несимметричную. Вибрационные волны от вибратора из глубины материала к поверхности затухают быстрее, чем от источника вибрации вглубь уплотняемого материала.

Распространение волн вибрации в технологической щепе в горизонтальном ОХ

и вертикальном ОZ направлениях характерно для соотношения  $l_3 \ll l$ , где  $l_3$  – длина поля вибрационной обработки щепы;  $l$  – расстояние от вибратора до стенки резервуара. Длина поля эффективной вибрационной обработки щепы определялась экспериментально из условия снижения общего уровня виброскорости до  $V_{\min}$ , при котором прекращалось уплотнение. Принималось, что уплотнение щепы не происходит, если ее начальный объем не изменялся после обработки в течение 1 мин. Экспериментально установлено, что уплотнение технологической щепы прекращается при  $V_{\min} \leq 2,2$  мм/с. Измерение расстояния от вибратора до вибропреобразователя в направлении распространения волны установлено, что  $l_3 = 1600$  мм при виброскорости на поверхности вибровозбудителя  $V_1 = 35 - 50$  мм/с.

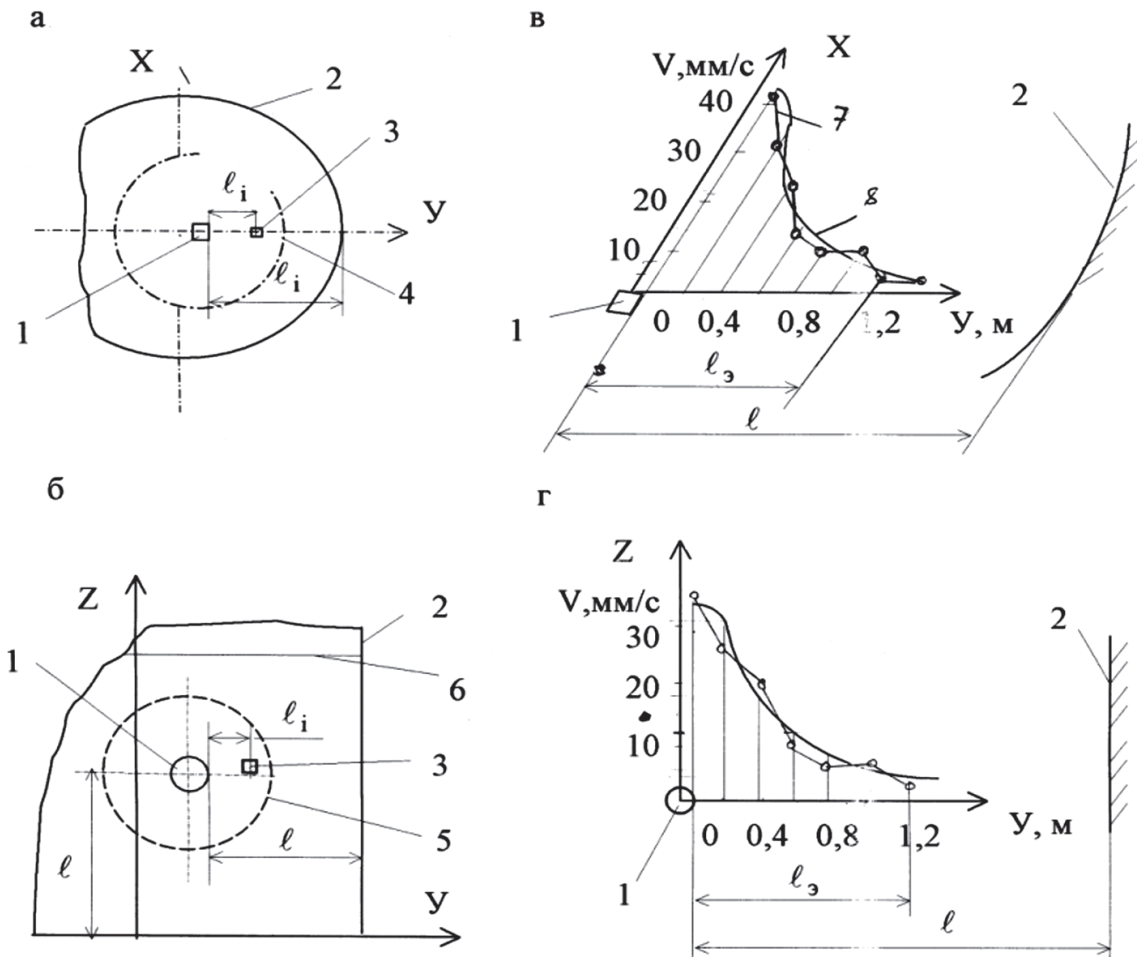


Рисунок. Схема распространения вибрации в технологической щепе: а – вид измерительной установки в плоскости  $XOZ$ ; б – то же в плоскости  $ZOY$ ; в – график изменения виброскорости в направлении  $OX$ ; г – то же в направлении  $OZ$ ; 1 – вибровозбудитель; 2 – резервуар; 3 – вибропреобразователь; 4 – контуры вибрационного поля в горизонтальной плоскости; 5 – то же в вертикальной плоскости; 6 – уровень щепы; 7, 8 – экспериментальный и расчетный график соответственно

**Экспериментальные характеристики распространения волн вибрации в технологической щепе**

Характеристика	Величина характеристики в зависимости от направления волны	
	горизонтальное	вертикальное
Общее затухание виброскорости $\alpha_0$ на $l_3$	8,30	7,90
Среднее затухание виброскорости $\alpha$ на $l_3$	2,00	2,32
Кинетическая энергия $T_{zj}$ , Дж	0,27	0,27
Кинетическая энергия $T_{pj}$ , Дж	0,21	0,23
Угол потерь $\delta_i$ , рад.	0,66	0,71

Общее затухание виброскорости на  $l_3$   
 $\alpha_0 = V_1 / V_{\min}$ , (1)

где  $V_{\min}$  – виброскорость в щепе на расстоянии  $l_3$  от вибровозбудителя.

Среднее затухание вибрации в октавной полосе преобладающей интенсивности колебаний

$$\alpha = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \frac{V_i}{V_{i+1}}, \quad (2)$$

где  $n$  – число  $i$ -х точек контроля виброскорости на длине  $l_3$ ;

$V_i$  – виброскорость технологической щепы в  $i$ -й контрольной точке.

Логарифмический декремент колебаний определялся приблизительно по формуле

$$D = \ln (V_i / V_{\min}). \quad (3)$$

При вибрационной обработке технологическая щепка подвергается периодическому сдвиговому деформированию. Установлено, что крошение технологической щепы минимально при вибрационной обработке со среднегеометрическими частотами 16 и 31,5 Гц и виброскоростью до 40 м/с, вызывающей малые деформации. Для предотвращения крошения щепы при сдвиговом деформировании вибрационная обработка производилась в узком диапазоне изменения вибрационных характеристик, отвечающим малым деформациям и малым скоростям деформации. Изменения упруговязких свойств сыпучих материалов в области малых деформаций можно рассматривать как линейные [1].

Для линейных упруговязких материалов соотношение между рассеянной и запасенной энергиями щепы, подвергаемой вибрационной обработке, характеризуется тангенсом угла потерь

$$\operatorname{tg} \delta_i = T_{pj} / T_{zj}, \quad j = x, z, \quad (3)$$

где  $T_{pj} = (m_b + m_{щ}) V_{pj}^2 / 2$  – кинетическая энергия, рассеянная в зоне вибрационной обработки щепы;

$T_{zj} = (m_b + m_{щ}) V_{zj}^2 / 2$  – кинетическая энергия, запасенная щепой в зоне вибрационной обработки;

$m_b$  – масса вибровозбудителя;

$m_{щ}$  – масса щепы, подвергающаяся эффективной вибрационной обработке;

$V_{pj} = V_{lj} (1 - 1/\delta_i)$  – градиент (потери уровня) виброскорости при прохождении волн вибрации от вибровозбудителя до границ поля эффективной обработки щепы;

$V_{lj}$  – виброскорость вибровозбудителя.

Масса щепы определялась приближенно в предположении, что объем эффективной вибрационной обработки имеет форму шара с радиусом  $l_3$ .

$$m_{щ} = 1/6 \gamma \pi l_3^3, \quad (4)$$

где  $\gamma$  – плотность технологической щепы.

Экспериментальные характеристики распространения волн вибрации в технологической щепе приведены в таблице. Запасенная и рассеянные энергии в объеме вибрационной обработки (таблица) являются величинами одного порядка. При таком соотношении кинетических энергий виброобработываемый сыпучий материал находится в фазе перехода от неподвижного состояния в «вязкотекучее» [1]. Затухание колебаний по длине и глубине технологической щепы происходит по экспоненциальному графику. Энергия колебаний при этом рассеивается в слое материала, толщина которого меньше  $l$ .

Распределение амплитуд перемещений и деформаций в этом случае зависит только от колебаний по длине и глубине технологической щепы и происходит по экспоненциальному графику. Энергия колебаний при этом рассеивается в слое материала, толщина которого меньше  $l$ . Распределение амплитуд перемещений и деформаций в этом случае зависит только от свойств насыпного материала. Например, амплитуда вертикальных колебаний  $V_{iz}$  на расстоянии  $l_i$  от вибровозбудителя определяется по эмпирической формуле

$$V_{zi} = 1,2 \cdot V_{iz} \cdot e^{-\beta_z \cdot l_i \cdot k_z}, \quad (5)$$

где  $V_{iz}$  – виброскорость в вертикальном направлении на поверхности вибровозбудителя;

$\beta_z$  – коэффициент затухания;

$k_z$  – коэффициент, учитывающий объемное затухание вибрации.

Для продольных волн малой амплитуды  $\beta_z$  может быть рассчитан по формуле [2]

$$\beta_z = 2\pi/\lambda_{iz} \cdot \text{tg} \delta_z, \quad (6)$$

где  $\lambda_{iz} = V_{iz} \cdot T_{iz}$  – длина волны;

$V_{iz}$  – скорость распространения волны;

$T_{iz}$  – период колебаний.

Для вертикальных колебаний при  $T_{iz} = 0,0625$  с и  $V_{iz} = 35$  мм/с коэффициент  $k_z = 0,00063$ .

Виброскорость горизонтальных колебаний определяется по формуле

$$V_{ix} = 1,2 \cdot V_{ix} \cdot e^{-\beta_x \cdot l_i \cdot k_x}, \quad (7)$$

где  $\beta_x = 2\pi/\lambda_{ix} \cdot \text{tg} \delta_x$  – коэффициент затухания в направлении ОУ.

$$\lambda_{ix} = V_{ix} \cdot T_{ix}$$

Для горизонтальных колебаний при  $T_{ix} = 0,0625$  с и  $V_{ix} = 50$  мм/с коэффициент  $k_x = 0,00059$ .

Вибрация в объеме щепы возбуждает продольные волны. При распространении вибрации в щепе происходит их затухание,

обусловленное диссипативными процессами, связанными со сдвиговой и объемной вязкостью щепы. Первой причиной затухания волн являются структурные, происходящие внутри частиц материала, необратимые процессы, сопровождающиеся рассеиванием энергии. Под воздействием структурных процессов, происходит их разрушение или деформация. Вторая причина затухания вибрации в щепе связана с процессом трения между частицами в материале.

При распространении в технологической щепе колебаний за счет вибрационных импульсов отдельным частицам материала сообщаются разные скорости и ускорения. Вследствие индивидуальных вибрационных характеристик частиц материала происходит укладка щепы в пределах вибрационного поля. Эффективность вибрационного уплотнения щепы зависит от времени вибрационной обработки, глубины погружения вибраторов в материал, направления и характеристик вибрации [3]. Уплотнение щепы в цилиндрическом резервуаре с открытой поверхностью при пятиминутной вибрационной обработке повысило степень наполнения в 1,25 раза.

#### Библиографический список

1. Басов, Н.И. Виброформование полимеров / Н.И. Басов, С.А. Любартович, В.А. Любартович. – Л.: Химия, 1979. – 160 с.
2. Сиваков, В.П. Вибрационное уплотнение технологической щепы / В.П. Сиваков // Машины и аппараты целлюлозно-бумажного производства: Межвуз. сб. научн. тр. – СПб.: СПбГТУРП, 1997. – С. 17–20.
3. Патентный поиск и изыскание технических решений по вибрационной интенсификации уплотнения щепы в варочных котлах: Отчет о НИР / УЛТИ; Научный руководитель Сиваков В.П. № 27/86; № Гр.01860006621; Инв. № 02.87.0024350. Свердловск. 57 с.

## ФОРМАТ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ

П.А. БИРЮКОВ, *проф, каф. экономики и организации лесного комплекса УГЛТУ, канд. экон. наук*,  
С.А. СЫСОЕВА, *асп. каф. экономики и организации лесного комплекса УГЛТУ*

Полное преодоление кризисных тенденций в экономике России реально только при переходе на инновационный путь развития отраслей материального производства. Поэтому в настоящее время от представителей властных структур идут сигналы бизнес-сообществу о повсеместном внедрении высоких технологий и наукоемких производств. Такого рода обращения имеют прямое отношение к руководителям и собственникам лесопромышленных предприятий. Органы власти, неизменно подчеркивая лесосырьевой и лесоэкспортный потенциал России, требуют от лесного бизнес-сообщества внедрения инновационных технологий в лесопромышленном комплексе с целью выхода на объемы производства и экспорта, достигнутые передовыми лесными странами. Но синхронно с внедрением инновационных технологий президент и правительство России предпринимают шаги по эффективному развитию малых предприятий. На наш взгляд, эти две приоритетных для лесного комплекса задачи тесно переплетены и взаимообусловлены. Именно аспектам указанной актуальной проблемы и посвящена данная статья.

Изучение сущности проблемы внедрения в лесопромышленном производстве России инновационной экономики невозможно без уяснения смысла, вкладываемого специалистами в термин «высокие и наукоемкие технологии». Для этого изучена специальная литература по организации научно-технической деятельности с учетом международного опыта [11]. Специалисты в вопросах науковедения с мировым именем единодушно отмечают, что основным признаком наукоемких производств является «высокий удельный вес затрат на НИР в себестоимости продукции отрасли». В отношении остальных признаков, характеризующих наукоемкость отрасли, таких как «большая доля добавленной стоимости в конечной продукции», «инновационный потенциал», «высокая постоянная инноваци-

онная активность», взгляды специалистов несколько расходятся.

В последние десять лет заявила о себе группа отечественных специалистов, изучающих данную проблему (А.Н. Авдулов, А.Н. Кулькин, М.А. Бендинов, И.Э. Фролов, К.А. Багриновский, А.Е. Варшавский и др.) [1, 2, 3, 7, 9]. Принимая правомерность ранее изложенных критериев по оценке наукоемких производств, заявленных зарубежными учеными, отечественные специалисты ввели в деловой лексикон дополнительные признаки: «высокая динамичность производства и соответствующие темпы роста (в 3–4 раза выше, чем у других отраслей национального хозяйства)», «участие уникальных научных школ и ОКБ в разработке новых видов продукции и организации ее производства», «превышение в 1,5 раза показателя наукоемкости отрасли среднемирового уровня наукоемкости в обрабатывающих отраслях индустриально развитых стран».

Таким образом, подводя итоги заочной дискуссии ученых о сущности наукоемких производств, отмечаем следующее:

а) в научных кругах в настоящее время нет единого всеобъемлющего определения сущности наукоемких производств;

б) каждый исследователь данной проблемы, предварительно солидаризуясь с оценками других ученых, вводит дополнительный признак, присущий наукоемким отраслям;

в) совокупность критериев, выдвинутых научным сообществом для классификации производств с позиции их наукоемкости, является очень жесткой. Наукоемкое производство, по заявленным критериям, обязательно должно быть на острие научно-технического прогресса.

По нашему мнению, применение такого показателя, как высокий удельный вес затрат на НИР в себестоимости продукции, в качестве основного при оценке отрасли на предмет ее наукоемкости не вполне оправда-

но. В мировой и отечественной экономиках сложился ряд наукоемких отраслей, сформировавшихся десятилетия назад, но в последнее время не совершивших качественного рывка с позиций технического прогресса. По мнению специалистов-научковедов, такие производства «закостенели», но они наукоемки, хотя в таких производствах сейчас нет существенных капитальных вложений в разработку принципиально новых технологий. Поэтому при решении вопроса о наукоемкости производства важно также учитывать обязательность постоянного внедрения научных разработок в производственную сферу. Только это обстоятельство свидетельствует о подлинной их наукоемкости.

Специалисты Международной организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) приводят перечень наукоемких технологий (оптикоэлектроника, аэрокосмические технологии, биотехнологии, ядерные технологии) [6]. Согласно стандартной международной торговой классификации (СИТС) в группу «ведущих технологий» включены шестнадцать наукоемких продуктов (радиоактивные материалы, фармацевтические продукты, оборудование для автоматизированной обработки информации). В США в соответствии с классификацией Бюро цензов выделено десять наиболее прогрессивных в стратегическом плане технологий: биотехнология, оптикоэлектроника, технологии на основе наук о жизни, электроника, компьютеризированные производства, производство новых материалов, авиакосмические технологии, производство вооружения, ядерные технологии, компьютерные и телекоммуникационные технологии. Среди отечественных специалистов, изучивших всю совокупность отечественных промышленных производств с позиции их наукоемкости, отмечаем А.Е. Варшавского, который относит к наукоемким также авиаракетное производство, фармацевтическую промышленность и ряд других.

С учетом направления исследования, выполняемого авторами (проблема организации малого предпринимательства в высокотехнологичных производствах лесного комплекса), рассмотрен вопрос о класси-

фикации производств лесного комплекса с позиции их наукоемкости [4, 5]. Анализ ранее приведенных позиций ученых показал, что никто из зарубежных и отечественных специалистов не включает отрасли лесного комплекса в категорию наукоемких и высокотехнологичных. Характеризуя лесопромышленные производства, безусловно, мы не можем сопоставлять их с роботостроением, нанотехнологиями. Для этих производств научный задел является обязательным условием развития. Высокая динамичность наукоемких производств во многом объясняет краткий срок морального износа высокотехнологичных продуктов, исчисляющийся не годами и даже месяцами. Производства лесопромышленного комплекса неоднородны по составу, каждое заслуживает особого внимания. В этом случае нужно исходить из позиции А.Е. Варшавского, который считает возможным применение дополнительного термина «техноэкономический облик отрасли». Данный термин включает техническую, информационную, организационную сферы и экономическую составляющую, характеризующие отрасль. Другими словами, техноэкономический облик – определенный тип технологического облика отрасли с учетом ее экономических особенностей [7]. Нами предложена классификация лесопромышленных производств с позиции воздействия работника на предмет труда, которая представлена в таблице. При ее разработке учтен Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (ОКВЭД), детализированный с учетом методических положений техноэкономического облика [8].

Предложенная в классификации дифференциация лесопромышленных производств позволяет проанализировать их с позиции перспектив развития малого предпринимательства. По отдельным производствам вывод очевиден без каких-либо расчетов. Достаточно точно знать уровень их техноэкономического облика. Вполне реально заниматься малым предпринимательством без ограничений в производствах первых двух уровней техноэкономического облика (лесозаготовительное производство, лесопиление, шпалопиление и т.д.). Качес-



тво продукции в этих отраслях во многом предопределено природными факторами (качественно-количественные характеристики лесного фонда), а технологический процесс относительно прост. Единичная мощность применяемых оборудования и агрегатов такова, что можно организовать производство даже с минимальным количеством работников (10–20 чел.).

Но чем выше уровень техноэкономического облика отрасли, тем более важным становится установление совокупности условий, при которых малое предпринимательство целесообразно. Чем сложнее производство с позиции техноэкономического облика, тем больше организационно-технологических обременений нужно учитывать при его организации.

Т а б л и ц а

**Классификация лесопромышленных производств по степени сложности производственных операций с позиции воздействия на предмет труда**

Группа лесопромышленных производств	Характеристика производственных операций	Вид контроля	Наличие аппаратного контроля	Уровень техноэкономического облика
Лесозаготовки, подсочка леса	Преобладание переместительных операций	Визуальный	Нет	I
Деревообработка I степени сложности (производство пиломатериалов, шпал, комплектов ящичной тары, техщепы)	Механическое воздействие на предмет труда при соблюдении параметров процесса, обеспечивающих геометрическую точность изделия (допускаемые отклонения исчисляются в мм)	Визуальный Эпизодический	Нет	II
Деревообработка II степени сложности (производство столярных изделий, мебели, лыж)	Механическое воздействие на древесину с максимальной точностью изготовления деталей с последующей сборкой конструкций при элементах отделки (покрытие, шлифование) и соблюдении требований современного дизайна	Геометрический Эпизодический	Нет	III
Деревообработка III степени сложности (производство фанеры, клееного бруса, мебельного щита)	Механическая обработка древесного сырья с применением элементов химизации, точность размеров (в пределах 1 мм)	Геометрический Непрерывный Физико-химический	Нет	IV
Деревообработка IV степени сложности (производство ДСП, ДВП, МДФ)	Механическая обработка древесного сырья с целью его измельчения и производства плитных материалов на основе реакции связующих с измельченной древесной массой, точность размеров (в пределах долей 1 мм), соблюдение температурного режима, обеспечение экологической чистоты	Геометрический Непрерывный Физико-химический	Нет	V
Производство целлюлозы (варка целлюлозы сульфитная, сульфатная)	Глубокая химико-механическая обработка сырья	Непрерывный Физико-химический	Есть	VI
Производство бумаги, картона	Многokrатное воздействие на предмет труда в процессе изготовления, точность настройки и регулировки процесса	Непрерывный Физико-химический	Есть	VII
Лесохимическое производство (древесного угля, уксусной кислоты, эмалей, размягчителей, растворителей)	Производства, основанные на реакции разложения древесины под воздействием высокой температуры	Непрерывный Физико-химический	Есть	VIII
Производство канифоли, скипидара, камфары, лаков	Сложный процесс с получением большего количества попутных компонентов наряду с основным продуктом	Непрерывный Физико-химический	Есть	IX

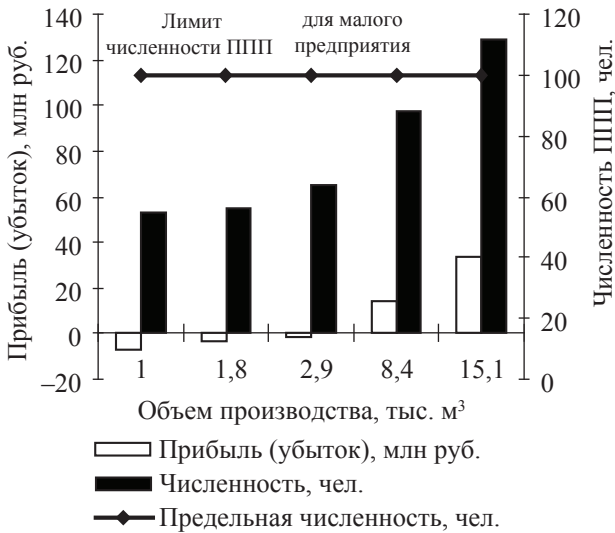


Рисунок. Динамика численности ППП и прибыли малых предприятий по выпуску клееного бруса в зависимости от объема производства

К организационно-технологическим обременениям относится организация паросилового и энергетического хозяйств, лабораторной и контрольно-измерительной службы, обслуживание оборудования по подготовке сырья и водоподготовке. Чтобы добиться экономической целесообразности при организации таких производств, необходимо максимально увеличивать объемы производства продукции. При незначительных объемах выпуска продукции невозможно достичь точки безубыточности. Малое предприятие оказывается экономически несостоятельным. Нарастание масштабов производства за счет ввода в действие дополнительных единиц оборудования и агрегатов приводит к тому, что численность промышленно-производственного персонала превышает лимит, установленный законодательством для малых предприятий [10]. Поэтому для предприятий III – V техноэкономических обликов задача организации малых предприятий должна решаться в двух плоскостях:

1) установление для малого предприятия такого объема производства, который гарантирует безубыточность производства;

2) при установленном экономически целесообразном объеме производства уложиться в лимит численности промышленно-производственного персонала для малого предприятия.

Методический подход к установлению эффективности организации малого пред-

принимательства отработан на производстве клееного бруса. При выполнении исследования использован метод проектных макетов. По результатам расчетов, представленных на рисунке, установлено следующее. Путем последовательного придания ряда значений варьируемым факторам (единичная мощность оборудования) определены величины обобщающих экономических показателей, применяемые для оценки возможности организации малого предпринимательства. При объеме производства клееного бруса до 3,5 тыс. м³ организация малого предприятия экономически нецелесообразна, а при выпуске продукции от 3,5 тыс. м³ до 8,5 тыс. м³ эффективна. Производство рентабельно при соблюдении лимита численности ППП как обязательного критерия отнесения хозяйствующего субъекта к малым предприятиям. Дальнейшее наращивание объема производства ведет к увеличению размера прибыли, но влечет за собой превышение лимита численности ППП. Следовательно, организация малого предприятия по производству клееного бруса обусловлена рядом факторов (организационно-технические обременения, численность ППП, кооперационные связи, социальная инфраструктура, географическое размещение), которые необходимо учитывать при решении данного вопроса.

Для производств, которые нами отнесены к VI техноэкономическому облику и выше, по нашим расчетам, свойственно следующее: даже при самом малом объеме производства (на базе одной бумагоделательной машины с учетом выполнения всех переделов работ) численность ППП превышает предельно допустимое значение (100 чел.) в 2–3 раза. По нашему мнению, в классическом виде в целлюлозно-бумажной промышленности малое предпринимательство невозможно, хотя эти производства характеризуются самым высоким уровнем техноэкономического облика. Исключение в данном случае могут составить лишь производства отдельных видов бумажной продукции на основе привозной целлюлозы.

Термин «наукоемкая отрасль» трактуется специалистами-научоведами в различных ракурсах. Основным критерием отнесения производства к наукоемкому является

высокий удельный вес НИР в себестоимости продукции.

Исходя из общепринятых в мировой практике показателей ни одно из лесопромышленных производств нельзя отнести к наукоемким. Тем не менее, несмотря на несопоставимость производств лесопромышленного комплекса по степени наукоемкости с такими производствами, как, например, роботостроение, производство радиоактивных материалов, в ряде отраслей лесного комплекса задействованы сложные технологические процессы. Таким производствам необходимы современные научные разработки.

Предложена классификация лесопромышленных производств по степени воздействия работника на предмет труда, которая носит прикладной характер и подлежит учету при анализе свойственных лесному комплексу сложных процессов развития.

В зависимости от техноэкономического облика отрасли организация малого предпринимательства в конкретном производстве лесопромышленного комплекса возможна без ограничений либо невозможна вовсе (из-за законодательных ограничений). Производства III – V уровней техноэкономического облика занимают пограничное положение, так как экономическая целесообразность малого предпринимательства в этих производствах определяется совокупностью условий производства и внешних факторов.

#### Библиографический список

1. Авдулов, А.Н. Наукоемкие технологии и их роль в современной экономике: Грант РФФИ, Проект № 02-06-80004 / А.Н. Авдулов, А.Н. Кулькин // Вестник РФФИ. – М., 2002. – № 3(29).
2. Багриновский, К.А. Проблемы управления развитием наукоемкого производства / К.А. Багриновский // Менеджмент в России и за рубежом. – М., 2003. – № 2. – С. 65–76.
3. Бендиков, М.А. Рынки высокотехнологичной продукции: тенденции и перспективы развития / М.А. Бендиков, И.Э. Фролов // Маркетинг в России и за рубежом. – М., 2001. – № 2. – С. 57–71.
4. Бирюков, П.А. Классификация отраслей лесопромышленного комплекса – разработка и практическое значение: Материалы II всероссийской научно-технической конференции студентов и аспирантов / П.А. Бирюков, С.А. Сысоева. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2006. – 349 с.
5. Бирюков, П.А. Наукоемкость лесопромышленных производств – виртуальная или реальная трактовка термина? / Труды II международного евразийского симпозиума «Деревообработка: технологии, оборудование, менеджмент XXIII века / П.А. Бирюков, С.А. Сысоева. – Екатеринбург, 2007. – 306 с.
6. Ваганов, А. Высокотехнологичные компании становятся фабриками инноваций // [www.sumtech.ru/newtech/archive/fabinn.htm](http://www.sumtech.ru/newtech/archive/fabinn.htm)
7. Варшавский, А.Е. Наукоемкие отрасли и высокие технологии: определение, показатели, техническая политика, удельный вес в структуре экономики России / А.Е. Варшавский // Экономическая наука современной России. – М., 2000. – № 2. – С. 61–83.
8. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности ОК 029-2001 (ОКВЭД) (КДЕС Ред. 1).
9. Субота, О.Ф. Проблемы проведения мониторинга развития лесопромышленного комплекса при переходе на ОКВЭД / О.Ф. Суббота // Лесной экономический вестник. – М., 2006. – № 2(48).
10. Федеральный закон № 209-ФЗ «О поддержке малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» от 24.07.2007 г.
11. Markusen A., Hall P., Glasmeier A. High-Tech America: The What, How, Where and Why of the Sunrise Industries, Winchester, MA: Allen & Unwin, Inc., 1986

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХОЗЯЙСТВЕННОГО УЩЕРБА, ВОЗНИКАЮЩЕГО ОТ ПРОВЕДЕНИЯ НЕСПЛОШНЫХ РУБОК

Э.Ф. ГЕРЦ, *проф. каф. технологии оборудования лесопромышленного производства УГЛТУ, д-р техн. наук,*

В.В. ИВАНОВ, *асп. каф. технологии оборудования лесопромышленного производства УГЛТУ*

**Б**огатства природы, ее способность поддерживать развитие общества и возможности самовосстановления не безграничны. Возросшая мощь экономики – разрушитель-

ная сила для биосферы и человека. При этом цивилизация, используя огромное количество технологий, разрушающих экосистемы, не предложила, по сути, ничего, что могло бы за-

менять регулирующие механизмы биосферы. Возникла реальная угроза жизненно важным интересам будущих поколений человечества.

Устранение сложившихся противоречий возможно в рамках стабильного социально-экономического развития, не разрушающего природной основы. Улучшение качества жизни людей должно обеспечиваться в тех пределах хозяйственной емкости биосферы, превышение которых приводит к разрушению естественного биотического механизма регуляций окружающей среды и ее глобальным изменениям. Леса, являясь частью биосферы, выполняют целый ряд важнейших эколого-экономических функций:

- играют существенную роль в глобальных круговоротах углерода и кислорода, «отвечая» за состав атмосферы и ее очищение;

- оказывают важное влияние на состояние водных экосистем, регулируя водообмен;

- предотвращают эрозию почвы, препятствуют образованию оврагов, оползней и наводнений;

- являются местом обитания для большинства видов растений и животных, т.е. служат естественным условием сохранения биоразнообразия на планете;

- выполняют рекреационные и эстетические функции;

- активно используются для хозяйственных целей.

По имеющимся оценкам [1], «экологический доход» от использования первых пяти функций лесов превышает доход от производственной деятельности в сфере лесопользования. Тем не менее, человечество до сих пор рассматривает леса в первую очередь как источник уникального и незаменимого сырьевого ресурса.

Из всего земельного фонда России 94 % покрыто растительностью, 70 % составляет площадь лесного фонда и 45 % – площадь покрытых лесом земель. Иными словами, почти половина территории России занимают леса. Общие суммарные запасы древесины в России оцениваются в 81 млрд м<sup>3</sup>, в том числе 44 млрд м<sup>3</sup> – спелой и перестойной древесины. При общей вырубке чуть больше 150 млн м<sup>3</sup> в год ежегодный прирост составляет 830 млн м<sup>3</sup> [1].

При таких общих показателях кажется, что запасы лесных ресурсов в нашей стране не только безграничны, но и ежегодно увеличиваются. Однако более детальный анализ позволяет сделать вывод о том, что процесс истощения затронул и эти ресурсы, но носит преимущественно структурный характер.

Во-первых, леса, как и многие другие виды ресурсов, распределены по территории страны неравномерно. Большая их часть (более 80 %) сосредоточена к востоку от Урала. Основные регионы лесозаготовок в течение десятилетий были сосредоточены преимущественно в Архангельской области, Республике Коми и Карелии. К настоящему моменту запасы древесины в этих местах, в результате шаблонного применения сплошнолесосечного способа рубок и недостаточного эффективного хозяйственного воздействия на вырубленной площади, истощились настолько, что лесозаготовительным предприятиям требуется передислокация, осуществляемая в труднодоступные и неосвоенные районы.

Во-вторых, меняется структура лесных ресурсов. Объем запасов наиболее ценных в технологическом отношении пород – ели и сосны (на долю хвойных пород приходится более 70 %) сокращается абсолютно и относительно. Это происходит потому, что в целом сокращаются запасы древесины в хвойных лесах. В них за счет более быстрого роста увеличивается доля мягколиственных пород деревьев. Вырубка наиболее производительных древостоев привела и к снижению среднего запаса древостоев на 1 га лесопокрытой площади (примерно на 21 % – до 101 м<sup>3</sup> по хвойным, 103 м<sup>3</sup> – твердолиственным и 135 м<sup>3</sup> – мягколиственным). В результате в лесном фонде страны резко увеличились площади расстроенных и низкополнотных древостоев. На лиственничники приходится до 45 %, на ельники – до 27 %, на хвойно-широколиственные – 22 % и на мягколиственные – 6 %.

Снижение качества и сокращение запасов наиболее ценной древесины обусловлено тремя причинами: природными, антропогенными и хозяйственными.

Природный фактор гибели лесов проявляется в погодных аномалиях, оползнях, затоплении при наводнениях, засухе, лесных

пожарах (5 % лесных пожаров происходит независимо от человека), болезнях, повреждениях дикими животными и насекомыми.

Однако удельный вес природного фактора не столь значителен и уменьшается в последнее время. Более существенной причиной сокращения лесных запасов является действие антропогенного фактора, на его долю падает почти 90 % площадей погибших лесов [1, 2].

Хозяйственные причины снижения качества и сокращения запасов лесных ресурсов обусловлены объемами и методами заготовки древесины, а также последующими этапами доведения до конечного потребителя.

Правильное лесное хозяйство теоретически за счет сокращения оборота рубки и промежуточного пользования увеличивает съем древесины с единицы лесной площади, повышает продуктивность лесных земель. Такое хозяйство называют интенсивным. В экологическом отношении интенсивное хозяйство едва ли выигрывает у экстенсивного, основанного на естественных процессах (лесовозобновление, смена пород после рубки, разреживание древостоя с постепенным вытеснением нежелательных пород хозяйственно ценными). Выигрыш может быть только экономическим. Но экономическая целесообразность ведения правильного хозяйства вместо «неправильного», интенсивного вместо экстенсивного может определяться только лесным доходом.

В современных эколого-экономических условиях функционирования лесного комплекса России рационально и неистощительно использовать лесные ресурсы можно путем увеличения доли несплошных рубок [1–3].

Несплошные рубки главного и промежуточного пользования – одно из наиболее трудоемких и сложных лесохозяйственных мероприятий, сопровождающееся периодическим удалением из насаждения деревьев, мешающих росту лучших деревьев главных пород, которые должны составить основной полог формируемого высокопродуктивного древостоя.

Основная задача несплошных рубок – формирование высокопродуктивных дре-

востоев, обеспечивающих непрерывное и не истощительное лесопользование древесными породами, чистыми или смешанными по составу, которые соответствуют условиям среды и за одинаковый период образуют максимальный запас высококачественной древесины.

Однако существующая практика проведения несплошных рубок ориентирована на заготовку товарной древесины и не обеспечивает сохранения той части насаждения, которая остается для дальнейшего роста, ради которой и ведется рубка. По данным ЦНИИМЭ [4] установлено, что при заготовке одного клейменого дерева повреждается до трех рядом стоящих «мешающих» деревьев, представляющих собой препятствие для выполнения валки и трелевки вырубаемого дерева. В результате на лесосеках повреждается до 56 % заготавливаемой древесины и остающихся на корню деревьев и подростов.

Анализ негативных последствий или рисков возникновения ущерба при выполнении рубок представляет собой последовательность этапов исследований, направленных на определение достоверных и обоснованных характеристик риска, прежде всего вероятности, а также на выявление эффективных мер по его сокращению. В основу положена теория управления эколого-экономическими рисками [3].

К неблагоприятным событиям при выполнении рубок относятся те, которые прямо или косвенно ведут к снижению сырьевых и экологических функций леса.

Прямые причины ущерба являются непосредственным результатом рубок. Снижение сырьевых функций леса выражается при этом в снижении приростов в результате уничтожения подростов при сплошных рубках, а при несплошных рубках главного пользования и при рубках ухода – в потере прироста в результате чрезмерного изреживания до густоты ниже оптимальной и неполным использованием деревьями ресурсов почвы и солнечной энергии. Экологический ущерб выражается в снижении средозащитных и социальных функций в результате повреждения компонентов леса [3]. Значимость повреждения того или иного компонента на величину экологического ущерба определяется в отде-

льности для каждой из функций леса и зависит от группы леса и категории защитности.

При оценке экономической эффективности технологических процессов рубок леса по критерию суммарных затрат на лесосечные работы и лесовыращивание необходимо учитывать как прямые затраты на производство работ, так и риски возникновения ущерба вследствие неправильного или некачественного выполнения рубок. В общем виде [2] экономическая модель процессов лесозаготовок и лесовосстановления представляет собой сумму затрат на выполнение работ и ущерб в результате снижения эффекта рубок главного пользования и рубок ухода за счет неправильного или некачественного выполнения.

$$Z = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Y, \quad (1)$$

где  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4$  – соответственно удельные приведенные затраты на лесовосстановительные работы, лесосечные работы, транспортные затраты и лесоскладские работы;

$Y$  – ущерб от снижения лесоводственного эффекта рубок главного пользования и рубок ухода за счет неправильного или некачественного выполнения.

Если количественной мерой возможности наступления неблагоприятного события (возникновение ущерба) является вероятность, то само понятие ущерба традиционно характеризуется стоимостными или объемными показателями [3]. Таким образом, количественная мера риска возникновения ущерба может быть определена как математическое ожидание ущерба, в результате множества возможных неблагоприятных событий

$$Y = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_j P_i(j) X_i, \quad (2)$$

где  $P_j$  – вероятность наступления неблагоприятного события  $j$ -го типа;

$P_i(j)$  – вероятность получения ущерба размера  $X_i$  в результате наступления неблагоприятного события  $j$ -го типа;

$X_i$  – величина ущерба, выраженная в натуральных показателях, в результате  $i$ -го неблагоприятного события;

$n$  – число возможных вариантов ущерба, которые могут возникнуть в результате повреждения компонентов леса.

Неблагоприятным событием здесь следует считать первичное повреждение компонентов леса и отступление от оптимальных параметров рубки, в результате которых возникает прямой ущерб, а также возникновение вторичного ущерба, что также является косвенным следствием первичных повреждений.

Величина ущерба может быть снижена посредством принятия мер с целью уменьшения потерь от неблагоприятного события.

При расчете величины хозяйственного ущерба необходимо увязать вероятность ущерба  $P_i(j)$  с произведенными затратами на его предотвращение (уменьшение). В этом случае выражение (2) примет вид

$$Y = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_j P_i(j, D_j) X_i, \quad (3)$$

где  $P_i(j, D_j)$  – условная вероятность возникновения ущерба  $X_i$  при наступлении неблагоприятного события  $j$ -го типа и осуществления защитных мероприятий от него с затратами  $D_j$ .

Второй вариант управления ущербом предусматривает возможность выбора ситуации с той или иной вероятностью наступления неблагоприятного события, например, с большей вероятностью ущерба в отдаленном будущем. Другая стратегия предусматривает избежание риска: выбор времени, места и системы рубок с меньшими рисками негативных последствий для компонентов леса, но и меньшей экономической результативностью. С учетом возможности такого выбора величина среднего риска определится следующим образом

$$Y = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m p_{ij}(t) P_j P_i(j, D_j) X_i, \quad (4)$$

где  $p_{ij}(t)$  – вероятность выбора ситуации, характеризующейся вероятностью наступления неблагоприятного события  $P_j$  и законом распределения ущерба  $P_i(j, D_j)$ , в свою очередь зависящим от принятых мер по защите  $D_j$ .

Сложность учета на практике всех видов ущерба в результате прямого и косвенного снижения сырьевых, средообразующих и социальных функций леса из-за отсутствия единых нормативов усугубляется длительностью временного отрезка, на котором проявляются негативные последствия. Однако

для каждого участка леса величина ущерба может быть связана с отклонением текущего состояния компонентов леса от нормативного. В этом случае для эколого-экономических рисков с учетом множества рассматриваемых компонентов леса выражение для расчета среднего риска, можно представить в следующем виде

$$Y = \sum_k \sum_i \sum_j p_j (\Delta S_j) P_{kij}(i, D_{kj}, \Delta S_j) X_i, \quad (5)$$

где  $P_{kij}(i, D_{kj}, \Delta S_j)$  – условная вероятность  $k$ -го компонента леса получить ущерб  $X_i$ , выраженный в стоимостной форме, в результате отклонения состояния компонента леса от нормативного состояния на величину  $\Delta S_j$  и проведения защитных мероприятий от этого воздействия объемом  $D_{kj}$ .

$P(\Delta S_j)$  – вероятность нарушения компонента леса объемом  $\Delta S_j$ .

Хозяйственный ущерб вследствие неправильного или некачественного выполнения несплошных рубок выражается в потере прироста и снижении качества стволовой древесины в результате образования гнилей [6]. В общем виде хозяйственный ущерб можно рассматривать как сумму потерь от указанных причин и оценивать по формуле

$$C^n = C_k^n + C_n^n, \quad (6)$$

где  $C_k^n$  – потери за счет снижения качества древесины;

$C_n^n$  – потери за счет снижения прироста.

Образование гнилей может провоцироваться повреждением корневой системы и ствола дерева, а потеря прироста происходит как за счет реакции деревьев на повреждения дерева и почвы, так и за счет неполного использования лесной площади в результате создания постоянной транспортной сети из волоков и технологических коридоров.

Потери за счет снижения прироста составят

$$C_n^n = znt + (M \cdot t + M_1 \cdot t_1), \quad (7)$$

где  $t$  и  $t_1$  – таксовая цена обезличенного кубометра ликвидной древесины вырубленного и ожидаемого древостоя;

$z$  – средний прирост насаждения в возрасте рубки, м<sup>3</sup>/га;

$n$  – продолжительность периода лесовозобновления, лет;

$M$  и  $M_1$  – запас древостоя вырубленного и ожидаемого древостоя в возрасте рубки, м<sup>3</sup>/га.

Суммарные потери прироста составят

$$q^n = q^n + \sum q^a, \quad (8)$$

где  $q^n$  – потери прироста древостоя в результате чрезмерного изреживания, м<sup>3</sup>;

$q^a$  – потери прироста дерева в результате его повреждения, м<sup>3</sup>.

Потери прироста в результате чрезмерного изреживания до густоты ниже оптимальной связаны с неполным использованием деревьями ресурсов почвы и солнечной энергии.

Потери прироста дерева возникают в результате повреждения деревьев, оставляемых на дорастивание, в результате проведения несплошных рубок. Статистическая модель для оценки прироста с учетом возможных потерь может быть представлена в следующем виде

$$\Delta q = q - \sum_{i=1} \sum_{j=1} q_i p_j k_{ij}, \quad (9)$$

где  $q_i$  – расчетный (максимальный) прирост дерева ступени толщины  $i$ ;

$p_j$  – вероятность повреждения дерева до степени  $j$ ;

$k_{ij}$  – коэффициент снижения прироста деревьев  $i$  ступени толщины поврежденных до степени  $j$ .

Вследствие повреждения при несплошных рубках ствола и кроны у деревьев и оставляемого на дорастивание подроста происходит снижение радиального и линейного приростов. Установлено [4], что средний прирост по диаметру деревьев до рубки был равен 0,78 мм в год.



Рисунок. Потери прибыли от реализации продукции:

--- теоретические данные;  
 — экспериментальные данные

После 5 лет рубки произошло увеличение среднего прироста здоровых деревьев на 16 %, а средний прирост механически поврежденных деревьев снизился до 23 %. Отмечается снижение приростов по диаметру в сосновых древостоях.

Снижение качества связано с образованием стволовой гнили, снижающей качество части сортиментов, выпиливаемых из ствола поврежденного дерева. Оценка снижения качества древесины может осуществляться по числу деревьев с внутренней гнилью, образовавшейся в результате их повреждения, и по снижению стоимости древесины деревьев, пораженных внутренней гнилью. Статистическая модель оценки снижения качества в результате образования стволовой гнили у части поврежденных в результате проведения несплошных рубок деревьев может быть представлена в виде

$$N_{\text{п}} = NP_{\text{пов}} P_{\text{о.гн}} \quad (10)$$

где  $P_{\text{пов}}$  – вероятность повреждения дерева при проведении рубок;

$P_{\text{о.гн}}$  – вероятность образования гнили у поврежденного дерева;

Потери прибыли за счет снижения качества древесины были определены экспериментально. На территории Ясашинского (ЗАО Фанком), Талицкого, Троицкого и Луговского (ФГУ Талицкий лесхоз) лесничеств были заложены 12 пробных площадей, пройденных несплошными рубками, и выполнен расчет выхода деловой древесины по каждой породе с учетом поврежденных при валке деревьев

Для оценки суммарной потери прибыли, возникающей от несплошных рубок, произведен расчет товарной продукции с использованием коэффициентов максимального выхода сортиментов [5]. В основу определения ресурсов пиловочного сырья положена методика расчета выхода круглых лесоматериалов при специализированной раскряжке хлыстов. Автором этой методики для выявления потенциального выхода определенного сортимента из хлыстов были разработаны варианты их специализированной раскряжки. Методический подход составления таких вариантов основывается на выполнении следующих требований:

– назначается приоритетный (ведущий) сортимент ограниченного числа длин;

– назначаются сопутствующие сортименты в заданной последовательности их выпуска с целью рационального использования товарных зон хлыста.

Согласно методике специализированной раскряжки хлыстов в процессе работы отдается приоритет выработке того или иного сортимента, например пиловочника обычного. Объемный выход такого сортимента ( $V_j, \text{м}^3$ ) рассчитывается по формуле

$$V_j = 10^{-6} \sum_r \sum_{\mu} Q_{r\mu} \times q_{r\mu} (E_{r\mu} K_{jr\mu}^{\text{зд},\mu(D)} + \lambda_{r\mu} K_{jr\mu}^{\text{нк},\mu(D)}), \quad (11)$$

где  $K_{jr\mu}^{\text{зд},\mu(D)}$  – коэффициент максимального выхода  $j$ -го сортимента из здоровых хлыстов  $r$ -ой породы  $\mu$ -го разряда высот при среднем диаметре на уровне груди  $D$ , %;

$K_{jr\mu}^{\text{нк},\mu(D)}$  – то же для низкокачественных хлыстов.

На рисунке изображен график результатов расчета потери прибыли от реализации продукции за счет снижения качества древостоя от проведения несплошных рубок.

При выполнении несплошных рубок должны обеспечиваться следующие основные лесохозяйственные и экологические принципы:

- покрытия лесом площади;
- минимизация разрыва между рубкой и лесовосстановлением;
- рациональное использование лесосечного фонда;
- устойчивое естественное лесовозобновление на вырубаемых площадях.

Это может быть достигнуто при решении следующих задач:

1. Обеспечение условий для снижения пожарной опасности за счет профилактических и предупредительных мероприятий.
2. Учет не только экономической составляющей лесозаготовок, но и лесоводственных и лесорастительных показателей, характеризующих насаждение и условия его произрастания.
3. Улучшение качества насаждений и их полезных функций за счет уборки фаутовой и низкотоварной древесины.
4. Обеспечение минимальных негативных воздействий на лесные ценозы, а так-



же своевременного и качественного воспроизводства лесов.

Выполнение этих положений позволит не только сохранить прежние объемы заготавливаемой древесины, но также обеспечить непрерывность и неистощительность лесопользования в ближайшей перспективе.

#### Библиографический список

1. Агатъев, В.В. Проблемы рационального управления использованием природных ресурсов (на примере лесопользования) / В.В. Агатъев. – М.: ООО «Паритет Граф», 2001. – 264 с.
2. Ширнин, Ю.А. Технология и эффективность рубок с естественным возобновлением леса: учебное пособие / Ю.А. Ширнин, Е.И. Успенский, А.С. Белоусов. – Йошкар-Ола: МарПИ, 1991. – 100 с.
3. Тихомиров, Н.П. Методы анализа и управления эколого-экономическими рисками: учеб. пособие для вузов / Н.П. Тихомиров, И.М. Потравный, Т.М. Тихомирова. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 350 с.
4. Виногород, Г.К. Основные технологические принципы несплошных рубок / Г.К. Виногород, Ю.Н. Ягудин // Труды ЦНИИМЭ. 1974. – № 141. – С. 15–27.
5. Прешкин, Г.А. Выход сортиментов при целевой поштучной раскряжевке хлыстов / Г.А. Прешкин // Лесной журнал. – 1977. – № 6. – С. 134–138.
6. Winfried, M. Baumverletzungen durch Transportvorgänge bei der Holzernte. Ausmaß und Verteilung, Folgeschaden am Holz und Versuch ihrer Bewertung / M. Winfried. Stuttgart. 1978. 162 s.

## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ СПЕЦИАЛИСТА ЛЕСНОГО ПРОФИЛЯ: СУЩНОСТЬ И СТРУКТУРА

Е.М. ДОРОЖКИН, *проф. УГЛТУ, д-р пед. наук,*

О.Н. ТКАЧЕВА, *соиск. Уральского института подготовки и повышения квалификации кадров лесного комплекса*

**О**бострение глобальных проблем современной цивилизации обусловило внимание общества к вопросам экономического образования и воспитания специалистов, в том числе лесного профиля. В контексте исследования рассмотрим сущность и структуру экономически ориентированной позиции личности специалиста.

Позиция – это точка зрения по какому-либо вопросу, определенная оценка факта, явления, события, действия, поведение, обусловленное этим отношением, оценкой; «...устойчивая система отношений человека к определенным сторонам действительности, проявляемая в соответствующем поведении и поступках...», «...ее зрелость характеризуется непротиворечивостью и относительной стабильностью...»; «...оценка, относящаяся к нормам общественного поведения и их соблюдения, которые человек должен сам осознать, принять ее как ориентир своих поступков...», «...внутренняя мотивация поведения человека, самоконтроль, совесть, чувство личного достоинства...»; «...точка зрения, мнение в каком-нибудь вопросе...»; «...мысли, цели, идеи, замыслы, потребнос-

ти, связанные с созиданием, поиск смысла определенных действий, деятельности, жизни в целом как позиции определяет все существование субъекта, его поведение и деятельность. ...».

Н.М. Борытко считает, что «...это самостоятельная деятельность, суть которой в моральном выборе...», «...совокупность деятельностей и способов поведения, в которых личность реализует свою активность, сочетает личный и общественный интерес, проявляет свое отношение к объектам действительности...». Вслед за В.Н. Мясищевым под позицией человека Н.М. Борытко понимает интеграцию его доминирующих избирательных отношений в каком-либо существенном для него вопросе.

Теоретический анализ позволяет выделить деятельностно-утверждающую природу, а также такие признаки субъекта, как осознанная активность, предметность, способность к целеполаганию и саморефлексия, свобода выбора, уникальность, определенность во времени, диалектика временного и временного проявления субъектом своей активности (Г.С. Арефьева, Е.В. Бондаревская,

М.С. Каган и др.), которые приводят к выводу, что не только ребенок, но и взрослый не могут рассматриваться как объект программирования со стороны общества. За каждым остается возможность свободного самоопределения, право на выбор себя.

На основании исследований А.А. Бодалева, Д.Н. Завалишиной, В.С. Ильина, И.А. Колесниковой, Я.А. Коломинского и др. мы приходим к выводу о трех типах позиции: когнитивистском (когда в качестве ведущего результата видится овладение обучающимися знанием), бихевиористском (опыт поведения и деятельности, умения и навыки) и экзистенциалистском (эмоционально-ценностные отношения, жизненная позиция).

Для определения понятия «экономически ориентированная позиция», обратимся к базисной составляющей категории «экономическая» – «экономика».

Экономика становится одним из важных направлений научной мысли XXI века. В настоящее время экономика понимается как комплекс наук о принципах взаимодействия человека и природы, социальных общностей между собой, отношения человека к самому себе, поведение и деятельность человека в обществе.

Экономическая компетентность – это система взглядов и убеждений, ориентированных на ответственное отношение человека к экономической среде, соблюдение чувства меры, разумности в соотношении с реальными возможностями.

Экономическая компетентность определяет характер и качественный уровень отношений между человеком и экономической средой. Проявляется в системе ценностных ориентации, мотивирующих экономически обоснованное поведение.

Дополнительное профессиональное образование – уникальная система, имеющая огромный потенциал для создания условий творческого развития личности специалиста, в ее образовании, профессиональном становлении, экономической грамотности. Особенностью дополнительного профессионального образования в области экономики является то, что оно способствует: ценностно-ориентационной деятельности специалистов лесного профиля, их профессиональному становле-

нию, создает культурную эмоционально насыщенную среду, способствующую развитию позитивных качеств и творческих способностей личности.

Анализ исследуемой проблемы в философской, психологической, экономической, педагогической литературе позволил определить сущность экономически ориентированной позиции как педагогической проблемы. В исследованиях Л.С. Бляхмана, П.Г. Бунича и др. экономически ориентированная позиция определяется как часть общекультурной позиции, признак цивилизованного общества.

С точки зрения психологов (В.А. Извозчиков, А.К. Маркова, Г.И. Сивкова) экономически ориентированная позиция – это один из аспектов социальной позиции, сущность которого заключается в формировании у индивида уверенного поведения, при котором различные навыки в сфере экономических отношений автоматизированы и дают возможность гибко менять свое поведение в зависимости от ситуации. Экономически ориентированная позиция рассматривается как единство теоретической и практической готовности личности к учету экономических аспектов профессиональной деятельности. То есть экономически ориентированная позиция как социальный институт обеспечивает формирование экономических качеств личности, которые необходимы для успешной социализации личности.

Исходными при определении педагогического смысла понятия «экономически ориентированная позиция» являются основные положения теории деятельности (А.Н. Леонтьев), теории компетентности (Т.Г. Браже, М.К. Кабардов, В.А. Кальней и др.) и исследования проблем экономического образования личности (Р.Н. Авербух, С.Д. Волков, С.А. Дятлов и др.).

В основу определения «экономически ориентированная позиция» личности были положены понятия «позиция», «профессиональная позиция», которые определяют терминологическое поле исследования и позволяют дать сущностную характеристику понятия «экономически ориентированная позиция», «формирование экономически ориентированной позиции».

Опираясь на исследования А.Ф. Аменда, И.Ф. Исаева, Н.В. Кузьминой и др. мы установили, что понятия «позиция», «профессиональная позиция», имеют некоторые общие составляющие, такие как знания, умения, опыт деятельности, осведомленность в определенной области знаний.

Родовым по отношению к понятию «экономически ориентированная позиция» является понятие «профессиональная позиция», сущностная характеристика которого была положена нами в основу определения экономической компетентности специалиста лесного профиля.

Экономическую компетентность мы определяем как интегративное качество личности, характеризующееся высоким уровнем экономических знаний и умений, сформированным ценностным отношением субъекта к экономике, к ее предметам, средствам, результатам, позволяющим наиболее полно реализоваться в познавательной и социально-ориентированной экономической деятельности.

В соответствии со спецификой процесса формирования экономической компетентности были выявлены следующие структурные компоненты: ценностно-мотивационный, когнитивный, деятельностный.

Ценностно-мотивационный компонент включает личностно значимые мотивы и ценностные установки, позитивное отношение к овладению экономическими знаниями и умениями, потребности их применения в практической деятельности, самовоспитание, саморазвитие и активность, самостоятельность, творческое проявление личности в профессиональной деятельности. Он предполагает наличие интереса к экономическим аспектам профессиональной деятельности, который характеризует потребность личности в определении цели и способов совершенствования экономических знаний и умений.

Когнитивный компонент включает систему экономических знаний. Студенты, овладевая экономическими знаниями (знания экономических законов, экономической реальности, методов экономического исследования, способов проявления экономической компетентности) могут адекватно оценивать реальные экономические ситуации, находить и

применять необходимую информацию для их разрешения, а также развивать экономическую компетентность в процессе самообразования.

Деятельностный компонент включает исследовательские, организаторские, проектировочные умения, позволяющие осуществлять организацию экономической деятельности, выявлять затруднения и определять способы ее совершенствования.

В качестве основных методологических подходов, в наибольшей степени соответствующих целям нашего исследования, мы использовали дополнительно к основополагающему социально-педагогическому подходу компетентностный и аксиологический подходы.

Компетентностный подход, являясь одним из методологических направлений научного исследования, позволяет рассматривать процесс формирования экономически ориентированной позиции будущего специалиста как целостную педагогическую систему, совокупность взаимосвязанных элементов; вычленив особенности организации образовательного процесса (активное включение студентов в определение целей, конструирование содержания, планирование деятельности, регулирование и рефлексивный анализ ее результатов). Компетентностный подход как общенаучный метод исследования позволил: 1) создать модель формирования экономически ориентированной позиции; 2) определить наиболее эффективные пути ее функционирования и развития.

Сущность аксиологического подхода определяется философией индивидуального выбора человеком своего жизненного пути, ценностной ориентацией на свободное самоопределение личности, в котором образовательная деятельность занимает одно из ведущих мест и становится важнейшим средством личностного развития. Использование данного подхода наряду с компетентностным позволило нам строить образовательный процесс с учетом индивидуальных особенностей и потребностей каждого конкретного студента, адекватно запросам общества и гуманизации системы образования.

Понятия «развитие», «формирование» являются ключевыми по отношению к

термину «экономически ориентированная позиция».

Термин «формирование» трактуется в науке: «...процесс и результат развития личности под влиянием среды, наследственности и воспитания»; придание чему-то (кому-то) определенной формы, законченности, завершенности.

Развитие – это в принципе есть процесс становления человека, последовательное внутреннее количественное и качественное изменение физических и духовных сил человека. К.А. Абульханова-Славская утверждает: «развитие есть становление личности субъектом своей жизнедеятельности, определяющим и удерживающим траекторию жизненного движения». Обобщив представленные подходы, выделив в них точки соприкосновения, можно отметить следующие различия обозначенных понятий.

Если развитие – процесс непрерывный, имеющий ступени, на которых происходят преобразования, а при переходе с низшей на высшую осуществляется качественный скачок в изменении личности, то формирование может иметь место на этих ступенях. Тем самым мы фиксируем, что формирование является некоторым относительно законченным результатом достижения структуры того или иного качества человека. Формирование предполагает достижение тем или иным личностным новообразованием, качеством определенной структуры.

Итак, выстраивается следующая линия трактовки рассматриваемых понятий. Развитие – это процесс его непрерывно-поступательно-прогрессивного изменения его личностного образования, протекающий скачкообразно, по определенным ступеням, в рамках которых происходит переход качеств от низших, простых форм к высшим и сложным и их содержательное обогащение. Оно подразумевает наличие формирования и становления.

Формирование – это процесс и результат возникновения в индивиде структур определенных качеств человека.

Сегодня человечество вынуждено решать глобальные экономические проблемы и выработать такую концепцию взаимодействия человека с экономической средой,

которая обеспечила бы выход из кризисной ситуации и дальнейшее позитивное развитие общества в целом.

Исследование показало, что понятие «экономически ориентированная позиция специалиста» многомерно, обладает сложной динамикой развития. Данное личностное свойство существенно зависимо от того, как изменяются окружающая социально-экономическая, социокультурная, образовательная среда и функционал профессиональной деятельности.

Анализ научных исследований позволил выявить основные тенденции совершенствования экономического образования в теории и практике социальной педагогики и дополнительного профессионального образования, проанализировать состояние процесса формирования экономически ориентированной позиции специалиста лесного профиля.

Актуальность подготовки студентов – будущих специалистов общественного производства – к жизни в новых социально-экономических условиях путем формирования у них экономически ориентированной позиции определяется двумя основными проблемами.

Первая связана с адаптацией специалистов в постоянно обновляющихся социально-экономических условиях к трудовой деятельности лесного профиля, в материальной и нематериальной сферах общественного производства. Вторая проблема связана с развитием социальной и экономически ориентированной активности личности. С какой бы проблемой общественной жизни специалист ни столкнулся, каждая в какой-то мере связана с экономическими интересами и взаимоотношениями людей в обществе.

Переход к рыночной экономике выдвигает качественно новые требования к участникам общественного производства, к формированию у них готовности включаться в прогрессивные формы экономических взаимоотношений. Эффективность экономики во многом зависит от интеллектуального капитала, в частности, от квалификации руководителей, уровня их компетенции, умения предвидеть и оценивать рыночную конъюнктуру, вовремя принимать необходимые решения и обеспечивать практическую их реализацию.

Новую экономику должны создавать новые люди, с новым экономическим мышлением и менталитетом. Это достигается с помощью обновленных технологий по освоению экономики, в результате овладения новейшими знаниями и приемами труда, на основе высокой ответственности и взаимного обогащения в современной сфере экономики.

Процесс экономического образования нельзя отделить от процессов воспитания, социально-психологической подготовки и обучения элементарным навыкам предпринимательской деятельности, так как это образование заключается не только в количестве полученных знаний, но и в полном понимании экономических процессов, происходящих в стране, в творческом применении имеющегося опыта, апробированного на практике. Следовательно, возникает необходимость качественного обновления системы экономической подготовки специалиста, предполагающей наличие не только определенной суммы знаний и умений, полученных при изучении специальных дисциплин, но и развитие экономического стиля мышления, обучения способам эффективного включения в новые экономические отношения.

Анализ реалий сегодняшнего дня и тех требований, которые предъявляют к выпускнику вуза современные социально-экономические условия, показывает острую необходимость в овладении выпускником целостной системой знаний, умений и навыков в области экономических отношений. В настоящее время экономика из науки, необходимой ранее лишь специалистам, превращается в комплекс знаний, умений и навыков, обеспечивающих успешную жизнедеятельность любого члена общества.

Дополнительное профессиональное обучение направлено на реализацию личностно-ориентированного учебного процесса. При этом существенно расширяются возможности выстраивания студентом собственной, индивидуальной образовательной траектории. Немаловажной задачей образования является при этом «сокращение разрыва между образовательным учреждением и практикой, устранение разрыва между теоретическим знанием и применением его в практической деятельности специалиста лесного хозяйства».

Исторический анализ состояния экономической подготовки специалистов отражает особенности становления системы экономического образования на уровне высшей школы, которое происходило в соответствии с общей логикой исторического развития России, по-своему воспроизводя и отражая этапы политических реформ, социально экономического развития страны.

Экономическая подготовка студентов – ее содержание, методы и формы, история, цели и задачи, а также общие проблемы – стала объектом научного исследования лишь в середине 60-х годов.

В конце 70-х годов ведущим принципом советской высшей школы было соединение обучения с производственной практикой, что должно было способствовать развитию основ экономического образования.

Таким образом, в качестве теоретической основы экономически ориентированной позиции специалиста лесного профиля выступают представления о ее сущности и структуре.

Под формированием экономически ориентированной позиции будущих специалистов лесного профиля следует понимать процесс и результат усвоения ими экономических знаний и умений, включение в реальную практическую деятельность, способствующую развитию экономического мышления, деловых качеств личности, необходимых для социальной и трудовой адаптации.

Необходимость формирования экономической компетентности будущих специалистов лесного профиля обусловлена характером целей общества на современном этапе, перспективами его экономического развития и задачами всестороннего развития личности.

Сформированность экономически ориентированной позиции специалистов лесного профиля открывает возможность удовлетворить потребность народного хозяйства в подготовке потенциальных кадров новой экономики, позволяет учреждениям дополнительного профессионального образования решать поставленные обществом задачи преодоления узкопрофильной направленности трудовой деятельности специалиста.

## ФОРМИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО СЕКТОРА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ИНВЕСТОРОВ

Л.А. РАМЕНСКАЯ, *асп. каф. менеджмента и внешнеэкономической деятельности УГЛТУ*

Лесная отрасль российской экономики по сырьевому потенциалу сопоставима с нефтегазовой, однако ее реальный вклад в экономическое развитие страны совершенно не соответствует потенциалу.

По данным счетной палаты РФ, ежегодный объем подлежащих вырубке и возобновляемых лесных ресурсов, при условии полного освоения, может обеспечить поступление платежей в консолидированный бюджет в объеме 29,7 млрд руб., в том числе в федеральный бюджет – 18,7 млрд. Однако по итогам 2006 г. указанный потенциал использовался лишь на 22 %, в результате чего расходы федерального бюджета на охрану и воспроизводство лесных ресурсов превышали объем доходов от их использования.

Удельный вес убыточных предприятий в подотраслях лесного сектора снизился в 2006 г. (таблица). Однако в деревообрабатывающей промышленности убыточных организаций на 50 % больше среднего показателя по обрабатывающим производствам и по экономике страны в целом, а целлюлозно-бумажные предприятия демонстрируют улучшение только в 2006 г., что в настоящее время не позволяет говорить о наличии положительной тенденции.

Для обеспечения нормального функционирования предприятий лесного сектора, стабилизации их финансового состояния и максимизации прибыли необходимо обеспечить привлечение инвестиций на уровне хозяйствующих субъектов.

Применительно к данной отрасли одной из главных задач привлечения инвестиций является сохранение конкурентоспособности, поскольку на сегодняшний день предприятия лесного сектора не могут эффективно использовать такие конкурентные преимущества, как богатая сырьевая база отрасли и быстрое развитие внутреннего рынка продукции на основе древесного сырья.

Традиционные конкурентные преимущества предприятий лесного сектора – возможность поддержания сравнительно низких цен на готовую продукцию (относительно мирового уровня) за счет использования дешевых энергоресурсов и сырья – постепенно утрачиваются. Потеря конкурентоспособности приведет к вытеснению российских предприятий иностранными конкурентами.

По оценкам аналитиков, конкурентоспособность предприятий отрасли до последнего времени обеспечивалась заделом, созданным еще в эпоху СССР. Сейчас же этот ресурс близок к истощению. Инфраструктура лесозаготовок, основа которой заложена до начала 90-х годов, уже не отвечает современным потребностям. Производственные мощности построенных еще в советское время ЦБК практически полностью исчерпаны. Используемые технологии внедрены почти полвека назад и по технико-экономическим показателям в 2–4 раза уступают техническим процессам, применяемым западными конкурентами. За это отечественным предприятиям приходится платить значительно более высокими издержками, худшей экологией производства, более низким качеством продукции [10].

Одним из ключевых факторов, исходя из которого инвесторы принимают решение о возможности финансирования хозяйствующего субъекта, является его инвестиционная привлекательность.

Инвестиционная привлекательность представляет собой противоречивое единство экономического содержания (инвестиции) и психологической формы (привлекательность) – субъективных оценок объективной действительности (в качестве субъективных фактора, влияющего на принятие решения об инвестициях, следует рассматривать субъективную оценку инвестором показателей состояния хозяйствующего субъекта и индивидуальную склонность к риску).

Т а б л и ц а  
Удельный вес убыточных организаций лесного сектора

Отрасли лесного сектора	% от общего числа организаций			
	2003	2004	2005	2006
Обработка древесины, производство изделий из древесины	58,4	55,0	49,2	44,6
Целлюлозно-бумажное производство	37,9	38,8	40,7	31,4
Обрабатывающие производства	43,4	40,2	36,6	29,8
Всего в экономике	43,0	38,1	36,4	29,7

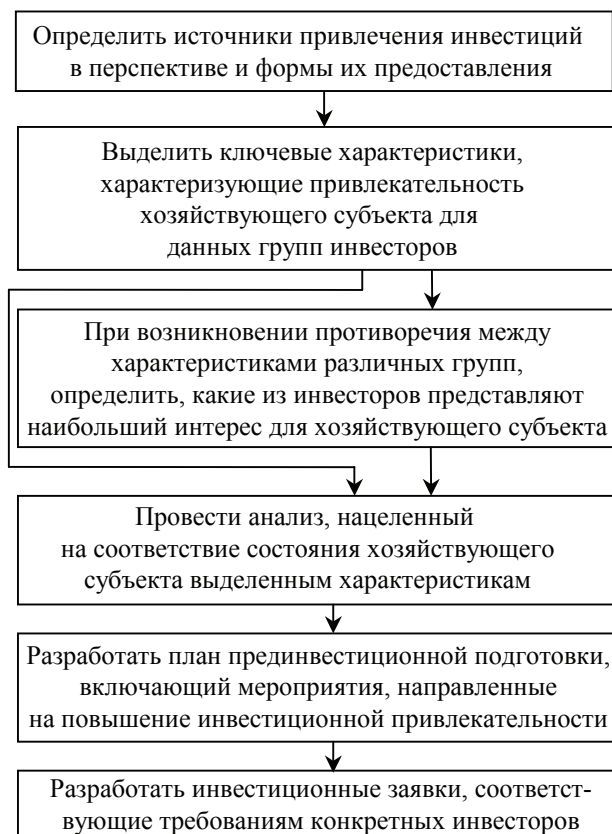


Рисунок. Примерная схема действий руководства предприятия по повышению его инвестиционной привлекательности

В настоящей статье инвестиционная привлекательность рассматривается как комплекс мер, обуславливающих в совокупности потенциальный платежеспособный спрос на инвестиции, стимулирующий их привлечение в средне- и долгосрочной перспективе с целью удержания конкурентных преимуществ предприятия, установления требуемых масштабов, структуры, источников получения и направлений использования инвестиций.

Среди инвесторов можно выделить следующие основные группы:

1. Государство (ориентировано не на извлечение прибыли).

2. Банки и иные заемные инвесторы (ориентированы на получение прибыли от предоставления заемных средств).

3. Инвесторы, рискующие своим капиталом ради возможного дохода в будущем:

– финансовые инвесторы (ориентированы на прирост стоимости);

– стратегические инвесторы (ориентированы на извлечение долгосрочных дополнительных выгод, возникающих в результате «встраивания» компании в более масштабные бизнес-процессы инвестора);

– инвесторы на рынке ценных бумаг (ориентированы на прирост курсовой стоимости ценных бумаг).

Для хозяйствующего субъекта важно обеспечить привлечение разных групп инвесторов, а деятельность руководства предприятия по привлечению инвесторов в самом общем виде может быть представлена следующей последовательностью действий (рисунок).

Ниже представлен перечень ключевых характеристик привлекательности предприятия для основных групп инвесторов, за основу в данном исследовании был взят перечень, разработанный А. Волковым и А. Марченко [3].

### Государство

Помимо финансовых составляющих результата инвестирования большое значение имеют социально-экономический и инновационный эффект от инвестиций.

Участие государства в финансировании инвестиционных программ (проектов) может быть представлено тремя основными схемами:

1. Прямое финансирование проектов программы из бюджета.

2. Льготное кредитование инвестиционных программ в соответствии с действующими законодательными нормами, например с применением инвестиционного налогового кредита.

3. Кредитование программ с применением государственных гарантий, когда

правительство практикует долевое участие в инвестиционной программе, что способствует политической стабильности или поддержанию определенных правил на конкретном рынке, а также снижению рисков по отдельному инвестиционному проекту или по всей программе.

На практике наиболее распространен случай комбинирования рассмотренных выше схем, при этом задействованы механизмы смешанного – государственного и частного – финансирования инвестиционных программ, выраженные в таких формах сотрудничества, как концессии, государственно-частные партнерства и государственное владение контрольным пакетом акций предприятия. Именно такие формы организации деятельности помогают государству удерживать контроль над объектами при частичном инвестировании в них, а частному капиталу – гарантировать стабильность своих инвестиций.

#### **Банки и иные заемные инвесторы**

Для инвесторов, предоставляющих заемные средства, наиболее привлекательным моментом является возможность предприятия своевременно и полностью вернуть выданный кредит и проценты по нему. Поэтому ключевой характеристикой инвестиционной привлекательности в данном случае выступает его инвестиционная кредитоспособность.

При оценке кредитоспособности основное внимание уделяется финансовому положению хозяйствующего субъекта с оценкой финансовых коэффициентов устойчивости, ликвидности и прочих. Однако при принятии решения о предоставлении заемных средств на продолжительный срок большую роль играют такие показатели, как вид деятельности, местоположение, деловые качества команды, производственный потенциал хозяйствующего субъекта и т. д.

Таким образом, хорошая оценка финансового состояния для получения заемных средств на долгосрочный период является обязательным условием для заемщика, но не обязывает кредитора предоставлять средства, а служит лишь основанием для последующе-

го изучения всех факторов, влияющих на инвестиционную привлекательность предприятия [5].

Для предприятий, привлекающих заемные средства посредством выпуска облигаций, большое значение кроме финансового положения приобретают финансовые перспективы, репутация и история, имя компании и сведения, указанные в проспекте эмиссии ценных бумаг.

По нашему мнению, к инвестициям в форме заемных средств с некоторыми оговорками могут быть отнесены лизинговые схемы. Однако по форме получения дохода лизингодателем (в форме процента) лизинг близок к банковским кредитам.

Главным отличием лизинговой схемы финансирования от прямого кредитования является наличие финансового посредника между банком и конечным заемщиком (арендатором), однако общепринятая практика кредитования здесь полностью сохраняется [9]. При этом оценка инвестиционной привлекательности усложняется, поскольку приходится учитывать интересы как лизингодателя (заемщика банка), так и арендатора (конечного заемщика).

#### **Финансовые инвесторы**

Инвестиции финансовых инвесторов представляют собой приобретение внешним профессиональным инвестором (группой инвесторов), как правило, блокирующего, но не контрольного пакета акций компании в обмен на инвестиции с последующей продажей данного пакета через 3–5 лет (в основном это венчурные и паевые фонды). Инвестор в данном случае получает основной доход за счет продажи своего пакета акций (то есть за счет выхода из бизнеса).

Капитал финансовых инвесторов можно получить только при наличии высокоэффективного проекта. Большое значение имеет проработанность проекта (должна быть представлена полная информация по денежным потокам, рынку, возможным рискам). Чрезвычайно важно наличие эффективной управленческой команды, которая будет осуществлять проект, возможность представления финансовой информации для инвестора в по-



нятной ему форме (то есть в формате GAAP) и открытости в плане раскрытия публичной информации о компании, ее информационной прозрачности.

Таким образом, инвестиционная привлекательность характеризуется не только финансовыми показателями компании, но и стратегией ее развития, эффективностью управления, деловой репутацией.

### **Стратегические инвесторы**

Стратегическое инвестирование представляет собой приобретение инвестором крупного (вплоть до контрольного) пакета акций компании. Как правило, стратегическое инвестирование предполагает длительное или постоянное присутствие инвестора среди собственников компании. Зачастую конечной стадией стратегического инвестирования является приобретение компании либо слияние ее с компанией-инвестором.

В качестве стратегических инвесторов обычно выступают предприятия-лидеры отрасли и крупные объединения предприятий. Основной целью стратегического инвестора является повышение эффективности собственного бизнеса и получение доступа к новым ресурсам и технологиям.

При принятии решения об инвестировании стратегический инвестор обращает внимание на следующие характеристики хозяйствующего субъекта [3]:

- перспективы роста с точки зрения потоков наличности;
- открытость и понятность бизнеса, четко сформулированную стратегию развития;
- опытный и успешный менеджмент, владельцев предприятия, готовых к сотрудничеству;
- хорошие позиции в бизнесе и правительстве (на местном или федеральном уровне);
- отсутствие какого-либо криминала или нарушения законодательства в работе предприятия;
- определенный уровень корпоративной культуры;
- набор продуктов и услуг определенного уровня качества;

– каналы дистрибуции или доля на рынке.

### **Инвесторы на рынке ценных бумаг**

Для инвесторов, основывающих свои ожидания на росте курсовой стоимости акций, важно создать привлекательные перспективы роста такой стоимости. Для этого капитализация компании должна иметь перспективы роста и «догонять» реальную стоимость компании. Реальная стоимость компании должна постоянно расти, а капитализация развиваться без больших колебаний.

Привлечение каждой группы инвесторов дает хозяйствующему субъекту определенные преимущества и преследует цели, во многом зависящие от отраслевой специфики лесного сектора.

Привлечение инвестиций из государственных бюджетов, в силу того, что они базируются на активах государства и гарантируются им, повышают привлекательность хозяйствующего субъекта для других групп инвесторов.

Применительно к лесному сектору одной из форм участия государства в финансировании инвестиционных проектов, направленных на стимулирование инвестиционной деятельности в отрасли, является предоставление льгот по приоритетным инвестиционным проектам.

Согласно постановлению Правительства РФ № 419 от 30 июня 2007 г. «О приоритетных инвестиционных проектах в области освоения лесов» к приоритетным инвестиционным проектам относятся «инвестиционные проекты по созданию и (или) модернизации объектов лесной инфраструктуры (лесных дорог, лесных складов и др.) и (или) лесоперерабатывающей инфраструктуры (объектов переработки заготовленной древесины и иных лесных ресурсов, биоэнергетических объектов и др.), суммарный объем капитальных вложений в каждый из которых составляет не менее 300 млн руб.».

В случае признания инвестиционного проекта приоритетным инвесторы получают право на безаукционное получение лесных участков в аренду с арендной платой 50 % от минимальной арендной ставки.

По мнению аналитиков, данное постановление имеет ряд недостатков, один из существенных – отсутствие особого режима государственной поддержки крупных инвесторов. Однако данное положение лишь первый документ, которым государство демонстрирует потенциальным инвесторам свою заинтересованность в увеличении инвестиционной активности предприятий лесного сектора [4].

Привлечение заемных инвесторов позволяет хозяйствующему субъекту обеспечить финансирование проекта без изменения состава собственников предприятия.

Специфической особенностью отрасли является достаточно длинный инвестиционный цикл: окупаемость крупных проектов возможна в лучшем случае через 3–5 лет после первоначальных инвестиций. Следовательно, привлечение заемных средств также должно осуществляться на довольно продолжительный период.

Долгосрочные банковские кредиты на сегодняшний день труднодоступны для предприятий лесного сектора. Крупным хозяйствующим субъектам не хватает залогового обеспечения, а мелким предоставляются только краткосрочные кредиты во избежание значительных рисков.

Особую актуальность для предприятий лесного сектора приобретают лизинговые схемы. В настоящее время даже сравнительно благополучные предприятия отрасли, имеющие достаточно средств на проведение технического перевооружения производств, испытывают значительные трудности в обновлении устаревших основных фондов. С помощью лизинговых схем можно ускорить данный процесс, что позволит повысить конкурентоспособность предприятий отрасли.

Привлечение инвестиций финансовых инвесторов целесообразно для развития предприятия: модернизации или расширения производства, роста объемов продаж, повышения эффективности деятельности, в результате чего будет расти стоимость предприятия и, соответственно, вложенный инвестором капитал.

Стратегическое инвестирование может способствовать интеграции лесозаготовительных и деревообрабатывающих

предприятий в крупные вертикально интегрированные структуры, необходимость создания которых является специфической особенностью лесопромышленного производства и подтверждается отечественным и зарубежным опытом.

Инвесторы рынка ценных бумаг практически не участвуют в финансировании предприятий лесного сектора, поскольку на сегодняшний день акции предприятий лесного сектора имеют крайне низкую ликвидность. До недавнего времени с этими акциями не проводились операции в российских и зарубежных торговых системах, поэтому они мало котируются на фондовых рынках и рынках капиталов.

На основе сопоставления рассмотренных выше ключевых характеристик для различных групп инвесторов были выделены следующие мероприятия по повышению инвестиционной привлекательности предприятия с учетом отраслевой специфики:

1. Разработка долгосрочной стратегии развития.

Для потенциального инвестора стратегия демонстрирует видение предприятием долгосрочных перспектив и адекватность менеджмента условиям работы (как внутренним, так и внешним). Очевидно, что наличие четкой стратегии наибольшее значение имеет для инвесторов, заинтересованных в долгосрочном развитии предприятия, а именно участвующих в бизнесе.

2. Проведение юридической экспертизы и приведение правоустанавливающих документов в соответствие с законодательством.

Направлениями экспертизы при оценке инвестиционной привлекательности предприятия являются:

- права собственности на земельные участки и другое имущество;
- права акционеров и полномочия органов управления предприятием, описанные в учредительных документах;
- юридическая чистота и корректность учета прав на ценные бумаги хозяйствующего субъекта.

По итогам экспертизы выявляются несоответствия указанных направлений сов-

ременным нормам законодательства. Их устранение является крайне важным шагом, так как при анализе предприятия любой инвестор придает юридическому аудиту большое значение. Так, для заемного инвестора важным этапом процесса переговоров с предприятием является подтверждение прав собственности на предоставляемое в качестве залога имущество. Для прямых инвесторов, приобретающих пакеты акций предприятия, важным моментом являются права акционеров и другие аспекты корпоративного управления, непосредственно влияющие на их способность контролировать направления расходования вложенных средств.

3. Постановка прозрачной системы управления и планирования финансов, бюджетирования, бухгалтерского учета с возможностью перехода на МСБУ.

Финансовая прозрачность предприятия немаловажна для любого потенциального инвестора. На этапе реализации проекта финансовая прозрачность позволит инвесторам оценить и, возможно, проконтролировать эффективность использования вложенных средств, что не только значительно облегчит предоставление средств под данный проект, но и будет способствовать получению средств под будущие проекты.

Если инвестиционные средства привлекаются от иностранных инвесторов, огромное значение приобретает предоставление финансовой отчетности в удобном для них формате – в соответствии с международными стандартами бухгалтерского учета. Отчетность по российской системе бухучета скорее всего покажется слишком запутанной и малопонятной для иностранного пользователя.

4. Изменение организационной структуры и методов управления.

Мероприятие нацелено на совершенствование процессов управления, обеспечивающих основные функции эффективно действующего предприятия, и организационных структур предприятия, которые должны соответствовать новым процессам управления и может включать:

- выделение некоторых направлений бизнеса в отдельные юридические лица, об-

разование холдингов, другие формы изменения организационной структуры;

- нахождение и устранение лишних звеньев в управлении;

- введение в процессы управления и соответствующие организационные структуры недостающих звеньев;

- налаживание информационных потоков в части управленческой информации;

- проведение других сопутствующих действий.

Данное мероприятие позволит повысить эффективность деятельности предприятия в глазах инвесторов. Выделение юридических лиц будет способствовать увеличению прозрачности деятельности хозяйствующего субъекта и, как следствие, возрастет стоимость предприятия.

5. Анализ состояния комплекса организационно-управленческой документации, регламентирующей важнейшие стороны деятельности предприятия (стандарты предприятия, положения, инструкции).

Большое внимание следует уделить их актуальности для рассматриваемого периода и внутренней непротиворечивости. Для инвесторов этот аспект свидетельствует о состоянии менеджмента на предприятии и является значимым для заемных и прямых инвесторов.

6. Создание кредитной истории.

Для всех групп инвесторов большое значение имеет кредитная история предприятия, поскольку она позволяет судить об опыте предприятия по освоению внешних инвестиций и выполнению обязательств перед кредиторами и инвесторами-собственниками. В связи с этим возможно проведение мероприятий по созданию такой истории. Например, предприятие может провести выпуск и погашение облигационного займа на относительно небольшую сумму с коротким сроком погашения. В дальнейшем предприятие сможет на более выгодных условиях привлекать как заемные средства в форме следующих выпусков облигационных займов, так и прямые инвестиции.

7. Формирование позитивной репутации предприятия и его фактических собственников.

Наибольшее влияние репутация оказывает на курсовую стоимость акций, что, как отмечено выше, не актуально для предприятий лесного сектора. В общем случае положительная репутация хозяйствующего субъекта снижает стоимость любого привлеченного капитала.

Важным аспектом, особенно в свете недавних корпоративных войн в отрасли, является также репутация владельцев в обществе, во властных структурах и на рынке. Негативная репутация может оказать плохое влияние на реализацию инвестиционного проекта, что увеличивает риски заемных и прямых инвесторов и может стать причиной отказа в финансировании.

8. Создание бизнес-плана, соответствующего требованиям инвестора.

Для успешного привлечения инвестиционных средств необходимо, чтобы предприятие предоставило на начальном этапе бизнес-план, в котором оно четко определяет, какие финансовые выгоды он может принести проект, оценка тех рыночных возможностей, на которые нацелен проект. В бизнес-плане подробно и детально рассматриваются все аспекты деятельности, обосновываются объем необходимых инвестиций и схема финансирования, результаты инвестиций для предприятия. План денежных потоков, рассчитываемый в бизнес-плане, позволяет оценить способность предприятия вернуть инвестору из группы кредиторов заемные средства и выплатить проценты. Для инвесторов-собственников бизнес-план является основанием для проведения оценки стоимости предприятия и оценки стоимости капитала, вложенного в предприятие, и обоснованием потенциала его развития. При возникновении возможности государственного участия в инвестиционном проекте в бизнес-плане должна быть обоснована социальная значимость проекта, влияющая на целесообразность его финансирования.

Процесс управления инвестиционной привлекательностью предприятия, несмотря на сложность, может быть достаточно четко определен в виде последовательности действий. Предприятие может сформировать про-

грамму мероприятий для повышения инвестиционной привлекательности, исходя из своих индивидуальных особенностей, отраслевой специфики, сложившейся конъюнктуры рынков капитала. Реализация такой программы позволяет ускорить привлечение финансовых ресурсов и снизить их стоимость.

Для достаточно закрытых предприятий лесного сектора особую значимость приобретают мероприятия по формированию информационной прозрачности, корпоративного управления, благоприятного имиджа, подобные предложенным выше. Их осуществление, помимо роста интереса инвесторов к предприятию, позволит также повысить эффективность его работы.

### Библиографический список

1. Анализ инвестиционной привлекательности компаний / М. Лещенко // Рынок ценных бумаг. – 2001. – № 14(197). – С. 62–64; № 15(198). – С. 56–58.
2. Бутко, Г.П. Стратегия управления конкурентоспособностью предприятий лесного комплекса региона / Г.П. Бутко. – Екатеринбург: УрО РАН, 2002. – 200 с.
3. Волков, А.С. Создание рыночной стоимости и инвестиционной привлекательности / А.С. Волков, М.М. Куликов, А.А. Марченко. – М.: Вершина, 2007. – 304 с.
4. Время коллективных решений / И. Красногорская // Леспромформ. – 2007. – № 7(27). – С. 14–20.
5. Инвестиционная привлекательность предприятий и ее роль в кредитовании инвестиционных проектов / В.А. Москвин // Инвестиции в России. – 2000. – № 11. – С. 38–45.
6. Кожухов, Н.И. Оценка инвестиционной привлекательности предприятий лесного сектора: монография / Н.И. Кожухов, П.И. Шагин. – М.: МГУЛ, 2006. – 154 с.
7. Крейнина, М.Н. Анализ финансового состояния и инвестиционной привлекательности акционерных обществ в промышленности, строительстве и торговле / М.Н. Крейнина. – М.: Дело и сервис, 1994. – 256 с.
8. Методологические вопросы анализа финансового состояния во взаимосвязи с инвестиционной привлекательностью предприятия / Э.И. Крылов, В.М. Власова, И.В. Журавкова // Финансы и кредит. – 2002. – № 15(105). – С. 27–35.
9. Об условиях сравнения лизинга с кредитом и количественной оценке преимуществ лизинга / Д.В. Лелецкий // Лизинг ревю. – 1998. – № 5/6. – С. 29–30.
10. Портал лесопромышленника // [www.drevesina.com](http://www.drevesina.com)

## О ТОЧНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЛИНЕЙНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ДИНАМИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НЕТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ЕЕ СОСТОЯНИЙ

А.Ю. ВДОВИН, доц. каф. высшей математики УГЛТУ, канд. физ.-мат. наук,  
С.С. РУБЛЕВА, ст. преподаватель каф. высшей математики УГЛТУ

В качестве примера рассмотрим дифференциальное уравнение (далее д. у.)

$$x' = \varepsilon(t)x - \delta(t)x^2,$$

предложенное Ферхлюстом–Перлом для описания динамики изменения плотности популяции особей в колонии организмов на временном промежутке  $T = [t_0, \theta]$  при условии внутривидовой борьбы. Здесь  $x(t)$  – плотность популяции особей в момент  $t$ ,  $\varepsilon(t)$  – скорость размножения популяции,  $\delta(t)$  – коэффициент внутривидовой конкуренции.

Рассмотрим вектор – столбец  $v(t) = (\varepsilon(t), \delta(t))^T$  (символ  $T$  означает транспонирование) и вектор – строку  $f(x) = (x, -x^2)$ . Тогда исходное уравнение принимает вид

$$x' = f(x)v(t). \quad (1)$$

Задача Коши (прямая задача) для д.у. (1) состоит в определении для  $t \in T$  значений  $x(t)$  по известным  $v(t)$  и начальному условию

$$x(t_0) = x_0. \quad (2)$$

Однако в ряде случаев требуется (обратная задача) по известному решению  $x(t)$  задачи Коши (1), (2) определить неизвестное воздействие  $v(t)$ . В рассматриваемом примере эта задача состоит в определении скорости размножения популяции и коэффициента внутривидовой конкуренции по информации о количестве особей при  $t \in T$ .

Далее рассматривается обратная задача для д.у. более общего вида

$$x'(t) = f_1(t, x) + f_2(t, x)v(t),$$

где  $f_1(\cdot)$  и  $f_2(\cdot)$  отображают  $T \subset \mathbb{R}^m$ , соответственно, в пространство  $\mathbb{R}^m$  и пространство матриц размерности  $m \times q$ . Функцию  $v(\cdot)$  назовем воздействием.

Эта задача относится к разряду некорректных. Последнее означает, что в общем случае ошибка, допускаемая при восстановлении воздействия, не обязательно стремится к нулю вместе с ошибкой измерения, т.к. оператор, ставящий  $x(\cdot)$  в соответствие  $v(\cdot)$ , вообще говоря, разрывен и зачастую многозначен.

Алгоритмы, позволяющие получать устойчивое приближение некорректной задачи, принято называть регуляризирующими. Пожалуй, самым популярным из них является метод сглаживающего функционала А.Н. Тихонова. Он состоит в том, что поиск устойчивого приближения сводится к задаче минимизации функционала специального вида в некотором пространстве функций. Проблема нахождения минимума функционала сама по себе является весьма сложной в силу бесконечномерности функционального пространства. Оригинальный подход к решению рассматриваемой задачи был применен Ю.С. Осиповым и А.В. Кряжимским [5]. Его суть состоит в использовании для стабилизации функционала Тихонова конструкции экстремального прицеливания, первоначально предложенной Н.Н. Красовским в теории позиционных дифференциальных игр [4].

Приведем упрощенную схему применения упомянутого алгоритма. Априори считаются известными:

а) выпуклый компакт  $Q$  из  $\mathbb{R}^q$ , которому для всех  $t \in T$  принадлежат значения  $v_*(t)$ , имеющего наименьшую норму в пространстве  $L_2(T, \mathbb{R}^q)$  среди всех воздействий  $v(t)$ , порождающих наблюдаемое движение;

б) положительные числа  $h, \alpha, \Delta, ((\theta - t_0) / \Delta = n \in \mathbb{N})$

в) узлы  $t_i (i \in \overline{0, n}; t_{i+1} - t_i = \Delta)$  разбиения промежутка  $T$ .

На каждом шаге алгоритма (на временном промежутке  $[t_i, t_{i+1})$ ) выполняются следующие действия:

1. В момент  $t_i$  поступает неточная (с ошибкой, не превышающей  $h$ ), информация  $\xi(t_i)$  о состоянии системы  $x(t_i)$ , т.е.

$$|\xi(t_i) - x(t_i)| \leq h,$$

(здесь  $|\cdot|$  – евклидова норма);

2. Определяется состояние системы – модели с начальным условием  $w(t_0) = \xi(t_0)$ , функционирующей на  $[t_i, t_{i+1})$  по правилу

$w(t) = w(t_i) + (f_1(t_i, \xi(t_i)) + f_2(t_i, \xi(t_i))u_i)(t - t_i)$ ,  
 где  $u_i$  – проекция на  $Q$  вектора  
 $1/\alpha f_2^T(t_i, \xi(t_i))(\xi(t_i) - w(t_i))$ .

Замечание 1

Кусочнопостоянная функция  $u(t) = u_i$  при  $[t_i, t_{i+1})$  рассматривается в качестве приближения воздействия  $v_*(t)$ .

Замечание 2

Если вычисление  $u_i$  требует выполнения конечного числа арифметических операций, то при достаточном быстродействии вычислительного устройства формирование приближения  $u(t)$  может быть осуществлено в темпе реального времени. Поэтому рассматриваемый метод получил название конечношагового динамического алгоритма (к.д.а).

Для описанного к.д.а справедлива

Теорема 1 [5]

Пусть при всех  $t \in T$   $x(t) \in X \subset R^m$  ( $X$  – компакт),  $f_i(t, x)$   $i = 1, 2$  на  $T \times X$  удовлетворяют условию Липшица по совокупности переменных, тогда при  $\alpha(h) \rightarrow 0, h/\alpha(h) \rightarrow 0, h \rightarrow 0$  к.д.а является регуляризирующим.

При реализации алгоритма немаловажным остается вопрос о точности восстанавливаемого возмущения.

Верхней (нижней) оценкой точности к.д.а назовем всякую функцию  $\mu(\cdot): [0, \infty) \rightarrow [0, \infty)$  такую, что при некотором  $h_0 > 0$  и всех  $h \in [0, h_0)$  выполняется

$$\sup_{x(\cdot) \in X} \sup_{\xi(\cdot)} \|w_*(\cdot) - u(\cdot)\|_L \leq (\geq) \mu(h).$$

Асимптотическим порядком точности к.д.а назовем число  $r > 0$ , если существует  $h_* > 0$  такое, что для всех  $h \in [0, h_*)$  и некоторых  $\lambda_1, \lambda_2 > 0$  функции  $\mu_1(h) = \lambda_1 h^r$  и  $\mu_2(h) = \lambda_2 h^r$  являются, соответственно, нижней и верхними оценками точностями данного к.д.а, т.е.

$$\mu_1(h) \leq \mu(h) \leq \mu_2(h).$$

Оценки точности упомянутого алгоритма были получены в работе [2], где дополнительно предполагалось, что  $f_2(\cdot)$  является матрицей полного ранга вдоль движения. В настоящей работе не требуется невырожденность  $f_2(\cdot)$  и не используется процедура проектирования на компакт  $Q$ , при этом получен асимптотический порядок точности в пространстве  $L_1(T)$  с более слабой нормой, которая, на наш взгляд, является более естественной для приложений.

Дополнительно предположим, что  $0 \in Q$  и подпространство собственных векторов ( $R(A(t, x(t)))$  матрицы  $A(t, x(t)) = f_2(t, x(t))f_2^T(t, x(t))$  постоянно. Поскольку ранг симметричной матрицы  $A(\cdot)$  (а, значит, и  $f_2(\cdot)$ ) равен размерности подпространства собственных векторов, то  $f_2(\cdot)$  является матрицей постоянного ранга, не обязательно полного. Последнее влечет неоднородность множества воздействий, порождающих движение  $x(\cdot)$ .

Для получения оценки точности формально рассмотрим действие к.д.а на расширенном временном промежутке  $[t_0 - \delta, \theta]$  полагая, что при  $t \in [t_0 - \delta, t_0)$   $v(t) \equiv 0$ , отображение  $f_1(t, x)$  постоянно и совпадает со своим значением в точке  $t_0$  ( $f_1(t, x) \equiv f_1(t_0, x_0)$ ). Эти условия при реализации к.д.а дают  $u(t) \equiv 0$  при  $t \in [t_0 - \delta, t_0)$ , поэтому при  $t \geq t_0$  результат действия на расширенном интервале полностью идентичен применению к.д.а на  $T$ .

Рассмотрим задачу Коши.

$$w_*'(t) = f_1(t, x(t)) + f_2(t, x(t))f_2^T(t, x(t))(x(t) - w_*(t)) / \alpha, w_*(t_0) = x_0 \quad (3)$$

и обозначим

$$u_*(t) = f_2^T(t, x(t))(x(t) - w_*(t)) / \alpha.$$

Решение задачи (3) записывается в виде

$$w_*(t) = Y(t, t_0) + \int_{t_0}^t Y(t, \tau) ((1/\alpha)A(\tau, x(\tau))x(\tau) + f_1(t, x(t))) d\tau, \quad (4)$$

здесь  $Y(t, \tau)$  является решением д.у.

$$Y'(t, \tau) = (1/\alpha)Y(t, \tau)A(\tau, x(\tau)) \quad (5)$$

с начальным условием

$$Y(t, t) = E \quad (6)$$

( $E$  – единичная матрица).

Применяя формулу интегрирования по частям к правой части (4), с учетом (6), получаем

$$w_*(t) = x(t) - \int_{t_0}^t Y(t, \tau) f_2(\tau, x(\tau)) v(\tau) d\tau$$

или

$$\frac{x(t) - w_*(t)}{\alpha} = \frac{1}{\alpha} \int_{t_0}^t Y(t, \tau) f_2(\tau, x(\tau)) v(\tau) d\tau. \quad (7)$$

В силу определения и свойств псевдообратной матрицы  $f_2^+(\cdot)$  [1] имеют место равенства

$$f_2^+(\cdot) = f_2(\cdot) f_2^+(\cdot) f_2(\cdot) = f_2(\cdot) f_2^T(\cdot) (f_2^T(\cdot))^+.$$

Поэтому (7) может быть записано следующим образом (8)

$$\frac{x(t) - w_*(t)}{\alpha} = \frac{1}{\alpha} \int_{t_0}^t Y(t, \tau) A(\tau, x(\tau)) (f_2^T(\tau, x(\tau)))^+ v(\tau) d\tau. \quad (8)$$

Рассмотрим  $P(\cdot)$ -матрицу – проектор векторов-строк на  $R(A(\cdot))$ . В связи с тем, что подпространство собственных векторов постоянно, то матрица-проектор также будет постоянной ( $P(t) \equiv P$ ).

Заметим, что матрица

$$Y_1(t, \tau) = Y(t, \tau)P$$

является решением д.у. (5) с начальным условием

$$Y_1(t, t) = Y(t, t)P. \quad (9)$$

Следовательно, равенство (8) может быть записано в виде

$$\frac{x(t) - w_*(t)}{\alpha} = \frac{1}{\alpha} \int_{t_0}^t Y_1(t, \tau) (f_2^T(\tau, x(\tau)))^+ v(\tau) d\tau. \quad (10)$$

Интеграл, стоящий в правой части (10), является многомерным аналогом сингулярного интеграла, т.е. оператором восстановления для  $(f_2^T(\cdot))^+ v(\cdot)$ . Сформулируем ряд лемм, доказательства которых естественным образом обобщают результаты, приведенные в нашей работе [3].

Лемма 1

Пусть  $R(A(\cdot))$  постоянно,  $Y_1(t, \tau)$  является решением д.у. (5) с начальным условием (9). Тогда при  $t \in T, \tau \in [t_0, t]$  существует положительное число  $\lambda$  такое, что имеет место оценка

$$\|Y_1(t, \tau)\| \leq m e^{-\lambda \frac{t-\tau}{\alpha}}.$$

Лемма 2

Пусть ранг матрицы  $f_2^T(t, x(t))$  постоянен,  $v(t)$  обладает ограниченной вариацией при

$$t \in [t_0 - \delta, \theta] \quad (\nabla v(\cdot) < \infty).$$

Тогда  $(f_2^T(t, x(t)))^+ v(t)$  – функция ограниченной вариации на  $T$ .

Лемма 3

Пусть выполнены условия лемм (1), (2),  $\alpha(h), h/\alpha(h), \alpha(h)/\delta(h)$  стремятся к нулю вместе с  $h, k \in N$ . Тогда существует  $h_1(k) > 0$  и положительные константы  $K_1, K_2$  такие, что для любых  $h \in [0, h_1(k)), t \in T$  справедлива оценка

$$|v_*(t) - u_*(t)| \leq K_1 \left( \frac{\alpha}{\lambda \delta} \right)^k + K_2 \overset{\theta}{\underset{t-\delta}{V}} (f_2^T(\cdot))^+ v(\cdot),$$

константы  $K_1, K_2$  выписываются конструктивно.

Лемма 4

Пусть  $\Delta = h, R(A(t, x))$  постоянно в некоторой окрестности точки  $(t, x(t))$  для всех  $t \in T$ . Тогда при  $t \in [t_i, t_{i+1})$  имеет место оценка

$$|u_*(t) - u(t)| \leq \frac{h}{\alpha} K_3,$$

константа  $K_3$  выписывается конструктивно.

Теорема 2

Пусть выполнены условия лемм (3), (4),  $\delta_1 = \lambda \delta$ . Тогда справедлива оценка

$$\|v_*(t) - u(t)\|_{L_1(T)} \leq \frac{h}{\alpha} K_3 (\theta - t_0) + K_1 \left( \frac{\alpha}{\delta_1} \right)^k (\theta - t_0) + \delta_1 \frac{K_2}{\lambda} \overset{\theta}{\underset{t_0}{V}} (f_2^T(\cdot))^+ v(\cdot). \quad (11)$$

Доказательство

В силу лемм 3 и 4 для  $t \in [t_i, t_{i+1})$  справедливо оценка

$$|v_*(t) - u(t)| \leq \frac{h}{\alpha} K_3 + K_1 \left( \frac{\alpha}{\delta_1} \right)^k + K_2 \overset{\theta}{\underset{t-\delta}{V}} (f_2^T(\cdot))^+ v(\cdot).$$

Так как

$$\int_{t_0}^{\theta} \overset{\theta}{\underset{t-\delta}{V}} v(\tau) d\tau \leq \delta \overset{\theta}{\underset{t_0}{V}} v(\cdot) = \frac{\delta_1}{\lambda} \overset{\theta}{\underset{t_0}{V}} v(\cdot),$$

то, переходя к норме в  $L_1(T)$ , получаем (11).

Замечание 3

Оптимизация по порядку правой части (11) реализуется при

$$\delta_1 = \alpha^{\frac{k}{k+1}}, \quad \alpha = h^{2k+1}.$$

Это означает, что порядок верхней оценки точности к.д.а при выборе достаточно большого значения  $k$  может быть сделан сколь угодно близким к 1/2, а этот порядок, как известно [3], не может быть улучшен.

### Библиографический список

1. Алберт, А. Регрессия, псевдоинверсия и рекуррентное оценивание / А. Альберт; перев. с англ. – М.: Наука, 1977. – 224 с.
2. Вдовин, А.Ю. О точности алгоритмов динамического восстановления возмущения / А.Ю. Вдовин. – Свердловск: ИММ УрОРАН, 1989. – С. 40.
3. Вдовин, А.Ю. Об асимптотической точности в  $L_1$  одного динамического алгоритма восстановления возмущения / А.Ю. Вдовин, А.В. Ким, С.С. Рублева // Труды ИММ. – Екатеринбург: УрО РАН, 2006. – Т. 12. – № 2. – С. 18–26.
4. Красовский, Н.Н. Управление динамической системой. Задача о минимуме гарантированного результата / Н.Н. Красовский. – М.: Наука, 1985. – 518 с.
5. Кряжимский, А.В. О моделировании управления в динамической системе / А.В. Кряжимский // Техн. Кибернетика, 1983. – № 2. – С. 51–60.

**Азаренок В.А., Усольцев В.А. ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛЕРОДА В ЛЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЯХ РОССИИ В СВЕТЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ ПО ПРОТОКОЛУ КИОТО.**

Приводятся результаты оценки фитомассы и углерода на территории России. Показаны закономерности распределения фитомассы и углерода по провинциальному и зональному градиентам. Намечены пути создания автоматизированной базы данных о запасах углерода в лесах России.

**Azarenok V.A., Usoltsev V.A. CARBON DISTRIBUTION ON RUSSIAN FOREST AREA AS RELATED TO KYOTO PROTOCOL OBLIGATIONS BY RUSSIA.**

Results of forest biomass and carbon estimating as well as regularities of their distribution according to provincial and zonal gradients are show. Some ways of designing a virtual database for Russia's forest carbon pool are proposed.

**Азаренок В.А. , Усольцев В.А. СИСТЕМА ТАКСАЦИОННЫХ ТАБЛИЦ ДЛЯ ПОДЕРЕВНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛЕРОДА В НАСАЖДЕНИЯХ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД УРАЛА И СИБИРИ.**

Впервые для Урало-Сибирского региона составлены таблицы для оценки запаса углерода в надземной фитомассе деревьев лиственницы, березы, сосны и ели по их диаметру и высоте ствола.

**Azarenok V.A., Usoltsev V.A. A SET OF STANDARD TABLES FOR ESTIMATING CARBON POOL IN TREES OF FOREST-FORMING SPECIES OF THE URAL AND SIBERIA.**

For the first time a set of standard tables for estimating carbon pool in aboveground biomass of Larix, Betula, Pinus and Picea trees using their stem height and diameter at breast height is compiled.

**Астафьева О.М. ВЛИЯНИЕ ИНТЕНСИВНОСТИ РУБОК УХОДА НА ЛЕСОВОДСТВЕННО-ТАКСАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ СОСНЯКОВ ИСКУССТВЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ЗОНАХ ПОРАЖЕНИЯ АЭРОПРОМВЫБРОСАМИ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ.**

Изучение лесоводственной эффективности рубок ухода в сосновых насаждениях Среднего Урала, подверженных воздействию промышленных поллютантов.

**Astafieva O.M. INFLUENCE OF INTENSIVITY OF IMPROVEMENT CUTTING UPON SILVICULTURAL AND APPVAISING INDECES OF ARTIFICIAL OVIGIN PINE FORESTS IN VARIOAS ZONES OF DAMAGE BY POLLUTANTS IN THE MIDDLE URALS.**

The study of silvicultural efficiency of improvement cutting in pine forests exposed to harmful influence by industrial pollutants in the Middle Urals.

**Абрамов В.П., Торопов С.В. ЛЕСОПОЖАРНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ЮГА ТЮМЕНСКОЙ ОБЛАСТИ.**

Проведен анализ горимости лесов пяти лесхозов управления лесами Тюменской области за 20-летний период. На основании выполненных работ предложен вариант лесопожарного районирования на площади 1199,7 тыс. га.

**Abramov V.P., Toropov S.V. FOREST FIRE ZONING IN THE SOUTH OF TUYMEN OBLAST'.**

There has been performed a firing analysis on the territory of five forestries of Tuymen oblast' forest department for a 20-year period. On the basis of work executed, a variant of forest fire zoning on the area of 1199.7 thousand hectares has been suggested.



**Аткина Л.И., Агафонова Г.В., Агафонова А.Л., Осипов И.В. САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫЕ ЗОНЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ ЕКАТЕРИНБУРГА И ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИПЫ МЕЛКОЛИСТНОЙ ДЛЯ ИХ ОЗЕЛЕНЕНИЯ.**

На территории Екатеринбурга выделено 80 объектов, имеющих СЗЗ. Приведены данные распределения СЗЗ по районам. Изучена зависимость санитарного состояния липы мелколистной от экологических и агротехнических условий на улицах Уралмаша. Установлена также зависимость санитарного состояния насаждений липы от неблагоприятного сочетания этих факторов.

**Atkina L.I., Agafonova G.V., Agafonova A.L., Osipov I.V. EKATERINBURG INDUSTRY OBJECTS' SANITARY PROTECTION ZONES AND TILIA CORDATA MILL USE EXPERIENCE FOR THEIR GREENERY PLANTING.**

There are 80 industry objects with sanitary protection zones on the territory of Ekaterinburg. There have been produced data of sanitary protection zones by districts. There has been studied *Tilia cordata* Mill's sanitary state in connection with environmental and agro-technical conditions in the streets of Uralmash district. There has been determined lime plantation's sanitary state dependence on negative combination of these factors.

**Аткина Л.И., Фролова Т.И., Вишнякова С.В. ХАРАКТЕРИСТИКА ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ СИБИРСКОЙ В УСЛОВИЯХ УЛИЧНЫХ ПОСАДОК ЕКАТЕРИНБУРГА.**

Комплексная характеристика деревьев ели сибирской, различных морфологических форм, использованных в озеленении магистралей Екатеринбурга.

**Atkina L.I., Frolova T.I., Vishnyakova S.V. DESCRIPTION OF PICEA OBOVATA IN THE CONDITIONS OF STREET PLANTING IN THE CITY OF EKATERINBURG.**

A combined description of *Picea Obovata*, various morphological forms used in highways planting the city of Ekaterinburg has been presented.

**Годовалов Г.А. Нагимов З.Я. Шинелев Д.М. ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ ЕЛИ В СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ.**

Приведенные материалы, дающие достаточно полное представление о распределении площадей еловых культур по лесорастительным округам, группам типов леса, классам возраста и составу древостоев, могут служить исходной базы для планирования и проведения научных исследований и лесохозяйственных мероприятий в культуруценозах ели на территории Свердловской области.

**Godovalov G.A., Nagimov Z.Y., Shinelyov D.M. FOREST FIR CULTURES IN SVERDLOVSK OBLAST'.**

The materials demonstrated, has given a rather complete idea of fir cultures areas' distribution according to forest vegetation circles, types of forest groups, age groups and tree stands composition and may form an starting basis for planning and carrying out scientific research and forestry measures in fir culturecenose on the territory of Sverdlovsk oblast'.

**Залесов С.В., Бачурина А.В. ИЗМЕНЕНИЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ АЭРОПРОМВЫБРОСОВ.**

Проведено исследование по определению влияния промышленных поллютантов ЗАО «Карабашмедь» на морфометрические показатели хвои 15-летнего подростка сосны обыкновенной. Экспериментально установлено изменение этих показателей с удалением постоянных пробных площадей от источника загрязнения.

**Zalesov S.V., Bachurina A.V. PINUS SILVESTRIS L. NEEDLES MORPHOMETRIC DATA CHANGES IN THE CONDITIONS OF AIR AND INDUSTRIAL POLLUTION.**

There has been carried out an investigation to determine influence of industrial pollutants of closed joint-stock company «Karabashmed'» on morphometric parameters of needles of 15-year old *Pinus silvestris*

L. undergrowth. There have been experimentally demonstrated changes of these parameters depending on moving off permanent study areas from that of pollution source.

**Кожевников А.П., Тишкина Е.А. СТРАТЕГИЯ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ JUNIPERUS COMMUNIS L. В ЕСТЕСТВЕННЫХ И НАРУШЕННЫХ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЮЖНОГО УРАЛА.**

При исследовании локальных популяций (разрозненных инвазионных группировок) можжевельника обыкновенного (*Juniperus communis* L.) в Башкирском, Южно-Уральском заповедниках республики Башкортостан и в Катав-Ивановском лесхозе Челябинской области была использована методика сравнения формы и величины хвоинок. Плодоносящие и не вступившие в плодоношение фрагменты популяций можжевельника сравнивались в зависимости от географического происхождения, характеристики местообитания, наличия или отсутствия антропогенных нагрузок на лесные экосистемы.

**Kozhevnikov A.P., Tishkina E.A. STRATEGY AND BIOLOGICAL FEATURES OF JUNIPERUS COMMUNIS L. IN NATURAL AND DISTURBED FOREST ECO-SYSTEMS OF THE SOUTHERN URALS.**

At local populations (separate invasive groups) research of *Juniperus Communis* L. in the Bashkir and Southern-Urals reservations of the republic of Bashkortostan and in Katav-Ivanovsky forestry of Chelyabinsk oblast', there has been used a technique of needles' form and size comparison. Fruiting and non-fruited *Juniperus Communis* L. population pieces have been compared depending on geographical origin, locality characteristic, availability or absence of anthropogenic influence in the forest ecosystems.

**Ковалев Р.Н., Прешкин Г.А. О СТРАТЕГИИ УСТОЙЧИВОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ НА УРАЛЕ.**

Статья посвящена вопросам формирования ключевых позиций конституциональной и эколого-экономической лесной политики при практической оценке лесных земель с использованием нормативов экономической оценки лесных благ для практического использования в менеджменте, лесном инновационном и экспортном бизнесе, а также в учебном процессе высшего профессионального образования.

**Kovalev R.N., Preshkin G.A. ABOUT STRATEGY OF SUSTAIN FOREST MANAGEMENT IN THE URAL.**

Article is dedicated to questions of forming the key items of constitutional and ecological– economic forest policy with the practical estimation of the forest lands with the use of norms of the economic estimation of forest products for the practical use in the management, the forest innovation and export business, and also in the training process of the highest vocational education.

**Корольков Д.Е., Ицков Д.Н. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОДСОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА В РАЗЛИЧНЫХ РЕГИОНАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ.**

На основе данных статистической отчетности за период с 1971 по 1990 гг. предпринята попытка проанализировать технико-экономические показатели подсочного производства по лесоэкономическим районам. Анализ показывает, что ухудшение сырьевой базы подсочки не привело к снижению выхода живицы на карру и 1 га подсачиваемых сосняков. Делается вывод о целесообразности восстановления подсочного производства.

**Korolkov D.E., Itskov D.N. TAPPING TECHNICAL AND ECONOMIC INDICES IN DIFFERENT REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION.**

On the basis of statistical accounting data for the period 1971 to 1990, there has been made an attempt to analyze tapping technical and economic indices in different forest areas. On the basis of factual data, it has

been proved that worsening of tapping raw materials sources has not brought to decrease of turpentine yield per streak and a hectare in tapping pine forests. As a result a conclusion of tapping renewal expediency has been drawn.

**Луганский Н.А., Шипицина О.В. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ИСКУССТВЕННЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ ДРЕВОСТОЕВ.**

Дана оценка запасов древесины после естественного и искусственного лесовосстановления. Подчеркивается неопределенность и отсутствие единого мнения о данной проблеме в литературных источниках. Сопоставлены результаты наблюдений с данными других исследователей.

**Lougansky N.A., Shipitsyna O.V. COMPARATIVE PRODUCTIVITY OF ARTIFICIAL AND NATURAL FOREST STANDS.**

Wood stocks estimation after natural and artificial reforestation has been made. There has been emphasized the uncertainty and the absence of agreement on this problem in the references. Supervision results have been compared with those of other researchers' data.

**Морозов А.Е., Залесов С.В., Капралов А.В., Винокуров М.В., Лобанов В.И., Решетников В.Г. ПРОБЛЕМЫ РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ ПРИ НЕФТЕГАЗОРАЗВЕДКЕ.**

Ужесточение природоохранного законодательства выдвигает повышенные требования к проведению рекультивационных работ на нарушенных при природопользовании землях. В работе даны рекомендации нефтегазодобывающим предприятиям Западной Сибири по повышению эффективности рекультивационных работ на буровых площадках.

**Morosov A.E., Zalesov S.V., Kapralov A.V., Vinokurov M.V., Lobanov V.I., Reshetnikov V.G. DISTURBED SOIL (WHEN OIL AND GAS EXTRACTING) RECU LTIV ATION PROBLEMS.**

Nature protection legislation reinforcement reinforcement has set forward an increased demand for recultivation measures carrying out on the disturbed (when oil and gas extracting) soil. Recommendations to oil-extracting Western Siberian enterprises on recultivation measures efficiency increase on the oil-well drilling grounds have been given.

**Нагимов З.Я., Артемьева И.Н., Нагимов В.З. МАССА И РАЗМЕРЫ ШИШЕК СОСНЫ В ЛИШАЙНИКОВОМ ТИПЕ ЛЕСА В УСЛОВИЯХ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА.**

Приведены статистические показатели распределения шишек по диаметру и длине. Отмечена резкая дифференциация деревьев по количеству и массе шишек. В исследуемых древостоях формируются более мелкие шишки, чем в сосняках южных и западных районов страны.

**Nagimov Z.Y., Artemyeva I.N., Nagimov V.Z. WEIGHT AND SIZE OF SCOTS PINE CONES IN LICHEN TYPE OF FOREST ON THE TERRITORY OF KHANTY-MANSI AUTONOMOUS AREA.**

There have been produced statistical indices of cones distribution by diameter and length. There has been recorded a sharp trees' differentiation by number and weight of cones. In the forest stands under study cones are smaller than those in the pine forests of southern and western parts of our country.

**Нагимов З.Я., Моисеев П.А., Бартыш А.А., Рахманов И.В., Григорьев А.А. СТРУКТУРА И ФИТОМАССА БЕРЕЗОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ВЕРХНЕЙ ГРАНИЦЕ ЛЕСА В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО УРАЛА.**

Различия в возрастной структуре березовых древостоев на разных высотах г. Конжаковский Камень указывают на то, что верхняя граница островных мелколесий поднялась на

80–100 м высоты с конца XIX в. от нижней к верхней части подгольцового пояса. Средние высота, диаметр и возраст *Betula tortuosa* Ledeb уменьшаются, соответственно, в 1,5, 2,4 и 2,1 раза. При этом наблюдается закономерное изменение как абсолютных значений фракций фитомассы (общая фитомасса уменьшается с 59,5 до 3,0 т/га), так и соотношений их между собой (доля листьев увеличивается с 3 до 7 %).

**Nagimov Z.Y., Moiseev P.A., Bartysh A.A., Rakhmanov I.V., Grigoriyev A.A. STRUCTURE AND PHYTO-MASS OF TOP TREE-LINE BIRCH STANDS IN THE CONDITIONS OF THE NORTH URALS.**

Age structure differences of birch stands at different altitudes of Mt. Konzhakovsky Kamen' point out that the upper limit of patch low forests has shifted 80–100 m since the end of the XIX century. From low to the upper part of tree-line ecotone average height, diameter and age of *Betula tortuosa* Ledeb have decreased 1.5, 2.4 and 2.1 times accordingly. At the same time there have been studied gradual (appropriate) changes both in absolute biomass (phyto-mass) fractions values (total biomass has decreased from 59.5 to 3 t/ha) and in their ratio with each other (leaves proportion has increased from 3 to 7 %).

**Павлов А.Н., Карташова Т.Ю., Середкин В.И., Матросов А.А., Демчук А.Ю. САНИТАРНОЕ СОСТОЯНИЕ КЕДРОВНИКОВ ПРИРОДНОГО ПАРКА «САМАРОВСКИЙ ЧУГАС» И ПУТИ ЕГО УЛУЧШЕНИЯ.**

На основании проведенных натурных обследований и анализа литературных материалов предпринята попытка установления причин повышенного отпада деревьев в ПП «Самаровский чугас» и предложены пути улучшения санитарного состояния насаждений и повышения их устойчивости.

**Pavlov A.N., Kartashova T.Y., Seryodkin V.I., Matrossov A.A., Demchuyk A.Y. SANITARY STATE OF CEDAR FORESTS IN THE NATURAL PARK "SAMAROVSKIY TCHUGAS" AND WAYS OF ITS IMPROVEMENT.**

On the basis of field observation performed and the analysis of special literature, there have been made an attempt to determine the reasons for increased fall off the trees in the natural park "Samarovskiy tchugas". There have been suggested the ways of planting's sanitary state improvement and increase of their vitality.

**Соловьев В.М., Орехова О.Н., Соловьев М.В. РОСТ И ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ В КУЛЬТУРАХ В ПЕРИОД ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ.**

Рассматривается влияние на рост и дифференциацию сеянцев ели возраста и эколого-ценотических факторов.

**Soloviyov V.M., Orekhova, O.N., Soloviyov M.V. GROWTH AND DIFFERENTIATION OF SPRUCE SEEDLINGS IN CULTIVATION CONDITION DURING THE PERIOD OF INDIVIDUAL DEVELOPMENT.**

There has been considered an influence of age and ecological factors on growth and differentiation of spruce seedlings.

**Соловьев В.М., Шарафисламов Д.Ф. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И РОСТА ХВОЙНЫХ МОЛОДНЯКОВ ЛЕСОСТЕПНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ.**

Рассматриваются особенности роста и дифференциации деревьев в сосновых молодняках, отличающихся происхождением и условиями местопроизрастания.

**Soloviyov V.M., Sharafislamov D.F. PECULIARITIES OF CONIFEROUS SAPLINGS' STRUCTURE AND GROWTH IN THE PRE-URAL FOREST-STEPPE.**

There have been considered peculiarities of growth and differentiation of trees in pine saplings distinguished by an origin and place of vegetation conditions.

**Ставишенко И.В. ПАЗАРИТИЧЕСКИЕ И ПОЛУПАЗАРИТИЧЕСКИЕ БАЗИДИАЛЬНЫЕ ГРИБЫ ПРИРОДНОГО ПАРКА «САМАРОВСКИЙ ЧУГАС».**

В результате микологических исследований на территории природного парка «Самаровский Чугас» выявлено 23 вида ксилотрофных базидиальных грибов, развивающихся на живых деревьях. Определены группы факультативных сапротрофов, начинающих развитие в древесине живых деревьев, и факультативных паразитов, обычно развивающихся на отпаде, но способных к росту на живых деревьях. Для каждого вида описаны древесные растения-хозяева и характер вызываемых повреждений.

**Stavishenko I.V. PARASITIC AND HEMI-PARASITIC BASIDIOMYCETES IN THE NATIONAL PARK "SAMAROVSKY CHUGAS".**

Following the mycological research on the territory of the national park "Samarovsky Chugas", there have been discovered 23 species of xylophilic basidiomycetes, germinating on live trees. There have been determined groups of facultative saprotrophic species attacking live trees and facultative saprotrophic species usually germinating in dead wood but also able to grow in live trees. For each species there have been described host-trees and characteristic of the damage they caused.

**Теринев Н.Н., Магасумова А.Г., Папст А.Н. СОСТОЯНИЕ И ДИНАМИКА РОСТА СОСНОВОГО ПОДРОСТА НА ЛЕСОСЕКЕ КАЙМОВОЙ РУБКИ.**

В работе проанализированы материалы исследования по состоянию и росту соснового подростка в высоту и по диаметру за 15 лет на участках каймовой рубки разной интенсивности. Приведены значения этих показателей для различных категорий санитарного состояния деревьев на период проведения исследований. Установлена тесная прямолинейная достоверная связь интенсивности рубки с общим приростом подростка в высоту и по диаметру, а также ее отсутствие между высотой подростка до рубки и темпом его дальнейшего роста.

**Terinov N.N., Magassumova A.G., Papst A.N. CONDITION AND GROWTH DYNAMICS OF THE YOUNG PINE TREES ON THE BORDER CUTTING FELLING AREA.**

There have been analyzed in this article research data on young pine trees condition and growth in height and on diameter for the last 15 years on the border cutting sites of different intensity. These parameters for various categories of trees' sanitary state for the research period have been produced. There has been established a close straight certain connection between cutting intensity and young pine trees' gross growth in height and on diameter and its absence between height of young trees before cutting and its further growth rate.

**Толкач О.В. ВЛИЯНИЕ ЗАПАСНЫХ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ВОДОПРОВОДЯЩИХ ПУТЕЙ У БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ (BETULA PENDULA ROTH).**

Выдвинута гипотеза, о том, что на формирование годичного кольца влияет весеннее блокирование сосудов части ксилемы продуктами преобразования сахаров.

**Tolkatch O.V. INFLUENCE OF RESERVE NUTRIENTS ON FORMATION OF WATER FEEDING WAYS OF BETULA PENDULA ROTH.**

The hypothesis has been put forward that forming of an annual ring is influenced by spring vessels blocking of the part of xylem with sugars transformation products.

**Чижев Б.Е., Аткина Л.И., Агафонов Е.Ю., Сулова Н.Г. ИСПЫТАНИЕ ТРАВΟΣМЕСЕЙ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗОЛОТВАЛА В г. ТЮМЕНИ.**

Статья посвящена обработке результатов опыта по закладке культурного травяного покрытия на золоотвале в городе Тюмени. Установлено, что на данной территории возможно создание культур-

ного травяного покрытия. Приведены показатели лучших травосмесей. Рекомендуется продолжение опыта в течение 3–5 лет.

**Chizhov B.E., Atkina L.I., Agafonov E.Y., Susslova N.G. MIXED GRASS CROP TEST FOR ASH DUMP RECULTIVATION IN THE TOWN OF TUYMEN.**

This article deals with the analysis of experiments on culturdendrocenoses laying on the territory of ash dump in Tuymen. It has been ascertained that it is possible to lay culturdendrocenoses on this very territory. Indices of the best mixed grass crop have been presented. It has been suggested to prolong this experiment for 3–5 years.

**Чиндяев А.С., Горяева А.В., Парфентьева О.Н. ТРАНСФОРМАЦИЯ ТОРФЯНОЙ ЗАЛЕЖИ И ДРЕВЕСНОГО ЯРУСА ЕЛОВЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ 30-ЛЕТНЕГО ПЕРИОДА ОСУШЕНИЯ.**

Приведены данные о величине осадки низинного торфа в результате осушения, а также трансформации древесного яруса лесоболотного биогеоценоза.

**Chindyayev A.S., Goryaeva A.V., Parfent'eva O.N. TRANSFORMATION OF PEATY DEPOSIT AND ARBOREAL LAYER OF FIR BIOGEOCENOSE UNDER THE INFLUENCE OF 30-YEAR BOG RECLAMATION PERIOD.**

There have been produced data of valley peat sinkage value as a result of bog reclamation, and also of transformation of arboreal layer of forest and bog biogeocenose.

**Швалева Н.П., Залесов С.В. АНАЛИЗ ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ И НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ЖИВОГО НАПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ.**

На основании материалов 12 постоянных пробных площадей установлено влияние степени рекреационного воздействия на видовое разнообразие и надземную фитомассу живого напочвенного сосновых древостоев ягодникового и разнотравного типов леса в условиях лесопарков Екатеринбурга.

**Shvalyova N.P., Zalesov S.V. ANALYSIS OF SPECIES DIVERSITY AND OVER-GROUND PHYTOMASS LIVE GROUND COVER DEPENDING ON REKREATION INFLUENCE DEGREE.**

On the basis of material from 12 permanent study areas there has been determined the effect of recreation influence degree on species diversity and over-ground phytomass live ground cover of piny stands of baccate and motley grass types of forest in the amenity forest of Ekaterinburg city.

**Шебалова Н.М., Залесов С.В. ЛЕСНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ЗОН СИЛЬНОГО АЭРОТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ.**

Установлено, что длительное аэротехногенное загрязнение лесных экосистем ухудшает лесорастительные свойства почв и снижает устойчивость растительности к промышленным эмиссиям.

**Shebalova N.M., Zalesov S.V. FOREST ECOSYSTEMS IN THE ZONES OF SEVERE INDUSTRIAL POLLUTION.**

It has been determined that continuous industrial pollution forest ecosystems pollution worsens vegetative quality of soils and decreases plants resistance to industrial emissions.

**Шевелина И.В., Коростелев И.Ф., Нагимов З.Я. ИСТОРИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И УСТРОЙСТВА ЛЕСОПАРКОВ ЕКАТЕРИНБУРГА.**

Приведена история образования и устройства лесопарков Екатеринбурга.

**Shevellina I.V., Korostelyov I.F., Nagimov Z.Y. HISTORY OF ESTABLISHMENT AND STRUCTURE OF FOREST PARKS IN THE CITY OF EKATERINBURG.**

History of establishment and structure of forest parks in the city of Ekaterinburg have been presented.

**Эбель Е.И., Эбель А.В., Пульников А.П., Залесова Е.С. ВЛИЯНИЕ РУБОК УХОДА НА ОТПАД В СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ.**

На основании исследования 5 постоянных пробных площадей, включающих 28 секций, пройденных 58 лет назад рубками ухода, установлено влияние интенсивности изреживания на количественные показатели отпада. Отмечается, что минимальным отпадом характеризуются сосновые древостои, пройденные рубками ухода интенсивностью 30 % по запасу.

**Ebel E.I., Ebel A.V., Pul'nikov A.P., Zalesova E.S. CLEANING CUTTING INFLUENCE ON FALL OFF THE TREES IN PINY STANDS.**

On the basis of data from 5 permanent study areas, including 28 sections experienced 58 years ago, there has been determined thinning intensity influence on fall off the threes quantitative measures. It is noted that minimal falls off trees occur in piny stands where cleaning cutting with the intensity of 30 % of resource is carried out.

**Булдаков С.И., Бугров С.В. ХРИЗОТОП: ПУТЬ К СОВЕРШЕНСТВУ ЩЕБЕНОЧНО-МАСТИЧНЫХ АСФАЛЬТОБЕТОНОВ.**

В статье описаны преимущества щебеночно-мастичных асфальтобетонов. Положительные особенности стабилизирующей добавки для щебеночно-мастичного асфальтобетона на основе хризотилового волокна.

**Buldakov S.I., Bugrov S.V. CHRYZOTOP: THE WAY TO PERFECTION STONE-MASTIC ASPHALT.**

In clause advantages stone-mastic asphalt are described. Positive features of the stabilizing additive for stone-mastic asphalt on the basis of chryzotyle fibres.

**Булдаков С.И., Дедюхин А.Ю. ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА АСБЕСТА ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.**

В статье рассмотрены пути повышения качества и долговечности асфальтобетонных покрытий путем применения отходов производства асбеста с последующим армированием волокнами хризотил-асбеста, что приводит к увеличению срока службы покрытия 2–3 раза.

**Buldakov S.I., Dedjuhin A.J. PROSPECTS AND PROBLEMS OF USE OF PRODUCTION WASTES OF ASBESTOS FOR ROAD BUILDING.**

In article ways of improvement of quality and durability asphalt-concrete coverings by application of production wastes of asbestos with the subsequent reinforcing by hrizotil-asbestos fibres are considered. That 2-3 times lead to increase in service life of a covering.

**Добрачев А.А. Раевская Л.Т. Швец А.В. ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕМАТИКИ РАБОТЫ ЗВЕНЬЕВ МАНИПУЛЯТОРА В ОБОБЩЕННОМ ВИДЕ.**

Рассмотрены общие законы движения захвата манипулятора в координатной системе для различных схем сочетаний узлов механизма, определены скорости и ускорения рабочих органов с целью сравнения их абсолютных значений.

**Dobrachyov A.A., Rayevskaya L.T., Shvets A.V. RESEARCH OF KINEMATICS OF MANIPULATOR LINKS' WORK IN GENERALIZED ASPECTS.**

There gave been considered general rules of manipulator jaw movements in coordinate system for various schemes of mechanism companionship of knots. There have been determined speed and acceleration of working bodies with the aim of their absolute value comparison.

**Ежова М.Г., Иматова И.А., Капралов А.В., Иматова Н.А. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ ЛЕСНЫХ ЗАЩИТНЫХ ПОЛОС.**

Приведены экономические расчеты создания лесных защитных полос вдоль автомобильных дорог, рассчитан экономический ущерб от загрязнения окружающей природной среды выбросами автомобильного транспорта на территориях различных типов.

**Yezhova M.G., Imatova I.A., Kapralov A.V., Imatova N.A. ECONOMIC ASPECTS OF FOREST SHELTER BELTS' CREATION.**

There have been produced economic calculations on forest shelter belts' creation along motor roads. There has been calculated economic damage of natural environment pollution by motor transport exhausts on the territories of various types.

**Кручинин И.Н., Ежова М.Г., Кручинин С.И. ОЦЕНКА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ЗИМНЕГО СОДЕРЖАНИЯ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В УСЛОВИЯХ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ.**

Статья посвящена экономическому анализу вариантов зимнего содержания лесовозных автомобильных дорог для условий Свердловской области.

**Krouchinin I.N., Yezhova M.G., Krouchinin S.I. ESTIMATION OF INNOVATION TECHNOLOGIES OF LOGGING MOTOR ROADS' WINTER MAINTENANCE IN SVERDLOVSK REGION.**

This article deals with economic analysis of variants of innovation technologies of logging motor roads' winter maintenance in Sverdlovsk region.

**Петелина О.А., Маслов О.Г. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ РАЗРАБОТКИ ПАСЕК СИСТЕМОЙ МАШИН «ХАРВЕСТЕР – ФОРВАРДЕР».**

Приведены сравнение и выбор наиболее оптимальных технологических схем работы системы машин «харвестер – форвардер» в конкретных производственных условиях

**Petelina O.A., Maslov O.G. FLOW SHEET OF APIARIES DEVELOPMENT BY THE SYSTEM OF MACHINES "HARVESTER-FORWARDER".**

There have been performed a comparison and made a choice of the most optimal working process flow sheet of the system of machines "Harvester-Forwarder" in particular working environment.

**Щелоков Я.М., Мехренцев А.В. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ БАРЬЕРЫ РЕГИОНАЛЬНОГО ЛЕСОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА.**

Статья содержит характеристику энергетических показателей работы лесопромышленного комплекса. Выполнен анализ показателей энергоэффективности с использованием методов интегрального энергетического менеджмента. Сформулирована цель функционирования системы энергетического менеджмента. На основе сравнения с показателями энергоэффективности в развитых странах определены энергетические условия устойчивого развития экономики.

**Schyolokov Y.M., Mekhrentsev A.V. REGIONAL TIMBER INDUSTRY COMPLEX' ENERGY BARRIERS.**

This article gives the description of timber industry work's energy data. There has been carried out an analysis of energy efficiency indices using integral energy management methods. There has been formulated the aim of energy management system functioning. On the basis of comparison with energy efficiency indices in the developed countries, there have been determined energy conditions for sustainable economy development.



### **Агеев М.А. ПАРАМЕТР РАСТВОРИМОСТИ – КРИТЕРИЙ НАБУХАЕМОСТИ ВТОРИЧНОГО ВОЛОКНА ПРИ УВЛАЖНЕНИИ.**

С использованием представления о целлюлозе как о природном полимере объясняется явление «необратимого орогования» целлюлозного материала. «Необратимое орогование» приводит к снижению бумагообразующих свойств при повторном использовании макулатуры для производства бумаги. Возможности повторного роспуска макулатуры с получением хороших бумагообразующих свойств объясняются на основе теории растворения полимеров Флори и Хаггинса с использованием параметра растворимости.

### **Ageev M.A. SOLUBILITY PARAMETER IS A CRITERION OF SECONDARY FIBRE WATER ABSORPTION AT HUMIDIFYING.**

Using our notions of cellulose as a natural polymer, it is quite possible to explain a phenomenon of “irreversible cornification” of cellulose material. “Irreversible cornification” results in the decrease of paper-making properties at waste paper reuse for paper-making. Opportunities of second waste paper dissolution with getting good paper-making properties have been explained on the basis of Flory-Huggins theory of polymers’ dissolution, using solubility parameter.

### **Агеев М.А., Глузман В.Л. ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ КВАЛИМЕТРИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ УПАКОВОЧНЫХ ВИДОВ БУМАГИ.**

Производство бумаги – чрезвычайно сложный и трудоемкий процесс, включающий значительное количество операций. Каждая операция насчитывает колоссальное количество факторов, влияющих на качество бумажного полотна. В работе сделана попытка на основе квалиметрических представлений выявить наиболее часто встречающиеся дефекты при производстве мешочной бумаги, недостатки при изготовлении бумаги, установить причинно-следственные связи дефектов и влияющих на них факторов, дать рекомендации по их устранению.

### **Ageev M.A., Gluzman V.L. CAUSE-AND-EFFECT ANALYSIS OF RESULTS OF PACKING PAPER QUALITY ESTIMATION.**

Paper production is an extremely complicated and labour-intensive process, including a considerable amount of operations. Each operation has got a great number of factors, influencing huckaback quality. There has been made an attempt in this work to reveal, taking into consideration quality conception, the most frequently occurred defects while bag paper production, and drawbacks while paper production, to determine cause-and-effect connection of defects and factors influencing them. There have been presented recommendations to eliminate them.

### **Ветошкин Ю.И., Яцун И.В., Мяслицин А.В. О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ «ФАНОТРЕН» И «ПЛИТОТРЕН» НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСИНЫ В КАЧЕСТВЕ ЗАЩИТНЫХ ДЛЯ МЕДИЦИНСКИХ РЕНТГЕНКАБИНЕТОВ.**

В статье представлена информация о возможности использования древесины в качестве основы для создания композиционных рентгенозащитных материалов. Разработанные материалы обладают оригинальными конструктивно-декоративными особенностями, позволяют использовать отходы деревообработки, могут широко применяться при оборудовании рентгеновских кабинетов как защитные материалы для обшивки стен, полов, потолков, а также изготовления ширм, дверных блоков и т.д.

### **Vetoshkin Y.I., Yatsun I.V., Myalitsyn A.V. ON THE POSSIBILITY TO APPLY WOOD BASED COMPOSITE MATERIALS “FANOTREN” AND “PLITOTREN” AS PROTECTIVE ONES IN MEDICAL X-RAY ROOMS.**

There has been produced in this article the information of the possibility to use wood as a basis to create composite X-ray protective materials. The materials developed possess the exclusive construction and decoration characteristics; they allow utilizing woodworking waste products; they can be extensively used in X-ray rooms equipping as protective materials for walls paneling, floor and ceiling covering as well as for screens, door units manufacturing, etc.

**Воробьева Е.В. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ТОНКОМЕРНО-КОРОТКОМЕРНОГО СЫРЬЯ НА ПИЛОПРОДУКЦИЮ.**

Рассмотрены общие вопросы выбора головного технологического оборудования для производства пилопродукции из тонкомерно-короткомерного сырья с учетом природно-производственных факторов работы лесозаготовительного предприятия.

**Vorobyova E.V. EQUIPMENT FOR FINE-AND-SHORT RAW MATERIAL PROCESSING INTO SAWN GOODS.**

There have been considered general questions of making the choice of the main manufacturing equipment to produce sawn goods from fine-and-short raw material taking into consideration natural-and-production factors of logging enterprise work.

**Вураско А.В. РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ПОДГОТОВКИ, ХРАНЕНИЯ И ВВОДА АНТРАХИНОНА В ВАРОЧНЫЙ ПРОЦЕСС.**

С учетом топахимических особенностей растительного сырья и гомогенно-гетерогенного характера каталитического процесса разработана технологическая схема подготовки, подачи и хранения катализатора делигнификации древесины в варочный процесс. Предложенный способ подготовки повышает реологические и седиментационные характеристики, каталитическую эффективность антрахинона.

**Vurasko A.V. ELABORATION OF SCHEME OF ANTHRAQUINONE PREPARATION, STORAGE AND INPUT IN COOKING PROCESS.**

Taking into consideration topo-chemical features of vegetative raw materials and homogeneous-and-heterogeneous nature of catalytic process, there has been developed a technological scheme of preparation, storage and input of wood delignification catalyst in a cooking process. The way of preparation offered impulses the increase of rheological and sediment characteristics, anthraquinone catalytic efficiency.

**Дрикер Б.Н., Вураско А.В., Галимова А.Р. ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ОКИСЛИТЕЛЬНО-ОРГАНСОЛЬВЕНТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ НЕДРЕВЕСНОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ.**

Изучены свойства целлюлозы из однолетних растений и даны рекомендации по ее дальнейшему применению в различных отраслях промышленности.

**Driker B.N., Vurasko A.V., Galimova A.R. RECEPTION AND PROPERTIES OXIDATION-ORGANOSOLVENT OF CELLULOSE FROM AGRICULTURAL CULTURES.**

Properties of cellulose from agricultural cultures are studied and recommendations about its further application in various industries are given.

**Левинский Ю.Б., Левинская Г.Н., Агафонова Р.И. ВЛИЯНИЕ СТРУКТУРНО-АНАТОМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ НА ПОДБОР КЛЕЕНЫХ БАЛОК.**

Предложенные в статье рекомендации по раскрою сортиментов позволяют достичь предельно рационального комплектования пакетов заготовок для склеивания в зависимости от направленности волокон древесины, прочностных и качественных характеристик древесного материала.

**Levinsky Y.B., Levinskaya G.N., Agafonova R.I. INFLUENCE OF WOOD STRUCTURAL-AND-ANATOMIC PROPERTIES ON GLUED BEAMS.**

There have been suggested in this article the recommendations on assortment cutting allowing to reach optimal rational consolidation of packages of half-finished product for agglutination depending on grain direction, wood durability and quality characteristics.

**Петров Л.А., Юрьев Ю.Л., Гиндулин И.К., Еранкин С.В. СВОЙСТВА ДРЕВЕСНОГО ОКИСЛЕННОГО УГЛЯ.**

Рассмотрены сорбционные свойства древесного окисленного угля, полученного обработкой активного угля марки БАУ-А горячим воздухом, по отношению к катионам железа и цинка. Экспериментально получены данные о возможности применения древесного окисленного угля как катионообменника.

**Petrov L.A., Youriyev Y.L., Gindullin I.K., Yerankin S.V. PROPERTIES OF OXIDIZED CHARCOAL.**

There have been considered sorption properties of oxidized charcoal obtained by the processing of active charcoal of BAU-A sort with hot air in respect of iron and zinc cations. There have been experimentally received data of possibility to use oxidized charcoal as cation exchanger.

**Сиваков В.П., Голынский М.Ю. УПЛОТНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЩЕПЫ ПРИ ВИБРАЦИОННОЙ ОБРАБОТКЕ.**

Совершенствование конструкций бункеров направлено на увеличение плотности заполнения их сырьем и обеспечение равномерной и регулируемой отгрузки сырья. Решить эти задачи возможно применением вибровозбудителей. Эффективность вибрационного уплотнения щепы зависит от времени вибрационной обработки, глубины погружения вибраторов в материал, направления и характеристик вибрации. Уплотнение щепы в цилиндрическом резервуаре с открытой поверхностью при пятиминутной вибрационной обработке повысило степень наполнения в 1,25 раза.

**Sivakov V.P., Golynsky M.Y. PULP-CHIPS COMPRESSION AT VIBRATING PROCESSING.**

Bunkers' design development is directed to the increase of density of filling them with raw materials and insuring even and operated shipment of raw materials. It is possible to solve these problems by application of vibrators. The efficiency of vibrating compression of the chips depends on the time of vibrating processing, immersion depth of vibrators into the material, vibration direction and characteristics. Chips compression in standpipe of an open-surface type has increased filling degree 1,25 times at a five-minute vibrating processing.

**Бирюков П.А., Сысоева С.А. ФОРМАТ МАЛОГО ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВА В ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ.**

Рассмотрена проблема организации малого предпринимательства в лесной промышленности. Предложена классификация отраслей лесопромышленного комплекса в зависимости от типа техноэкономического облика. Изучена эффективность организации малого предприятия по производству клееного бруса.

**Biryukov P.A., Syssoeva S.A. THE FORMAT OF SMALL-SCALE BUSINESS AT TIMBER INDUSTRY ENTERPRISES.**

There has been handled a problem of small-scale business organization in timber industry. There has been offered a classification of timber industries according to the type of techno-economic aspects. There has been studied an efficiency of small-scale business organization in the field of glued balk production.

**Герц Э.Ф., Иванов В.В. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ХОЗЯЙСТВЕННОГО УЩЕРБА, ВОЗНИКАЮЩЕГО ОТ ПРОВЕДЕНИЯ НЕСПЛОШНЫХ РУБОК.**

Предложена оригинальная методика, позволяющая прогнозировать потери прибыли от проведения несплошных рубок в зависимости от числа повреждаемых деревьев в результате снижения качества древесины и уменьшения прироста.

**Gerts E.F., Ivanov V.V. ECONOMIC ESTIMATION OF DAMAGE ARISING FROM PARTIAL CUTTING CARRYING OUT.**

There has been offered an original technique allowing forecasting losses of profits from partial cutting carrying out depending on number of trees damaged, as a result of wood quality decrease and gain decrease.

**Дорожкин Е.М., Ткачева О.Н. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ КОМПЕТЕНТНОСТЬ СПЕЦИАЛИСТА ЛЕСНОГО ПРОФИЛЯ: СУЩНОСТЬ И СТРУКТУРА.**

В соответствии со спецификой процесса формирования экономической компетентности специалистов в статье раскрыты ее структурные компоненты: ценностно-мотивационный, когнитивный, деятельностный.

**Dorozhkin E.M., Tkachyova O.N. FOREST TYPE EXPERT'S ECONOMIC COMPETENCE: THE ESSENCE AND THE STRUCTURE.**

According to the specific features of the formation process of forest type expert's economic competence, there have been revealed in this article its following structure components: based on value and reason, cognitive, based on activities.

**Раменская Л.А. ФОРМИРОВАНИЕ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ЛЕСНОГО СЕКТОРА ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ИНВЕСТОРОВ.**

В статье рассматриваются специфические особенности функционирования предприятий лесного сектора с целью формирования их привлекательности для различных групп инвесторов. Предложен комплекс мероприятий по повышению инвестиционной привлекательности на уровне хозяйствующего субъекта.

**Ramenskaya L.A. FORMATION OF INVESTMENT ATTRACTION OF FOREST COMPLEX ENTERPRISES FOR VARIOUS INVESTORS' GROUPS.**

Specific features of forest complex enterprises functioning working have been considered in this article with the purpose of their attraction forming for various investors' groups. There has been offered a set of measures to increase investment attraction at the level of managing subject.

**Вдовин А.Ю., Рублева С.С. О ТОЧНОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЛИНЕЙНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ДИНАМИЧЕСКУЮ СИСТЕМУ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ НЕТОЧНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ЕЕ СОСТОЯНИЙ.**

В статье исследуется асимптотический порядок точности одного динамического алгоритма восстановления неизвестного воздействия по результатам неточных измерений состояний системы.

**Vdovin A.Y., Roublyova S.S. ON RECONSTRUCTION ACCURACY OF LINEAR INFLUENCE ON DYNAMICAL SYSTEM BY THE RESULTS OF INEXACT MEASUREMENTS OF ITS STATES.**

It has been investigated in this article an asymptotic order of accuracy of one dynamic restoration algorithm of unknown influence by the results of inexact measurements of its states.