



ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ЛЕСА

ЛЕСНОЙ ВЕСТНИК

Научно-информационный журнал

2012 г. № 4(87)

**Координационный
совет журнала**

Главный редактор
А.Н. ОБЛИВИН

Зам. главного редактора
В.Д. НИКИШОВ

Члены совета
В.В. АМАЛИЦКИЙ
М.А. БЫКОВСКИЙ
В.И. ЗАПРУДНОВ
Н.И. КОЖУХОВ
А.В. КОРОЛЬКОВ
В.А. ЛИПАТКИН
Е.И. МАЙОРОВА
М.Д. МЕРЗЛЕНКО
А.К. РЕДЬКИН
А.А. САВИЦКИЙ
Ю.П. СЕМЕНОВ
Д.В. ТУЛУЗАКОВ
В.А. ФРОЛОВА
В.С. ШАЛАЕВ

Ответственный секретарь
Е.А. РАСЕВА

Редактор
В.Б. ИВЛИЕВА
Набор и верстка
М.А. ЗВЕРЕВ
Электронная версия
Н.К. ЗВЕРЕВА

Журнал издается при поддержке
Научно-образовательной
ассоциации лесного комплекса

Журнал зарегистрирован Министерством
РФ по делам печати, телерадиовещания и средств
массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации
ПИ № 77-12923 от 17.06.2002

Журнал входит в перечень утвержденных
ВАК РФ изданий для публикации трудов соискателей
ученых степеней

Материалы настоящего журнала могут быть
перепечатаны и воспроизведены полностью или
частично с письменного разрешения издательства.

Редакция журнала принимает к рассмотрению не публиковавшиеся ранее статьи объемом 5–10 страниц, включая рисунки и таблицы. Требования к представлению материалов приведены в конце номера.

Рукописи, не соответствующие указанным требованиям, не принимаются; статьи, отклоненные редакцией, не возвращаются.

© ГОУ ВПО МГУЛ, 2012

Подписано в печать 22.05.2012.
Тираж 500 экз.
Заказ №
Объем 28 п. л.

Издательство Московского государственного университета леса
141005, Мытищи-5, Московская обл.,
1-я Институтская, 1, МГУЛ. (498)687-41-33
les-vest@mgul.ac.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Лесное хозяйство

Воронин Ф.Н., Дроздов И.И., Мерзленко М.Д., Пучков С.В.	<i>Лесные культуры в Государственном национальном парке «Лосиный Остров»</i> 4
Ефимов С.В., Чернышенко О.В., Кирпичева Л.Ф., Дацок Е.И.	<i>Крымские популяции ириса карликового (Iris Pumila L.): распространение и морфологические особенности</i> 7
Храмова М.И., Брынцев В.А., Храмова О.Ю.	<i>Особенности сезонной динамики роста и развития семенного потомства интродукционных культур сосны кедровой сибирской в Нижегородской области</i> 13
Бурова Н.В., Тараканов А.М., Дроздов И.И., Кононов О.Д., Гельфанд Е.Д.	<i>Влияние опушечного эффекта на состояние отдельных компонентов лесных биогеоценозов</i> 19
Киселева В.В., Коротков С.А., Истомин Н.А., Стоноженко Л.В.	<i>К структуре ценопопуляций ели на пробных площадях в национальном парке «Лосиный Остров»</i> 23
Пальчиков С.Б., Орлов С.В.	<i>Лесотаксационная оценка состояния насаждений при выборочных рубках</i> 32
Дроздов И.И., Смирнова М.Ю., Приставко И.А., Приставко А.А., Избовин С.М.	<i>Интродуценты в лесах зеленых зон г. Брянска</i> 35
Санаев В.Г., Степанов И.М., Запруднов В.И., Панферов В.И., Галкин Ю.С., Бурков В.Д.	<i>Ускоренное инновационное развитие технологий аэрокосмического мониторинга леса средствами Российской космической системы ДЗЗ и вывод их на лидирующие позиции в мире: решение проблемы</i> 38

Лесинженерное дело

Суханов В.С.	<i>О развитии технологии лесозаготовок в России</i> 46
Сиротов А.В., Селиванов К.В.	<i>К вопросу диагностирования дизелей лесных машин</i> 50
Винокуров В.Н.	<i>Исследование и разработка самозатачивающихся культиваторных лап с пилообразным лезвием</i> 52
Цыпцын Е.А., Носихин А.С.	<i>Методы и средства формирования поверхностей трения при обкатке двигателей</i> 54
Носихин А.С.	<i>Модульный обкаточно-тормозной стенд для обкатки дизелей</i> 59
Герц Э.Ф., Мехренцев А.В., Якимович С.Б.	<i>Сравнительная оценка эффективности технологических схем работы систем машин «харвестер-форвадер» по критериям площади технологических коридоров и производительности</i> 63

Деревообработка

Рыбин Б.М., Санаев В.Г., Кириллов Д.В.	<i>К вопросу выбора параметров шероховатости для оценки неровностей древесины</i> 68
Рыбин Б.М., Завражнова И.А., Пищик И.И.	<i>Влияние макрогеометрии контролируемой поверхности покрытия на показания блескомеров</i> 72
Пищик И.И.	<i>Новые возможности методов датирования древесины</i> 75
Рыкунин С.Н., Владимирова Е.Г.	<i>Результаты эксперимента по раскрою березовых пиломатериалов на заготовки</i> 77
Рыкунин С.Н., Владимирова Е.Г.	<i>Оптимизация раскроя пиломатериалов на термически модифицированные заготовки</i> 80
Рыкунин С.Н., Владимирова Е.Г.	<i>Определение объемов пиломатериалов для производства термически модифицированных и немодифицированных заготовок</i> 84

Ерхова О.И.	<i>Исследование обзола досок при раскрое бревен овального сечения</i>	87
Ермоченков М.Г., Семенов Ю.П.	<i>Математическое моделирование процессов, протекающих в древесине при термическом модифицировании</i>	92
Запруднов В.И., Щербаков А.С.	<i>Методы расчета и прогнозирования прочности и деформации древесно-минерального композита</i>	97
Запруднов В.И., Щербаков А.С.	<i>Напряженно-деформированное состояние трехслойных деревянных конструкций с материалом среднего слоя из фиброцементной массы</i>	99
Иванов Г.А., Шиповский А.А., Иванов К.А., Шумбасов В.В.	<i>Влияние параметров дерева на собственную форму и частоты колебаний ствола дерева</i>	103
Куницкая О.А., Шапиро В.Я., Бурмистрова С.С., Григорьев И.В.	<i>Определение оптимальных параметров процесса прессования и обезвоживания пропитанных древесных материалов</i>	110
Амалицкий В.В., Амалицкий В.В.	<i>От системы аттестации по техническому уровню до системы подтверждения соответствия требованиям безопасности</i>	116
Математическое моделирование		
Рубинштейн А.И.	<i>О рядах по мультипликативным ортонормальным системам</i>	120
Харченко В.Н., Полуэктов Н.П., Усатов И.И., Царьгородцев Ю.П.	<i>Автоматизированная система измерений тепловых потоков для технологических установок с высокоплотной плазмой</i>	123
Бурков В.Д., Леонов Л.В., Черемисин М.В., Шалаев В.С.	<i>Метод мониторинга лесов на основе дистанционно-ориентированных выделов</i>	127
Дорошенко В.А., Усачев М.С.	<i>Структурный синтез процессорных средств для измерения размеров объектов</i>	136
Шимкович Д.Г.	<i>Динамические нагрузки при колебаниях груза на канате</i>	141
Экономика		
Кожевников Д.А., Угрюмов С.А.	<i>Обоснование экономической эффективности производства композиционных плит на основе совмещенных наполнителей</i>	147
Лучкина В.В.	<i>Перспективы развития инновационного рынка «зеленого» домостроения</i>	152
Антонов А.В., Войтюк М.М., Фроловичев В.Н.	<i>Лесная инфраструктура в системе сельских территорий</i>	157
Антонов А.В., Войтюк М.М., Фроловичев В.Н.	<i>Лесная инфраструктура сельских территорий как фактор развития региона</i>	159
Балов А.В., Манукян А.Г., Савицкий А.А.	<i>Прогнозный анализ оборотных активов в условиях изменяющейся деловой среды и риска</i>	161
Клейнхоф А.Э.	<i>Основные тенденции и перспективы развития международной торговли Российской Федерации лесными и целлюлозно-бумажными товарами</i>	164
Клейнхоф А.Э.	<i>Вопросы совершенствования методологии принятия управленческих решений в лесном секторе экономики</i>	168
Петров А.П.	<i>Лесная политика Российской Федерации: лучше поздно, чем никогда</i>	171
Обыденников В.И., Корольков А.В., Савицкий А.А., Родин А.В.	<i>Современные вопросы нелегальных рубок и теневого лесопользования в лесном секторе экономики России</i>	174
Обыденников В.И., Савицкий А.А., Родин А.В.	<i>Незаконное лесопользование в РФ, его экономические последствия и пути их преодоления</i>	182
Петров А.П.	<i>Кому выгодно вхождение лесного хозяйства в страховой рынок</i>	190
Степанов С.В., Быковский М.А., Гаврилова Т.В.	<i>Особенности реализации инвестиционного проекта комплексной переработки древесного сырья</i>	192
Лосев М.В.	<i>Экономические отношения в лесном хозяйстве в Швеции, Франции и Латвии</i>	197
Лосев М.В.	<i>Экономические отношения в лесном хозяйстве в США и Канады</i>	201

ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ В ГОСУДАРСТВЕННОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ»

Ф.Н. ВОРОНИН, *национальный парк «Лосиный Остров»*,
И.И. ДРОЗДОВ, *проф. каф. лесных культур МГУЛ, д-р с.-х. наук*,
М.Д. МЕРЗЛЕНКО, *проф. каф. лесных культур МГУЛ, д-р с.-х. наук*,
С.В. ПУЧКОВ, *национальный парк «Лосиный Остров»*

bryntsev@mail.ru

Наряду со многими достопримечательностями национальный парк «Лосиный Остров» примечателен еще и тем, что на его территории в 1844 г. лесничим Василием Грешнером было положено начало искусственного лесовосстановления в Московской губернии. Первые насаждения созданы в 1844–1845 гг. посевом семян сосны, но особенно удачными оказались заложенные в 1846 г. лесничим Р. Энгельгардтом посеvy семян дуба, ели, сосны и березы на площади 166 десятин. С 1849 по 1852 гг. лесокультурные работы не проводились. Затем в 1853–1859 гг. лесничий П. Курбацкий засеял 277 га. Были устроены борозды (с запада на восток) шириной 61 см с промежутками в 1,37 м [1]. Посевные работы выполняли в конце мая или в начале июня, когда начинались дожди. Обработку почвы перед посевом заканчивали к концу мая, а в сырых местах – в июне.

Рост насаждений в даче был очень хорошим. В искусственно заложенных сосняках в возрасте 30–35 лет запасы составляли 390 – 485 м³/га. Так как сосна обыкновенная в Погонно-лосином острове является коренной хвойной породой, то единичные сосны естественного происхождения на высоте 1,3 м в XIX в. имели диаметр от 76 до 145 см, высоту от 27 до 40 м. Проф. В.Я. Добровлянский [2] указывал на сильную повреждаемость посадок лосями и заглушение лиственной порослью из-за отсутствия своевременных осветлений и прочисток.

Во второй половине XIX века в качестве главных лесокультурных пород прочно утвердились сосна и ель. Для посадки выращивали крупные сеянцы ели (4–5 лет), которые высаживали в пласты пучками. Зачастую культуры ели создавали относительно редкими, например, в 1889 г. сажали 5 – 7-летни-

ми саженцами густотой в 2200 шт. на 1 га. В возрасте 45 лет они имели I класс бонитета и запас до 250 м³/га, что говорит о хорошем росте и производительности. Кроме того, были испытаны различные методы создания лесных культур. Так, до 1873 г. увлекались посевом (до 40 кг семян на 1 га), но уже в 60-х годах XX в. результаты оказались не всегда удовлетворительными. В 1873 г. перешли на посадку, и особенно хорошо проявил себя посадочный материал ели в возрасте 3–4 лет. По свидетельству лесничего С. В. Дьякова [3], при использовании 3 – 6-летних саженцев потеря в культурах совершенно не было.

В XX в. до 1935 г. в культурах преобладала ель [4]. Затем в лесных культурах были введены дуб, клен остролистный, липа сердцевидная и крупнолистная, лиственница сибирская, береза различных форм, тополя и пр. В целом же на территории Лосиного Острова с 1844 по 1986 гг. лесные культуры созданы на площади 5398 га [5].

Об успешности лесокультур Лосиного Острова могут свидетельствовать эталонные насаждения. По К. Б. Лосицкому и В. С. Чуенкову [6] за эталон принимают насаждения, которые по составу, продуктивности и качеству наилучшим образом отвечают целям хозяйства, эффективно выполняют водорегулирующие, почвозащитные и другие полезные функции, наиболее полно используют плодородие почвы, дают наивысший годичный прирост при данных условиях местопроизрастания и наиболее устойчивы против вредных факторов. При всем этом определяющими показателями эталонных насаждений являются состав и продуктивность. В качестве примера в таблице приводятся некоторые участки эталонных искусственных насаждений, произрастающих в лесном фонде Лосиного Острова.

**Примеры некоторых эталонных искусственных насаждений
Лосиног Острова (по данным пробных площадей)**

Состав	Возраст, лет	Средние		Класс бонитета	Число ство- лов, шт./га	Сумма площадей сечений, м ² /га	Запас стволовой древесины, м ³ /га
		H, м	D, см				
9 Е	47	18,9	18,7	I	1640	55,9	524
1 Л	47	20,5	23,2	I	180	9,6	58
10 Е	48	19,7	19,6	I	1258	37,2	366
10 Е	110	27,6	36,1	II	426	35,2	475
9 С 1 Е ед. Д ед. Лп	148	30,7	48,4	I	154	29,8	398
		26,6	34,5		25	2,4	32
		23,0	53,6		2	0,4	5
		25,3	45,6		2	0,3	4

Кроме того, к образцам высокоустойчивых посадок, имеющих еще и повышенную эстетическую ценность, относятся ландшафтные посадки архитектора Коржева и лесничего Маринина, выполненные ими в 50-х годах XX века в кварталах 2–17 Мытищинского лесопарка Лосиног Острова. Это посадки сосны, ели, березы, лиственницы в сочетании с широким ассортиментом кустарниковых пород – свидиной, пузыреплодником калинолистным, спиреей, акацией желтой и др. Именно кустарниковый компонент придает этим культурам устойчивость: способствует мощному образованию подлеска; дает обильный лиственный опад, формирующий толстый слой мягкой лесной подстилки; способствует гнездованию певчих птиц; благодаря повышенной густоте стояния препятствует хаотичному натиску отдыхающих.

Определенный подъем лесокультурного производства в 2003–2004 гг. был вызван облесением возвращенных парку земель, ранее незаконно использованных совхозом и дачниками. Первый опыт создания здесь местных культур сосны посадкой сеянцев-дичков, выкапываемых с площади местных линий электропередач, оказался успешным. К 12-летнему биологическому возрасту культуры сформировали надежный молодняк. Средние высота его 3,0 м, диаметр 57,0 см, поперечник кроны 2,0 м. Культуры практически сомкнулись. Часть саженцев из культур использовали для посадки на других участках (после уборки ветровала и др.)

Наиболее масштабные посадки имели место в 2011 г.

В соответствии с Поручением Правительства РФ от 14.12.2010 г. №СИ-П9-28 в 2011 г. в национальном парке «Лосиный Остров» реализовывался проект искусственного формирования лесных культур для восстановления баланса природных комплексов парка.

Общая площадь, запланированная под посадку леса, составила 151,8 га.

Необходимость проведения лесокультурных работ обоснована рядом причин. Лесовосстановление производилось на месте очагов поражения короедом и на землях бывшего сельскохозяйственного назначения. Ландшафтные посадки на бывших землях сельскохозяйственного назначения осуществлялись в Щелковском лесопарке на площади 136,3 га. Лесовосстановление на месте очагов короеда – на площади 15,5 га.

Массовая вспышка короеда-типографа засушливым летом 2010 г. привела к усыханию и выпадению не менее 90 га еловых лесов. Основные очаги поражения короедом сосредоточены в Алексеевском лесопарке. Большие куртины усохших елей в сочетании со сплошным слоем сухой хвои на поверхности почвы представляют повышенную угрозу возникновения пожара. Вследствие этого сформировались крупные очаги, на которых запланированы сплошные санитарные рубки. Высокая рекреационная нагрузка на данную территорию и утрата эстетической ценности лесов, пораженных короедом, предполагают искусственное формирование фитоценозов на пораженных участках.

На месте очагов короеда осуществлено создание лесных культур, типичных

для восточной части парка. Схема посадки рядовая, с расстоянием в ряду и между рядами 2 м. Стандартная густота посадки позволит в течение нескольких лет обеспечить достаточное затенение поверхности почвы, которое будет препятствовать разрастанию травостоя и восстановлению лесных видов напочвенного покрова. Однако впоследствии потребуется проведение рубок ухода за культурами.

Также производились посадки лесных культур на бывших землях сельскохозяйственного значения, которые расположены в Щелковском лесопарке. Создание лесных культур на данной территории необходимо по трем причинам:

- недостаток лесов, пригодных для рекреационных целей в северо-восточной части парка, граничащей с пос. Валентиновка и Загорянский (здесь имеются фрагментированные участки леса небольшой площади, преимущественно сосновые монокультуры, имеющие невысокую устойчивость и эстетическую ценность);

- угроза разрастания дачных и коттеджных поселков, расположенных в границах парка на землях сторонних пользователей, в результате незаконного занятия земель;

- ежегодные травяные палы, угрожающие культурам сосны, имеющим высокий класс пожарной опасности.

Работы по созданию лесных культур на территории национального парка проводились в несколько этапов. На первом этапе производилось выкашивание травостоя и планировка участка механизированным способом. Производилась подготовка посадочных мест для деревьев с квадратным комом земли. Окончательный этап включал подготовку посадочного материала и посадку древесных культур.

При формировании ландшафта принят широко распространенный в лесопарковом хозяйстве метод небольших однопорodных участков от 0,5 до 0,8 га. С учетом того, что скорости роста высаживаемых пород деревьев разные, на однопорodных площадках исключается угнетение одних видов другими. Разрывы предназначены для проезда техни-

ки, по ним впоследствии будет формироваться тропиочная сеть.

Также было предусмотрено чередование участков светлохвойных, темнохвойных и лиственных пород, что оправдано как с эстетической точки зрения, так и с позиции пожарной безопасности (чередуются площадки с высоким и низким классом пожарной безопасности).

Породный состав посадок определяли исходя из соответствия биологических особенностей деревьев условиям местопрорастания и функционального назначения участка. Основные породы, используемые в лесокультурных мероприятиях, – сосна, береза, ель, дуб, лиственница. Сосна и береза являются одними из наиболее распространенных лесных культур национального парка, отличающимися хорошей приживаемостью и быстрым ростом. Ель также является одной из главных хвойных лесообразующих пород национального парка. Лиственница высаживается как порода, культуры которой давно существуют в национальном парке и которая зарекомендовала себя как быстрорастущая и устойчивая к антропогенному воздействию. Из твердолиственных пород – дуб в посадках лесных культур

Посадочный материал для осуществления лесокультурных работ приобретался из ближайших питомников Московской области. Крупномерные деревья привезены из питомников Брянской области, а также из Литвы.

Для крупномерного посадочного материала использовалась разреженная схема посадки (преимущественно 4×4 м), что позволяет избежать в будущем затрат на уход за культурами (прочистки и прореживание), увеличивает площадь корневого питания деревьев, а также позволит деревьям сформировать широкие, полноразвитые кроны с максимальной биомассой, что, согласно правилам ведения лесопаркового хозяйства, обеспечивает высокую эстетическую ценность, высокую кислородную продуктивность создаваемых насаждений и устойчивость каждого отдельного дерева.

Посадки производились в оптимальное для приживаемости саженцев время

– поздней осенью и корректировались в зависимости от погодных условий.

В соответствии с проектом создания лесных культур в течение трех лет будут осуществляться мероприятия, направленные на подавление травостоя и удаление нежелательной примеси мелколиственных пород. Запланирована однократная обработка междурядий культиватором в первый год после посадок и окашивание посадок мотокусторезом на 2–3 год после удаления мелколиственной поросли.

В перспективе в возрасте посадок около 20 лет (т.е. через 10–12 лет после посадки) проводится первая очередь рубок формирования, в ходе которых задается желательная густота древостоя и доля участия сопутствующих пород, развившихся естественным путем.

В целом национальный парк активно ведет лесовосстановительную деятельность, поддерживая необходимую лесистость зеленого пояса города Москвы.

Библиографический список

1. Тольский, А.П. Лесные культуры. Часть III. Частное лесоводство / А.П. Тольский. – Л.: Лесное хозяйство и лесная промышленность, 1930. – 388 с.
2. Добровлянский, В.Я. Из русских лесов / В.Я. Добровлянский. – СПб: 1888. – 133 с.
3. Дьяков, С.В. К вопросу об облесении вырубок елью / С.В. Дьяков // Журнал губернского съезда лесных чинов Московской и Тверской губерний в 1913 г. – 1913. – С. 66–73.
4. Проскураков, В.Ф. 100 лет Лосиноостровской лесной дачи / В.Ф. Проскураков. – М.-Л.: Гослесбуиздат, 1950. – 193 с.
5. Редько, Г.И. Лесные культуры в центральной части зоны смешанных лесов / Г.И. Редько, М.Д. Мерзленко. – Л.: РИО ЛТА, 1989. – 92 с.

КРЫМСКИЕ ПОПУЛЯЦИИ ИРИСА КАРЛИКОВОГО (*IRIS PUMILA* L.): РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

С.В. ЕФИМОВ, *Ботанический сад Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова*,
О.В. ЧЕРНЫШЕНКО, *проф. каф. ботаники и физиологии растений МГУЛ, д-р биол. наук*,
Л.Ф. КИРПИЧЕВА, *ассистент м. н. с. Ботанического сада ТНУ им. В.И.Вернадского*,
Е.И. ДАЦЮК, *Ботанический сад Биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова*

tchernychenko@mgul.ac.ru

Для успешной интродукционной, а в дальнейшем и гибридной работы следует изучать виды в природе, чтобы попытаться прогнозировать их адаптационную реакцию на новые для них условия культивирования. В первую очередь это касается экологической оценки растений природной флоры. Она необходима для определения путей интродукции растений на основе их требований к условиям существования [4]. Немаловажное значение имеет и комплексное морфологическое изучение видов.

Ирис (касатик) карликовый (*Iris pumila* L.) – степной геофит, распространен в степях на каменистых, травянистых и песчаных склонах Центральной и Южной Европы, юга европейской части России, Северного Кавказа, в Закавказье, в Украине, в Молдавии и Казахстане. *I. pumila* относится к европейско-

кавказской ареалогической группе, в которую входит и *I. pseudacorus* [1]. Полиморфный вид *I. pumila*, относится к подроду и секции *Iris*, ряду *Pumilae* Lawrance (который представлен также и другими видами: *I. timofejewii* Woron, *I. glaucescens* Bunge, *I. scariosa* Willd. ex Link.) [1]. Диплоидный набор *I. pumila* имеет 32 хромосомы ($2n=2x=32$).

Г.И. Родионенко (1977) указывал на то, что выделяют несколько трудно распознаваемых по морфологическим признакам рас, возможно, подвидов: типичный *I. pumila* L. (встречается в Западной Европе), *I. pumila* L. subsp. *taurica* (Lodd.) Rodion. et Schewcz. (европейская часть России) и *I. pumila* L. subsp. *aequiloba* (Ledeb.) Baker. (от низовий Днепра до Приазовья).

Вследствие своей уязвимости, *I. pumila* внесен в Красную книгу РФСР, Ростовской

области с охранным статусом 2 (V) – (сокращающиеся ареал и подверженные опасности исчезновения в результате деятельности человека), а также в Красную книгу РФ с категорией редкости 3б (редкий вид, спорадически встречающийся и малочисленный в пределах значительного ареала). На территории Российской Федерации вид охраняется в заповедниках: Галичья Гора, Жигулевский, Астраханский, Хоперский. Данных по включению ириса карликового в Красную книгу Автономной Республики Крым нами не обнаружено.

Ранние сроки цветения, богатая гамма окраски цветка и его форма давно привлекли внимание людей к *I. pumila*. В культуре его стали выращивать с 1780 года [1]. Этот вид используют в селекционных программах гибридатёры, работающие с садовыми группами (классами) – стандартные карликовые бородатые (SDB) и миниатюрные карликовые бородатые ирисы (MDB) (по классификации, предложенной Российским обществом Ириса (РОИ) [7].

По данным Н.Б. Алексеевой (2005), ирис карликовый очень выносливый в культуре и выращивается уже более 200 лет, как в нашей стране, так и за рубежом. Однако Г.И. Родионенко (1977) указывал на то, что вид испытывали во многих ботанических садах СССР, но в культуре он оказался труден. Даже в сходных с природными почвенно-климатическими условиями Ставропольского ботанического сада этот «целинник» в культуре быстро стареет и выпадает [10]. В нашей стране значительных результатов в селекционной работе с *I. pumila* добилась Г.Т. Шевченко в Ставропольском ботаническом саду, которой удалось собрать и изучить местные формы, а также привлечь в коллекцию сорта этого вида. В итоге Г.Т. Шевченко вывела более 15 сортов ириса, относящихся к садовой группе MDB.

На основной территории Ботанического сада Московского университета касатик карликовый интродуцирован в конце 50-х годов XX века, практически сразу после освоения новой территории сада на Воробьевых горах, и возобновлялся по мере выпадения

из коллекции. В условиях культуры Средней России *I. pumila* ежегодно цветет, плоды и семена не завязывает. Может сильно поражаться грибными заболеваниями – особенно в дождливые годы и зимний период (во время частых оттепелей). Нуждается в сухом солнечном месте. Интродуцированные растения в Ботаническом саду порой достигают в высоту 25 см и более.

Более устойчивы в культуре гибридные ирисы, выведенные с участием *I. pumila*, относящиеся к группам SDB (в современной коллекции ботанического сада МГУ – 54 сорта) и MDB (3 сорта), два из которых селекции Галины Тимофеевны Шевченко «Шатыр Курган» и «Ставропольские степи» зарегистрированы в 1992 г.

Целью настоящей работы было уточнение распространения популяций ириса карликового (*Iris pumila* L.) в Крыму и изучение их морфологических особенностей.

Материалы и методы

В апреле 2010 г. состоялась экспедиционная поездка сотрудников Ботанического сада МГУ совместно с коллегами из ботанического сада Таврического национального университета в Автономную Республику Крым для изучения местных видов растений, в первую очередь декоративных, сбора гербарных образцов и поиска декоративных форм. В результате этой поездки были отобраны природные виды и интересные формы ряда растений, в том числе и ириса карликового, для пополнения коллекции Ботанического сада биологического факультета МГУ. Помимо этого было уточнено распространение *I. pumila* на полуострове Крым и изучены его макро- и микроморфологические особенности.

Для изучения ультраструктуры зрелой пыльцы из сухого материала брали отдельные пыльцевые зерна, помещали их на металлические столики, прикрепляя с помощью лака, и напыляли сплавом платины и палладия (Pt-Pd) в ионно-распылительной установке (Eiko IB-3 ION COATER) слоем 15 нм. Пыльцевые зерна изучали и фотографировали с помощью сканирующего элект-

ронного микроскопа (СЭМ) Camscan S-2 при увеличениях 1000× – 3000× и 10000× в межкафедральной лаборатории электронной микроскопии Биологического факультета МГУ. Для описания пыльцевых зерен использовали терминологию, предложенную Л.А. Куприяновой и Л.А. Алешиной (1967) и G. Erdtman (1945) с некоторыми изменениями. Описание ультраскульптуры поверхности пыльцевых зерен выполняли согласно методике [8].

Для карпологического изучения семени *Iris pumila* были собраны в природе. Описания морфологии, измерения плодов и семян проводили при помощи бинокля МБС-9 согласно общепринятым методикам [3]. Скульптура поверхности семян была изучена с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) Camscan S-2 при увеличениях 10× – 30× и 100×. Подготовка материала осуществлялась по описанной выше методике.

Результаты исследования

Были обследованы несколько районов Крыма с разными почвенно-климатическими условиями. Так, в районе водохранилища на окраине г. Симферополя, на меловых выходах в сосновых посадках (*Pinus pallsiana* D. Don), были обнаружены редкие куртины ириса карликового с желтой и сиренево-фиолетовой окраской долей околоцветника. В Симферопольском районе, на гребне первой куэсты Внутренней гряды Крымских гор у границы с Бахчисарайским районом в километре северо-восточнее села Левадки, где ранее были сделаны гербарные сборы другими авторами, нами ирисы не обнаружены.

В Бахчисарайском районе (начало второй гряды Крымских гор) вдоль трассы Бахчисарай – Ялта (через г. Ай-Петри) перед селом Танковое на сухих глинистых склонах в местах обнажения мелов ирис карликовый встречался и цвел одновременно с асфоделиной крымской [*Asphodeline taurica* (Pall. ex Vieb.) Kunth] и гадючим луком (*Muscari neglectum* Guss.).

В Джанкойском районе, вдоль железной дороги встречались большие куртины *I. pumila* с окраской долей околоцветника пре-

имущественно желтой и сиренево-фиолетовой с различной интенсивностью оттенков. Очень редко попадались растения с белым околоцветником. Высота растений здесь достигала 15–20 см.

В Феодосийском районе (Восточный Крым) были обследованы два местонахождения ириса: 1) южный склон горы Тепе-Оба, где ирис карликовый встречался на мелах в посадках сосны Палласа или крымской (*Pinus pallsiana* D. Don) вместе с пионом тонколистным (*Paeonia tenuifolia* L.) и горичветом весенним (*Adonis vernalis* L.), 2) близ поселка Орджоникидзе на крутых склонах горы Джан-Куторан. Преимущественно на южной и юго-восточной экспозиции среди дерновиннозлаковой степной растительности, часто в сообществе *Stipa brauneri* (Pacz.) Klokov и *Festuca valesiaca* Gaud. Встречается в виде рыхлых куртин и цветет одновременно с горичветом летним (*Adonis aestivalis* L.), маком полевым (*Papaver argemone* L.), астрагалом крымским (*Astragalus tauricus* Pall.), в понижениях и на северных склонах единично или небольшими группами с миндалем степным или бобовником (*Amygdalus nana* L.). Здесь растения не превышали 8–12 см и образовывали очень рыхлый куст. Листья слегка сизоватые или зеленые, узколинейные, 4–6 мм ширины, 6–12 см длины, ниже или на уровне цветоноса. Цветоносы достигали в длину 10–15 см. Цветки изученных растений достигали 4–7 см в поперечнике, без аромата или с неярко выраженным ароматом. Окраска долей околоцветника здесь оказалась очень разнообразной. Встречались растения с желтой (от бледно- до интенсивно желтой), синевато-фиолетовой, бежево-коричневой, темно-фиолетовой, зеленовато-желтой и др. с богатой гаммой оттенков. Очень редко попадались растения с белым околоцветником. Были отобраны и описаны несколько интересных форм для интродукции в средней полосе Европейской России (условиях ботанического сада МГУ) и последующего возможного использования для селекции и гибридизации.

В результате изучения и сборов в природе, а также на основании данных гербария Таврического национального университета

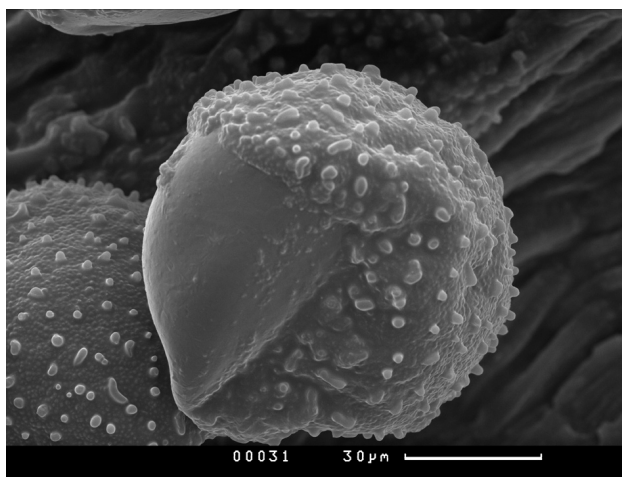


Рис. 1. Микрофотография пыльцевого зерна *Iris pumila*, вид с полюса

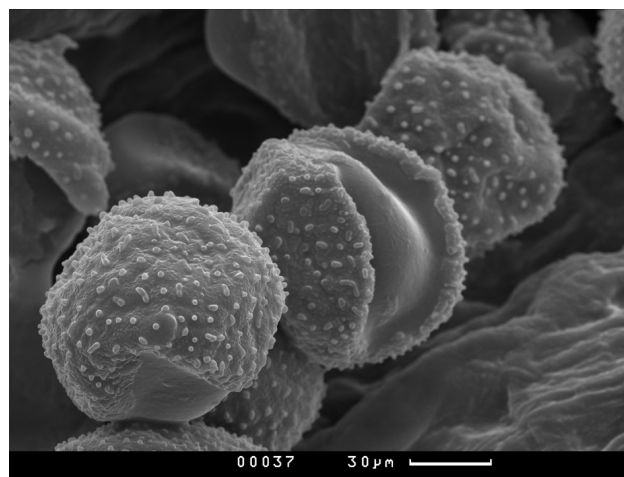


Рис. 2. Микрофотография пыльцевого зерна *Iris pumila*, вид с экватора

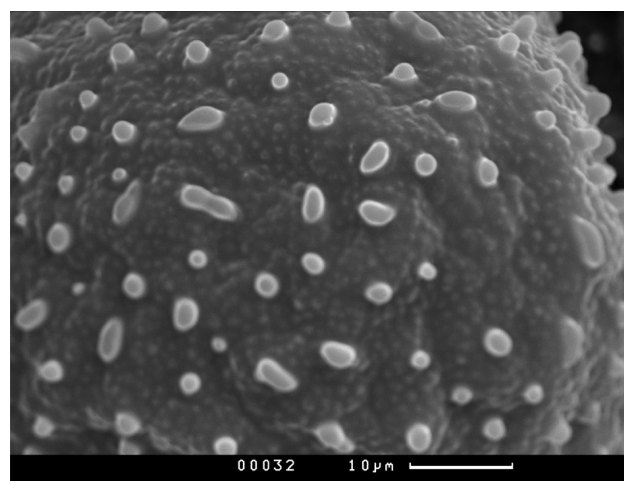
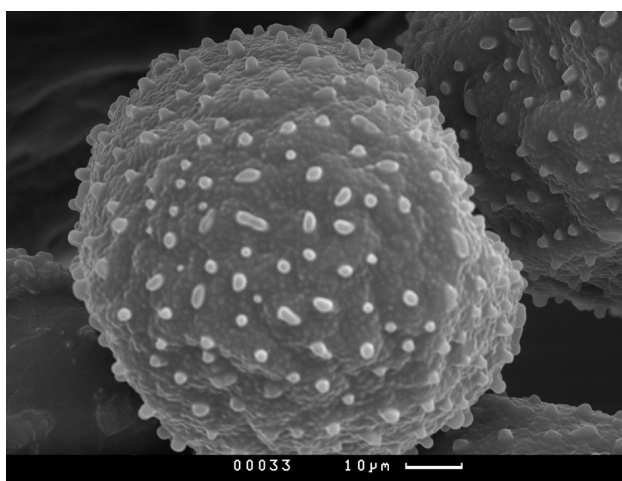


Рис. 3. Микрофотография скульптуры поверхности пыльцевого зерна

имени И.В. Вернадского (SIMF) были уточнены места произрастания *I. pumila* на территории Крыма. Кроме уже упомянутых районов, это Джанкойский район (всхолмленная равнина, на суглинках с каменистыми обнажениями); Евпатория, р-н г. Саки, с. Мавлют (волнистая равнина); Симферопольский р-н, д. Дубки, окрестности г. Севастополя, хутор Чуонги, Ферманово (до 1948 г. Тотайкой) (степь, степные склоны, лесостепь); Белогорский р-н (бывший Карасубазарский р-н), урочище Кара-Куш; Судакский р-н, окрестности г. Новый Свет, гор. Агармыш (нижняя часть склона); Кировский р-н, Старый Крым, р. Чурюк-Су; Феодосийский р-н; Ленинский р-н, Керченский и Тарханкутский полуостровы (степь) и др.

Все выявленные популяции в перечисленных районах, а также из новых местона-

хождений *I. pumila* требуют дополнительного морфологического изучения и оценки состояния.

У крымских растений *I. pumila* корневища узловатые с выраженными толстыми и голыми годичными звеньями, при разрастании образующие рыхлый куст, по внешнему виду которого можно определить возрастное состояние растений. В изученных районах преобладали растения генеративных возрастных групп, попадались и виргинильные особи. Их численность и наличие синильных возрастных групп нами не определялись. Высота изученных растений не превышала 22 см. Листья слегка сизоватые, прямые, мечевидные, широко- или узколинейные. Стебель неветвистый, 1–2 цветковый. Прицветники зеленые, на верхушке перепончатые, или перепончато-окаймленные. Наружные

доли околоцветника отогнуты, бородачатые. Окраска долей околоцветника преимущественно желтой и сиреневой гаммы, встречаются растения и с другой окраской и разнообразными оттенками. Плод – притупленная кожистая коробочка, вскрывающаяся щелью. Семена яйцевидной и яйцевидно-шаровидной формы.

Помимо макроморфологических были изучены и микроморфологические особенности ириса карликового. В частности, его пыльцевые зерна, собранные с растений в районе горы Джан-Куторан в Восточном Крыму.

Исследования пыльцевых зерен рода *Iris*, выполненные при помощи световой и электронной сканирующей микроскопии, отражены в работах Л.А. Куприяновой (1983), Г.И. Родионенко (1961), С. Chuma (1970), Y.B. Qi and Y.T. Zhao (1987), В.М. Доронькина (2010) и др. Вышеперечисленные исследователи характеризуют пыльцевые зерна *Iris pumila* как однобороздные, сфероидальной формы, структура экины имеет своеобразный бородавчатый вид.

Исследованные пыльцевые зерна *I. pumila* L. – дистально 1-бороздные, апертура четко выражена, в полярном положении сплюснуто-сфероидальной или сфероидальной формы (рис. 1), в экваториальном сплюснуто-округлые или округлые, (рис. 2) соотношение длин полярной оси и экваториального диаметра (P/E)=0.61 (0.50-1.00). Пыльцевые зерна средние и крупные по размеру, длина полярной оси 59.23 мкм (35.59 мкм – 80.4 мкм), экваториальный диаметр 70.61 мкм (72.28 мкм – 90.08 мкм). В образце попадаются пыльцевые зерна разной формы и размера. Скульптура поверхности пыльцевых зерен бугорчато-шиповатая (рис. 3).

Уникальность и своеобразие ультра-скульптуры поверхности пыльцевых зерен часто используется для систематики, представляя весьма консервативные структуры. К таким структурам относятся и плоды, часто сохраняющие в морфологическом и анатомическом строении исходные признаки предков, а это, в свою очередь, имеет чрезвычайно важное значение для решения вопросов сис-

тематики и филогении различных групп покрытосеменных растений.

Плоды и морфологию семян ирисов изучали Dykes (1913), Г.И. Родионенко (1961) и др.

Плод ириса – нижняя синкарпная коробочка, у ириса карликового – ложно одногнездная коробочка, вследствие разрыва перегородок и отхождения их к стенкам плода [9].

Морфология семян *I. pumila*: семена яйцевидной и яйцевидно-шаровидной формы с вытянутым семяпридатком в виде «носика» в районе семенного рубчика, длиной 4–5 мм, шириной 3–4 мм, коричневого цвета, матовые. Размеры семян (отношение длины к ширине) и их форма могут являться теми критериями характеристики вида, которые можно дополнительно учитывать при описании и оценке рода *Iris*. Поверхность семян морщинистая. Семенной рубчик светло-серого цвета продолговатой формы, слабо выражен, длиной менее 0,5 мм.

Скульптура поверхности семян: крупно-морщинисто-ямчатая, образует на поверхности гребни кутикулы неправильной формы (рис. 4). Были изучены как сухие семена, так и предварительно намоченные. И в первом и во втором случае гребни кутикулы наблюдаются, хотя у намоченных семян они не такие отчетливые. Это может свидетельствовать о незначительном количестве эндосперма или

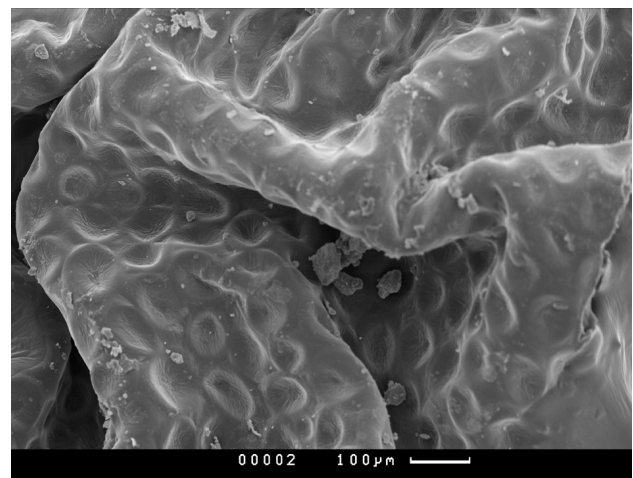


Рис. 4. Микрофотография (СЭМ) скульптуры поверхности семени *Iris pumila* – крупно-морщинисто-ямчатая

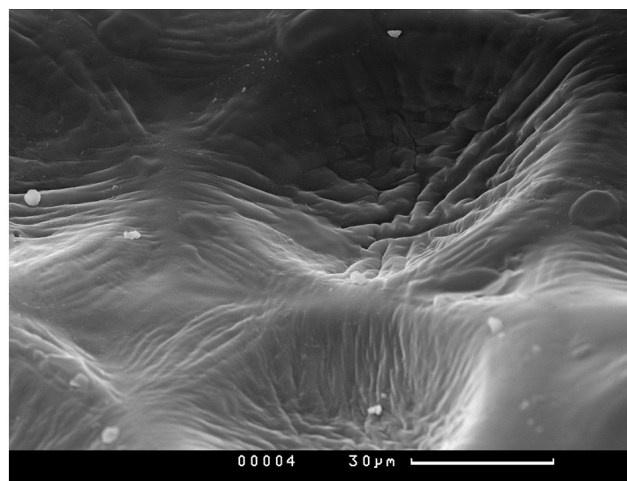
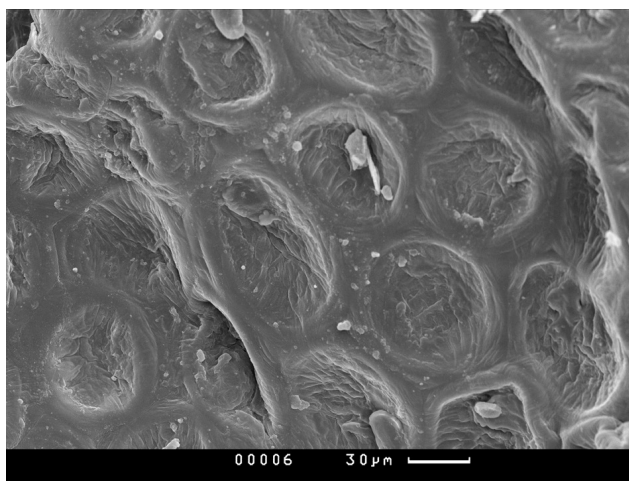


Рис. 5. Микрофотография (СЭМ) поверхности семени *Iris pumila*. Фрагмент скульптуры поверхности

его частичном использовании еще до созревания семени. Подобным свойством, по данным Г.И. Родионенко, (1961) отличаются у ирисов только филогенетически более молодые виды. Клетки экзотесты в очертании овальные или округлые, покрыты слоем кутикулы, наружные стенки клеток экзотесты вогнутые, эпикулярный воск представлен гранулами разной формы и размера (рис. 5).

Выводы

Проведенное изучение ириса карликового (*Iris pumila*) в разных районах полуострова Крыма выявили его полиморфность в зависимости от почвенно-климатических условий. Наибольшая изменчивость отмечена в окраске долей околоцветника. Были отобраны и описаны несколько интересных форм, с разной окраской околоцветника, для интродукции в средней полосе Европейской России (условиях ботанического сада МГУ) и последующего возможного использования для селекции и гибридизации.

В результате изучения и сборов в природе, а также на основании данных гербария Таврического национального университета имени И.В. Вернадского (SIMF) уточнены места произрастания *I. pumila* на территории Крыма. Вследствие уязвимости популяций *Iris pumila*, особенно вблизи населенных пунктов, рекомендуется включить вид в Красную книгу Автономной Республики Крым.

Изучены макроморфологические признаки ириса карликового, а также при помо-

щи световой и электронной сканирующей микроскопии изучена микроморфология, в частности структура поверхности пыльцевых зерен и семян *I. pumila*. Полученные результаты морфологических исследований *I. pumila* согласуются с данными большинства систематиков рода о выделении его в отдельную серию или ряд *Pumilae*. В частности, на основании скульптуры экзины пыльцевых зерен имеющих бугорчато-шиповатый тип поверхности.

Библиографический список

1. Алексеева, Н.Б. Виды рода *Iris* L. во флоре России. Проблемы охраны в природе и интродукции / Н.Б. Алексеева // Дисс. ... канд. биол. наук. – Санкт-Петербург, 2005. – 151 с.
2. Доронькин, В.М. Филогения сибирских видов рода касатик (*Iris* L. – Iridaceae), выявленная на основе микроскульптуры экзины пыльцевых зерен / В.М. Доронькин // XII Моск. совещ. по филоген. раст., посвящ. 250-лет. со дня рожд. Георга-Франца Гофмана: Материалы. Москва, 2–7 февр. 2010. – М.: Товарищ. научн. Изд. КМК, 2010. – С. 127–130.
3. Каден, Н.Н. К методике составления карпологических описаний / Н.Н. Каден, С.А. Смирнова // Составление определителей растений по плодам и семенам. – Киев: Наука, 1974. – С. 54–67.
4. Культиасов, М.В. Эколого-исторический метод в интродукции растений / М.В. Культиасов // Бюлл. ГБС, Вып. 15, 1953. – С. 24–39.
5. Куприянова, Л.А. Сем. Iridaceae Juass. – Касатиковые / Л.А. Куприянова // Споры папоротникообразных, пыльца голосеменных и однодольных растений флоры европейской части СССР. – Л.: Наука, 1983. – С. 114–120.

6. Куприянова, Л.А. Палинологическая терминология покрытосеменных растений / Л.А. Куприянова, Л.А. Алешина. – Л.: Наука, 1967. – 84 с.
7. Локтев, С. Еще раз о садовой классификации ирисов / С. Локтев // Ирисы России. – Ежегодный бюллетень. – 2004. – Вып. № 12. – С. 37–40.
8. Мейер-Меликян, Н.Р. Принципы и методы аэропалинологических исследований / Н.Р. Мейер-Меликян, Е.Э. Северова. – М., 1999. – 48 с.
9. Родионенко, Г.И. Род Касатик (Ирис) – Iris / Г.И. Родионенко. – Декоративные травянистые растения для открытого грунта СССР. – Л.: Наука. 1977. – Т. 1. – С. 225–273.
10. Шевченко, Г.Т. Распространение касатиков секции Iris в Ставропольском крае и южных районах Калмыцкой АССР / Г.Т. Шевченко // Материалы по изучению Ставропольского края. – 1976. – Вып. 14. – С. 351–357.
11. Эрдтман, Г. Морфология пыльцы и систематика растений / Г. Эрдтман. – М. ИЛ. 1956. – 486 с.
12. Chuma C. Polynological notes on the Asiatic species of the genus Iris / C. Chuma // J. Jap. Bot. – 1970. Vol. 45. № 9. – P. 275–288.
13. Dykes W.R. The genus Iris / W.R. Dykes. – Cambridge. 1913. – 245 p.
14. Erdtman G. Pollen morphology and plant taxonomy. III. Morina L. with an addition on pollenmorphological terminology / G. Erdtman // Svensk bot. tidskr. – 1945. Bd. 39. № 2. – S. 187–191.
15. Qi Y.B. Studies of the pollen morphology of the genus Iris in China / Y.B. Qi, Y.T. Zhao // Acta Phytotax. Sin. – 1987. Vol. 26. № 6. – P. 430–436.

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ РОСТА И РАЗВИТИЯ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА ИНТРОДУКЦИОННЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

М.И. ХРАМОВА, *асп. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ*,
В.А. БРЫНЦЕВ, *проф. каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ, д-р с.-х. наук*,
О.Ю. ХРАМОВА, *доц. каф. лесных культур, НГСХА, канд. с.-х. наук*

bryntsev@mail.ru

Искусственное разведение сосны кедровой сибирской или кедра сибирского в европейской части России за пределами западной границы его ареала имеет многовековую историю и дало положительные результаты. Культуры кедра сибирского созданы не только в областях, смежных с его ареалом, но и далеко западнее. Примеры успешного разведения кедра сибирского отмечаются в европейской части страны от зоны средней тайги до зоны хвойно-широколиственных лесов. Признана хозяйственная целесообразность выращивания этой породы в регионе интродукции [1].

Важной задачей при интродукции является изучение акклиматизации интродуцентов – процесса приспособления растений к новым природно-климатическим условиям существования. Этот процесс протекает при семенном размножении и смене поколений интродуцентов. Как указывал В.И. Некрасов [2]: «Получение растений из семян местной репродукции является вторым необходимым этапом акклиматизации растений после пе-

реноса их в новые условия». Семеношение и получение жизнеспособного потомства в условиях интродукции является одним из критериев успешности акклиматизации вида в новых условиях произрастания. Изучение семенного потомства интродуцированных деревьев позволяет дать генотипическую оценку их устойчивости и продуктивности и необходимо для создания селекционной базы этой породы в европейской части России.

При изучении семенного потомства интродуцированных культур сосны кедровой сибирской большое значение имеет изучение фенологии и фонотрии различных семей, которое позволяет оценить динамику роста и развития потомства интродуцированных деревьев в новых климатических условиях. Полученные результаты позволяют отобрать наиболее адаптированные и продуктивные семьи, а внутри семей отобрать наиболее перспективные индивидуумы.

В морфогенезе кедра сибирского больший интерес для фенологических наблюде-

Прохождение фенологических фаз вегетативных органов кедров сибирского в 2011 г.

Фенофаза	Признаки для выделения	Периоды
Зимний покой	Все органы растения в состоянии зимнего покоя	Октябрь 2010–апрель 2011
Набухание почек	Почечные чешуи раздвигаются, между ними появляются зеленые просветы. Значительного увеличения размеров почки не наблюдается. Почка имеет зимнюю форму.	23 апреля – 1 мая
Активный рост центральной почки (распускание почки)	Почка теряет зимнюю форму, у основания становится цилиндрической и превращается в зеленый побег	1 – 29 мая
Обособление хвоинок в чехлики	На побеге начинает четко просматриваться обособленные в пленчатые чехлики хвоинки	7 – 21 мая
Прорывание хвоинками чехликов	Концы молодых растущих хвоинок прорывают чехлики и выходят из них	21 – 29 мая
Заложение новой (вторичной) почки	Верх почек теряет свою остроту, чешуйки расходятся, почка на конце перестает быть острой, становится разломаченной. Начинается одновременно с прорыванием хвоинками чехликов	29 мая
Активный рост хвои	Хвоинки быстро увеличиваются в длине. Рост центрального побега приостанавливается. Одновременно происходит заложение боковых почек	29 мая – 3 июля
Окончание роста хвои	Хвоя полностью освобождается от чешуй, она приобретает размер и окраску взрослой хвои	к 17 июля
Рост новой и боковых почек (вторичный прирост)	Почка растет в высоту и превращается в зеленый побег, заложившиеся хвоинки проходят все стадии своего роста	10 июля 18 сентября
Одревеснение побега	Побег одревесневает, становится коричневым. Растение переходит в состояние покоя, в котором находится до весны	Октябрь

ний представляет процесс развития органов из сформировавшихся ранее зачатков. Здесь четко выделяются следующие этапы: начало активного роста и развития; окончание роста и развития, точки экстремумов, когда интенсивность роста органов достигает максимального или минимального значения [3].

Цель исследования заключается в изучении семейственной и индивидуальной изменчивости сезонного роста сосны кедровой сибирской в интродукционных условиях.

Объектами нашего исследования являлись 5 и 6-летние сеянцы сосны кедровой сибирской, выращенные из семян, заготовленных в 34-летних ландшафтных культурах в Верхне-Волжском (г. Нижний Новгород) и в 52-летних культурах в Ветлужско-Камском (Ветлужский район Нижегородской области) районах интродукции этой породы. Эти районы в соответствии с лесосеменным райони-

рованием [4] относятся к оптимуму произрастания сосны кедровой сибирской в зоне интродукции. Для сравнения были изучены сеянцы, полученные из семян, собранных в Томской области – оптимуме произрастания и наиболее ценного генофонда этой породы в естественном ареале.

Семена урожая 2005 и 2006 гг. были посеяны соответственно весной 2006 и 2007 гг. отдельно по каждому дереву.

Наблюдения за ростом и развитием апикального побега проводились в 2011 г. в течение вегетационного периода (с 23 апреля по 18 сентября). При выделении фенологических фаз, отражающих важнейшие этапы сезонного развития сеянцев сосны кедровой сибирской в условиях интродукции, была использована методика В.А. Брынцева [3]. Замеры высоты прироста побега, а затем прироста хвои осуществлялись раз в семь дней

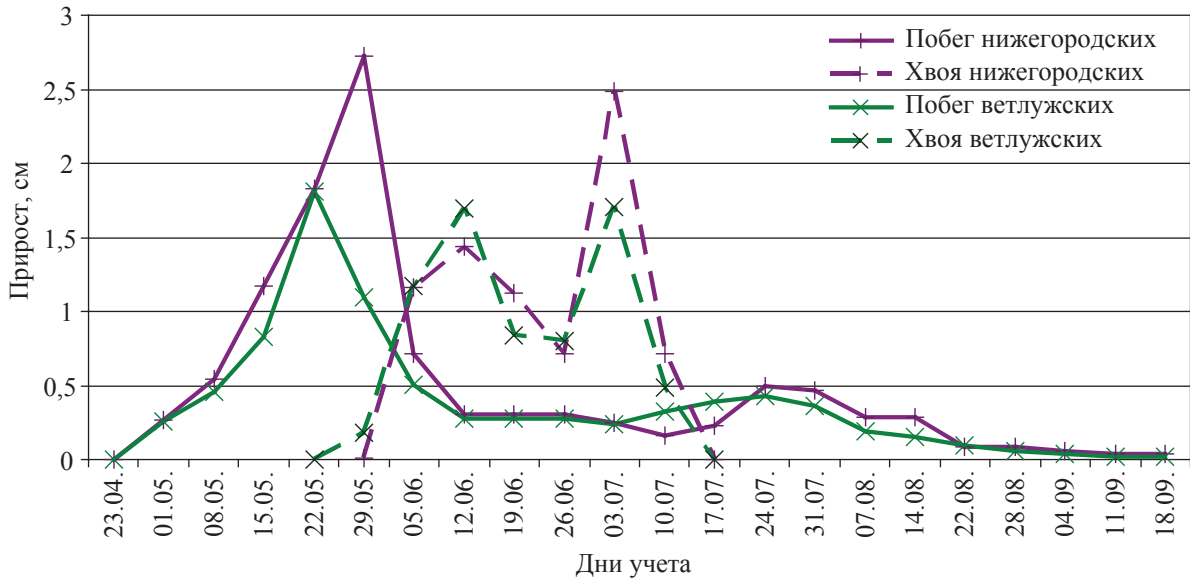


Рис. 1. Средние значения скорости роста побега и хвои у 5-летних сеянцев разного происхождения

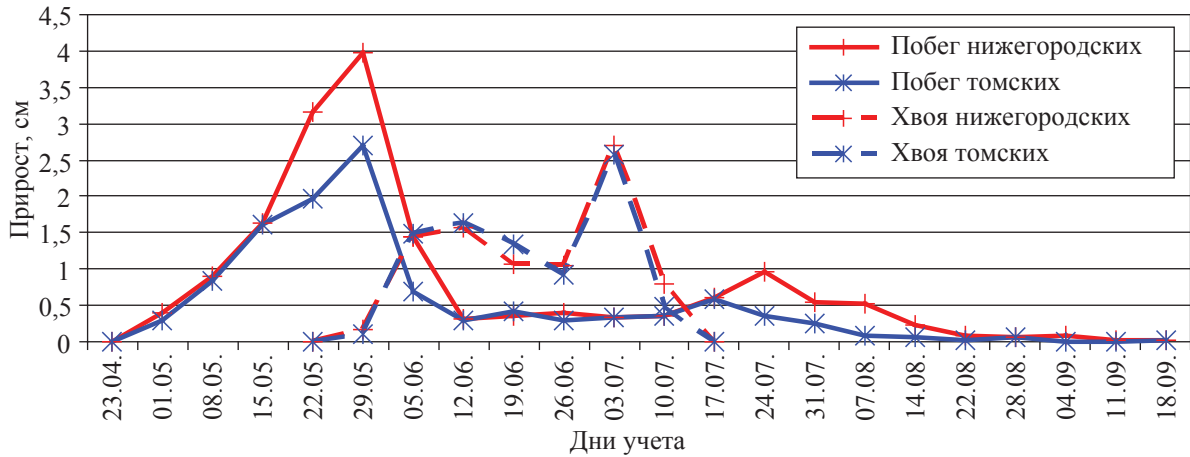


Рис. 2. Средние значения скорости роста побега и хвои у 6-летних сеянцев разного происхождения

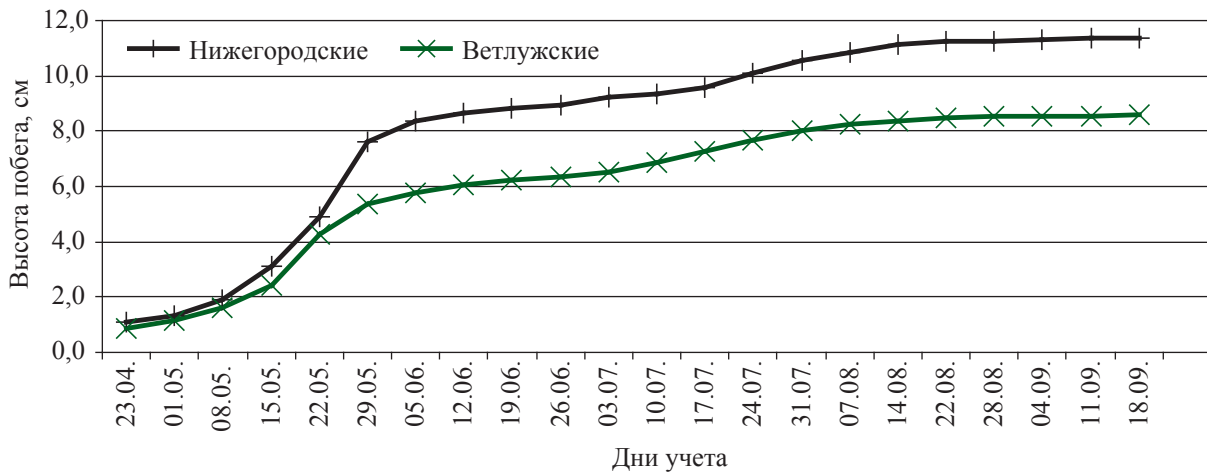


Рис. 3. Средние значения динамики роста апикального побега 5-летних сеянцев разного происхождения

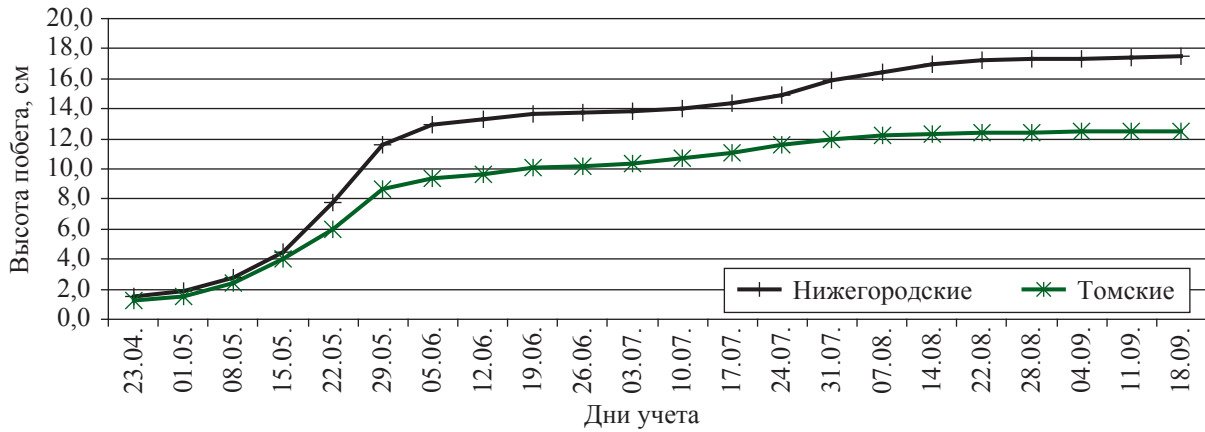


Рис. 4. Средние значения динамики роста апикального побега 6-летних сеянцев разного происхождения

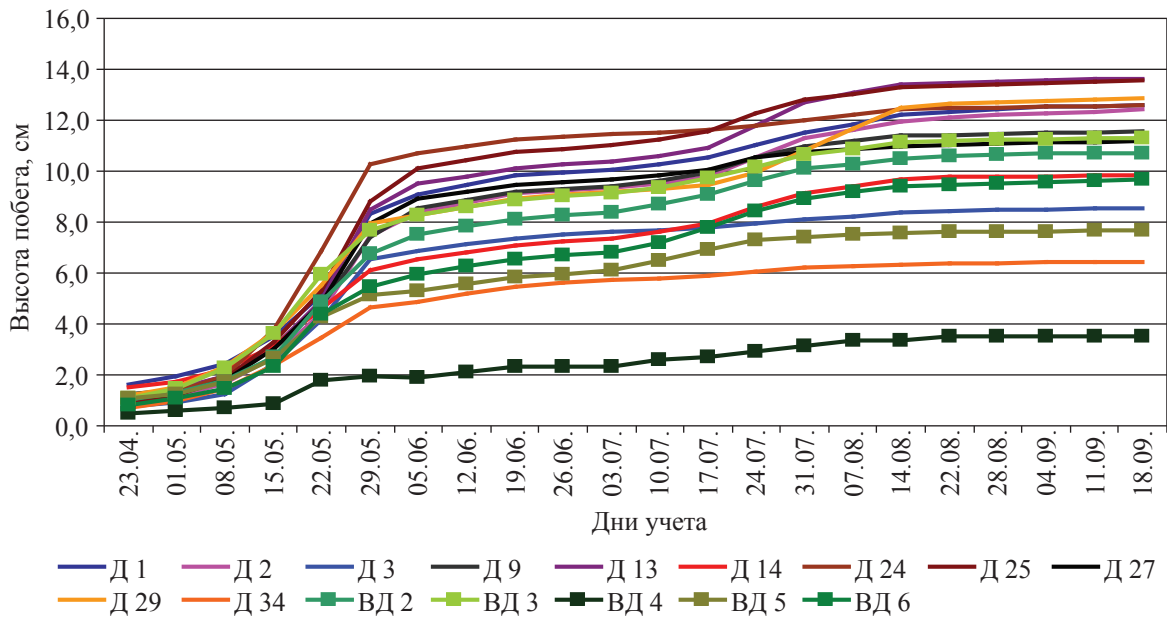


Рис. 5. Динамика роста апикального побега 5-летних сеянцев (Д 1, Д 2 – номера материнских деревьев нижегородской популяции; ВД – номера деревьев ветлужской популяции)

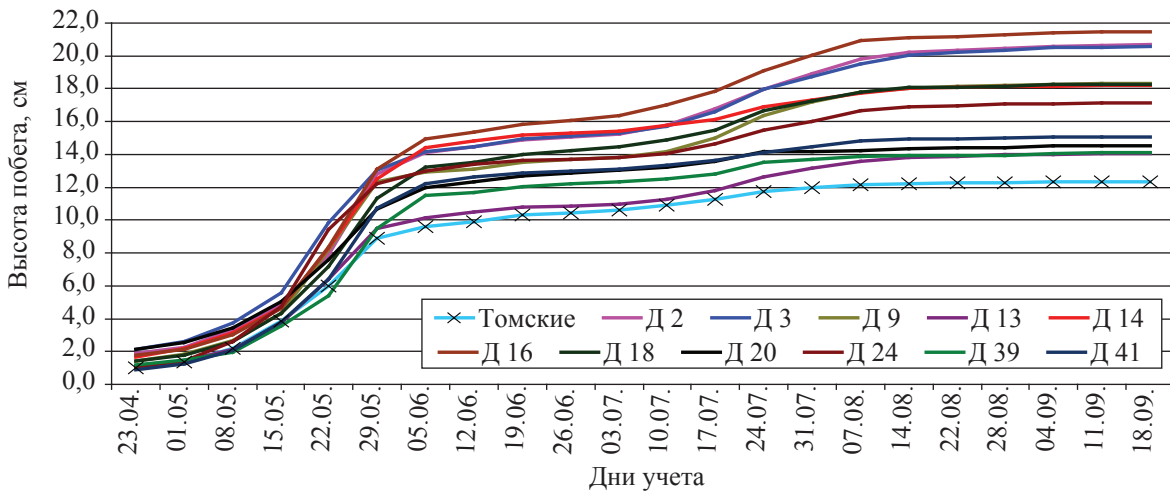


Рис. 6. Динамика роста апикального побега 6-летних сеянцев (Д 1, Д 2 – номера материнских деревьев нижегородской популяции)

при помощи линейки с точностью до 0,1 см. В дни учета также отмечались начало и окончание фенологических фаз в развитии побега и хвои (табл. 1).

На графике (рис. 1) изображены ход роста побегов и хвои 5-летних сеянцев сосны кедровой сибирской разного происхождения. Даны средние значения по семьям № 1, 2, 3, 9, 13, 14, 24, 25, 27, 29, 34 нижегородской популяции и по семьям № 2, 3, 4, 5, 6 ветлужской.

Из рис. 1 видно, что значения скорости роста побега и хвои у нижегородских сеянцев выше, чем у ветлужских, что можно объяснить их лучшей адаптацией в данном районе. У ветлужской интродукционной популяции максимум скорости роста побега наступает на неделю раньше, чем у нижегородской интродукционной популяции. Рост хвои начинается раньше у ветлужских сеянцев, 22 мая.

Одновременно с окончанием роста хвои начинается рост заложившихся почек. Это явление называется вторичным приростом, он начинается с 10 июля и продолжается до сентября. Вторичный прирост по сравнению с основным, как видно на графике, менее выражен. Из графика видно, что максимум основного и вторичного прироста у ветлужских сеянцев наступает на неделю раньше, чем у Нижегородских, в период с 17 по 22 мая и с 17 по 31 июля. Это связано с тем, что Ветлужский район находится на севере Нижегородской области, а место проведения опыта – в центральной части области. Перемещение семян из северного района в более южный обуславливает раннее наступление фазы заложения новой и боковых почек у ветлужских сеянцев. Таким образом, максимум интенсивности роста побега у них начинается на несколько дней раньше, чем у семенного потомства нижегородских культур.

Средние значения скорости роста побега и хвои у 6-летних сеянцев нижегородского и томского происхождений представлены на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что фазы роста 6-летних сеянцев проходят в те же периоды, что и

у 5-летних. Максимумы основного прироста нижегородских и томских сеянцев совпадают и происходят 29 мая и с 17 по 31 июля.

Значения скорости основного и вторичного роста центрального побега у нижегородских сеянцев выше, чем у томских, что можно объяснить их лучшей адаптацией в данном районе. Различий в динамике роста хвои нет.

Динамика роста апикального побега 5 и 6-летних сеянцев разного происхождения представлена на рис. 3 и 4.

Из рис. 3 и 4 видно, что Нижегородские 5 и 6-летние сеянцы в основном и вторичном приросте растут интенсивнее, чем представители ветлужской и томской популяций.

Для изучения внутривидовой изменчивости и выявления наиболее ценных в селекционном отношении материнских особей исследовали семенное потомство разных деревьев. Заготовка семян в нижегородских и ветлужских культурах проводилась отдельно по каждому дереву, и семена были высеяны по семьям.

Динамика роста апикального побега 5-летнего семенного потомства нижегородских и ветлужских культур представлена на рис. 5.

Из рис. 5 видно, что с началом ростовых процессов появляются различия как внутри семей, так и между ними. Семенное потомство Нижегородских деревьев имеет лучшие показатели, чем представители ветлужских деревьев, особенно быстрым ростом в нижегородской интродукционной популяции отличаются потомства деревьев № 13, № 24 и № 25.

Графики, характеризующие рост апикального побега 6-летних нижегородских и томских сеянцев, представлены на рис. 6.

Из рис. 6 видно, что все семьи нижегородской интродукционной популяции превосходят томские сеянцы. Наилучшие показатели роста побега наблюдаются у 6-летних нижегородских сеянцев потомств деревьев № 2, № 3 и № 16.

Для выявления зависимости скорости роста апикального побега и хвои сеянцев от

Зависимость скорости роста апикального побега и хвои семян разного происхождения от метеорологических условий в периоды наблюдений

Метеоданные за периоды наблюдений	Коэффициенты корреляции параметров сезонного роста семян с метеоданными			
	Основной прирост побега		Вторичный прирост побега	
5-летние семена				
	Нижегородские	Ветлужские	Нижегородские	Ветлужские
t ср.	0,73	0,82	0,45	0,59
$\sum t > +10^{\circ}\text{C}$	0,62	0,69	0,45	0,59
\sum осадков, мм	-0,06	-0,41	0,31	0,49
ГТК	-0,31	-0,63	0,22	0,40
6-летние семена				
	Нижегородские	Томские	Нижегородские	Томские
t ср.	0,81	0,73	0,40	0,34
$\sum t > +10^{\circ}\text{C}$	0,69	0,56	0,40	0,34
\sum осадков, мм	-0,10	-0,10	0,35	0,30
ГТК	-0,34	-0,35	0,30	0,25

основных метеорологических факторов был выполнен корреляционный анализ, результаты которого представлены в табл. 2.

Результаты корреляционного анализа показали, что наблюдается высокая зависимость основного прироста апикального побега от средней температуры воздуха и значительная – от суммы активных температур. Отмечена умеренная и значительная связь вторичного прироста побега у ветлужских семян со средней температурой воздуха и суммой активных температур.

В конце фенологических наблюдений также были проведены исследования основных параметров семенного потомства нижегородского и ветлужского происхождения. В нижегородской популяции в разных семьях коэффициент вариации по высоте находился в пределах от 21,1 до 36,1 %, по диаметру – от 18,9 до 32,2 %, по количеству почек: от 30,1 до 53,5 %.

Среди ветлужской популяции коэффициент вариации по высоте имел значение от 16,4 до 25,5 %, по диаметру от 15,2 до 46,7 %, по количеству почек от 34,9 до 46,6. Результаты статистического анализа показали, что варьирование признаков у семян в семьях разных материнских деревьев достаточно высокое, что говорит об эффективности проведения индивидуального отбора в пределах семей.

Выводы

– проведенные исследования семян кедров сибирского из семян интродукционных популяций позволяют оценить адаптивные возможности отдельных популяций, семей и деревьев и провести отбор наиболее продуктивных из них для создания лесосеменных плантаций в регионе интродукции;

– сравнение динамики роста показало, что лучшие результаты принадлежат семенному потомству «местной» нижегородской популяции по сравнению с ветлужской и томской, что можно объяснить их лучшей адаптацией в данном районе.

– представители всех семей имеют вторичный прирост побега. Это показывает, что условия роста благоприятны для роста и развития этой породы в зоне интродукции.

Библиографический список

1. Дроздов, И.И. Интродукция сосны кедровой сибирской в европейскую часть лесной зоны: автореф. дис... д-ра с.-х. наук / И.И. Дроздов. – М.: МЛТИ, 1992. – 48 с.
2. Некрасов, В.И. Актуальные вопросы развития теории акклиматизации растений / В.И. Некрасов. – М.: Наука, 1980. – 110 с.
3. Брынцев, В.А. Значение фенологических фаз при выращивании кедров сибирского / В.А. Брынцев // Лесхоз.информ. – 1997. – Вып. 8. – С. 8–16.
4. Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 368 с.

ВЛИЯНИЕ ОПУШЕЧНОГО ЭФФЕКТА НА СОСТОЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ

Н.В. БУРОВА, доц. каф. ботаники и общей экологии САФУ им. М.В. Ломоносова, канд. с.-х. наук,
А.М. ТАРАКАНОВ, проф., зав. лабораторией таежных экосистем и биоразнообразия Северного НИИ лесного хозяйства, д-р с.-х. наук,

И.И. ДРОЗДОВ, проф. каф. лесных культур МГУЛ, д-р с.-х. наук,

О.Д. КОНОНОВ, проф., член-корреспондент РАН, директор Архангельского НИИ сельского хозяйства, д-р с.-х. наук,

Е.Д. ГЕЛЬФАНД, проф. каф. биотехнологии САФУ им. М.В. Ломоносова, д-р техн. наук

natalyaglasova@yandex.ru

В настоящее время активно развивается концепция экотон [1]. Экотон представляет собой переходную зону между двумя соседними экосистемами [2, 3] и значительно отличается по условиям среды и видовому составу от обоих граничащих сообществ. Сообщества экотона содержат обычно многие виды из контактируемых сообществ и, кроме того, виды, характерные только для экотона. Часто число видов и плотность популяций некоторых из них в экотоне выше, чем в соседних сообществах. Краевые воздействия (эффекты) примыкающих друг к другу сообществ известны под названием краевого (экотонного, опушечного, пограничного) эффекта [4–7].

Методы исследования

Специфичными в эколого-ценотическом отношении природными объектами являются лесо-луговые экотонные комплексы. Появление экотонных зон часто связано с антропогенной деятельностью. Исследования опушечного эффекта проводились в двух экотонных зонах: на границе ельника брусничного и суходольного луга, а также на границе ельника чернично-брусничного и вырубке в условиях северной подзоны тайги на территории Архангельской области.

Для выявления экологических и фитоценотических особенностей в экотонной зоне ельников перпендикулярно опушке леса закладывались трансекты, состоящие из 15 учетных площадок 2×2 м, удаленных друг от друга на 3 м. Одна учетная площадка находилась непосредственно на границе лес – опушка, 10 учетных площадок в лесу и 4 учетные площадки на лугу или вырубке. Для уточне-

ния видового состава и экологических условий было заложено 5 трансект, включающих 75 учетных площадок.

На каждой учетной площадке одновременно выполнялись замеры освещенности у поверхности почвы люксметром в 10-кратной повторности и температуры почвы термометром метеорологическим стеклянным ТМ10 на глубине 5 см.

На каждой учетной площадке глазомерно определялось общее проективное покрытие травяно-кустарничкового и мохово-лишайникового ярусов, видовой состав живого напочвенного покрова. Для каждого вида отмечали проективное покрытие и обилие по шкале О. Друде.

Результаты исследования

Для исследованных экотонных участков на границе ельника брусничного и суходольного луга и ельника чернично-брусничного и вырубке выявлены различия некоторых экологических факторов. Показатели освещенности и температуры почвы зависят от расстояния учетной площадки от границы экотона.

В направлении луг – лес отмечено уменьшение количества света, достигающего напочвенного покрова (рис. 1). Максимальная освещенность отмечена для учетной площадки на лугу на удалении 20 м от стенки леса (9841,3 лк). В направлении опушки освещенность постепенно снижается до 3167,0 лк. На учетных площадках, расположенных в лесу, свет распространяется примерно одинаково, не превышая 2000 лк, что в пять раз ниже, чем на луговых участках. Опушка является

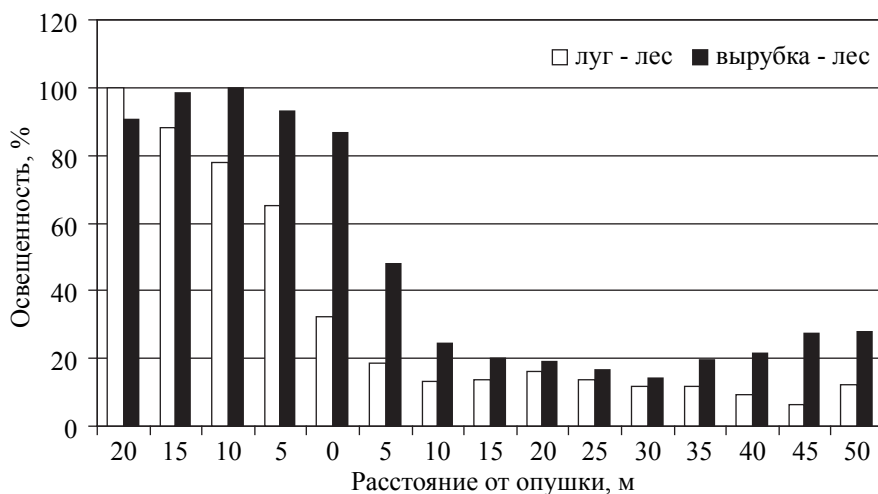


Рис. 1. Относительная освещенность на границах луг – лес и вырубка – лес

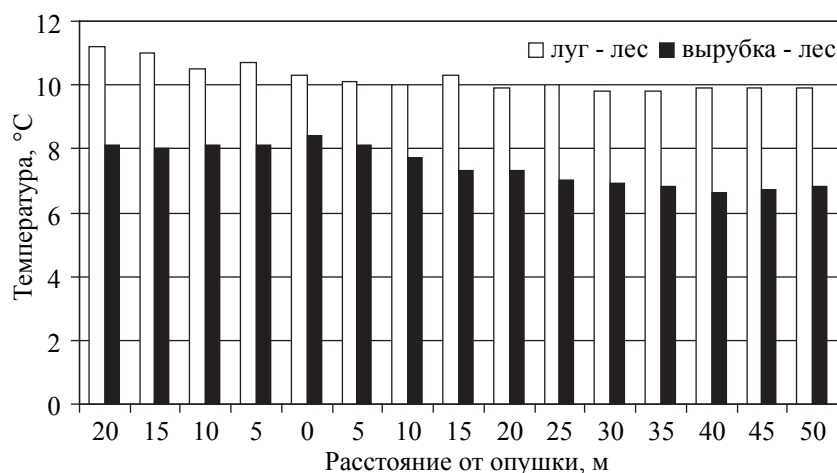


Рис. 2. Температура почвы на границах луг – лес и вырубка – лес

пограничной зоной между территорией с хорошей освещенностью и территорией с минимальной освещенностью.

При движении от вырубки в сторону леса прослеживается сходная зависимость. Наибольшая освещенность зафиксирована на вырубке (13828 лк). При движении в сторону леса освещенность снижается, но незначительно по сравнению с вырубкой (11981 лк). На опушке наблюдается резкое снижение освещенности. Под пологом леса значения освещенности варьируют от 1935 до 3850 лк, но не превышают 4000 лк.

На опушке вырубка – лес освещенность изменяется более резко по сравнению с освещенностью в экотонной зоне луг – лес. Это связано с тем, что в случае антропогенных нарушений (вырубка) опушка выражена более четко и имеет резкие границы в отличие от опушек, которые формируются естественно.

Температура почвы снижается в направлении луг – лес на 1°C. На лесных участках температура почвы не превышает 10°C (рис. 2). Исключение составляют лишь учетная площадка №8, на которой отмечается некоторое повышение температуры почвы (10,3°C), что может быть связано с наличием «окна» в пологе древостоя и более сильным прогреванием почвы, и учетная площадка №6 (10,1°C), что обусловлено близостью опушки.

На вырубке температура почвы варьирует в узком диапазоне: от 8 до 8,1°C. Максимальная температура наблюдается на опушке (8,4°C). Затем по направлению в глубь леса температура почвы плавно снижается.

Температура почвы непосредственно зависит от освещенности. Для выявления зависимости между освещенностью и температурой почвы был проведен корреляци-

Данные корреляционного анализа освещенности и температуры почвы

Показатели	Коэффициент корреляции с ошибкой	Корреляционное отношение с ошибкой
Лесо-луговая экотонная зона	0,83 ± 0,046	0,83 ± 0,047
Экотонная зона на вырубке	0,81 ± 0,050	0,88 ± 0,033

онный анализ (таблица). Между этими двумя экологическими показателями наблюдается положительная корреляция. Чем выше освещенность, тем сильнее прогревается почва. В экотонных зонах выявлена сильная прямолинейная связь между показателями освещенности и температуры (рис. 3).

Температура почвы и количество света, достигающего растительного и почвенного покрова, оказывают огромное влияние на распространение растений и способствуют образованию совершенно разных флористических сообществ на открытой местности и в лесу.

Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса на лугу составляет 98–99 %. По мере приближения к стенке леса этот показатель уменьшается до 78 %, вероятно, в связи с понижением уровня освещенности (рис. 4). При этом в составе напочвенного покрова появляется мохово-лишайниковый ярус.

Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса на вырубке варьирует от 10 до 20 %. Затем в направлении к лесу оно увеличивается и на опушке составляет 36,7 %. В лесу общее проективное покрытие постепенно увеличивается от 58 до 88 %.

Снижение общего проективного покрытия напочвенного покрова на вырубке связано с изменением экологических условий. После удаления древесного яруса растения травяно-кустарничкового яруса попали в новые экологические условия, связанные с более высокой освещенностью и температурой почв. Это стало причиной «выгорания» и гибели на солнце растений тех видов, которые не адаптировались к новым условиям среды.

Травяно-кустарничковый ярус на границе луг – лес представлен 33 видами. Среди них есть виды, которые встречаются только в лесу или только на лугу. На лугу самое большое видовое разнообразие. При приближе-

нии к стенке леса количество видов уменьшается (рис. 5). Травяно-кустарничковый ярус в экотонной зоне на вырубке представлен 14 видами. На границе вырубки и леса наблюдается более высокое видовое богатство, чем на остальных участках. Повышенное видовое разнообразие на опушке вырубки может быть связано с тем, что экологические условия изменились в этой зоне, но незначительно, что позволяет сохраняться видовому составу, свойственному естественному фитоценозу, и способствует появлению новых видов, более приспособленных к условиям среды, сложившимся после вырубки древесного яруса.

Все виды, представленные в лесо-луговой экотонной зоне, можно разделить на несколько групп, в зависимости от местобитания в опушечной зоне:

растения, встречающиеся только на лугу: манжетка, тысячелистник обыкновенный, вероника лекарственная, горошек забор-

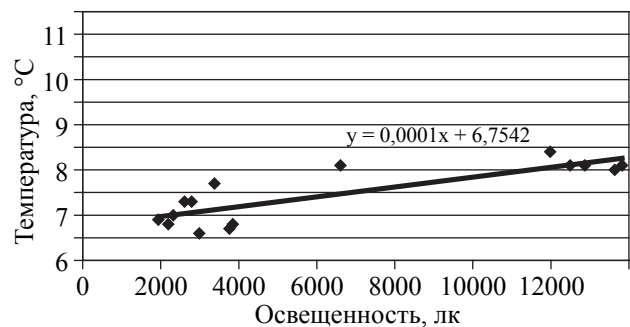
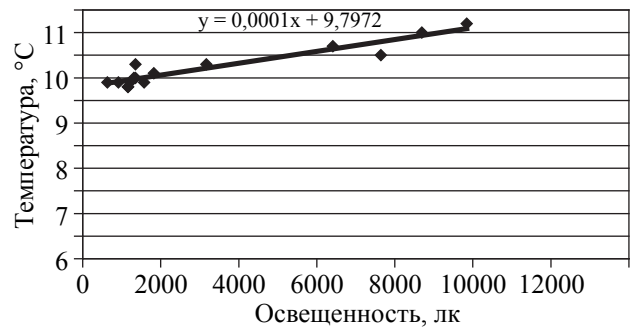


Рис. 3. Зависимость температуры почвы от освещенности на границах луг – лес и вырубка – лес

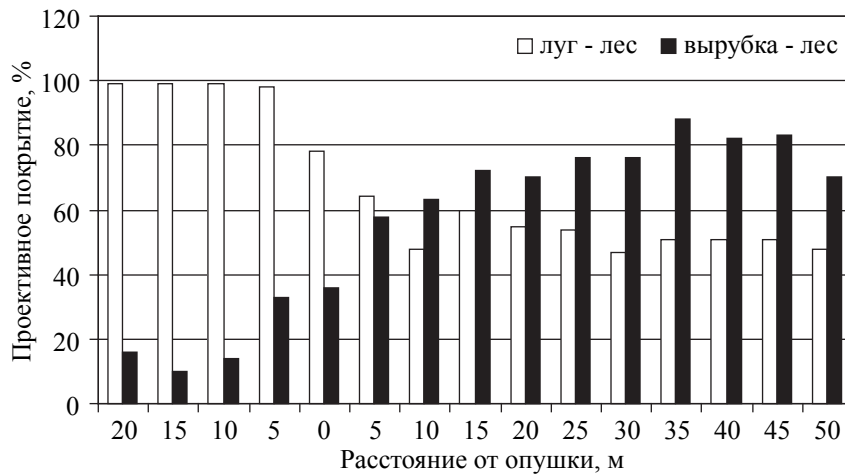


Рис. 4. Общее проективное покрытие травяно-кустарничкового яруса на границах луг – лес и вырубка – лес

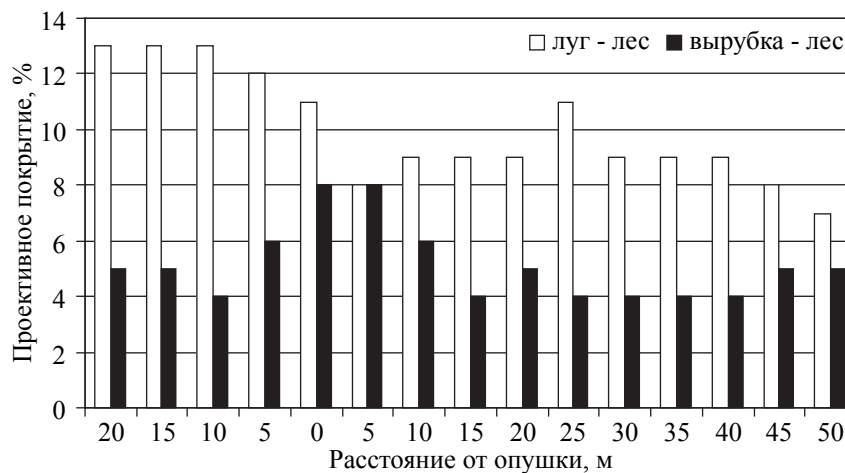


Рис. 5. Видовое богатство травяно-кустарничкового яруса на границах луг – лес и вырубка – лес

ный, колосок душистый обыкновенный, вероника дубравная, дудник лесной, погребок весенний, тимофеевка луговая, клевер луговой, горошек мышиный, василисник малый;

растения, встречающиеся только в лесу: золотарник обыкновенный, щитовник иголецкий, линнея северная, плаун годичный;

растения, встречающиеся только на опушке: вьюнок;

растения, встречающиеся на опушке и в лесу: брусника, седмичник европейский, майник двулистный, земляника лесная, грушанка круглолистная, хвощ лесной, кислица обыкновенная;

растения, встречающиеся на опушке и на лугу: герань лесная, подмаренник северный, щучка дернистая, пырей ползучий;

растения, встречающиеся в лесу и на лугу: бодяк разнолистный, хвощ луговой, осо-

ка, таволга вязолистная, черноголовка обыкновенная.

Некоторые виды растений увеличивают проективное покрытие при приближении к опушке, например брусника, осока.

Виды, представленные в экотонной зоне вырубке, также можно разделить на экологические группы, в зависимости от местобитания в опушечной зоне:

растения, встречающиеся только на вырубке: вероника лекарственная;

растения, встречающиеся только на опушке: иван-чай узколистый;

растения, встречающиеся на опушке и на вырубке: земляника лесная, герань луговая, бодяк разнолистный;

растения, встречающиеся на опушке и в лесу: осока, черника;

растения, встречающиеся на вырубке и в лесу: брусника, золотарник обыкновен-

ный, майник двулистный, хвощ лесной, линея северная, седмичник европейский.

Исходя из полученных данных можно судить о наличии краевого эффекта в опушечной зоне ельников брусничных – луговых фитоценозов и ельников чернично-брусничных – вырубки. Опушка леса содержит виды растений из обоих контактируемых сообществ и виды, произрастающие только на опушке.

Библиографический список

1. Сырова, В.В. Эколого-ценотическая структура почвенного покрова лесо-луговых экотонных комплексов в условиях Нижегородского Поволжья: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.В. Сырова. – Нижний Новгород, 2007. – 24 с.
2. Миркин, Б.М. Толковый словарь современной фитоценологии / Б.М. Миркин, Г.С. Розенберг. – М.: Наука, 1983. – 184 с.
3. Кучерова, С.В. О методах описания опушечных экотонов / С.В. Кучерова, Б.М. Миркин // Экология. – 2001. – №5. – С. 339–340.
4. Рифлекс, Р. Основы общей экологии / Р. Рифлекс. – М.: Мир, 1979. – 424 с.
5. Радкевич, В.А. Экология / В.А. Радкевич. – М.: Высшая школа, 1998. – 159 с.
6. Тарханов, В.М. Опушечный эффект в равнинных лесных экосистемах юга Российского Дальнего Востока: автореф. дис. ... канд. биол. наук. / В.М. Тарханов. – Владивосток, 1998. – 26 с.
7. Сырова, В.В. Экотонный эффект лесных опушек в различных природных комплексах Нижегородской области / В.В. Сырова // Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы. – Казань, 2006. – С. 260–261.

К СТРУКТУРЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ЕЛИ НА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЯХ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ»

В.В. КИСЕЛЕВА, *Национальный парк «Лосиный Остров»*,
С.А. КОРОТКОВ, *доц. каф. лесоводства и подсочки леса МГУЛ*,
Н.А. ИСТОМИН, *каф. лесоводства и подсочки леса МГУЛ*,
Л.В. СТОНОЖЕНКО, *доц. каф. лесоустройства и охраны леса МГУЛ*

vvkisel@mail.ru, korsar-71@newmail.ru, nistomin_89@mail.ru, stonozhenko@mgul.ac.ru

Интерес к ели применительно к национальному парку (НП) «Лосиный Остров» вполне объясним. С одной стороны, ель является коренной породой для большинства местообитаний национального парка. Так, для вершин и склонов моренных холмов условно коренным типом леса считается ельник с липой лещиновыи кислично-зеленчуковый, для флювиогляциальных равнин – ельники кисличные, кислично-черничные, разнотравно-кисличные [7]. С другой стороны, состояние ели в «Лосином Острове» по многим параметрам далеко от оптимального. Ельники, особенно чистые, поражены корневой губкой [6], страдают от ураганных ветров, вспышек численности вредителей. Так, только за последнее десятилетие площадь ельников, в сильной степени поврежденных ураганными ветрами, составила около 20 га, площадь очагов кородея типографа (*Ips typographus* L.) в 2010 – начале 2011 гг. составила 90 га, притом, что площадь приспевающих, спелых и

перестойных ельников парка, по данным последнего лесоустройства, составляла 989 га. С динамической точки зрения положение ели нельзя считать устойчивым из-за слабого возобновления ели под пологом ельников, как это показано в ходе многолетних наблюдений Института лесоведения РАН [1, 5] и научного отдела национального парка [4].

Учитывая низкую, как правило, устойчивость ели к разного рода антропогенным воздействиям (атмосферное загрязнение, рекреационные нагрузки), представляется весьма актуальным рассмотрение проблемы устойчивости ельников и поиска показателей, адекватно характеризующих устойчивость, в том числе в динамическом аспекте. Целесообразно рассматривать устойчивость ели на уровне ценопопуляции, т.е. совокупности деревьев всех поколений данного вида в пределах фитоценоза.

Известно, что устойчивость ценопопуляции зависит от ее структуры. Ценопо-

пуляция стабильна, если она гетерогенна. Аргументом в пользу гетерогенности служит уменьшение перекрывания экологических ниш по целому ряду осей, что приводит к ослаблению конкуренции [3].

Методы характеристики структуры насаждений

Традиционным способом характеристики структуры насаждений являются кривые распределения деревьев по ступеням толщины. Известно, что одновершинная, асимметричная кривая характеризует молодое насаждение или пройденное рубками ухода по низовому способу, направленному на уборку отстающих в росте деревьев. По мере увеличения возраста насаждения растет размах распределения деревьев по диаметру. Из-за уменьшения числа деревьев в насаждении кривая становится более плоской.

В результате конкуренции между деревьями они разделяются на классы роста и развития. После подселения подростка под основной полог с последующим его выходом во второй ярус в кривой распределения деревьев по диаметру образуется двухвершинность. Распределение деревьев по ступеням толщины в смешанных насаждениях, состоящих из светолюбивых и теневыносливых древесных пород, также может характеризоваться двухвершинными кривыми.

Для сравнения структуры разных по условиям произрастания насаждений принято пользоваться не абсолютными величинами, а редуцированными числами Шиффеля. Для определения редуцированных чисел все деревья, составляющие насаждение, распределяются в последовательный ряд по возрастанию диаметров. Этот ряд делится на 10 частей. Средний диаметр деревьев, составляющих каждую десятую ряда, выраженный в долях от среднего диаметра насаждения, называется редуцированным числом.

А.В. Тюрин для выявления закономерностей в строении насаждений распределял деревья по ступеням толщины, выраженным в десятых долях среднего диаметра насаждения (R_d). Такие ступени, являющиеся общими для всех насаждений и не зависящие от конк-

ретных диаметров, он назвал естественными ступенями толщины [11].

Замена ступеней, выраженных в сантиметрах, относительными значениями дает возможность сравнивать и выявлять общий характер перераспределения деревьев в насаждениях различных средних диаметров.

По выражению Н.В. Третьякова, «все свойства дерева суть функции его ранга в насаждении» [9]. Ранг дерева достаточно точно определяется через его диаметр. Следовательно, исследование строения древостоев по диаметрам дает ценную информацию о свойствах этих древостоев, в том числе и об их стабильности. Исходя из изложенного можно предположить, что более стабилен тот древостой, в котором варьирование диаметров максимально. Анализируя строение сложных насаждений, Н.В. Третьяков сформулировал важное положение о том, что «древостой элемента леса не представляет такой механической смеси деревьев, как «совокупность отдельных деревьев». «Множество деревьев древостоя есть единое органическое целое, и в этом заключается его качественное отличие от множества отдельных деревьев, его своеобразия. Это качественно обособленное множество имеет специфическую структуру, находящую количественное свое выражение в своеобразных закономерностях изменения таксационных признаков при их математической интерпретации» [10].

К.К. Высоцкий разработал метод анализа строения смешанных древостоев при помощи конкретных редуцированных чисел [2]. Установив непосредственными вычисления исходный ряд редуцированных чисел по диаметрам и приняв 6 класс за единицу, можно рассчитать основные ряды редуцированных чисел таксационных признаков для каждого конкретного древостоя.

Интегральным показателем, характеризующим строение древостоев по диаметру, является разность редуцированных чисел по диаметру между 10 и 1 классом – $\Delta D_{отн}$. В каждом классе определяют $D_{отн}$ как отношение $D_{ср}$ класса к $D_{ср}$ 6-го класса (где находится среднее дерево). Расчет показателя $\Delta D_{отн}$ производят как разницу между $D_{отн}$ 10-го класса и $D_{отн}$ 1-го класса.

Помимо характеристики структуры насаждений по диаметру через графики распределения по ступеням толщины, вычисления редуцированных чисел и $\Delta D_{отн}$, нами в некоторых случаях использовалась характеристика высотной структуры древостоя, или вертикальная «развертка» насаждений, представляющая собой график, по оси абсцисс которого отложен номер дерева на пробной площади, по оси ординат – расчетная высота, определенная по графику высот.

Объекты исследований Характеристика пробных площадей

Структура и устойчивость ельников изучалась на постоянных и временных пробных площадях, заложенных в национальном парке «Лосиный Остров» в разных типах леса, как в насаждениях с преобладанием ели, так и в насаждениях, где молодое поколение ели формируется под пологом других пород.

Характеристика анализируемых в данной работе пробных площадей по данным последних перечетов (2008–2010 гг.) приведена в табл. 1.

Таким образом, изучаемые ельники располагаются в пределах 4 ландшафтов национального парка, в дренированных местообитаниях, представлены лесами кисличной, черничной и сложной широколиственной групп типов леса. Пробные площади включают также производные от ельников типы леса (березняки и культуры сосны), в которых происходит восстановление коренной породы. Две пробные площади (30 и 37) – старые еловые культуры, о происхождении других ельников достоверных данных нет. В насаждениях некоторых постоянных и почти всех временных площадей выделяются 2 высотных яруса.

Для характеристики устойчивости ельников производился повторный пересчет на пробных площадях, заложенных в национальном парке в 1998–2000 гг. Размеры пробных площадей в зависимости от возраста и полноты насаждений составляют от 0,25 до 0,6 га, деревьев на пробных площадях – не менее 150, в том числе не менее 100 деревьев главной породы. В процессе перечета в ведомость включались новые деревья, достигшие

к моменту перечета учетного диаметра (ступени толщины 8 см).

У каждого дерева на пробной площади измеряли окружность на высоте 1,3 м (по метке), по которой затем вычислялся диаметр; определяли санитарное состояние по 6-балльной шкале. Для учетных деревьев производилось измерение высоты и радиального прироста за 5 и 10 лет. Высоты для всех остальных деревьев рассчитывались по графику высот, полученному по результатам измерений учетных деревьев.

В процессе обработки результатов перечета строились графики, отображающие высотную структуру и позволяющие разбить насаждение на ярусы, графики распределения по ступеням толщины с интервалом 2 см, производилась разбивка древостоя на 10 классов по диаметру с последующим вычислением редуцированных чисел и разности относительных диаметров 10 и 1 класса для насаждения в целом и отдельно для ели.

Обсуждение результатов Анализ ранговой структуры насаждений

Анализ ранговой структуры всех пробных площадей по диаметру позволил выделить несколько типов структур.

1. Формирующееся поколение ели имеет распределение по ступеням толщины с одним максимумом, сдвинутым в левую сторону кривой. Пример такой структуры приведен на рис. 1а для ППП 40 (второй ярус ели под пологом березняка в условиях ельника кисличного). За счет присутствия в насаждении нескольких деревьев более старшего возраста (или выделившихся из своего поколения в более благоприятных «микроусловиях»), хорошо просматривающихся на высотной развертке (рис. 1б), график растянут вправо. Такую же форму график имеет для ППП 22 и ВПП 42-3-7. Ценопопуляции формирующихся ельников характеризуются равномерным, почти линейным увеличением редуцированных чисел от класса к классу (рис. 2) и низкими величинами $\Delta D_{отн}$, находящимися в интервале от 0,8 до 1,2 (табл. 2).

2. Ценопопуляции с распределением стволов, близким к нормальному, характер-

**Описание пробных площадей НП «Лосиный Остров»
с преобладанием ели в насаждении или 2 ярусе**

№	Урочище	Тип леса		Состав древостоя	ТУМ	Возраст	Полнота
		условно коренной	фактический				
Постоянные пробные площади							
7	Пологий склон водно-ледн. равнины	Ельник с Лп лещиновый кисл.-зеленч.	Ельник с Б и Лп зел.-волос.-осоковый	5Е2Б2Лп1С+Д	С2	100	0,8
8	Пологий склон водно-ледн. равнины	Ельник с Лп лещин. разнотр.-кисл.	Ельник с Б и Лп вол.-осоково-зеленч.	7,5Е2Б0,5Лп+Д	С2	100	0,75
16	Основная поверхность моренной равнины	Липняк [с Е] широколиственный	Ельник с липой кисл.-зеленч.	7,5Е1Лп0,5Ос0,5Кл0,5Д	С3	105	0,75
17	Основная поверхность моренной равнины	Липняк [с Е] широколиственный	Ельник с липой пролесниково-звездч.-зеленч.	7Е2Лп1Б+Кл,Д	С3	90	0,85
22	Пологий склон зандровой равнины	Ельник черн.-кисл.	Сосняк с Б и Е кисл.-зеленч. (культуры)	4С4Б2Е+Л+Кл+Лп	С3	60	0,9
26	Основная поверхность зандровой равнины	Ельник черн.-кисл.	Ельник зеленч.-кисл.	8Е1С1Б	С3	90	0,7
29	то же	Ельник черн.-кисл.	Ельник черн.-кисл.	10Е+Б+С	С3	90	0,65
30	то же	Ельник черн.-кисл.	Ельник кисл.-черн. (культуры)	10Е+С+В	С3	107	0,8
31	то же	Ельник разнотр.-черн.	Ельник с Б черн.-кисл.	8Е1С1Б	В3	90	0,75
32	то же	Ельник черн.-кисл.	Сосняк с Е разнотр.-черн.	1 ярус: 4,5С4,5Е1Б 2 ярус: 8,5Е1,5Б	С3	105 40-50	0,8 0,1
37	Плоская поверхность флювиогляц. равнины	Ельник кисличный	Ельник разнотр.-кисл. (культуры)	10Е+Б,С	С3	113 (100)	0,7
39	то же	Ельник кисличный	Сосняк с елью кисл.	5С5Е+Б	С3	90 (75)	0,9
40	то же	Ельник кисличный	Березняк с елью разн.-кисл.	1 яр.: 9Б1Е+ЧерМ*,В,С,Д 2 яр.: 7Е2Б1В+ЧерМ,Д	В3	54 30-40	1,0 0,3
46	Верх. часть склона моренной равнины	Ельник с Лп лещиновый кисл.-зеленч.	Ельник кисл.-разн.	1 ярус: 5,5Е2Б1Д 1Ос0,5Лп, ед.Кл 2 ярус: 5Е2Б1Лп 1Д 1Ряб, ед.Кл	С2	100 50	0,65 0,1
47	Долина мелкой ложбины стока	Ельник лещин. кисл.-черн.	Ельник кисл.-разн.	1 ярус: 9Е0,5Б 0,5Д, ед. Лп 2 ярус: 3Лп3Д3Б1Е	С3	110 45	0,6 0,1
Временные пробные площади							
42-3-7	Основная поверхность моренной равнины	Ельник лещин. кисл.-черн.	Березняк с осинной и елью	7Б2Ос1Е, ед. Д	С3	50	0,8
43-2-14	Основная поверхность моренной равнины	Ельник с Лп лещиновый кисл.-зеленч.	Ельник с липой и дубом	1 ярус: 4Е3Лп 2Д1Б, ед. В 2 ярус: 6Е4Лп+Д,Б	С3	100 30-50	0,65 0,2

№	Урочище	Тип леса		Состав древостоя	ТУМ	Возраст	Полнота
		условно коренной	фактический				
44-1-10	Основная поверхность моренной равнины	Ельник лещин. кисл.-черн. или разн.-черн.	Березняк с елью и дубом	1 ярус: 5Б4Е 0,5Д0,5С +Лп	С3	60 (90)	0,75
				2 ярус: 4Е3Б2,5Д0,5Лп		30-40	0,3
53-4-6	Склон моренной равнины	Ельник с Лп лещиновый кисл.-зеленч.	Ельник с дубом кисл.-разн.	1 ярус: 7Е3Д+Б, ед. Кл,Ос	С3	100-110	0,5
				2 ярус: 4Е3,5Кл2Лп0,5Д		20-30(50)	0,15

* ЧерМ – чермуха Маака

ны для старых еловых культур, неоднократно пройденных рубками ухода (ППП 30 и 37), а также для некоторых ельников неопределенного происхождения (ППП 47, 8, с некоторой долей условности ППП 26, 29), в которых ценопопуляция ели представлена одним поколением деревьев. Пример структуры такого насаждения приведен на рис.1в (ППП 30, культуры 105-летнего возраста). Несмотря на кажущийся довольно значительный разброс между максимальным и минимальным диаметром деревьев ели, такие насаждения характеризуются наименьшими значениями $\Delta D_{отн}$, составляющими 0,6–0,9 (табл. 2). Линия, характеризующая редукционные числа, еще более выположена по сравнению с молодыми ельниками (рис. 2). Также обращает на себя внимание наличие большого количества сухостоя, причем не только в наименьших ступенях толщины (рис. 1в). Для этих насаждений в последние 10 лет характерно выпадение значительного числа стволов ели – от 12 до 32 % от общего количества деревьев (табл. 2).

3. Популяция с 2 пиками или растянутым рядом по диаметру – наиболее часто встречающийся тип структуры насаждений на пробных площадях «Лосиного Острова». Пример приведен на рис. 1д,е для ППП 16 (ельник с липой кислично-зеленчуковый, средний возраст 105 лет). Кривая, характеризующая редукционные числа, у таких ценопопуляций плавно поднимается вверх (рис. 2). Такие ценопопуляции имеют 2–3 поколения деревьев, но число молодых деревьев незначительно. Величины $\Delta D_{отн}$ у таких насаждений находятся в пределах от 1,1 до 1,3 (табл. 2). Эта группа насаждений более устойчива по сравнению с предыдущей, но с динамических позиций их устойчивость ог-

раничивается недостаточным количеством молодых деревьев, способных обеспечить смену поколений. Более того, молодые деревья в таких насаждениях ослаблены, балл категории состояния у деревьев низших ступеней толщины 2,5–3,0.

4. Популяция с 2–3 пиками на графике ступеней толщины, наивысший из которых приходится на молодые деревья. Такая структура, по нашему мнению, соответствует наиболее устойчивым насаждениям: здесь присутствуют несколько поколений деревьев, причем молодые явно по численности преобладают, что обеспечивает стабильное существование ценопопуляции в будущем. Такая структура характерна для смешанных насаждений, где ель произрастает с сосной (для зандровой равнины, ППП 32) или с березой, липой и дубом (для моренной равнины, ППП 17 и 46, ВПП 43-2-14). Пример такой структуры приведен на рис. 1ж,з для временной пробной площади 43-2-14. График, характеризующий изменение редукционных чисел, имеет вид кривой, довольно резко уходящей вверх на уровне 7-8 классов по диаметру (рис. 2). $\Delta D_{отн}$ в таких насаждениях более 1,5 или даже 2 (табл. 2).

Таким образом, на объектах Лосиного Острова выявлено, что каждому типу структуры ценопопуляции ели примерно соответствует свой интервал значений $\Delta D_{отн}$. Для ельников Лосиного Острова границы между типами структур и условными классами устойчивости проходят по значениям <1,1 (ценопопуляция состоит из 1 элемента леса), 1,1 – 1,4 (ценопопуляция включает 2–3 элемента леса, но количество молодых деревьев явно недостаточное) и >1,5 (2,0) – ценопопуляция представлена несколькими поколениями, с преобладанием молодых деревьев.

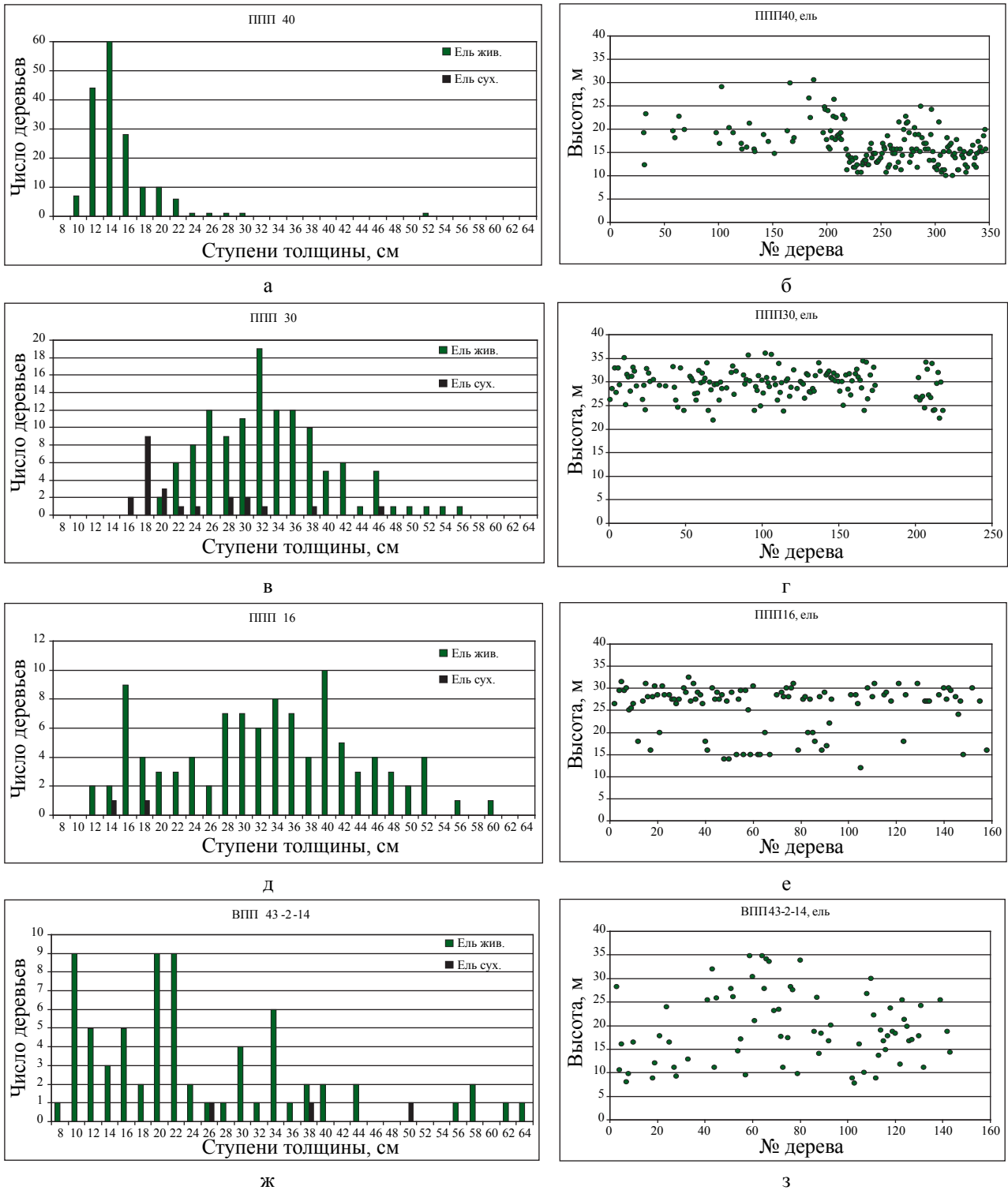


Рис. 1. Распределение деревьев ели по ступеням толщины (левый столбец) и вертикальная развертка (правый столбец) в насаждениях с разным типом структуры: молодое поколение ели под пологом других пород, ППП 40 (а, б); старые культуры, неоднократно пройденные рубками ухода, ППП 30 (в, г); популяции, состоящие из 2–3 элементов леса, с преобладанием более старых, ППП 16 (д, е); разновозрастные ельники с преобладанием молодого поколения, ВПП 34-2-14 (ж, з)

Разделение всех обследованных ельников на группы по $\Delta D_{отн}$ подтверждается статистически, несмотря на малое число

объектов. По критерию Стьюдента достоверны различия между следующими группами:

(1) ельниками с упрощенной структурой (включая культуры) и ельниками с растянутым рядом – на уровне $P = 0,95$,

(2) ельниками с упрощенной структурой (включая культуры) и ельниками разновозрастными – на уровне $P = 0,98$;

(3) ельниками с растянутым рядом по диаметру и условно разновозрастными ельниками – на уровне $P = 0,95$.

При большем числе объектов можно ожидать увеличения уровня достоверности различий. По формирующимся ельникам число объектов недостаточно для толкового сравнения.

Кроме того, выявляется отдельная закономерность для упрощенных по строению (одноярусных, условно разновозрастных) еловых насаждений. Существует определенная связь между $\Delta D_{отн}$ и долей ели в составе разновозрастного древостоя (рис. 3). Снижение $\Delta D_{отн}$ происходит, как правило, в чистых ельниках (с долей ели 9–10 ед. в составе древостоя), независимо от их происхождения. Следовательно, в смешанных насаждениях у ели больше шансов сформировать гетерогенную ценопопуляцию. Однако количество объектов наблюдения нельзя считать достаточным, и данная закономерность нуждается в проверке.

Связь $\Delta D_{отн}$ с другими показателями устойчивости

Традиционно показателем устойчивости насаждений является количество сухостоя, текущий пророст, соотношение между приростом и отпадом, балл категории состояния всего насаждения и отдельных элементов леса.

Некоторые цифры, иллюстрирующие эти показатели, приведены в табл. 2.

Анализ небольшого массива данных подтвердил снижение величины $\Delta D_{отн}$ одноярусных насаждений с возрастом насаждений начиная с 80–90 лет. Для ценопопуляций ели такая зависимость выражена несколько более отчетливо ($R^2 = 0,400$). Более того, с уменьшением возраста ели $\Delta D_{отн}$ также снижается, что вполне объяснимо, т.к. в этом возрасте ель на пробных площадях представлена одним поколением. Сходная зависимость была получена

для пробных площадей Щелковского учебно-опытного лесхоза [8]. Насаждения с участием ели во всех ярусах закономерно выбиваются из этого ряда.

Для ценопопуляций ели выявлена слабая положительная зависимость между разностью относительных диаметров и относительной величиной текущего прироста. Это может косвенным образом указывать на то, что в насаждениях с более разнообразной структурой создаются условия для лучшего роста деревьев.

Связи между разностью относительных диаметров и баллом категории состояния ни для насаждения в целом, ни для ели отдельно не выявлено.

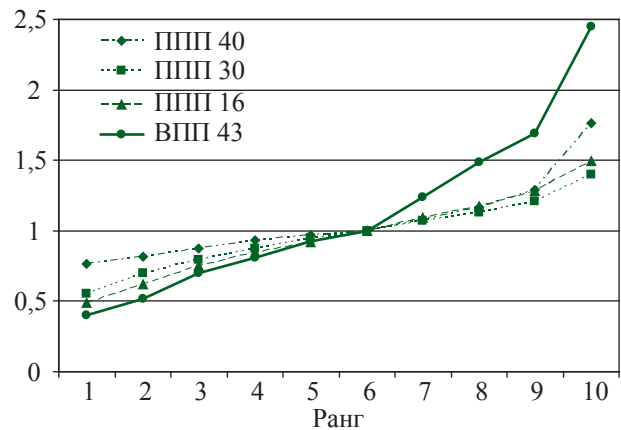


Рис. 2. Кривые изменения редуционных чисел ели по диаметру для насаждений с разной структурой: молодое поколение ели (ППП 40), старые культуры (ППП 30), разновозрастные ельники с преобладанием старшего поколения (ППП 16), разновозрастные ельники с преобладанием молодого поколения (ВПП 43-2-14)

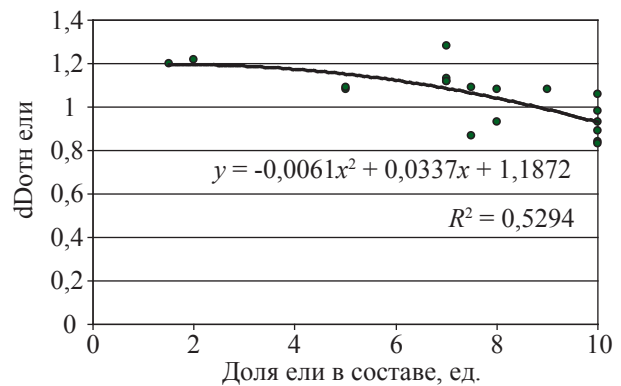


Рис. 3. Зависимость разности относительных диаметров ели ($\Delta D_{отн}$) от доли ели в одноярусных и условно разновозрастных насаждениях

Значения показателей, характеризующих устойчивость отдельных пород и насаждений в целом на постоянных пробных площадях НП «Лосиный Остров»

№ ПП	Породный состав	Возр.	Балл кат. сан. сост.		Текущий прирост, м ³ /га в год; %		% сухостоя по запасу		$\Delta D_{отн}$	
			ПП	ели	ПП	ели	ПП	ели	ПП	ели
7	5Е2Б2Лп1С+Д	100	2,30	2,26	10,5; 2,3	5,8; 2,6	2,1	0,2	1,138	1,086
8	75Е20Б5Лп+Д	100	2,40	2,30	7,3; 2,1	5,2; 1,9	1,9	4,3	1,245	0,870
16	75Е10Лп5Ос5Кл5Д+Б	95	2,40	2,30	8,2; 1,8	8,2; 2,4	3,5	0,1	1,196	1,090
17	7Е2Лп1Б+Кл,Д	100	2,0	2,1	7,1; 1,5	1,1; 0,3	1,9	2,6	1,686	1,131
22	4С4Б2Е+Л+Кл+Лп	59	2,46	2,2	15,5; 4,7	5,5; 11,4	3,6	0,0	1,334	1,223
26	9Е1С+Б	90	2,78	2,78	1,0; 0,2	0,8; 0,1	3,7	3,0	1,060	1,081
29	10Е+С	90	2,66	2,6	6,1; 1,4	6,8; 1,6	4,0	3,9	1,020	1,026
30	10Е+С,В	107	2,33	2,33	1,2; 0,1	1,1; 0,1	7,6	7,4	0,931	0,928
31	8Е1Б1С	90	2,72	2,7	6,4; 1,6	10,3; 3,3	3,4	3,9	1,175	1,279
32	1 ярус: 4,5С4,5Е1Б 2 ярус: 8,5Е15Б	105	2,40	2,0	7,2; 1,5	5,2; 2,7	7,4	7,2	1,165	1,450
		40	2,91	2,83	-0,9; -2,3	-0,9; -2,6	12,5	24,9		
37	10Е+Б,С	113	2,0	2,0	5,0; 0,9	4,8; 0,8	0,4	0,5	0,885	0,890
39	5С5Е+Б	75(Е) 90 С	2,2	2,3	6,2; 1,4	0,8; 0,3	0,7	0,3	1,319	1,478
40	1 ярус: 9Б1Е +Чер,В,С,Д 2 ярус: 7Е2Б1В +Чер,Д	54	1,6	1,6	15,9; * 4,0	9,5; 89,7	1,0	0,0	1,020	0,920
		30	2,0	1,9						
46	1 ярус: 5,5Е2Б1Д 1Ос0,5Лп, ед.Кл 2 ярус: 5Е2Б1Лп 1Д1Ряб, ед.Кл	100	2,9	3,0	5,4; 1,5	4,6; 2,7	8,2	0,0	2,201	2,884
		50	3,1	3,4	-0,7; -1,1	0,6; 2,5	6,9	7,9		
47	1 ярус: 9Е0,5Б 0,5Д, ед. Лп 2 ярус: 3Лп3Д 3Б1Е	110	2,5	2,20	-7,3; -1,8	-5,4; -1,6	0,0	0,0	1,115	0,632
		45	2,9	2,1	0,2; 0,6	0,5; 100	13,8	0,0		

* Второй ярус на ПП 40 сформировался только к моменту последнего перечета, поэтому величина текущего прироста приводится для всего насаждения в целом.

Что касается связи между процентом сухостоя и разностью относительных диаметров, то здесь можно предположить наличие сложной динамической зависимости, связанной с периодами естественного изреживания древостоя: накоплением за короткий период

значительного количества сухостоя, выпадением усохших деревьев и последующими изменениями в структуре, выражающимися через изменение $\Delta D_{отн}$. Такая зависимость не может быть однозначно описана одним уравнением и требует отдельных исследований.

Слабая взаимосвязь между показателями, характеризующими устойчивость каждого конкретного дерева (категория состояния и радиальный прирост) и ценопопуляции в целом, вероятно, подтверждает то, что устойчивость системы не может полностью характеризоваться средним значением показателя для ее компонентов.

К динамике насаждений с низким $\Delta D_{отн}$

Даже такой короткий срок наблюдений, как 10–11 лет, позволил проследить, что происходит с насаждениями, характеризующимися упрощенной структурой.

Наибольшие потери произошли в чистых еловых культурах, имеющих возраст более 100 лет. На ППП 30 ($\Delta D_{отн} = 0,93$) в 2001 г. развился небольшой по объему очаг короеда (не более 20 деревьев), но в 2010 г. она была уничтожена короедом полностью (причем очаг захватил не только пробную площадь, но и весь массив старых культур). ППП 37 ($\Delta D_{отн} = 0,89$) повреждена короедом примерно на 30 %, и есть основания полагать, что очаг будет развиваться и дальше.

ППП 47 ($\Delta D_{отн}$ ели 0,632) расстроена ураганом в 2001 г., потери составили 17 % по запасу и 36 % по числу стволов. Находящаяся в 200 м от нее ППП 46 с полноценной структурой затронута ураганом не была.

Деревья на ППП 26 и 29 ($\Delta D_{отн}$ 1,06 и 1,02, соответственно) имеют признаки повреждения корневой губкой, ППП 26 имеет очень низкий, практически нулевой текущий прирост.

Выводы

Данные, полученные на постоянных пробных площадях, позволили выделить 4 группы насаждений, исходя из возраста деревьев и распределения их по диаметру: ельники, формирующиеся под пологом пионерных пород; простые ельники с близким к нормальному распределением деревьев по диаметру; ельники с 2 поколениями деревьев, с преобладанием старшего, с растянутым рядом распределения по ступеням толщины; разновозрастные ельники с преобладанием более молодых деревьев. Каждой из этих групп

соответствует определенный интервал $\Delta D_{отн}$ – <1,1 (для первых двух); 1,1–1,4 и >1,5.

В одноярусных древостоях с преобладанием одного поколения ели разность редуцированных чисел однозначно снижается при увеличении доли ели в составе до 9–10 единиц. Данная закономерность может рассматриваться как еще одно доказательство пониженной устойчивости чистых насаждений в сравнении со смешанными.

Насаждения с упрощенной структурой должны быть объектом первоочередного внимания при ведении хозяйства в парке, т.к. с определенного момента их устойчивость резко падает вплоть до массовой гибели деревьев.

Массовая гибель деревьев в простых насаждениях может рассматриваться как естественная реакция экосистемы национального парка в целом на искусственную «унификацию» насаждений, направленная на усложнение пространственной структуры (формирование окон, горизонтальной мозаики).

В будущем следует избегать создания насаждений с упрощенной структурой. Даже если создаются разновозрастные посадки, они должны быть смешанными, т.к. в этих случаях у каждой породы больше возможности для формирования гетерогенной ценопопуляции.

Библиографический список

1. Абатуров, А.В. 150 лет Лосиноостровской лесной даче. Из истории национального парка «Лосиный Остров» / А.В. Абатуров, О.В. Кочевая, А.И. Янгутов – М.: Аслан, 1997. – 228 с.
2. Высоцкий, К.К. Закономерности строения смешанных древостоев / К.К. Высоцкий – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 177 с.
3. Ипатов, В.С. Дифференциация древостоя, III / В.С. Ипатов // Вестн. ЛГУ. Серия Биол. – 1970 – Вып. 1. – С. 66–77.
4. Киселева, В.В. Состояние насаждений разных пород НП «Лосиный Остров» в условиях комплексного воздействия городской среды / В.В. Киселева // Лесные экосистемы и урбанизация: сб. статей. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – С. 40–68.
5. Кулешов, А.П. Естественное возобновление ели в «Лосином Острове» / А.П. Кулешов // Состояние природных комплексов на особо охраняемых

- природных территориях: материалы научно-практической конференции, посвященной 25-летию национального парка «Лосиный Остров». – Пушкино, 2008. – С. 104-106.
6. Леса восточного Подмосковья. – М.: Наука, 1979. – 184 с.
 7. Рысин, Л.П. Кадастры типов леса и типов лесных биогеоценозов / Л.П. Рысин, Л.И. Савельева. – М.: Т-во научных изданий КМК, 2007. – 143 с.
 8. Стоноженко, Л.В. Ранговая структура ельников в лесах различного функционального назначения Московской области. / Л.В. Стоноженко, С.А. Коротков // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2011 – № 4(80) – С. 173–175.
 9. Третьяков, Н.В. Закон единства в строении насаждений / Н.В. Третьяков – М.-Л.: Новая деревня, 1927. – 113 с.
 10. Третьяков, Н.В. Некоторые положения советской лесной таксации / Н.В. Третьяков, П.В. Горский, Г.Г. Самойлович // Справочник таксатора. – М.-Л.: Гослесбумиздат, 1952. – С. 18–62.
 11. Тюрин, А.В. Таксация леса. Учебник для лесотехнических вузов / А.В. Тюрин. – М.: Гослесбумиздат, 1945. – Вып. 2. – 376 с.

ЛЕСОТАКСАЦИОННАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ПРИ ВЫБОРОЧНЫХ РУБКАХ

С.Б. ПАЛЬЧИКОВ, доц. каф. лесоустройства и охраны леса МГУЛ, канд. с.-х. наук,
С.В. ОРЛОВ, зам. ген. директора по науке, ООО НПО «Лесозащита»

sbpal@mail.ru; lesoved@qmail.com

Проблема совершенствования существующих и разработка новых лесотаксационных нормативов для оценки состояния, продуктивности и товарной структуры насаждений при различных видах выборочных рубок является одним из актуальных направлений, позволяющих отслеживать динамику их формирования с учетом проводимых лесохозяйственных мероприятий.

Согласно ЛК РФ [5] (Глава 1, статья 17), рубки лесных насаждений осуществляются в форме выборочных или сплошных рубок. Выборочными являются рубки, при которых на соответствующих землях или земельных участках вырубается часть деревьев и кустарников. Сплошными рубками являются рубки, при которых на соответствующих землях или земельных участках вырубается лесные насаждения с сохранением для воспроизводства лесов отдельных деревьев и кустарников или групп деревьев и кустарников.

ЛК РФ рассматривает рубки лесных насаждений как одну из технологических операций, которые осуществляются при использовании, охране, защите и воспроизводстве лесов. ЛК РФ предусматривает возможность заготовки древесины в средневозрастных, приспевающих, спелых и перестойных лесных насаждениях при вырубке погибших и поврежденных лесных насаждений, уходе за

лесами. Уход за лесами (Глава 4, статья 64 ЛК РФ) представляет собой осуществление мероприятий, направленных на повышение продуктивности лесов и сохранение их полезных функций [5].

Мероприятия по уходу за лесами включают лесоводственный уход. К лесоводственному уходу относится комплекс мероприятий, направленных на формирование экологически и экономически ценных лесных насаждений. Реконструктивный уход представляет комплекс мероприятий, направленных на преобразование лесов посредством реконструкции малоценных лесных насаждений.

До введения в действие ЛК РФ лесное законодательство основное внимание уделяло не столько регулированию вопросов ухода за лесом, сколько установлению порядка проведения рубок ухода. В современном лесном законодательстве больше не предусматривается рубок промежуточного пользования. Сами рубки лесных насаждений рассматриваются теперь лишь как одна из технологических операций, которые осуществляются при использовании, охране, защите и воспроизводстве лесов. При этом главной целью указанных рубок является уход за лесами, а не заготовка древесины. Уход осуществляется путем удаления из насаждений нежелательных деревьев и создания в них благоприятных условий

для роста деревьев главных пород формируемых устойчивых и высокопродуктивных целевых насаждений.

Методика исследования лесотаксационного состояния насаждений при выборочных рубках должна предусматривать следующие этапы работ: отбор, систематизацию и анализ множества исходных данных для оценки состояния и продуктивности формируемых насаждений, показателей видов и характеристик выборочных рубок в виде лесотаксационных нормативов с учетом предъявляемых к ним требований по точности, информативности, значимости, приоритетности и целевого назначения; классификацию отобранных оценочных лесотаксационных нормативов с целью определения характера их сочетаний и взаимосвязи; системный анализ объекта моделирования как конкретного насаждения, характеризующегося комплексом лесотаксационных показателей.

В исследованиях необходимо использовать исходный информационный материал как в виде уже существующей лесотаксационной нормативной базы [1–3], так и вновь разрабатываемых лесотаксационных показателей по данным полевых и экспериментальных исследований, входящих в ГИС различного информационного уровня. Современные методы планирования и постановки эксперимента [3] с учетом различной степени информативности по отдельным функциональным особенностям и качественным характеристикам лесных ресурсов требуют детальной проработки на всех дальнейших этапах исследований с определением границ областей моделирования в зависимости от конкретных условий объекта и принципов построения моделей, имитирующих протекание реальных процессов в насаждениях различного состояния [3, 6].

В настоящее время сортиментная и товарная структура древесины, получаемой от выборочных рубок, определяется по действующим нормативам, предназначенным для сплошных рубок в спелых древостоях [1, 2]. Специальные же сортиментные и товарные таблицы для оценки древесины, получаемой от выборочных рубок, практически отсутс-

твуют, хотя в этом ощущается острая потребность в связи с необходимостью многоцелевого ведения лесного хозяйства и комплексного использования имеющихся ресурсов.

Известно, что высокополнотные древостои, где проводятся выборочные рубки, имеют большую по сравнению со среднеполнотными полнодревесность (или меньший сбег) и меньшую очищенность стволов от сучьев. В выборочные рубки ухода назначаются деревья искривленные, угнетенные, усыхающие, сучковатые, с гнилью и другими пороками. Эти особенности рубки обуславливают различия в товарной структуре древесины по сравнению с такой оценкой при сплошных рубках [7]. Сортиментная структура выбираемой древесины зависит от приема рубки, интенсивности рубки, метода отбора деревьев в рубку, возраста, состава и полноты древостоев.

Методика лесотаксационной оценки должна предусматривать изучение средних значений нормальных видовых чисел для удаляемых деревьев при выборочных рубках, среднего сбega ствола на относительных высотах, рядов распределения вырубяемых деревьев, пороков древесины и др.

Закономерности в товарной структуре древесины от выборочных рубок в основном аналогичны закономерностям для древостоев в целом. Имеющиеся некоторые особенности обусловлены тем, что при выборочных рубках удаляются деревья менее качественные по состоянию и устойчивости [7].

Разрабатываемые в настоящее время лесотаксационные нормативы, их перечень и структура позволяют проводить более точную товарную оценку древесины, получаемой от выборочных рубок. Необходимость такой оценки определяется видом проводимых рубок, их целевым назначением и возможностью дальнейшей сортиментации реализуемой древесины [7]. Разрабатываемые лесотаксационные нормативы предназначены для обеспечения государственных органов управления лесами всех уровней, лесохозяйственных и лесоинвентаризационных предприятий достоверной информацией о состоянии ресурсов от выборочного пользования лесом, информационного обеспечения

лесоустроительных работ, прогнозных расчетов при передаче лесов в аренду и мониторинга лесов.

Проведенный анализ лесотаксационной нормативной базы для учета и оценки древесных ресурсов, получаемых от выборочного пользования, говорит о необходимости ее корректировки и совершенствования с учетом повышения существующих требований к точности проводимой натурной таксации, моделировании взаимосвязей таксационных показателей и целевых задач данного вида пользования. Используемые в этом случае лесотаксационные нормативы (таблицы разрядов высот, объемные, товарные и сортиментные таблицы) должны соответствовать не только качественным особенностям выбираемой древесины, но и целевым задачам проводимых лесохозяйственных мероприятий. При этом необходимо учитывать конкретную характеристику формируемых древостоев в возрасте проведения различных видов выборочных рубок по основным таксационным показателям (древесная порода, класс бонитета, ТЛУ, тип леса, возраст рубки, полнота, запас, число стволов, высота, диаметр и средний объем ствола) [4] и выбираемый объем древесины по числу стволов и запасу, согласно основным требованиям нормативов рубок, включающих их виды, сроки проведения, интенсивность и повторяемость. Расчетные значения этих показателей позволяют планировать выборочные рубки в требуемых объемах с учетом сохранения устойчивости насаждений и своевременной выборки древесины данного вида пользования для целей лесохозяйственного производства в реальных объемах. Проводимое комплексное совершенствование существующей ранее разнокачественной лесотаксационной нормативной базы является необходимым условием для создания научных основ ведения лесного хозяйства и многоцелевого использования лесных ресурсов при всех видах пользования, в том числе и выборочных рубок [7].

Совершенствование разрабатываемой базы лесотаксационных нормативов для учета и оценки древесных ресурсов при всех видах пользования, в том числе и выборочных

рубок, необходимо вести на системной основе с использованием современных методов имитационного моделирования и соответствующего программного обеспечения [3,6].

Соответствующая корректировка методологического подхода по составлению нормативно-справочных материалов для учета и оценки лесных ресурсов, состояния, продуктивности насаждений и показателей товарной структуры древесины, получаемой при выборочных рубках, с использованием единой взаимоувязанной системы типовых и стандартизированных моделей роста позволяет с высокой достоверностью воспроизводить, контролировать, сравнивать ход роста и показатели товарной структуры оставляемого и выбираемого объема древесины.

Исследования подтверждают необходимость составления специальных сортиментных и товарных таблиц для оценки товарной структуры древесины от выборочных рубок.

Установлено, что разница в выходе деловой древесины по категориям крупности и в выходе дров, получающаяся при выборочных рубках (части древостоя) и при сплошных рубках (всего древостоя), составляет от 5–7 до 10–12 %.

Установлено, что характер динамики сортиментной и товарной структуры насаждений имеет особенности, определяемые степенью пораженности гнилевыми заболеваниями, пороками древесины и целевыми задачами их формирования. Исследования подтверждают необходимость разработки специальных сортиментных и товарных таблиц для оценки древесины, получаемой от выборочных рубок в насаждениях естественного происхождения. Результаты исследований говорят о наличии различий в выходе деловой древесины по отдельным категориям крупности при таксации выбираемой древесины по товарным таблицам для сплошных рубок и их значений, скорректированных на наличие выявленных пороков.

Так, суммарные объемы выхода деловой древесины при выборочных рубках в еловых древостоях занижаются при использовании скорректированных таблиц от 12 до 19 % в зависимости от класса бонитета.

В березовых древостоях от 11 до 13 %. Это объясняется тем, что в выборочные рубки обычно назначаются деревья искривленные, угнетенные, усыхающие, с гнилью и другими пороками. Эти особенности обуславливают различия в товарной структуре древесины от выборочного пользования по сравнению с оценкой древесины при сплошных рубках. Установлено, что товарная структура выбираемой древесины зависит от повторяемости и интенсивности проведения выборочных рубок, методов отбора деревьев в рубку и таксационной характеристики формируемых насаждений [2, 4, 7].

Анализ исходного полевого материала, сопоставление экспериментальных данных на пробных и контрольных площадях, сравнительная оценка точности определения товарной структуры вырубленной древесины при выборочных рубках по различным нормативно-справочным данным позволяют сделать следующие предварительные выводы:

– определение товарной структуры древесины, получаемой при выборочных рубках, должно проводиться с учетом лесоводственных особенностей формируемых насаждений;

– использование при товаризации древесины от выборочных рубок сортиментных и товарных таблиц, предназначенных для главного пользования (сплошные рубки), возможно лишь в насаждениях нормального

роста, развития и состояния, где проводимые мероприятия отвечают только лесоводственным требованиям по целевому формированию насаждений;

– при определении товарной структуры древесины от выборочных рубок в насаждениях, не отвечающих требованиям нормального развития и нуждающихся в вырубке больших объемов древесины с наличием пороков, необходимо вносить соответствующие корректировки в используемые при этом нормативные материалы.

Библиографический список

1. Анучин, Н.П. Сортиментные и товарные таблицы / Н.П. Анучин. – М.: Лесная пром-сть, 1981. – 536 с.
2. Баранов, А.Ф. Нормативы для таксации лесов центрального и южных районов европейской части Российской Федерации / А.Ф. Баранов, Н.Н. Гусев. – М.: Рослесхоз, 1993. – 418 с.
3. Гартман, Т.Н. Основы компьютерного моделирования технологических процессов / Т.Н. Гартман, Д.В. Клущкин. – М.: «Академкнига», 2006. – 576 с.
4. Загребев, В.В. Общесоюзные нормативы для таксации лесов / В.В. Загребев, В.И. Сухих, А.З. Швиденко и др. – М.: Колос, 1992. – 495 с.
5. Лесной кодекс Российской Федерации. Комментарии: изд. 2-е. Доп./ Под общ. Ред. Н.В. Комаровой, В.П. Рошупкина. – М.: ВНИИЛМ, 2007. – 856 с.
6. Свалов, Н.Н. Моделирование производительности древостоев и теория лесопользования / Н.Н. Свалов. – М.: Лесная пром-сть, 1979. – 216 с.
7. Таксация товарной структуры древостоев / А.Г. Мошкалева, А.А. Книзе, Н.И. Ксенофонтов и др. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 160 с.

ИНТРОДУЦЕНТЫ В ЛЕСАХ ЗЕЛЕННЫХ ЗОН Г. БРЯНСКА

И.И. ДРОЗДОВ, *проф. каф. лесных культур МГУЛ, д-р с.-х. наук,*

М.Ю. СМИРНОВА, *доц. каф. лесных культур и почвоведения БрГИТА, канд. с.-х. наук,*

И.А. ПРИСТАВКО, *асп. каф. лесных культур и почвоведения БрГИТА,*

А.А. ПРИСТАВКО, *асп. каф. лесных культур МГУЛ,*

С.М. ИЗБОВИН, *асп. каф. лесных культур МГУЛ*

caf-lescult@mgul.ac.ru

Лесные насаждения зеленых зон играют огромную роль в решении экологических проблем регионов с высокими антропогенными нагрузками. Леса, расположенные в пригородной зоне, очищают воздух от загрязнений, насыщают его кислородом, ока-

зывают положительное влияние на экологическую среду поселений и обеспечивают благоприятные условия отдыха людей в лесной обстановке. Решить задачу обеспечения устойчивого развития пригородных лесов можно только путем создания искусствен-

Эколого-биологическая характеристика хвойных экзотов

Порода	Зимостойкость	Требовательность		Дымо- и газоустойчивость
		к свету	к влажности почвы	
Сосна веймутова	высокая	теневыносливая	средняя	Средняя
Сосна Банкса	высокая	светолубивая	высокая	Низкая
Псевдотсуга	средняя	средняя	высокая средняя	Средняя
Пихта бальзамическая	высокая	теневыносливая	высокая	Высокая средняя
Лиственница европейская	высокая	светолубивая	высокая	Средняя
Сосна кедровая сибирская	высокая	теневыносливая	высокая	Средняя

ных насаждений разного функционального назначения.

В настоящее время лесопарковые посадки в Брянской области мало чем отличаются от традиционных (производственных) лесных культур, целью выращивания которых является получение максимального количества качественной древесины. Между тем, искусственные насаждения в лесах зеленых зон чаще используются для рекреации; поэтому они должны характеризоваться большой привлекательностью для посетителей за счет создания новых по составу насаждений и высокой устойчивостью к антропогенным нагрузкам [9]. В расширении и улучшении породного состава лесных культур, в повышении их продуктивности в насаждениях зеленой зоны городов большая роль отводится интродукции ценных хвойных лесообразователей из других районов страны или из других стран.

При интродукции и акклиматизации древесных растений основным моментом, определяющим возможность произрастания новых видов, является соответствие экологических факторов этого района биологическим требованиям вводимой породы [4,9]. Большое значение при использовании хвойных интродуцентов в зеленой зоне приобретает способность выполнять ими санитарно-гигиенические и климаторегулирующие функции. Введение в насаждения хвойных экзотов с различными биоморфологическими характеристиками в состав местной флоры позволяет повысить их рекреационную целостность за счет увеличения разнообразия ландшафта [7].

В зеленой зоне г. Брянска представлен широкий ассортимент лесных культур хвойных интродуцентов: сосны веймутовой,

кедровой сибирской и Банкса, пихты бальзамической, псевдотсуги, туи западной и лиственницы европейской. В основном это опытные ландшафтные культуры небольших площадей. Этой работой занимались профессор А.В. Тюрин, Б.В. Гроздов, В.М. Обновленский, доценты В.И. Бирюков, В.И. Рубцов, М.Ю. Смирнова.

Сравнительно высокая сохранность среди сосен-экзотов отмечается в 84-летних лесных культурах сосны веймутова (около 9 %) и объясняется очень медленным самоизреживанием интродуцента. Кроме того, этот вид в отличие от других видов сосен практически не требователен к свету и хорошо переносит сильное затенение (таблица). По мнению ряда авторов [1, 7], максимальная теневыносливость сосны веймутовой отмечается на свежих почвах; именно на таких она и произрастает в условиях зеленой зоны г. Брянска. Прямое следствие этих двух факторов, а также высокая зимостойкость, средняя дымо- и газоустойчивость и определяют высокую сохранность данного вида. Однако почвенные условия для сосны веймутова недостаточно плодородны, произрастает по II классу бонитета. Хотя известно [1, 5], что на достаточно богатых почвах преимущество по высоте имеет сосна веймутова по сравнению с сосной обыкновенной.

Малую сохранность в 84-летних культурах имеет сосна Банкса (3,5 %), являющаяся недолговечной породой. Согласно исследованиям Г.Р. Эйтингена, проведенным в данном насаждении, в возрасте до 10 лет сосна Банкса обладает значительно большей энергией роста в высоту, нежели сосна обыкновенная. Так, в возрасте 10 лет средняя высота первой

равнялась 3,2 м, второй – 2,5 м. Однако с возраста 20 лет и более сосна обыкновенная обгоняет сосну Банкса, энергия роста которой стремительно падает [1]. В силу своих биологических особенностей в средней полосе России сосна Банкса растет по III-IV классам бонитета, обладает низкой устойчивостью к антропогенным нагрузкам и неперспективна для массового внедрения в лесные культуры пригородных зон.

Высокая сохранность псевдотсуги в 42-летних культурах (67,2 %) объясняется важной биологической особенностью этой породы, которая заключается в способности к сращиванию корнями, что придает устойчивость всему насаждению. На сравнительно высокую теневыносливость псевдотсуги указывает высокая сомкнутость чистых насаждений и довольно значительная протяженность живой кроны. Благодаря этим особенностям данная порода формирует закрытый ландшафт горизонтальной сомкнутости, обладающий высокой эстетической и рекреационной оценкой. Псевдотсуга является одним из наиболее перспективных видов для интродукции. Основное достоинство – рекордная производительность насаждения. В условиях свежих суборей псевдотсуга растет уже по I классу бонитета. По данным Ю.М. Дебринюка [3], на свежих богатых и относительно богатых типах лесорастительных условий псевдотсуга при соответствующей технологии выращивания в 40–60-летнем возрасте накапливает очень большие запасы древесины – до 800 м³/га, отмечается высокой биологической устойчивостью.

Высокий класс бонитета характерен для лесных культур пихты бальзамической (I класс бонитета), который указывает на соответствие биологических особенностей данного вида почвенно-климатическим условиям г. Брянска. Хотя пихта бальзамическая имеет максимальную производительность на богатых суглинистых почвах, многие исследователи [5, 8] указывают на гораздо большую, чем к почве, требовательность пихты к водному режиму (таблица), который в данных культурах благоприятен. По данным В.И. Рубцова [8], произрастая в сходных услови-

ях с елью обыкновенной, насаждения пихты бальзамической формируют запас на 14,4 % выше запаса ели. Высокая зимостойкость и устойчивость, теневыносливость пихты бальзамической указывает на перспективность интродукции данного вида в лесные и ландшафтные культуры.

В ландшафтных культурах зеленой зоны г. Брянска сосна кедровая сибирская произрастает по III классу бонитета, формируя в 46-летнем возрасте запас около 170 м³/га. По данным Н.П. Братиловой [2], кедр отличается высокой холодоустойчивостью, теневыносливостью в молодости и достаточно высоким светолубием в старшем возрасте. Начиная с 40–50-летнего возраста в культурах, не затененных пологом лиственных пород, наблюдается усиление внутривидовой конкуренции из-за густой посадки кедров в рядах и между рядами. Поэтому насаждения кедров при густоте посадки 10 тыс. шт./га характеризуются невысокой продуктивностью.

Наибольшая продуктивность среди хвойных экзотов отмечается в лесных культурах лиственницы европейской (I^a класс бонитета). Высокие декоративные качества деревьев и насаждений лиственницы, геометрически правильные и красивые стволы и кроны, оригинальная окраска рано распускающийся нежной хвои (бледно-зеленой весной, изумрудной летом и золотисто-желтой осенью), выносливость при загрязнении воздуха и уплотнении почвы, устойчивость против вредителей и болезней ставят эту породу на одно из первых мест при создании ландшафтных культур в зеленой зоне города [6].

Важно отметить, что введение хвойных пород, в том числе и экзотов, в насаждения зеленых зон более перспективно по сравнению с лиственными породами. Это объясняется тем, что хвойные породы принадлежат большая санитарно-гигиеническая роль, которая заключается в их высокой фитонцидности, способности выделять кислород и фильтровать воздух, снижать солнечную радиацию по сравнению с лиственными насаждениями.

На основании проведенных исследований опыт интродукции сосны веймутовой,

псевдотсуги, пихты бальзамической и лиственницы европейской в зеленую зону города Брянска следует считать успешным. Данные хвойные породы сформировали достаточно продуктивные и устойчивые к антропогенному влиянию насаждения. Одним из основных критериев акклиматизации является репродуктивная способность древесных видов. Данные породы плодоносят в культурах регулярно и ежегодно дают самосев. По декоративным качествам – окраске и размерам хвои, строению и форме ствола и кроны, общему габитусу – перечисленные виды превосходят местные породы. Все эти особенности указывают на целесообразность использования данных видов хвойных экзотов в ландшафтных культурах зеленой зоны г. Брянска.

Библиографический список

1. Бирюков, В.И. Культуры хвойных экзотов в Опытном лесничестве Учебно-опытного лесхоза БрТИ / В.И. Бирюков // Лесная геоботаника и биология древесных растений. – Брянск, 1989. – С. 12–20.
2. Братилова, Н.П. Изменчивость кедровых сосен и особенности создания культур целевого назначения: автореферат дис. ... д-ра с.-х. наук / Н.П. Братилова. – Красноярск: СибГТУ, 2005. – 36 с.
3. Дебринок, Ю.М. Результаты интродукции псевдотсуги Мензиса в лесные насаждения украинского расточья / Ю.М. Дебринок // Лесное хозяйство. – 2006. – № 5. – С. 34–39.
4. Дроздов, И.И. Интродукция ценных хвойных экзотов / И.И. Дроздов, Ю.И. Дроздов // Лесхоз. информ. – 2002. – № 10. – С. 30–53.
5. Калуцкий, К.К. Особенности роста некоторых хвойных экзотов / К.К. Калуцкий // Лесное хозяйство. – 1993. – № 3. – С. 16–17.
6. Кузнецов, В.Л. Рост лиственницы в лесных культурах в условиях лесостепи Южного Урала / В.Л. Кузнецов // Лесное хозяйство. – 2006. – № 4. – С. 37–39.
7. Репин, Е.Н. О возможностях внедрения в лесокультурную практику интродуцированных видов сосны / Е.Н. Репин // Лесное хозяйство. – 2009. – № 1. – С. 43–45.
8. Рубцов, В.И. Геоботаническая характеристика насаждений пихты бальзамической / В.И. Рубцов // Лесная геоботаника и биология древесных растений: сб. науч. тр. – Брянск, 1988. – С. 107–113.
9. Смирнова, М.Ю. Лесные культуры для зеленой зоны / М.Ю. Смирнова, В.А. Егорушкин, В.И. Шошин // Вклад ученых и специалистов в нац. экономику: материалы регион. науч.-техн. конф. (16–18 мая 2001 г.). – Брянск, 2001. – Т.1 – С. 42–44.

УСКОРЕННОЕ ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЛЕСА СРЕДСТВАМИ РОССИЙСКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЗЗ И ВЫВОД ИХ НА ЛИДИРУЮЩИЕ ПОЗИЦИИ В МИРЕ: РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ

В.Г. САНАЕВ, *проф. каф. древесиноведения МГУЛ, д-р техн. наук,*

И.М. СТЕПАНОВ, *проф. каф. ВТ МГУЛ д-р техн. наук,*

В.И. ЗАПРУДНОВ, *проф. каф. геодезии и строительного дела МГУЛ, д-р техн. наук,*

В.И. ПАНФЕРОВ, *доц. каф. электроэнергетики лесных комплексов МГУЛ, канд. техн. наук,*

Ю.С. ГАЛКИН, *проф. каф. физики МГУЛ, д-р техн. наук,*

В.Д. БУРКОВ, *проф. каф. ИИС и ТП МГУЛ, д-р техн. наук*

stepanim@mail.ru

В настоящее время в России успешно выполняется «Федеральная космическая программа на период до 2015 года», в том числе и в части развития российской космической системы ДЗЗ. Космические технологии очень сложные, наукоемкие, весьма трудозатратные и дорогие, поэтому требуют для своего развития и поддержания в рабочем состоянии постоянных и больших капиталовложений. Тем

не менее государство заинтересовано в развитии этих технологий, их использование во всех отраслях народного хозяйства приносит большой социально-экономический эффект.

Настоящее время для развития российской космической системы ДЗЗ может по-прежнему считаться переломным. С появлением отечественных космических аппаратов, позволяющих получать высокодетальные

снимки Земли («Ресурс-ДК1» и планируемые «Ресурс-П»), развитие российской космической системы ДЗЗ вступает в новую фазу, отличительная черта которой заключается в переходе к широкомасштабному использованию результатов космической деятельности в народном хозяйстве. Этот факт имеет особенно важное значение для лесного хозяйства. Действительно, в общем числе задач народного хозяйства, которые эффективно решаются с использованием аэрокосмического мониторинга и отмечены в «Концепции развития российской космической системы ДЗЗ на период до 2025 г.», задачи лесного хозяйства самые многочисленные и составляют треть от общего числа задач.

В настоящее время аэрокосмический мониторинг леса стал обязательным при решении задач Государственной инвентаризации лесов, что отражено в соответствующих нормативных документах. Однако все работы по аэрокосмическому мониторингу леса выполняются пока с использованием космических снимков, полученных с зарубежных космических аппаратов таких, как Quick Bird, Ikonos и др. Это объясняется тем, что отечественных аппаратов ДЗЗ с техническими характеристиками, подобными зарубежным, пока нет. Технические характеристики перспективных отечественных аппаратов «Ресурс-П» пока уступают зарубежным аналогам. Это отставание сохранится в ближайшей перспективе. Таким образом, складывается такая ситуация, что у отечественных потребителей космических снимков нет острой потребности в приобретении снимков, полученных с отечественных космических аппаратов. Именно в этом и состоит проблема.

Переломить эту ситуацию, сделать высоковостребованными снимки, полученные российской космической системой ДЗЗ, можно будет исключительно путем кардинального улучшения потребительских качеств отечественных систем аэрокосмического мониторинга. Этого можно добиться путем ускоренного инновационного развития технологий аэрокосмического мониторинга леса средствами российской космической системы ДЗЗ.

Инновационный путь развития технологий аэрокосмического мониторинга Земли (и леса) средствами российской космической системы ДЗЗ

В условиях рыночных отношений непрерывное развитие экономики, основанное на развитии производства, становится объективной необходимостью. Это обусловлено наличием конкуренции производителей товаров и услуг между собой в борьбе за рынки сбыта, в борьбе за «своего» потребителя. Именно потребители, их потребности в товарах и услугах, особенности потребностей различных потребителей становятся тем фактором, который наиболее существенно влияет на развитие производства. Производителям неизбежно приходится подстраиваться под требования потребителей, приходится постоянно повышать качество и увеличивать ассортимент товаров и услуг, так как только качественный товар будет востребован потребителем.

Единственно возможный путь повысить качество товаров (услуг) заключается в совершенствовании технологии производственного процесса получения этих товаров (услуг). Таким образом, рыночные отношения неизбежно приводят к объективной необходимости развития технологий производства. Этот процесс является саморегулируемым. Однако в определенные периоды развития страны, в определенные периоды развития ее экономики государству приходится вмешиваться в этот процесс регулирования. Механизм государственного вмешательства в процесс регулирования заключается в изменении правил игры на рынке путем введения и изменения определенных законов. Это делается в интересах всего общества в целом, в интересах страны.

Инновационный путь развития экономики является более трудозатратным, требующим больших капитальных затрат и больших организационных усилий для своей реализации. Однако инновационный путь развития, базирующийся на технологиях производства, принципиально отличных от традиционных, приводит к более значительным результатам, во много раз превосходящим результаты, получаемые при эволюционном развитии. Эта

разница особенно заметна для крупномасштабных проектов. Программа инновационного развития технологий аэрокосмического мониторинга Земли (и леса) средствами российской космической системы ДЗЗ представляет собой целый комплекс крупномасштабных проектов.

Для обеспечения инновационного развития технологий аэрокосмического мониторинга леса средствами российской космической системы ДЗЗ необходимо наличие необходимых и создание благоприятных условий.

Необходимыми условиями инновационного развития экономики являются:

- наличие гарантированного инвестирования в работы по развитию технологий в соответствующей отрасли;
- наличие гарантированных потребностей в результатах инновационной деятельности;
- наличие интеллектуального потенциала для разработки инновационных принципов построения развиваемых технологий;
- наличие развитой технической базы для реализации инновационного развития технологий.

В «Федеральной космической программе на период до 2015 года» предусмотрены работы по созданию системы космического мониторинга окружающей среды. Основные направления работ по развитию российских космических систем ДЗЗ на долгосрочную перспективу определены в «Концепции развития российской космической системы дистанционного зондирования Земли на период до 2025 года». Федеральная космическая программа России на 2006–2015 годы успешно выполняется и является гарантией устойчивого инвестирования в работы по развитию космической части системы аэрокосмического мониторинга леса средствами российской космической системы ДЗЗ.

Перспективы развития лесного комплекса РФ отражены в документе «Стратегия развития лесного комплекса России на период до 2020 года». Намечены размеры финансовой поддержки лесной отрасли. До 2020 года на развитие лесного комплекса в общей сложности потребуется 2,3 трлн руб. На научно-ис-

следовательские и опытно-конструкторские разработки запланированы расходы бюджета в размере 12 млрд руб. Часть этих денег будет инвестирована в развитие технологий аэрокосмического мониторинга леса. Государственная инвентаризация лесов определена законом – Лесным кодексом РФ, статьей 90 (пункт 3) Кодекса: «Государственная инвентаризация лесов проводится в отношении лесов, расположенных на землях лесного фонда и землях иных категорий, наземными и аэрокосмическими способами». Таким образом, использование систем аэрокосмического мониторинга леса в целях Государственной инвентаризации лесов закреплено законодательно. А это значит, что разработки систем аэрокосмического мониторинга леса будут востребованы государственными предприятиями, а работы по созданию систем аэрокосмического мониторинга леса будут иметь устойчивое государственное финансирование.

Обязательным условием, необходимым для инновационного развития технологий, является наличие интеллектуальных и технических ресурсов в стране. О том, что такими ресурсами страна располагает, говорят достигнутые успехи в области аэрокосмического мониторинга леса. На региональной межотраслевой конференции «Технологии аэрокосмического мониторинга леса» (МГУЛ, 2010) отмечено, что за последние годы произошли заметные качественные изменения в области аэрокосмического мониторинга леса, зародилась и крепнет индустрия аэрокосмического мониторинга леса. К наиболее значимым отнесены следующие достижения.

В области космических систем и средств ДЗЗ:

– впервые в мировой практике в НИИ КС разрабатывается многоспутниковая многофункциональная космическая система (МФКС). Штатный состав многоспутниковой МФКС составляет 9–10 спутников, он будет достигнут уже к 2012 г.;

– впервые Россия получила «свой» спутник ДЗЗ сверхвысокого разрешения «Ресурс ДК1», который покрывает всю территорию России. На смену ему готовятся два спутника «Ресурс-П»;

– впервые Россия обогнала Америку в области супергиперспектрометров. НТЦ «Реагент» создал и испытал первый в мире гиперспектрометр-тысячник. На его базе создан малый космический аппарат «Астрогон».

В области технологий аэрокосмического мониторинга леса:

– в 2009 г. завершена крупная научно-исследовательская работа по госконтракту (головной разработчик – ЦПАМ «Аэрокосмос») по созданию базовых автоматизированных технологий дистанционного мониторинга растительности.

В области использования аэрокосмического мониторинга леса в лесном хозяйстве:

– впервые в практике лесного хозяйства аэрокосмический мониторинг леса использован на регулярной системной основе и дал положительные результаты.

В области развития инфраструктуры систем аэрокосмического мониторинга леса:

– представлена концепция создания единой отраслевой Глобальной сети аэрокосмического мониторинга леса (МГУЛ).

В области научных исследований:

– получены новые научные результаты дешифрирования аэрокосмических снимков, снятых в видимом, ИК и СВЧ диапазонах (МГУЛ);

– получены новые научные результаты в области определения биометрических характеристик леса по снимкам сверхвысокого разрешения (МГУЛ);

– получены новые научные результаты по выявлению изменений леса по космическим снимкам, основанные на структурном анализе снимков методами Фурье– и вейвлет-преобразований (ФГУП «Рослесинфорг» и СибГГА).

В области изобретений:

– получены патенты на изобретения в области новых перспективных технологий аэрокосмического мониторинга леса. Это обеспечивает приоритет России в этой области.

Таким образом, все необходимые условия для инновационного развития технологий аэрокосмического мониторинга леса у нас есть.

Необходимость и пути ускоренного инновационного развития технологий аэрокосмического мониторинга леса средствами российской космической системы ДЗЗ

Научно-техническое развитие в развитых странах происходит примерно одновременно. Во многом это объясняется развитыми внешнеэкономическими, техническими и информационными связями и стремлением производителей добиться высокой конкурентоспособности выпускаемой продукции. Как правило, государство помогает им поддерживать конкурентоспособность выпускаемой в данной стране продукции. Однако в каждой стране складываются определенные условия социально-экономического характера, которые накладывают отпечаток на развитие национальной экономики.

Так сложилось, что Россия, первая запустившая спутник и до настоящего времени являющаяся лидером в космической деятельности, в области использования ее результатов отстала от развитых стран мира. Эти страны первыми осознали, что использование результатов космической деятельности в народном хозяйстве сможет принести большую экономическую выгоду, у России же в то время были другие приоритеты.

К настоящему времени сложилась парадоксальная ситуация, заключающаяся в том, что для решения многих задач ДЗЗ в России используют космические снимки, получаемые с зарубежных космических аппаратов. Это объясняется тем, что до настоящего времени Россия не располагала гражданскими спутниками, которые давали бы возможность получать высококачественные (высокодетальное разрешение) космические снимки. В настоящее время в России появились космические аппараты, позволяющие получать снимки со сверхвысоким разрешением («Ресурс-ДК1», «Ресурс-П»), появилась возможность использовать отечественную технику для решения задач ДЗЗ. Однако по ряду технических параметров отечественные аппараты пока уступают зарубежным.

На устранение имеющегося отставания потребуется значительное время. На

развитие технологий от момента зарождения новой, инновационной идеи до ее материализации, а затем и внедрения в производство уходят годы, а иногда десятилетия. При этом необходимо учитывать также то, что внедрению каждой новой идеи противостоит существующий технологический уклад.

Технологический уклад – это совокупность технологий, характерных для определенного уровня развития производства; в связи с научным и технико-технологическим прогрессом происходит переход от более низких укладов к более высоким, прогрессивным. Технологические нововведения, благодаря которым происходит смена технологических укладов, называются ключевыми факторами. Для настоящего момента такими ключевыми факторами, которые должны изменить нашу жизнь, являются новые технологии. К ним относятся космические технологии, когнитивные информационные технологии, нанотехнологии, биотехнологии, энергосберегающие технологии.

Смена поколений техники. Каждому технологическому укладу соответствует «свое» так называемое поколение техники. Смена поколений техники и смена технологических укладов в области оценки состояния леса происходила в следующем хронологическом порядке. На начальных этапах оценка состояния леса была полностью ручная. Затем стали применять различные измерительные приборы, которые значительно изменили характер работы в области измерения и оценки состояния леса.

Аэрофотосъемка в лесном хозяйстве в России и за рубежом начала применяться с 20-х гг. прошлого столетия. Однако потребовалось достаточно много времени, чтобы новая технология была настолько усовершенствована, что стала регулярно использоваться в лесном хозяйстве, а в учебный процесс по лесному хозяйству введена новая дисциплина: «Применение аэрофотосъемки и авиации в лесном хозяйстве». Первый учебник по этой дисциплине был выпущен в 1964 г. (Самойлович, 1964).

Уже через несколько лет, в 70-х гг. прошлого столетия, получены космические снимки Земли. С этого момента начинаются интенсивные работы по развитию технологий

аэрокосмического мониторинга Земли, в том числе и леса. С появлением в 2005 г. космических аппаратов, позволяющих получать космические снимки со сверхвысоким разрешением (0,6–2,0) м, стало ясно, что направление развития выбрано правильно.

Каждый технологический уклад проживает полный цикл своей жизни: зарождается, развивается, совершенствуется, распространяется и завоевывает все производство. С момента полного захвата производства новым технологическим укладом и вплоть до смены его новым укладом производство становится максимально эффективным и прибыльным. Очередной технологический уклад зарождается в недрах текущего и вступает в силу тогда, когда текущий уклад становится менее эффективным по увеличению нормы прибыли. В соответствии с современной экономической концепцией наше общество находится на стадии развития нового – шестого технологического уклада. Задача же разработчиков технологий аэрокосмического мониторинга леса заключается в том, чтобы ускорить это развитие с целью получения большей нормы прибыли. Это значит, что инновационное развитие технологий требует максимального ускорения всеми возможными путями.

Стратегическая задача заключается в разработке технологий аэрокосмического мониторинга природных (и лесных) ресурсов средствами российской космической системы ДЗЗ. Такая необходимость объясняется следующими причинами:

- во-первых, космические снимки сверхвысокого разрешения довольно дороги, космические снимки с отечественных аппаратов обойдутся гораздо дешевле, при этом надо принимать во внимание большие размеры территории России;

- во-вторых, использование космических снимков с отечественных аппаратов будет реальной экономической поддержкой российских производителей космической техники.

При общем выбранном стратегическом направлении развития аэрокосмического мониторинга леса, которому соответствуют космические технологии мониторинга, интеллектуализированные системы дешифри-

рования космических снимков и ориентация на преимущественное использование средств российской космической системы ДЗЗ, необходимо выбрать «ключевые» для настоящего времени работы, которые должны значительно ускорить развитие технологий аэрокосмического мониторинга леса. Ключевыми для текущего момента работами по развитию технологий аэрокосмического мониторинга леса являются:

- разработка новых методов, способов и технологий аэрокосмического мониторинга леса;
- повышение ликвидности новых научных идей, разработок и изобретений;
- расширение масштабов использования и улучшения качества средств аэрокосмического мониторинга леса при государственной инвентаризации лесов;
- разработка унифицированных промышленных программных систем аэрокосмического мониторинга леса;
- разработка системы международной сертификации технологий аэрокосмического мониторинга леса;
- развитие инфраструктуры систем аэрокосмического мониторинга леса (разработка отраслевой глобальной мониторинговой аэрокосмической системы лесного хозяйства – ГЛОМАС-ЛЕС);
- решение проблемы инвестирования в работы по развитию технологий аэрокосмического мониторинга леса;
- решение проблемы инвестирования в работы вузовской науки;
- разработка правовых норм и правил использования результатов аэрокосмического мониторинга леса при государственной инвентаризации лесов;
- подготовка молодых специалистов по аэрокосмическому мониторингу леса.

Обеспечение гарантированной перманентной конкурентоспособности технологий аэрокосмического мониторинга леса средствами российской космической системы ДЗЗ

Между инновационным развитием экономики и конкурентоспособностью продук-

ции существует сложная и тесная связь. Инновационный путь развития экономики выгоден стране, он необходим для обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции. Однако выбор инновационного пути развития технологий еще не гарантирует сам по себе быстрого достижения качества продукции, не гарантирует быстрого роста ее конкурентоспособности. Таким образом, это условие является необходимым, но не достаточным.

Для устойчивого развития технологий необходимо обеспечить высокую конкурентоспособность продукции, получаемой с использованием этих технологий, как можно скорей. Поэтому возникает проблема обеспечения гарантированной перманентной конкурентоспособности технологий, а в нашем случае, конкурентоспособности технологий аэрокосмического мониторинга леса средствами российской космической системы ДЗЗ.

Два вида факторов (экономические и социально-политические) делают необходимым добиваться обеспечения гарантированной перманентной конкурентоспособности разрабатываемых технологий.

Экономические факторы. В условиях рыночной экономики рынок всегда наполнен товарами, причем товарами не только различных видов, но и различных моделей одного и того же вида. Поэтому у потребителя всегда есть выбор, каждый потребитель выбирает такой товар, который ему наиболее подходит по тем или иным показателям. Очевидно, что товар, который не будет востребован, не будет реализован на рынке, принесет производителю убытки. В условиях рынка прибыль от производства и продажи товара является единственным источником поддержания устойчивости производства. Этим объясняется необходимость обеспечения гарантированной перманентной конкурентоспособности продукции с экономической точки зрения.

Социально-политические факторы. К научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам, выполняемым по госзаказам и целевым программам развития технологий, предъявляются еще более жесткие требования. Продукция должна быть

не только конкурентоспособной, она должна обеспечить технический (технологический) прорыв в соответствующей области техники. Стоимость таких работ, как правило, довольно большая (сотни миллионов рублей), работы рассчитаны на несколько лет (5–7 лет), работы выполняются коллективами нескольких организаций. В том случае, если результаты НИОКР не будут конкурентоспособными и прорыва в данной области техники не произойдет, то это означает, что работа не выполнена, а деньги, выделенные государством на эти работы, окажутся просто выброшенными.

Проблему обеспечения гарантированной перманентной конкурентоспособности технологий аэрокосмического мониторинга леса средствами российской космической системы ДЗЗ можно решить следующим образом. Качество технологий оценивается комплексно: с технической и с потребительской точек зрения, и интегральное качество технологий можно сделать высоким, если повысить их потребительские качества.

Проведенные исследования показали, что наиболее важными направлениями работ по совершенствованию технических показателей качества разрабатываемых технологий являются:

- совершенствование прорывных критических показателей качества технологий (гиперспектральные и радиолокационные сенсоры, автоматизация);
- повышение точности и достоверности наземных измерений на подспутниковых полигонах с использованием БПЛА;
- международная сертификация качества разрабатываемых технологий;
- создание эффективной системы валидации и сертификации технологий аэрокосмического мониторинга леса.

Потребительские качества должны отвечать следующим требованиям:

- работа в системе удобна для пользователей и проста в общении с ней;
- система ориентирована на неподготовленного пользователя;
- система доступна для пользователей из любой точки Земли (через Интернет);

– все пользовательские интерфейсы унифицированы и полностью соответствуют принятым международным, государственным и отраслевым нормативам и стандартам.

Пути решения проблемы обеспечения конкурентоспособности на мировом рынке результатов работы российских систем аэрокосмического мониторинга природных ресурсов (и леса) средствами российской космической системы ДЗЗ

Анализ рынка данных ДЗЗ ежегодно делает ГИС-Ассоциация. Рынок данных ДЗЗ в России достаточно развит. Однако вся продукция, особенно это касается снимков сверхвысокого разрешения, в основном зарубежная. В настоящее время такое положение начинает меняться, уже есть проект запуска в 2011 г. и в 2013 г. спутников «Ресурс-П», после чего в России вместе с «Ресурс-ДК1» будет уже несколько «своих» спутников сверхвысокого разрешения.

Существующий российский рынок ДЗЗ стихийен, мало управляется государством. Помощь со стороны государства могла бы значительно поднять активность рынка данных ДЗЗ путем формирования государственных заказов на разработку и последующую эксплуатацию систем дистанционного мониторинга.

Площадь лесов в России составляет всего 20 % от площади лесов всей планеты. Это значит, что аэрокосмический мониторинг лесов планеты является огромным потенциальным рынком сбыта продукции для фирм, организаций, которые предоставляют услуги по аэрокосмическому мониторингу леса. Для отечественной экономики представляется чрезвычайно важным выйти на этот рынок с предложением своей продукции в этой области деятельности.

Ускорить повышение конкурентоспособности на мировом рынке российских систем аэрокосмического мониторинга можно, если одновременно с улучшением их потребительских качеств (удобство, простота в эксплуатации и обслуживании, гарантированная надежность, хороший сервис и другие

показатели) улучшить и их технические показатели за счет использования высококачественных снимков, полученных с зарубежных космических аппаратов.

Для этого необходимо создание систем аэрокосмического мониторинга, использующих снимки, полученные как с отечественных космических аппаратов, так и с зарубежных. В этом случае появятся варианты:

- использование в этих системах снимков существующих отечественных космических систем ДЗЗ (типа «Ресурс-ДК»). В этом случае будут получены результаты удовлетворительного качества, но дорогие;

- использование снимков существующих зарубежных систем ДЗЗ (типа Quick Bird). В этом случае будут получены результаты отличного качества, но более высокой стоимости;

- использование снимков отечественных систем ДЗЗ после достижения ими качества зарубежных. В этом случае будут получены результаты того же технического качества, но дешевле по сравнению с теми, в которых используются зарубежные снимки;

- использование снимков отечественных систем ДЗЗ после их существенного совершенствования. В этом случае будут получены результаты дешифрирования очень высокого качества, но не очень дорогие.

Уже в настоящее время необходимо начать проведение работ по всем этим направлениям, так как они нужны для совершенствования технологий аэрокосмического мониторинга леса всеми возможными путями.

Необходимость Федеральной целевой программы создания отраслевой глобальной мониторинговой аэрокосмической системы лесного хозяйства (ГЛОМАС-ЛЕС) для решения проблемы

Как было отмечено, содержание главной проблемы состоит в том, что есть большая вероятность низкой востребованности результатов работы создаваемой и развиваемой российской космической системы ДЗЗ. Это объясняется отставанием технических параметров отечественных космических средств ДЗЗ от зарубежных аналогов. В уже созданных системах аэрокосмического мони-

торинга леса используются снимки, получаемые с зарубежных космических аппаратов.

Для решения этой проблемы поставлена задача создания отраслевой глобальной мониторинговой аэрокосмической системы лесного хозяйства (ГЛОМАС-ЛЕС) в составе объединенной всеотраслевой глобальной мониторинговой аэрокосмической системы (ГЛОМАС), построенной полностью на базе использования средств российской космической системы ДЗЗ. Однако создаваемая система начнет давать прибыль только после того, как будет создана и начнет функционировать (на это уйдет не менее 5–7 лет). Поэтому на участие частного капитала в инвестировании работ по созданию системы ГЛОМАС нельзя рассчитывать. Так как работа по созданию всеотраслевой системы ГЛОМАС и отраслевой системы ГЛОМАС-ЛЕС очень сложная и объемная, то необходима на период создания системы господдержка. После того, как система ГЛОМАС (и система ГЛОМАС-ЛЕС в ее составе) будет создана, она начнет функционировать и приносить прибыль. Величина прибыли оценивается в несколько миллиардов рублей в год.

Поставленные цели вполне достижимы. Их достижение гарантируется использованием по-новому (в части инфраструктуры) отработанных технологий и технологических средств и элементов, будут использованы отработанные ранее технологические средства дешифрирования аэрокосмических снимков, имеются высококлассные специалисты в области космических технологий, в области лесного хозяйства и в области технологий аэрокосмического мониторинга леса[1, 2].

Библиографический список

1. Степанов И.М. Глобальная сеть аэрокосмического мониторинга леса / И.М. Степанов // «Лесной вестник». – М.: МГУЛ, 2007. – № 4 (53).
2. Санаев В.Г. Создание глобальной сети аэрокосмического мониторинга леса – прорыв в науке, производстве и образовании. Доклад на Междунар. конф., 2–4 февраля 2009 г. / В.Г. Санаев, Н.А. Анфимов, В.И. Запруднов, И.М. Степанов, Ю.С. Галкин и др.. (ЦУП – г. Королев, МГУЛ – г. Мытищи; <http://www.mgul.ac.ru/info/science/conf/taml2010/archive.shtml>).

О РАЗВИТИИ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОЗАГОТОВОК В РОССИИ

В.С. СУХАНОВ, ООО «ГНЦ ЛПК ТЭ», д-р техн. наук

gncpkte@yandex.ru

Технология заготовки древесины оказывает существенное влияние на себестоимость производства круглых лесоматериалов, поэтому выбор технологии лесозаготовок, наиболее приемлемой для условий России, является важной задачей.

Существует мнение, что при большом разнообразии природно-климатических условий выбрать какую-либо одну технологию для страны невозможно и даже вредно. Теоретически с этим трудно не согласиться. Тем не менее, недавний опыт нашей страны опровергает это утверждение. Более полувека в нашей стране господствовала практически единая технология – технология заготовки древесины хлыстами. По этой технологии заготавливалось, и весьма успешно, 96 % общего объема древесины. Этот опыт показал, что использование единой технологии имеет огромные преимущества как с точки зрения лесопользования, так и с позиций лесного машиностроения. Крупномасштабное производство лесозаготовительных машин снижало их себестоимость, а следовательно, и цену,

облегчало обеспечение запасными частями и ремонт, что оказывало благоприятное влияние на эффективность лесозаготовки.

Обнищание и развал предприятий лесозаготовительной промышленности на множество мелких осколков после «перестройки» привели к значительной утрате господствовавшей технологии. Мелким предприятиям ничего другого не оставалось, как перейти на примитивную технологию заготовки древесины сортиментами с использованием бензиномоторных пил и трелевочных тракторов с тросочерным оборудованием. Запас тракторов, оставшихся с советских времен, позволял этим предприятиям долгое время не покупать новые тракторы, ремонтируя старые, собирая один из двух. Сокращение спроса на новую трелевочную технику привело к сокращению ее производства и деградации лесного машиностроения. Из-за потери квалифицированных кадров и стареющего станочного парка машиностроительные заводы стали не способны производить качественную продукцию, что привело к ее вытеснению импортной, часто бывшей в употреблении.

При переходе на импортное оборудование у предприятий оставался выбор технологии лесозаготовок – хлыстовая или сортиментная, поскольку та же компания Timber Jack (John Deere) производит оборудование для обеих. Однако выбор все чаще оставался за сортиментной.

Действительно, наблюдая за работой современных харвестеров и форвардеров, людей не трудно понять. Работа машин захватывает. Вызывает восхищение талант специалистов, создавших и освоивших выпуск такой прекрасной техники. Однако люди не задаются вопросом, почему эта техника до сих пор не применяется повсеместно не только в нашей стране, но и в других лесохозяйственно развитых странах, в частности, в Канаде, США. Ответ на вопрос помогает дать анализ структуры лесов.

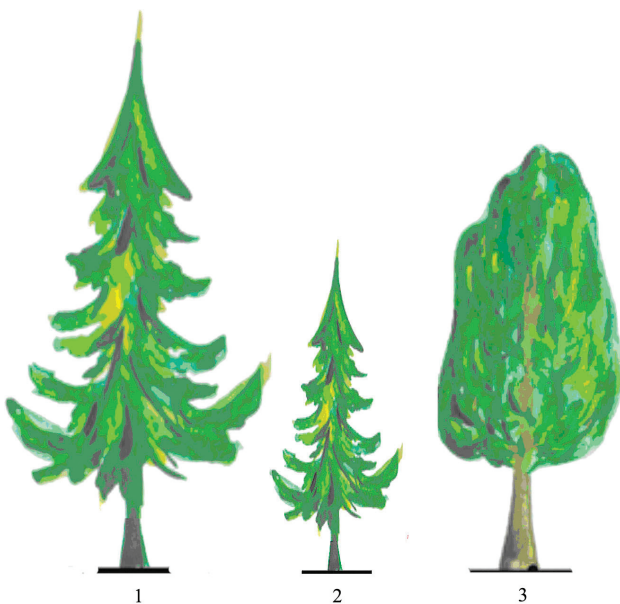


Рис. 1. Преобладающая структура перестойных лесов России

Как известно, леса скандинавских стран отличаются тем, что большинство из них своевременно пройдены рубками ухода и из-за полного освоения расчетной лесосеки в них практически отсутствуют перестойные леса. В таких лесах произрастают разновозрастные древостои, в которых все деревья примерно одинакового размера и качества. При освоении таких лесов показатели работы системы машин «харвестер–форвардер» достигают наивысших показателей.

Что касается наших лесов, следует отметить, что при освоении расчетной лесосеки на протяжении десятков лет на уровне 20 – 30 % нам приходится осваивать перестойные леса, в которых не проводились какие-либо рубки ухода. У нас преобладает следующая структура лесов (рис. 1).

Цифрой 1 на рисунке обозначены спелые хвойные и лиственные деревья. Это, в основном, деловая древесина. Цифрой 3 обозначены крупномерные перестойные, в основном, лиственные деревья. Перестойные крупномерные лиственные деревья – основной источник дров. Выход деловых сортиментов из таких деревьев составляет около 20 %. Цифрой 2 обозначены тонкомерные деревья хвойных и лиственных пород диаметром на уровне груди до 16–18 см. Это, в основном, древесина для производства балансов.

Оценивая приведенную структуру деревьев по объему древесины и количеству деревьев каждой категории в штуках, можно привести следующие данные. Крупномерные перестойные (дровяные) деревья по объему составляют примерно 30 % общего объема, а по количеству деревьев на лесосеке – примерно 20 %. Тонкомерные деревья по объему составляют около 20 %, а по количеству деревьев ~ 40–50 %. Спелые деловые деревья по объему составляют около 50 %, а по количеству – около 30–40 % общего количества деревьев.

Как видим, деревья, на которых харвестеры достигают высокой производительности, составляют в наших лесах по объему около 50 %, а по количеству – около 30–40 % общего количества деревьев.

Что касается перестойных лиственных деревьев с крупными сучьями, они часто просто «не по зубам» харвестерам, типоразмер которых выбирается исходя из размеров основной массы деревьев.

Отдельного разговора заслуживает заготовка и первичная обработка тонкомера. Как известно, ликвидными в европейской части страны являются хвойные деревья диаметром с 8 см на уровне груди, а лиственные – с 12 см. Эффективность лесозаготовительного производства, особенно при работе машинами, при заготовке и переработке тонкомерных деревьев существенно снижается. Рассмотрим это на простейшем примере при машинной заготовке древесины валочно-пакетирующей машиной типа ЛП-19. Время цикла заготовки крупномерного и тонкомерного дерева практически одинаково. Но при заготовке дерева диаметром 30 см на уровне груди машина укладывает в пачку 0,3 м³, а при заготовке дерева диаметром 8 см – 0,03 м³. Разница – на порядок! Такая же картина наблюдается при работе харвестеров.



Рис. 2. Мобильная рубительная машина фирмы Morbark Industries.Ink, США



Рис. 3. Сучкорезно-окорочно-рубительный агрегат фирмы Morbark Industries.Ink, США

В наших условиях харвестер 50 % времени работает вхолостую.

Из изложенного очевидно, что в наших условиях система машин «харвестер–форвардер», за редким исключением (при работе в борах), никогда не будет работать столь же эффективно, как в Швеции или Финляндии. Именно поэтому эта система машин не является доминирующей в США и Канаде, где леса столь же неухожены, как и у нас. Каков же выход из положения? Ответ мы можем найти, анализируя опыт США.

Начнем с перестойных лиственных крупномерных деревьев. Как уже отмечалось, 80 % продукции, получаемой при первичной обработке перестойных лиственных деревьев, составляют дрова. Дрова являются самой невыгодной продукцией лесозаготовок, поскольку продаются в 3,5 раза дешевле себестоимости их производства. Нами подсчитано, что устранение упущенной выгоды от производства дров способно повысить эффективность лесозаготовок на 20 %.

Эффективность лесозаготовок может быть повышена за счет переработки дров на топливную щепу и развития энергетики на древесном топливе. Сейчас уже всем, вероятно, известно, что тепловая и электрическая энергия, вырабатываемая на собственных тепловых электростанциях (ТЭС) с использованием древесного топлива, в 2–3 раза ниже действующих тарифов. Это подтверждается не только нашими расчетами, но и отечественной практикой, о чем мы неоднократно писали.

Однако себестоимость производства топливной щепы из дров-сортиментов выше себестоимости производства деловой древесины на величину затрат, связанных с измельчением дров на щепу. Это снижает эффективность энергетического использования дровяной древесины. В США еще в первой половине 70^х годов прошлого столетия низкокачественные лиственные деревья стали измельчать в щепу различного назначения передвижными рубительными машинами вместе с кроной (рис. 2). За счет исключения из технологии многих трудоемких операций и возможности одновременного измельчения

сразу нескольких деревьев эффективность производства щепы из деревьев, по сравнению с производством щепы из дров-сортиментов, повышается почти вдвое. За счет кроны деревьев объем вырабатываемой щепы увеличивается на 12–14 %. Не пора ли и нам с опозданием на 40 лет взять эту технологию на вооружение? Щепка может использоваться в качестве топлива и для производства древесных плит. Мы готовы оказать предприятиям научно-техническую помощь.

Рубительные машины можно купить в США. Там производятся машины для измельчения деревьев диаметром в комле до 37 дюймов (почти 1 м) непосредственно на лесосеке. Однако можно воспользоваться и отечественной разработкой. На базе серийного отечественного оборудования мы разработали стационарную технологическую линию производства щепы из деревьев диаметром в комле до 80 см. При производстве топливной щепы из низкокачественных деревьев непосредственно около ТЭС не требуются автощеповозы. Существенно снижаются транспортные расходы, поскольку полнодревесность стволовой древесины в два раза выше, чем щепы.

Столь же поучителен опыт США при переработке тонкомерных деревьев. Они перерабатываются на «белую» (окоренную) щепу для ЦБП групповым способом с использованием сучкорезно-окорочно-рубительных агрегатов (рис. 3). Агрегат выполняет сразу три операции: обрезку сучьев с их измельчением, окорку стволов с измельчением коры, переработку окоренных стволов на щепу для ЦБП. Преимущества такой технологии по сравнению с производством щепы для ЦБП из балансов очевидны. За счет групповой обработки деревьев и исключения из технологии операций по производству сортиментов производительность на переработке тонкомерных деревьев по сравнению с традиционной технологией также удваивается. Одновременно с производством окоренной щепы вырабатывается топливная щепка – смесь коры и древесных частиц из сучьев. Такая топливная смесь является значительно более калорийным топливом, чем кора высо-

кой влажности, которая получается на ЦБК в результате «мокрой» окорки балансов.

В настоящее время нам известны 3 фирмы США, которые производят подобное оборудование. Применяется также технология производства из тонкомерных деревьев групповым (пачковым) методом окоренных балансов. В России такого оборудования пока нет, но его создание весьма актуально.

Подведем краткий итог изложенному: анализ опыта США по заготовке древесины в перестойных насаждениях, не пройденных рубками ухода, показывает, что в наших условиях практически половина общего объема заготовленной древесины может не перерабатываться на сортименты, поскольку деревья могут быть переработаны на технологическую и топливную щепу, минуя стадию производства сортиментов. При этом достигается повышение производительности труда практически в два раза по сравнению с сортиментной технологией. Производство сортиментов из этой половины деревьев является лишней, ненужной работой, которая приводит к увеличению затратности производства. Этим, в значительной степени, и объясняется ограниченное применение в США и в Канаде сортиментной технологии с использованием системы машин «харвестер–форвардер».

Для России, в которой преобладают перестойные не пройденные рубками ухода леса, опыт США является очень ценным. В наших условиях этот опыт может получить существенное развитие. Специфика наших условий заключается в том, что из-за слабого развития целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности поставка вырабатываемой щепы потребителям непосредственно с лесосек не всегда экономически оправдана из-за больших расстояний транспортировки. Поэтому переработка тонкомерных деревьев с использованием сучкорезно-окорочно-рубительных машин, также как и переработка перестойных дровяных деревьев на топливную щепу, может производиться не

только на лесосеках, но и на нижних складах леспромхозов, биржах сырья целлюлозно-бумажных и деревообрабатывающих комбинатов. Это позволит снизить транспортные расходы как за счет более высокой полноты древесины стволовой древесины по сравнению со щепой, так и использования на вывозке древесины однотипного оборудования – лесовозных автопоездов. Повысится эффективность использования оборудования для производства щепы за счет концентрации сырья на нижнем складе (бирже сырья), поступающего со всех разрабатываемых лесосек (лесозаготовительных предприятий), и отсутствия необходимости перебазирования оборудования с лесосеки на лесосеку. С использованием элементов этой технологии из тонкомерных деревьев можно также вырабатывать «белую» щепу для древесных плит MDF, окоренные балансы, а также стружку для плит OSB. Из дровяных – топливную и технологическую щепу для древесных плит ДВП и ДСП. Мы имеем задел в разработке такого оборудования и изыскиваем возможность финансирования его создания.

Говоря о хлыстовой технологии заготовки древесины, основоположником которой является наша страна, следует отметить, что в настоящее время она применяется не только в США и Канаде. Технология шагнула в южное полушарие и получила развитие в Австралии и Новой Зеландии. Пользуясь случаем, хотелось бы отметить прозорливость руководителей тех предприятий, которые сохранили у себя эту технологию. По сравнению с древней сортиментной технологией, возраст которой исчисляется от каменного топора, хлыстовая технология – это ребенок в колыбели, ей всего 60 лет. Поэтому она имеет высокую перспективу совершенствования и повышения эффективности.

Актуальность изложенных проблем не вызывает сомнения. Решение этих проблем заслуживает внимания исследователей, включая студентов, аспирантов и докторантов.

К ВОПРОСУ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДИЗЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ МАШИН

А.В. СИРОТОВ, *проф. каф. электроэнергетики ЛК МГУЛ, д-р техн. наук,*
 К.В. СЕЛИВАНОВ, *асп. каф. электроэнергетики ЛК МГУЛ*

selivanov_kv@mail.ru

В общем виде можно наметить следующие основные пути повышения эффективности производства. Чисто экономический, который подразумевает проведение грамотных маркетинговых исследований рынка покупки сырья и продажи готовой продукции, регулярный анализ (в том числе аудиторский) производственно-хозяйственной деятельности предприятия, рациональную организацию производства.

Технологический путь подразумевает совершенствование технологии производства за счет использования более современного оборудования, компонентов технологического процесса, улучшения потребительских свойств готовой продукции и т.д.

Одним из важнейших путей является технический. Это повышение эффективности работы имеющегося технологического оборудования, которое достигается увеличением коэффициента использования оборудования, снижением расходов на эксплуатацию оборудования и уменьшением времени простоев по техническим причинам.

Механизация и автоматизация производства характеризуется все большим применением сложного дорогостоящего высокопроизводительного оборудования. Ужесточаются режимы работы машин, растет интенсивность их использования во времени. Одновременно наблюдается увеличение интенсивности отказов, увеличение продолжительности простоев, связанных с восстановлением работоспособности, растут затраты на проведение неплановых работ по техническому обслуживанию и ремонту. Потери от простоев оборудования увеличиваются также с ростом массовости производства, являющейся экономической предпосылкой применения автоматизированного оборудования.

Значительный ущерб от простоев предопределяет необходимость повышения эксплуатационной надежности оборудования,

позволяющей значительно сократить интенсивность отказов.

Многочисленные исследования показали, что существенно повысить эксплуатационную надежность любого технологического оборудования можно за счет рационально организованной системы технического обслуживания и ремонта.

Все вышеизложенное в полной мере относится и к эксплуатации оборудования лесного комплекса, которое имеет свою специфику.

Лесозаготовки, как правило, проводятся в большой удаленности от конечного потребителя, ремонтных предприятий, поставщиков запасных частей и горюче-смазочных материалов. Можно сказать, что лесозаготовка ведется в относительном автономном режиме. Практически полное отсутствие дорог, большой оборот негабаритного груза, сезонность работ приводят к тому, что техника, работающая в лесном комплексе, должна отвечать повышенным требованиям надежности, экономичности, обеспечению заданной мощности и др.[1].

Существуют три основных принципа организации технического обслуживания и ремонта (ТО и Р):

- по потребности;
- предупредительный (плановый);
- по состоянию.

В настоящее время на лесозаготовках используется в основном предупредительный принцип организации ТО и Р технологического оборудования. Однако наиболее перспективным, на наш взгляд, будет являться использование принципа организации ТО и Р по состоянию, который предусматривает осуществление мероприятий ТО и Р с учетом реальной изнашиваемости машин и ее фактического состояния. В этом случае методами контрольных проверок, диагностирования, эксплуатационных наблюдений определяют фактическое состояние машины и сравнива-

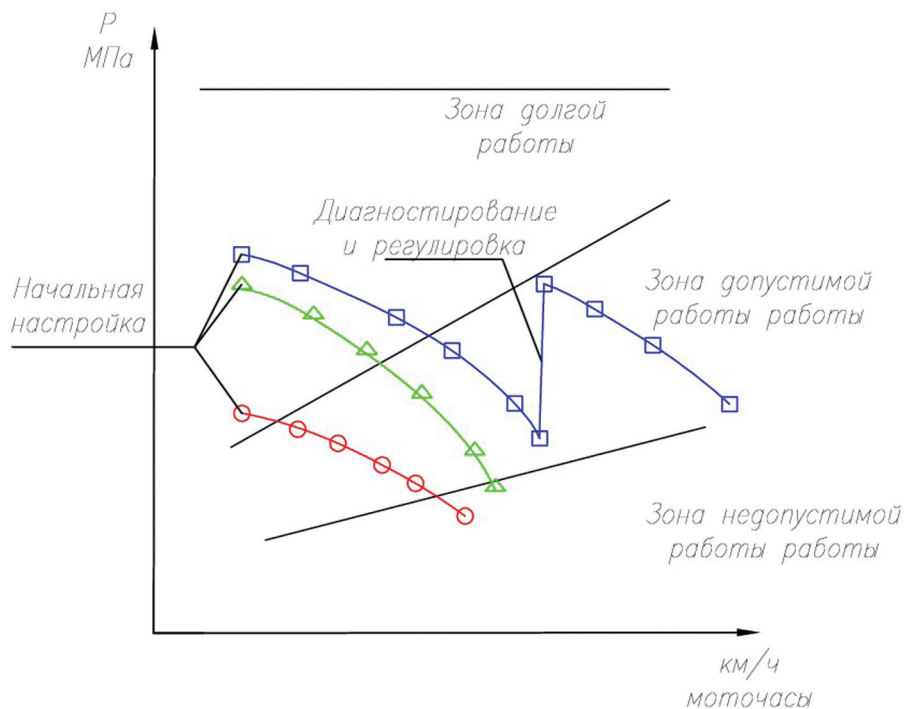


Рисунок. Продолжительности работы в зависимости от зоны нахождения параметра при диагностировании

ют с эталоном. В случае необходимости при снижении основных выходных параметров машины ниже допустимого уровня назначают необходимое управляющее воздействие. При такой системе отсутствуют неплановые остановки и простои в ремонте, с максимальной полнотой вырабатывается ресурс деталей, назначается оптимальный промежуток между ремонтами, сокращается число разборок и сборок и т.д., что делает эту систему наиболее эффективной.

Для полной реализации такой системы ТО и Р машин необходимо создание автоматизированных систем диагностирования, развитых методов прогнозирования работоспособности оборудования и наличие электронно-вычислительной техники для оперативного расчета оптимального ремонтного цикла.

Диагностирование в условиях лаборатории отдельного узла или части машины, как правило, не представляет сложности [2], поскольку имеется большое количество измерительных приборов, оснастки, инструмента, а также искусственно созданные условия окружающей среды.

Диагностирование техники на практике в условиях реальной эксплуатации, особенно лесных машин, кардинально изменя-

ется. В идеале диагностика лесной техники должна проводиться на месте ее непосредственной эксплуатации, на делянке.

В этом случае требуется распознать техническое состояние объекта в условиях ограниченной информации. Анализ состояния производится в условиях эксплуатации, при которых получение информации крайне затруднено, поэтому не представляется возможным собрать абсолютно всю информацию и сделать точное заключение о состоянии техники. В условиях полевого диагностирования необходимо теоретическое обоснование основных параметров, которые в некотором смысле являются результирующими и характеризуют некоторые косвенные менее важные параметры [2].

При этом должны быть разработаны методики их измерения, оперативного контроля на лесозаготовках с минимальными трудозатратами и потерей времени [3].

На основании этих измерений делается наиболее объективный вывод о мере воздействия на технику с учетом тех целей, которые следует достигнуть.

В целом состояние параметров техники анализируется, обобщенно их можно выразить графиком (рисунок).

Также стоит отметить, что основные системы необходимо диагностировать в целом, а не ее отдельные детали или узлы, т.к. допуски в измерениях и погрешности могут сложиться в одну сторону, в результате чего в целом можно получить нерабочий механизм.

Нами были разработаны техническое задание и конструкция стенда для диагностирования топливной аппаратуры дизелей лесных машин [4]. Этот стенд позволяет определять основные нормируемые параметры работы топливной аппаратуры дизелей лесных машин в условиях эксплуатации. При этом появляется возможность оперативного определения необходимых объемов и сроков проведения операций ТО и Р, позволяющих повысить эффективность работы лесозаготовительной техники.

Библиографический список

1. Сиротов, А.В. Принципы построения и модели оптимизации системы технического обслуживания и ремонта поточных линий деревообрабатывающих производств: дисс. ... д-р техн. наук / А.В. Сиротов. – М.: МГУЛ, 2006. – 91 с.
2. Данилов, С.В. Метод и цифровой прибор для автоматизированного определения цикловой подачи топлива при регулировании топливной аппаратуры дизелей: дисс. ... канд. техн. наук / С.В. Данилов. – М.: МГАУ имени В.П. Горячкина, 2010. – 104 с.
3. Черноиванов, В.И. Ресурсосбережение при технической эксплуатации сельскохозяйственной техники / В.И. Черноиванов, А.Э. Северный, М.А. Халфин. – М.: ГОСНИТИ– ФГНУ «Росинформагротех», 2002. – Ч. I, II. – 780 с.
4. Селиванов, К.В., Шамарин Ю.А., Панферов В.И. Патент на полезную модель №109506 «Устройство для определения параметров процесса топливоподачи дизельной топливной аппаратуры».

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА САМОЗАТАЧИВАЮЩИХСЯ КУЛЬТИВАТОРНЫХ ЛАП С ПИЛООБРАЗНЫМ ЛЕЗВИЕМ

В.Н. ВИНОКУРОВ, *проф. каф. механизации лесохозяйственных работ МГУЛ, д-р техн. наук*

vinocurov@mgul.ac.ru

Культиваторные лапы наряду с обеспечением заданной глубины обработки почвы должны обеспечивать полное срезание сорной растительности. Это предъявляет повышенные требования к остроте лезвий культиваторных лап.

Из теории резания лезвием растений известно, что процесс резания протекает наиболее эффективно, если режущая кромка лезвия имеет пилообразную форму. Учитывая это, мы поставили опыты по созданию самозатачивающихся культиваторных лап, имеющих пилообразную форму лезвия.

С этой целью были опробованы в полевых условиях на черноземных суглинистых почвах лезвия, на тыльной стороне которых была сделана мелкая насечка. Высота выступов насеченной поверхности лап составляла 0,8 мм, шаг – 1,0 мм. Выступы располагались перпендикулярно лезвию. После заточки лезвия с лицевой стороны под углом 25° на режущей кромке выступали мелкие зубцы. В целях повышения износостойкости насеченного

слоя и обеспечения самозатачивания лезвия в почве тыльная поверхность лап подвергалась цианированию на глубину до 0,5 мм.

Эффективность работы таких лап проверялась нами на обработке черноземных среднесуглинистых почв. Эти исследования показали, что режущая способность лезвий лап с насеченными зубьями повышается только в начале работы. По мере увеличения наработки выступающие на режущей кромке зубья притуплялись и эффективность срезания сорняков лезвиями снижалась. После одной смены работы лапы с экспериментальными лезвиями по качеству работы не отличались от обычных лап с однослойными лезвиями.

Причина низкой эффективности экспериментальных лап заключалась в недостаточной разнице в износостойкости упрочненного слоя и слоя, не подвергавшегося химической обработке, что не обеспечивало самозатачивания лезвия в почве.

Опыты по созданию лезвий лап повышенной режущей способности были нами

продолжены с использованием в качестве материала режущего слоя наиболее износостойкого сплава релит. Сплав релит состоит из мелких карбидов вольфрама, обладающих высокой износостойкостью, твердостью и большой удельной массой. Наносится он на поверхность деталей путем впавления в основную металл или наплавкой на поверхность детали вместе с присадочным материалом. При расплавлении присадочного материала ацетиленокислородным пламенем или токами высокой частоты карбиды вольфрама оседают в расплавленном присадочном материале и образуют с тыльной стороны лезвия тонкий износостойкий слой.

В процессе изнашивания такого слоя мягкая основа, в качестве которой может использоваться как сталь, так и твердый сплав Сормайт-1, изнашивается быстрее, чем карбиды вольфрама, которые, выступая на лезвии, образуют пилообразную режущую кромку (рис. 1).

С изменением наработки самозатачивающихся лап, наплавленных релитом, вследствие износа уменьшается длина носовой части, ширина крыльев, а толщина режущей кромки лезвия после некоторого периода приработки остается неизменной. Это свидетельствует о самозатачивании лезвий почвой. Сказанное подтверждается отпечатками профиля, снятыми с лезвия лап после различной их наработки (рис. 2).

В целях изучения самозатачивания и установления основных размеров лезвий лап, наплавленных релитом, нами была изготовлена опытная партия таких лап, которые были направлены на государственные, а также хозяйственные испытания. Изучение процесса самозатачивания лезвий лап, наплавленных релитом 60x80, показало, что с увеличением отношения толщин слоев λ_c при обработке суглинистых черноземных почв не наблюдается резкого возрастания угла самозатачивания γ_n [1]. Даже при таком высоком значении $\lambda_c = 4$, угол самозатачивания составлял 35° , т.е. лезвие практически было работоспособно. В то же время при работе таких лап на супесчаных почвах наблюдается более резкое возрастание γ_n . С учетом этого у самозатачи-

вающихся лап, наплавленных релитом, толщина несущего слоя h_n была задана в два раза большей, чем у самозатачивающихся лап, наплавленных твердым сплавом Сормайт-1.

В результате изучения процесса самозатачивания лезвий лап и проведения их сравнительных испытаний были уточнены размеры самозатачивающихся лезвий лап, наплавленных релитом, и установлена экономическая эффективность их использования. Самозатачивающиеся лапы, наплавленные релитом, оказались еще более экономичными, чем такие же лапы, наплавленные твердым сплавом Сормайт-1. Одним из главных достоинств самозатачивающихся культива-

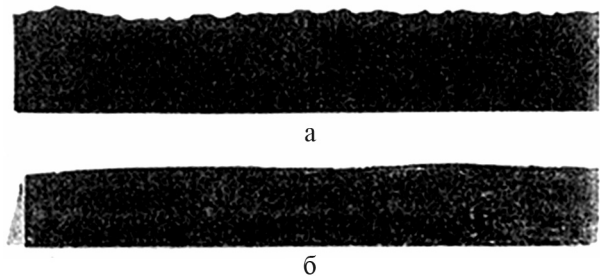


Рис. 1. Лезвие самозатачивающихся лап, наплавленных релитом (а) и Сормайт-1 (б) после одной смены работы

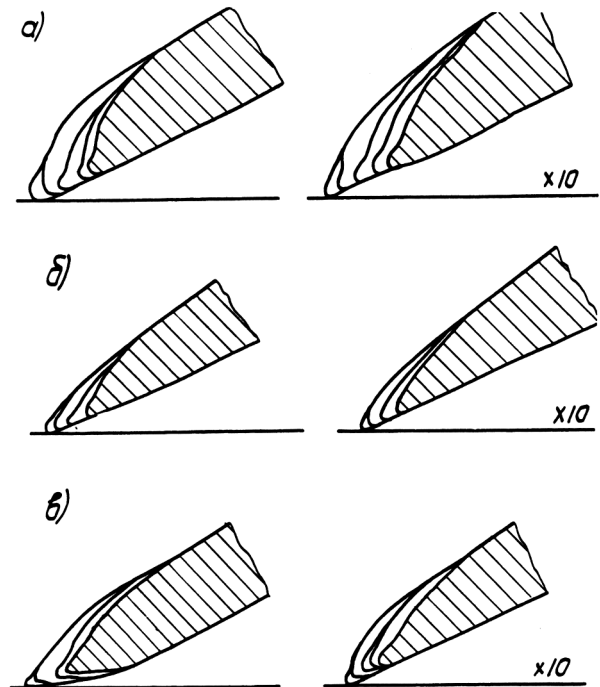


Рис. 2. Профили лезвий самозатачивающихся лап, наплавленных смесью KBX (а), Сормайт-1 (б), релитом 60x80 (в), снятые после различной наработки

торных лап, наплавленных релитом, является то, что они обеспечивают высокое качество выполнения работ по уходу за культурами. Они оставляют несрезанными в 6 раз меньше сорняков, чем обычные стандартные лапы, и в 3 раза меньше, чем самозатачивающиеся лапы, наплавленные твердым сплавом Сормайт-1 [2].

Повышение режущей способности лезвий культиваторных лап, имеющих пилообразную режущую кромку, образованную выступающими карбидами вольфрама, объясняется тем, что такое лезвие воздействует на стебли и корни сорных растений неровностями, разрушая их.

Заметим, что использование в качестве материала режущего слоя твердого сплава релит оправдано на тех деталях, где требуется получение тонкого режущего слоя, обес-

печивающего при изнашивании высокую режущую способность. Например, применение релита в качестве материала режущего слоя у плужных лемехов нецелесообразно, так как при правильном изготовлении самозатачивание лезвий лемехов обеспечивается и при использовании сравнительно дешевых твердых сплавов типа Сормайт-1, УС-25 и др.

Библиографический список

1. Винокуров, В.Н. Исследование изнашивания рабочих органов культиваторов и обоснование параметров, обеспечивающих самозатачиваемость: сб. научн. тр. ГОСНИТИ. / В.Н. Винокуров. – М., 1963. – С. 192–208.
2. Винокуров, В.Н. Исследование, разработка и внедрение в производство самозатачивающихся рабочих органов почвообрабатывающих машин и орудий: монография / В.Н. Винокуров. – М.: МГУЛ, 209. – 311 с.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ ПРИ ОБКАТКЕ ДВИГАТЕЛЕЙ

Е.А. ЦЫПЦЫН, ООО «Технореммаш», канд. техн. наук,

А.С. НОСИХИН, асп. каф. технологии машиностроения Московского ГАУ им. В.П. Горячкина

nosihin871@yandex.ru

В настоящее время в сельском хозяйстве России эксплуатируется на автомобильном транспорте 750 тысяч и с.-х. машин около 700 тысяч двигателей.

В ближайшей перспективе планируется довести энергообеспеченность до 300...350 л.с. на 100 га пашни, объем с.-х. техники 1 млн 150 тыс. ед.

Коэффициент технической готовности машинно-тракторного парка должен быть доведен до 0,95...0,98 %, притом что на настоящий период он составляет 0,80...0,82 % [1].

Для повышения технической готовности с.-х. техники и подготовки двигателей к условиям эксплуатации, особенно после их ремонта и восстановления, применяются триботехнические методы. Эти методы прежде всего направлены на формирование поверхностей трения деталей, в частности, на созда-

ние антифрикционных и противоизносных покрытий и их приработку.

Известно, что по причине износа выходит из строя 85...90 % машин. Расходы на ремонт составляют десятки миллиардов рублей в год. Потери от трения и затраты, связанные с ними, составляют 1...4 % национального продукта страны. В связи с этим работы, направленные на снижение трения и износа, весьма актуальны. Особенно в настоящее время, когда из-за снижения количества машин растет их энергонапряженность [2].

От качества приработки деталей двигателя во многом зависит их ресурс и надежность.

Приработка – это процесс формирования оптимальной микрогеометрии поверхностей деталей и их физико-механических свойств.

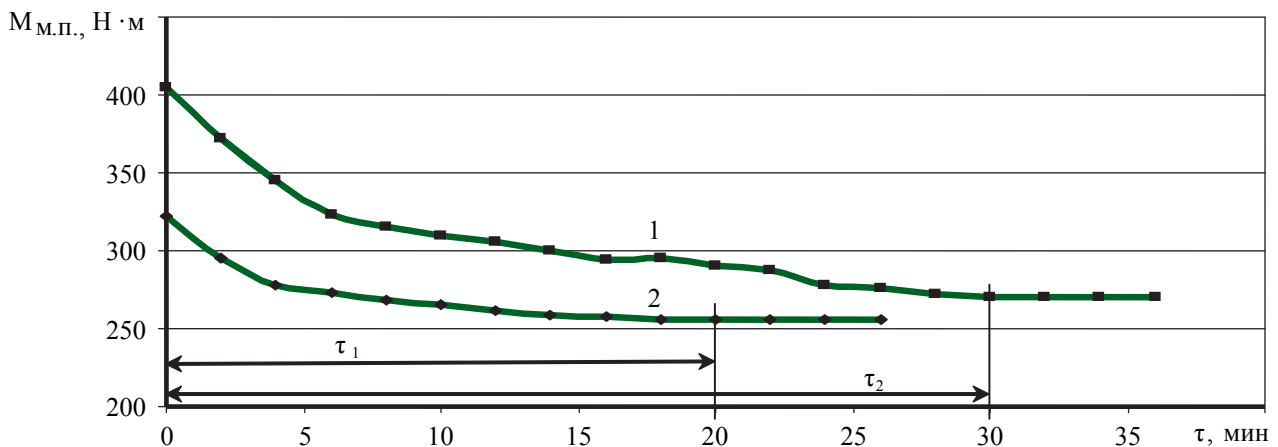


Рис. 1. Изменение момента механических потерь на трение дизеля Д-180 во время холодной обкатки: 1 – М-10ДМ; 2 – М-10ДМ с ПИАФ составом

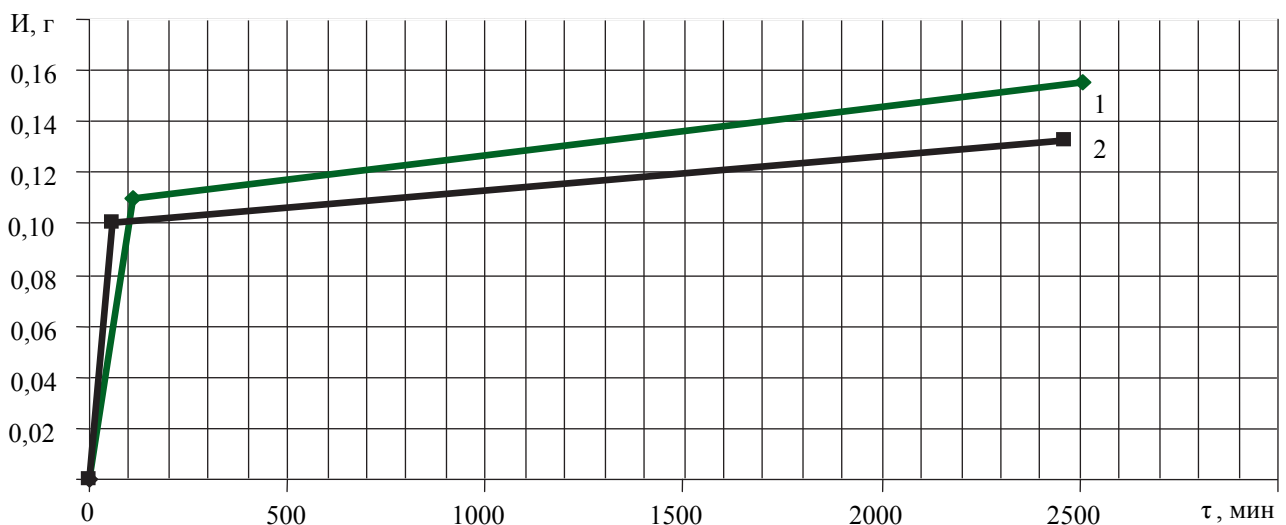


Рис. 2. Износ поршневых колец дизеля Д-180: 1 – М-10ДМ; 2 – М-10ДМ с ПИАФ составом

Из всех методов ускорения приработки деталей (конструкционных, технологических и эксплуатационных) менее затратными являются эксплуатационные.

К таким методам следует отнести применение приработочных присадок и выбор режимов работы двигателя для ускорения приработки деталей.

За счет применения приработочных присадок процесс обкатки двигателя должен быть организован таким образом, чтобы в период холодной обкатки происходило интенсивное формирование микрорельефа поверхностей трения за счет реализации эффекта Ребиндера. Это можно осуществить за счет применения поверхностно-активных веществ (ПАВ) в составе присадок.

В период горячей обкатки, когда детали нагреваются, увеличиваются нагрузки при реализации избирательного переноса металлов (ИП), происходит формирование оптимальных физико-механических свойств поверхностного слоя и образование на нем сервовитной антифрикционной пленки, обеспечивающей снижение износа.

По способу введения приработочные присадки классифицируются к воздуху; к топливу; к маслу.

Присадки к воздуху более эффективны для деталей цилиндропоршневой группы (ЦПГ) на всех трех этапах обкатки. Присадки к маслу более эффективны для деталей кривошипно-шатунного механизма (КШМ) на всех трех этапах обкатки. Присадки к топливу менее эффективны по этапам обкатки

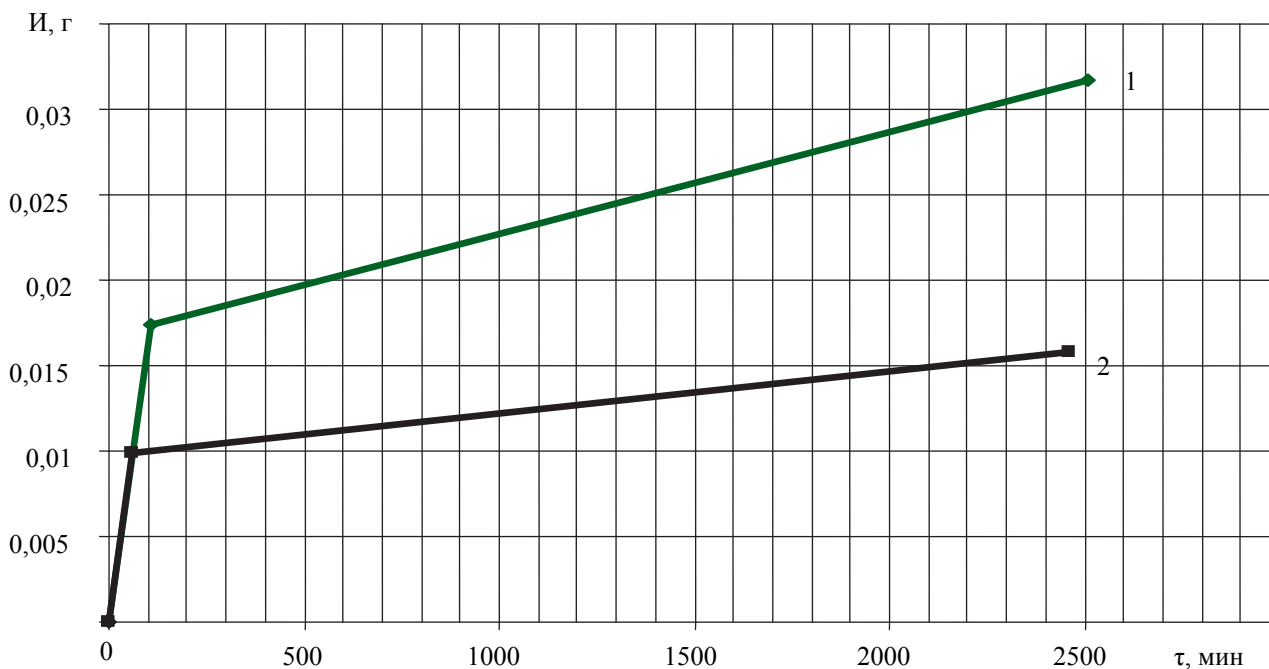


Рис. 3. Износ шатунных вкладышей дизеля Д-180 после обкатки: 1 – М-10 ДМ; 2 – М-10ДМ с ПИАФ составом

и деталям КШМ. Отсюда для комплексного воздействия на двигатель нужно применять присадки к воздуху и маслу.

По физико-химическому действию присадки классифицируются как инактивные; поверхностно-активные; химически-активные; реализующие избирательный перенос (металлоплакирующие); пластически-деформирующие; содержащие наночастицы органических и неорганических веществ; полимеробразующие.

Примером здесь могут быть олеиновая кислота, дитиофосфат молибдена,

КТЦМС-1, МКФ– 18, Римет, Валена, Феном, Fenox, ПИАФ и др.

В процессе исследований получены авторские свидетельства и патенты на изобретения на приработочные масла и составы: А.С. №1201297; А.С. №1621500; А.С.№ 1456453; А.С. №1778165; А.С.№ 1759859; Патенты № 2041253; № 2071247; № 2128686; № 2313565; № 2396308.

Проведенные стендовые испытания дизелей Д-180 на масле М-10ДМ и на масле М-10ДМ с ПИАФ составом, который содержит наночастицы серпентина, показали, что присадка способствует снижению механических потерь на трение и сокращению времени их стабилизации в период холодной обкатки [3] (рис. 1).

Оценка износа поршневых колец (рис. 2) свидетельствует об уменьшении износа на 17 % при использовании присадки по сравнению с типовой обкаткой на чистом масле.

Износ шатунных вкладышей (рис. 3) двигателя Д-180 после обкатки меньше на 43 % по сравнению с типовой обкаткой. Большой эффект по снижению износа деталей КШМ объясняется тем, что здесь масла поступает к этим деталям больше, чем на поверхности трения гильз.

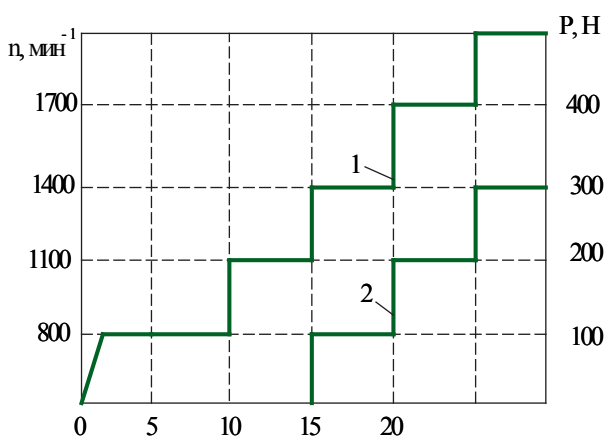


Рис. 4. Зависимость частоты вращения коленчатого вала –1 (n) и нагрузки – 2 (P) от времени обкатки

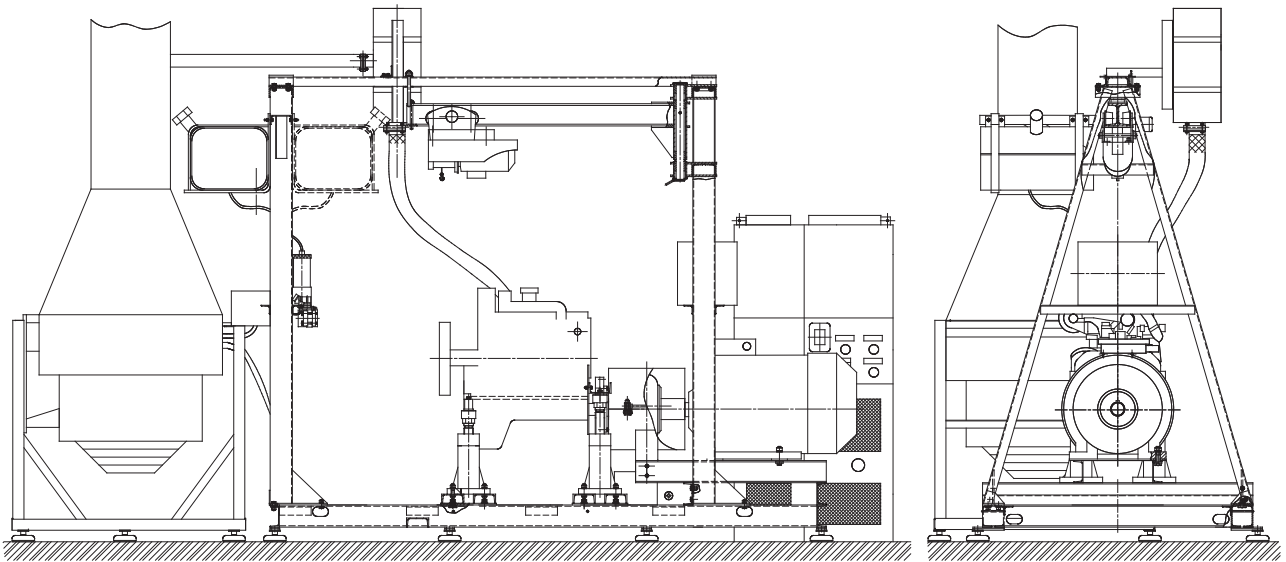


Рис. 5. Обкаточно-тормозной стенд

Для ускорения приработки и формирования оптимальных физико-механических свойств поверхностей трения необходимо обкатку осуществлять на режимах, близких к максимальным. Для ускорения приработки необходимо поддерживать трение на постоянном уровне.

Поддержание момента механических потерь на трение на постоянном уровне осуществляется повышением нагрузки и частоты вращения коленчатого вала. Используя формулу для определения нагрузки от частоты вращения коленчатого вала с учетом коэффициента трения, шероховатостей поверхностей, вязкости масла, площади контакта, пути трения, в соединении «гильза цилиндров–поршневые кольца» можно определять необходимые режимы обкатки при условии сохранения трения на постоянном уровне [4].

$$P = \frac{S \cdot n \cdot b \cdot v \cdot (R_a^F + R_a^K)}{30 \cdot (R_a^F + R_a^K)} \cdot e^{\frac{f-0,24}{0,025}}, \quad (1)$$

где P – нагрузка условная, Н;

R_a^F, R_a^K – шероховатость приработанных гильз и колец, м;

v – кинематическая вязкость, м²/с;

b – суммарная толщина колец в направлении скольжения, м;

n – номинальная частота вращения коленчатого вала, мин⁻¹;

S – ход поршня, м;

f – коэффициент трения.

Рассчитанные по формуле (1) режимы обкатки при ступенчатом нагружении приведены на рис. 4 с учетом того, что момент механических потерь на трение будет поддерживаться на постоянном уровне, близком к максимальному.

Для реализации режимов обкатки двигателей в автоматическом режиме в университете разработан обкаточно-тормозной стенд модульного типа по заказу ООО «Бонус» (рис. 5).

Стенд достаточно универсальный. По желанию заказчика может изменяться тормозная мощность от 30 до 315 кВт. Имеется встроенная кран-балка для монтажа и демонтажа испытуемого двигателя. Предусматривается рекуперация электроэнергии при работе в режиме торможения.

Обкаточно-тормозной стенд состоит из следующих основных систем: нагружающего устройства, системы рекуперации, управления, защиты, измерений, обработки и хранения данных, вентиляции, отвода отработавших газов, охлаждения ОЖ, масляной, питания топливом, питания воздухом, монтажа ДВС.

Система измерений включает частотный преобразователь, обеспечивающий частоту вращения двигателя от 100 до 3000 мин⁻¹ и крутящий момент до 500 Н·м при прокрутке и 1500 Н·м при торможении; измеритель крутящего момента, развиваемого испытуемым

двигателем, позволяет фиксировать крутящий момент в цифровом виде до 1500 Н·м; тахометр для измерения частоты вращения вала электродвигателем с диапазоном от 0 до 6000 мин⁻¹.

Пульт оператора выполнен на базе промышленной панели серии GT 1572 VNBA фирмы «Mitsubishi Electric». На панели представляются сенсорные картинки кнопок управления и систем стенда в зависимости от режима работы. Имеется возможность замены на ручной пульт управления.

Система обработки и хранения данных обеспечивает сбор, нормирование и масштабирование электрических сигналов, поступающих от датчиков, устанавливаемых на стенде испытуемого двигателя.

Система подачи воздуха приточно-вытяжная с пятнадцатикратным обменом воздуха. Система имеет устройство для отключения подачи воздуха при возникновении аварийной ситуации. Температура воздуха не выше 40 °С. Имеются датчики для контроля температуры воздуха на входе и выходе.

Система управления – программно-временное устройство для управления нагрузочным устройством и механизмом подачи топлива для обеспечения скоростных и нагрузочных режимов в соответствии с программой обкатки.

Система аварийной защиты обеспечивает оперативный контроль за давлением масла; температурой масла; выхлопных газов, охлаждающей жидкости; моментом сопротивления прокручиванию коленчатого вала ДВС; частотой вращения вала электродвигателя; температурой головки цилиндра (для двигателей с воздушным охлаждением).

Система отвода выхлопных газов имеет тепловую защиту с регистрацией температуры газов и принудительной продувкой трубопроводов.

Система обеспечения маслом подает масло к двигателю при холодной и горячей обкатке. Система позволяет подогревать и прокачивать масло перед пуском двигателя, очистку масла, рекуперацию и возможность

введения присадок к маслу. Масляная система циркуляционная с подогревом и охлаждением. Имеются терморегуляторы и приспособления для замера уровня масла.

Система охлаждения испытуемого двигателя оборотная, закрытая, одноконтурная, циркулярного типа с теплообменником. Внутренний контур-система охлаждения ДВС, внешний воздух для смывания теплообменника. Система обеспечивает поддержание температуры на выходе из ДВС в пределах 75...95 °С.

Топливная система позволяет обкатывать ДВС на бензине и дизельном топливе. Имеет емкость для хранения топлива, расходные емкости, топливопроводы для подачи и возврата излишков топлива, устройство для определения расхода топлива. Расходные емкости снабжены автоматической подкачкой топлива, фильтры, подогреватели. Стенд оборудован средствами пожаротушения.

Таким образом, результаты исследований подтвердили возможность ускорения формирования поверхностей трения деталей двигателей с меньшими износами в период их обкатки. Разработан и принят к производству стенд для автоматизированного процесса обкатки с использованием промышленного компьютера и современных систем управления, встроенной системой монтажа и демонтажа ДВС.

Библиографический список

1. Черноиванов, В.И. Модернизация инженерно-технической системы сельского хозяйства / В.И. Черноиванов, А.А. Ежевский, Н.В. Краснощеков и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010 – 412 с.
2. Девянин, С.Н. Двигатели тракторов и грузовых автомобилей. Основные понятия и процессы / С.Н. Девянин. – М.: ООО УМЦ «Триада», 2009 – 48 с.
3. Цыпцын, Е.А. Повышение качества приработки деталей дизелей за счет применения масла, содержащего наночастицы серпентина. Дисс.... канд. техн. наук / Е.А. Цыпцын. – М.: МГАУ, 2009.
4. Стрельцов, В.В. Ускорение приработки деталей во время стендовой обкатки отремонтированных двигателей внутреннего сгорания (на примере ЗМЗ – 53 и ЗИЛ– 130): дисс. ... д-ра техн. наук / В.В. Стрельцов. – М.: МГАУ, 1993.

МОДУЛЬНЫЙ ОБКАТОЧНО-ТОРМОЗНОЙ СТЕНД ДЛЯ ОБКАТКИ ДИЗЕЛЕЙ

А.С. НОСИХИН, асп. каф. технологии машиностроения Московского ГАУ им. В.П. Горячкина

nosihin871@yandex.ru

Наибольшее количество отказов дизелей наблюдается в начальный период эксплуатации. Одна из причин такого явления – низкое качество приработки деталей. Многие исследователи [1, 2] придают большое значение приработке деталей не только в связи с необходимостью подготовки соединений к восприятию эксплуатационных нагрузок, но и потому, что правильная приработка оказывает большое влияние на ресурс дизелей.

В процессе приработки происходит значительное изменение свойств тонких поверхностных слоев трущихся деталей, связанное со сложными механическими, физическими и химическими процессами, в результате чего повышается их износостойкость. С точки зрения микрогеометрии процесс приработки заканчивается установлением оптимальной шероховатости [3, 4].

Изучение вопросов приработки особенно актуально для ремонтных предприятий, так как агрегаты и узлы дизелей здесь

собирают из деталей с частичным износом, восстановленных и новых. Необходимость приработки как технологической операции обусловлена тем, что даже при совершенной сборке и соответствии шероховатости и волнистости рабочих поверхностей требованиям чертежей практически невозможно другими технологическими операциями достичь оптимальных трибологических характеристик поверхностных слоев трущихся деталей. Приработка в значительной степени определяет безотказность дизеля, особенно в начальный период эксплуатации, и при минимуме приработочного и установившегося износа трибосоединений обеспечивает повышение ресурса дизеля.

Для проведения технологической обкатки двигателей внутреннего сгорания мощностью до 160 кВт и измерения их технологических показателей предлагается принципиально новый модульный обкаточно-тормозной стенд (рис. 1), который обеспечивает

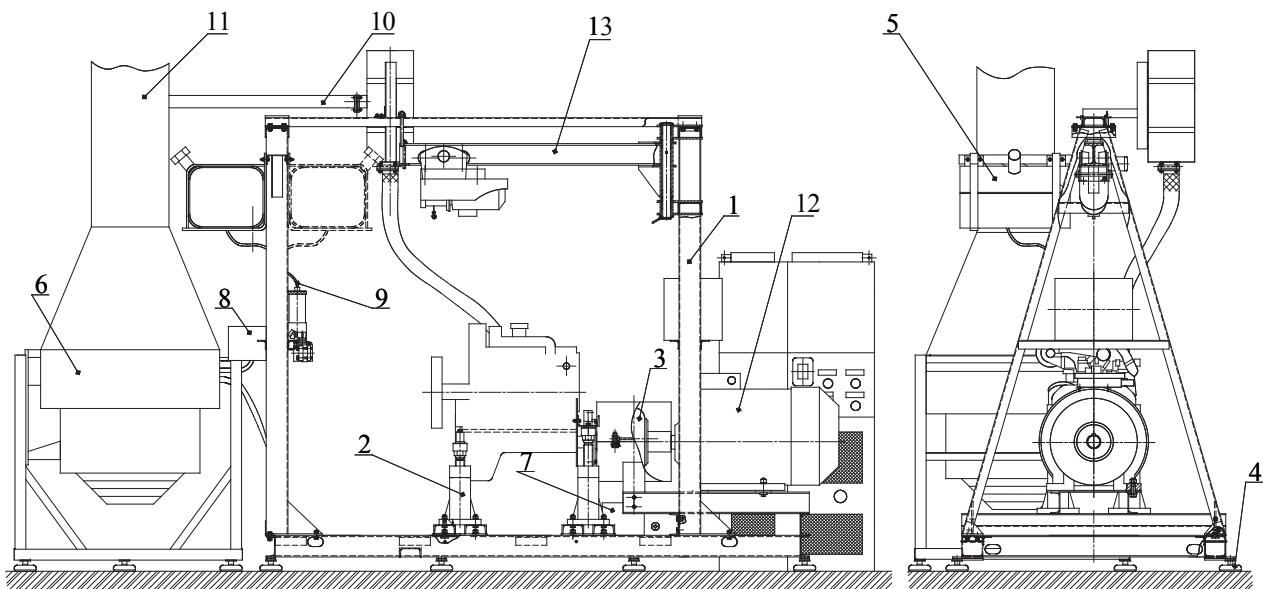


Рис. 1. Модульный обкаточно-диагностический комплекс: 1 – рама; 2 – система монтажа ДВС; 3 – соединительная муфта и ограждение; 4 – виброопоры; 5 – топливные баки; 6 – калорифер; 7 – масляные радиаторы; 8 – система охлаждения; 9 – расходомер топлива; 10 – система выпуска отработавших газов; 11 – система вентиляции; 12 – электродвигатель; 13 – кран-балка

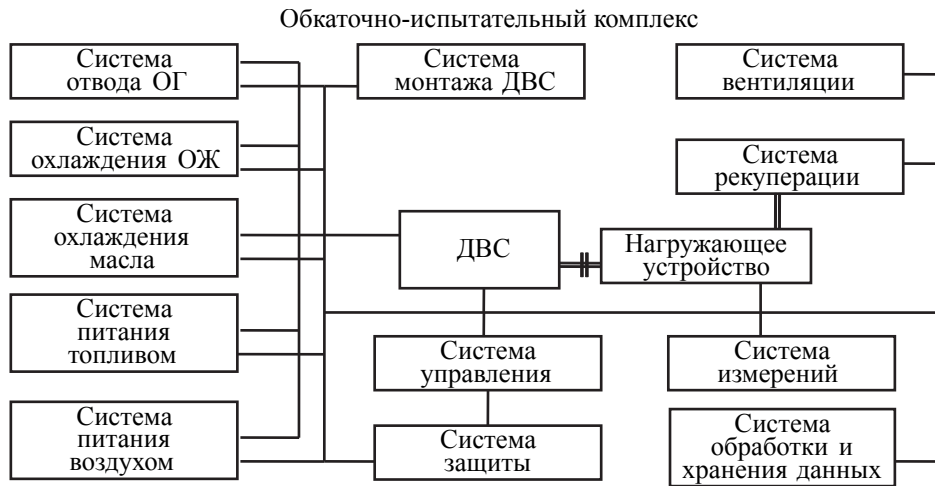


Рис. 2. Функциональная схема обкаточно-тормозного стенда

испытание двигателей различной мощности: легковых и грузовых автомобилей, дорожно-строительной, сельскохозяйственной и прочей техники.

Основные отличительные особенности:

- принцип модульности, заключающийся в том, что основными элементами обкаточно-диагностического стенда являются рама, нагружающее устройство, система сбора и обработки, управления, модуль управления подачей топлива, а остальные системы (система охлаждения, выпуска и др.) могут включаться для повышения функциональности;

- входящий в состав комплекса рекуператор, позволяющий отдавать электроэнергию от электродвигателя, работающего при горячей обкатке в генераторном режиме, в промышленную электросеть;

- входящее в состав комплекса грузоподъемное устройство (поворотный кран),

позволяющий повысить производительность подготовительных работ и безопасность труда;

- комбинированный отвод отработавших газов, воздуха системы охлаждения и вентиляции помещения испытательной установки, целью которой является экономия энергоресурсов и повышение пожарной безопасности.

Обкаточно-тормозной стенд состоит из следующих основных систем (рис. 2): нагружающего устройства: рекуперации, управления, защиты, измерений, обработки и хранения данных, вентиляции, отвода отработавших газов, охлаждения ОЖ, масляной, питания топливом, питания воздухом, монтажа ДВС.

Нагружающее устройство представляет собой регулируемый электропривод с рекуперационным блоком, управляющим асинхронным электродвигателем серии АД-ЧР315S2. Основным элементом электропривода является частотный преобразователь серии VACON NXC 03855.

Нагружающее устройство обеспечивает:

- имитацию эксплуатационных условий работы двигателя внутреннего сгорания как по частоте вращения выходного вала, так и по моменту на валу;

- прокрутку ДВС во всем скоростном диапазоне работы.

Моментные и скоростные характеристики НУ приведены на рис. 3.

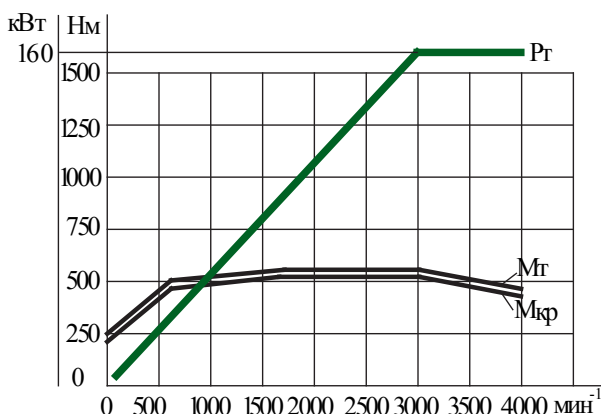


Рис. 3. Моментные характеристики НУ

Номинальный крутящий момент:	
при торможении	530 Н·м.
при прокрутке	515 Н·м.
Максимальный крутящий момент:	
при торможении	810 Н·м.
при прокрутке	770 Н·м.
Максимальная частота:	
при торможении	3500 мин ⁻¹
при прокрутке	4500 мин ⁻¹
Номинальная частота вращения	2970 мин ⁻¹

Система рекуперации работает при переходе нагружающего устройства из режима прокрутки в режим торможения, при котором частота вращения испытуемого ДВС начинает превышать частоту вращения асинхронного электродвигателя, и он переходит в режим генератора. При этом ток, протекающий через рекуператор, преобразуется в трехфазное напряжение, частотой и фазой совпадающее с частотой и фазой питающей сети, и «сливаются» в сеть, нагрузкой для которой будет являться распределительный трансформатор на стороне питающей сети [5].

Система управления предназначается для управления нагружающим устройством и механизмом подачи топлива с целью реализации скоростных и тормозных режимов нагружения дизеля в соответствии с заранее подготовленной и выбранной программой обкатки. Система конструктивно объединена с пультом управления (рис. 4).

Система управления обеспечивает выполнение следующих функций:

- формирование и длительное хранение программ;
- выбор заданной программы обкатки из памяти для ее реализации;
- формирование сигнала управления нагружающим устройством как по каналу частоты вращения, так и по каналу управления тормозным моментом в соответствии с заданной установкой;
- формирование сигнала управления исполнительным механизмом подачи топлива в соответствии с заданной установкой.

Система защиты обеспечивает оперативный контроль за следующими параметрами:

- давлением масла в главной масляной магистрали дизеля;

- температурой масла в поддоне картера или на выходе из двигателя;
- температурой выхлопных газов;
- температурой охлаждающей жидкости на выходе из двигателя;
- температурой головки цилиндра (для двигателей воздушного охлаждения);
- моментом сопротивления прокручиванию;
- частотой вращения вала нагружающего устройства.

В связи с этим комплекс оснащен компьютерной системой управления и измерения, позволяющей в процессе обкатки и испытаний измерять и регистрировать все необходимые параметры технического состояния двигателя, а также обеспечивать информационное сопровождение испытаний с автоматической распечаткой протокола испытаний и его хранением в памяти компьютера.

Эта система также имеет существенное отличие от всех аналогичных систем, так как она одновременно обеспечивает управление всеми режимами работы стенда, т.е. управляет в автоматическом режиме процессом обкатки ДВС.

Система измерений предназначается для:

- оперативного контроля состояния стендового оборудования и обкатываемого дизеля;
- информирования оператора (испытателя) об измеренных параметрах, в том числе по его запросу;
- формирования данных для систем управления и защиты.

Система охлаждения испытуемого двигателя оборотная, закрытая двухконтурная, циркулярного типа с теплообменником: внутренний контур – охлаждающая жидкость по техническим условиям завода-изготовителя, наружный контур – вода без примесей и загрязнений, омывающая теплообменник.

- Система охлаждения обеспечивает:
- поддержание температуры охлаждающей жидкости на выходе из двигателя в пределах 75...85 °С, из дизеля 85...95 °С;
 - необходимый расход охлаждающей жидкости (от насоса двигателя, а также специальным насосом стенда);



Рис. 4. Пульт управления

– поддержание температуры масла на выходе из двигателя в пределах 80...100°C и с заданной точностью (возможна подача масла в теплообменник как от масляного насоса двигателя, так и от отдельного насоса);

Масляная система обеспечивает бесперебойную подачу масла к двигателю при холодной обкатке и работе, а также позволяет производить прогрев и прокачку масла через двигатель перед пуском, его очистку и сепарацию, удаление отработанного и пополнение системы свежим маслом, возможно введение присадок к маслу.

Масляная система оборудована циркулярной системой и приспособлением для замера уровня, автономными насосами, фильтрами, холодильниками, подогревателями, расходомерами, а также средствами для регулирования температуры масла (термостатами и терморегуляторами).

Система питания топливом централизованная и обеспечивает работу двигателя как минимум на двух сортах бензина или дизельного топлива.

Система монтажа ДВС. Установка двигателя на стенд и его соединение с нагружающим устройством осуществляется вручную с применением подъемного механизма – кран-балки, смонтированной на раме, и специальных механизмов.

В заключение отметим преимущества вышеописанного стенда по сравнению с аналогами:

– универсальность;

– малая энергоемкость;
– автоматизированный процесс обкатки;

– простота монтажа и обслуживания;
– установка стенда на виброизолирующие опоры;

– интерфейс (связь с ПК): визуальный контроль за процессом обкатки с удаленного рабочего места, распечатка протокола обкатки, сбор и хранение результатов;

– стоимость стенда относительно аналогов ниже;

– рекуперация энергии торможения;
– кран-балка для монтажа/демонтажа ДВС.

Библиографический список

1. Пучин, Е.А. Надежность технических систем / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, П.П. Лезин и др. – М.: УМЦ Триада, 2005. – 353 с.
2. Ульман, И.Е. Ремонт машин / И.Е. Ульман. – М.: Колос, 1982. – 445 с.
3. Нагорский, Л.А. Испытания и характеристики автотракторных двигателей: учеб. пособие для студентов высш. учеб. завед. агроинженерных специальностей / Л.А. Нагорский // Минсельхоз России, Департамент научно-технологической политики и образования, ФГОУ ВПО «Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия – Зерноград»: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2008. – 100 с.
4. Ходес, И.В. Обкатка двигателя, трансмиссии и трактора: учебное пособие / И.В. Ходес. – Волгоград: ВолГТУ, 1998. – 57 с.
5. Чикунев, Ю.М. Энергосберегающая система стендов для обкатки и испытания двигателей внутреннего сгорания при ремонте: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Ю.М. Чикунев. – М., 2000. – 22 с.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ РАБОТЫ СИСТЕМ МАШИН «ХАРВЕСТЕР–ФОРВАДЕР» ПО КРИТЕРИЯМ ПЛОЩАДИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОРИДОРОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

Э.Ф. ГЕРЦ, *проф. каф. ТОЛП Уральского ГЛТУ, д-р техн. наук,*
А.В. МЕХРЕНЦЕВ, *проф. каф. ТОЛП Уральского ГЛТУ, канд. техн. наук,*
С.Б. ЯКИМОВИЧ, *проф. каф. ТОЛП Уральского ГЛТУ, д-р техн. наук*

jak.55@mail.ru

Технологические схемы и приемы функционирования лесозаготовительных систем машин, в частности «харвестер – форвадер», являются одним из определяющих факторов продуктивности лесной среды, биологического разнообразия лесных экосистем и роста производительности. Рациональными схемами и приемами обеспечивается сохранение подроста, снижение доли площади пасечных волоков в общей площади лесосеки, интенсивность уплотнения лесных почвогрунтов, в том числе и в проекции волоков. Влияние схем и приемов на производительность системы машин «харвестер – форвадер» определяется сокращением расстояний перемещения предмета труда (дерева, хлыста и сортимента), рабочих органов и самих машин при выполнении технологических операций [1–3]. Также эффективность работы системы машин, в смысле системного подхода, обеспечивается синхронизацией, т.е. максимальной загрузкой системы посредством соответствующих схем и приемов [4]. Однако на текущий момент отсутствует методика и результаты оценки множества известных и запатентованных схем работы наиболее актуальной системы машин «харвестер – форвадер» по критериям доли площади волоков и производительности. Имеются общие рекомендации [3] по эффективности тех или иных схем, которые представляют качественную оценку всех технологических схем по сравнению с традиционным способом работы харвестера (рис. 1).

Таким образом, цель публикации – представление методики и количественной оценки множества известных и защищенных патентами схем работы системы машин «харвестер – форвадер» по критериям производительности и доли площади волоков.

Методика сравнительной оценки включает:

- 1) описание технологии по оцениваемым технологическим схемам;
- 2) выделение повторяющихся циклов технологии работы с определением относящихся к этим циклам площадей волоков и пасек в общей площади лесосеки;
- 3) выделение оцениваемых факторов (например, конфигурация волоков, технологических коридоров, эффективный вылет манипулятора) и присвоение остальным реальных и постоянных значений для всех рассматриваемых схем;
- 4) определение площадей пасек и волоков, а также доли (процента) последних в границах выделенного повторяющегося цикла для всех оцениваемых схем;
- 5) оценка производительности машин границах выделенного повторяющегося цикла для всех оцениваемых схем.

Реализуя изложенную методику, примем для сравнения схемы, приведенные в рабочей инструкции операторов харвестеров и форвадеров (рис. 1, 2), схемы, разработанные в Уральской лесотехнической академии [3] (рис. 3, 4), и схему по заявке

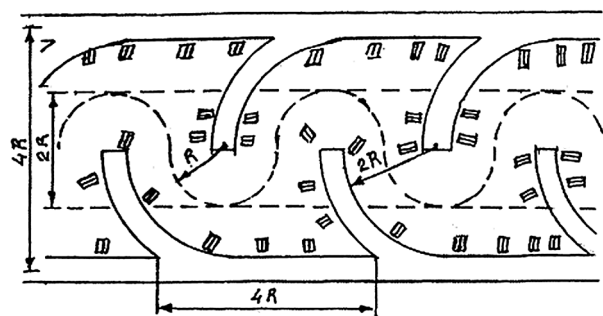


Рис. 1. Технологическая схема заготовки сортиментов системой машин «харвестер – форвадер» традиционным способом

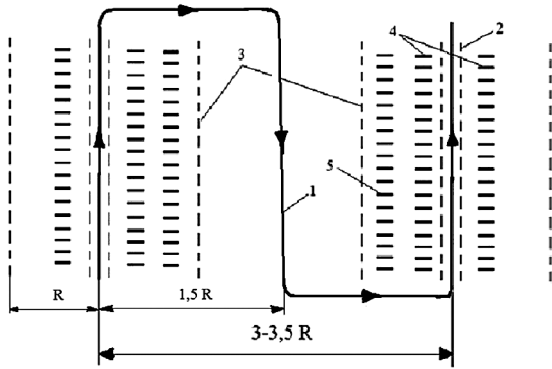


Рис. 2. Технологическая схема заготовки сортиментов со вспомогательным коридором: 1 – маршрут харвестера по пасечным волокам и вспомогательному коридору; 2 – границы пасечного волока; 3 – границы пасек; 4 – пачки сортиментов, сформированные при разработке части пасеки при разрубке центральной ее части и волока; 5 – пачки сортиментов, сформированные при разработке пасеки посредством дополнительного однократного прохода харвестера по вспомогательному коридору

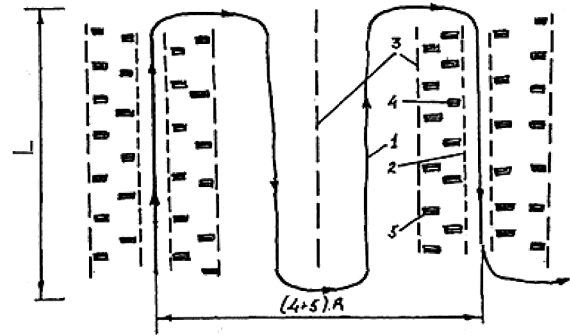


Рис. 3. Технологическая схема заготовки сортиментов с двумя вспомогательными коридорами: 1 – маршрут харвестера по пасечным волокам и вспомогательным коридорам; 2 – границы волока; 3 – границы пасек; 4 – пачки сортиментов, сформированные при разработке пасеки с пасечного волока; 5 – пачки сортиментов, сформированные при разработке пасеки посредством дополнительного однократного прохода харвестера по вспомогательным коридорам

на патент, разработанную авторами статьи (рис. 5).

При заготовке сортиментов традиционным способом (рис. 1) поваленное дерево размещается в направлении, перпендикулярном оси волока. При этом порубочные остатки располагаются как на волоке, так и на пасеке в зоне размещения кроны поваленного дерева. Траектория движения харвестера представлена стрелкой.

Вариант со вспомогательным коридором (рис. 2), на котором работает только харвестер, позволяет уменьшить общую длину пасечных волоков на лесосеке. Форвардер, который определяет основную долю повреждений почвы, подроста и оставляемого древостоя, работает лишь на волоках, удаленных друг от друга на расстояние 3–3,5 эффективных вылетов (R) манипулятора. При разработке харвестером вспомогательного коридора, как и волока, выполняется весь цикл операций: валка, обрезка сучьев, раскряжевка и пакетирование – однако пачки сортиментов при этом укладываются на максимальном удалении от машины. Этим обеспечивается доступность пачек, сформированных харвестером, для манипулятора форвардера, перемещающего

ся по пасечным волокам при сборе сортиментов.

Вариант с двумя вспомогательными коридорами (рис. 3) позволяет еще уменьшить общую длину пасечных волоков на лесосеке. При этой схеме основные технологические коридоры располагаются на расстоянии 4–5 эффективных вылетов манипулятора. На вспомогательных коридорах работает также лишь харвестер, манипулятором которого сортименты укладываются в пачки таким образом, чтобы они были достигаемы для манипулятора форвардера при движении по пасечным волокам. Необходимость перекладки сортиментов в зону доступности манипулятора форвардера при работе харвестера во вспомогательных коридорах ведет к некоторому снижению производительности.

Схема с заездами на полупасеки может рассматриваться как вариант с шириной пасеки, увеличенной до 4 эффективных вылетов манипулятора (рис. 4). При этом несколько снижается производительность в связи с затратами времени на заезды. Шаг примыкания заездов к волоку с каждой его стороны составляет около 4 эффективных вылетов манипулятора. Заезды на смежных полупасеках смещены на половину шага

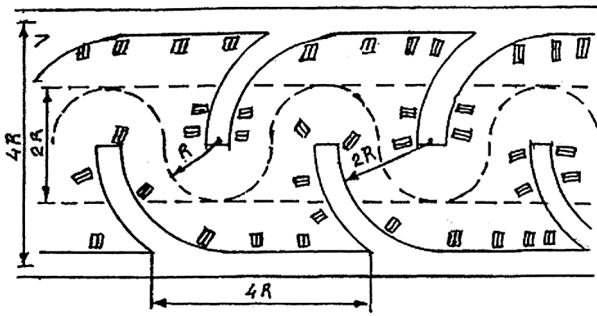


Рис. 4. Технологическая схема заготовки сортиментов с заездами харвестера и форвадера на полупасеки

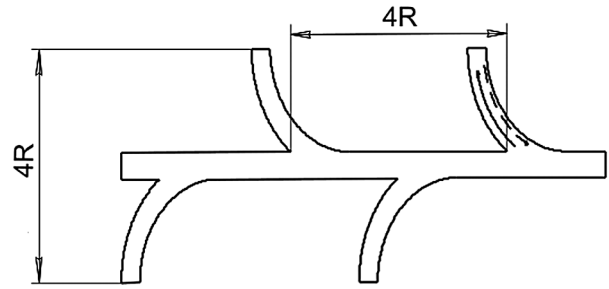


Рис. 6. Повторяющийся цикл технологической схемы заготовки сортиментов с заездами харвестера и форвадера на полупасеки

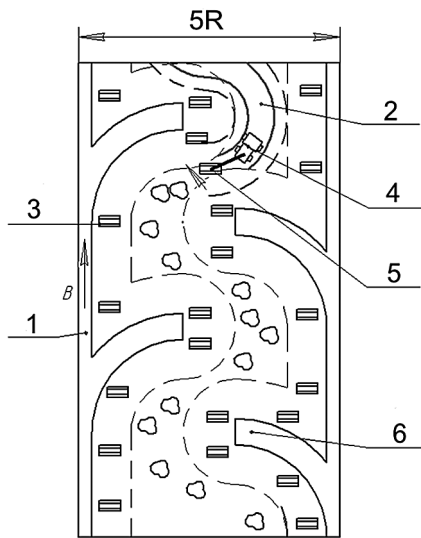


Рис. 5. Технологическая схема заготовки сортиментов с заездами харвестера и форвадера на полупасеки и вспомогательным коридором: 1 – пасечные волокна; 2 – вспомогательный коридор; 3 – пачки сортиментов, сформированные при разработке центральной части пасеки в процессе разрубке пасечного волокна; 4 – харвестер; 5 – пачки сортиментов, сформированные при разработке пасеки при дополнительном однократном проходе харвестера по вспомогательному коридору; 6 – заезд на полупасеку

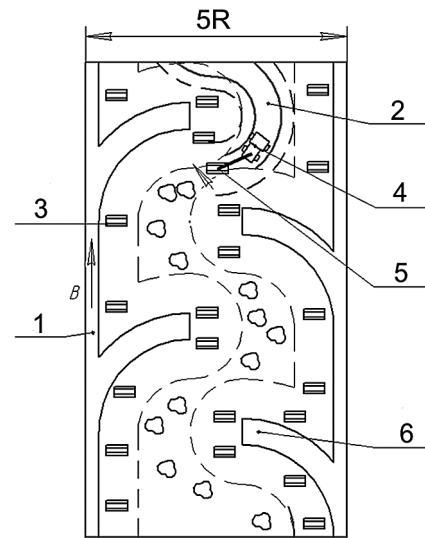


Рис. 7. Повторяющийся цикл технологической схемы заготовки сортиментов с заездами харвестера и форвадера на полупасеки и вспомогательным коридором: 1 – пасечный волокно; 2 – вспомогательный коридор; 3 – пачки сортиментов, сформированные при разработке части пасеки при разрубке волокна; 4 – харвестер; 5 – пачки сортиментов, формируемые при разработке части пасеки со вспомогательного коридора; 6 – заезд на полупасеку

примыкания, что обеспечивает досягаемость всех деревьев.

Разработанная по заявке на способ авторами статьи схема с заездами на полупасеки и вспомогательным коридором (рис. 5) увеличивает расстояние между пасечными волокнами до 5 эффективных вылетов манипулятора. Технология работы харвестера аналогична схеме на рис.6, за исключением наличия синусоидального вспомогательного коридора 2, по которому перемещается только харвестер. Сортименты, заготовленные на вспомо-

гательном коридоре 2, переключаются харвестером в зону досягаемости манипулятора форвадера к пасечным волокнам 1 и заездам на полупасеки 6. Заезды на полупасеки выполняются как харвестер в ходе заготовки сортиментов, так и форвардер – в ходе их сбора.

Второй этап методики: выделение повторяющихся циклов технологии работы с определением процента относящихся к этим циклам площадей волоков и пасек в общей площади лесосеки – необходим с целью обеспечения достоверности расчетов и снижения

Т а б л и ц а 1

Результаты приведения исходных данных к заданным постоянным значениям

Показатель	Обозначение	Единица измерения	Значение
Эффективный вылет манипулятора	R	м	8; 10
Ширина пасечного волока	ΔB	м	5
Длина выделенного цикла	L	м	4R
Скорость движения харвестера по коридорам	ϑ	м/с	1
Скорость перемещения манипулятора харвестера	ϑ_M	м/с	0,6
Скорость протаскивания дерева при обрезке сучьев	ϑ_{II}	м/с	3
Средний диаметр хлыста	$d_{хл}$	м	0,3
Средняя длина хлыста	$l_{хл}$	м	21
Средний объем хлыста	$V_{хл}$	м ³	0,4
Запас на 1 га	q	м ³ /га	150
Число пропилов при заготовке сортиментов	n	–	4
Время наводки манипулятора к дереву, захвата, сталкивания дерева с пня	t_1	с	20
Среднее расстояние подтаскивания дерева к месту обработки	l	м	0,5R
Коэффициент использования производительности чистого пиления	φ_3	–	0,7
Производительность чистого пиления цепной пилой		м ² /с	0,03

Т а б л и ц а 2

Результаты расчетов и сравнительной оценки технологических схем

Технологическая схема	Номера схем по порядку	Эффективный вылет манипулятора харвестера, м	Доля технологических коридоров в общей площади лесосеки, %	Часовая производительность, харвестера,	Разность между долями технологических коридоров в общей площади лесосеки сравнительно с традиционной схемой, %	Разность часовой производительности харвестера сравнительно с традиционной схемой, %
С 1-м вспомогательным коридором (рис.2)	1	$R=8$	25	34,0	-6,25	-0,1
	2	$R=10$	20	28,61	-5	-5,44
С 2-мя вспомогательными коридорами (рис.3)	3	$R=8$	20,8	29,41	-10,45	-4,61
	4	$R=10$	17	28,5	-8	-5,55
С заездами на полупасеки (рис.4)	5	$R=8$	34	30,37	+2,75	-3,73
	6	$R=10$	27	24,3	+2	-9,75
С заездами на полупасеки и вспомогательным коридором(рис.5)	7	$R=10$	22	21,14	-3	-12,91
Традиционная (рис.1)	8	$R=8$	31,25	34,1	0	0
	9	$R=10$	25	34,05	0	0

их объема, в связи с сокращением площади лесосеки в целом до площади повторяющихся циклов на лесосеке. Повторяющиеся циклы выделяются на основе фактора эффективного вылета (R) манипулятора харвестера по ширине цикла, перпендикулярно пасечным

волокам, с включением в цикл траекторий движения харвестера по волокам и вспомогательным коридорам. Длина L выделенных циклов принимается величиной постоянной в связи с последующим ее сокращением в ходе расчетов, за исключением схем с заездами на

полупасеки (рис. 4, 5). Повторяющиеся выделенные циклы для схем без заездов на полупасеки представлены на рис. 1–3.

Схемы с заездами на полупасеки имеют иную конфигурацию повторяющихся циклов (рис 6, 7), в связи с тем, что в них, кроме ширины, определяющим фактором является и длина цикла.

На основе представленных рисунков длина цикла принята равной 4 эффективным вылетам манипулятора харвестера.

Результаты третьего этапа методики, где в качестве оцениваемых приняты конфигурация технологических коридоров (схемы по рис. 1–5) и эффективный вылет манипулятора, а остальные факторы определены как величины постоянные, отражены в табл. 1.

Четвертый и пятый этапы методики, а именно: определение площадей технологических коридоров и лесосеки (пасек и технологических коридоров) и доли (процента) последних и оценка производительности машин в границах выделенного повторяющегося цикла для всех представленных схем – реализованы посредством стандартных выражений расчета площадей геометрических фигур и производительности [3]. Для схем с заездами на полупасеки вычислялись также площади сектора кольца и половины сегмента. К площади технологических коридоров отнесена та площадь, где кроме харвестеров перемещался и форвадер. Сюда отнесена также площадь заездов на полупасеки.

Результаты расчетов и сравнительной оценки приведены в табл. 2.

Представленные в табл. 2 отрицательные значения в столбце 6 характеризуют положительный фактор уменьшения площади пасечных волоков для одинаковых эффективных вылетов манипулятора. Напротив, отрицательные значения в столбце 7 характеризуют уменьшение производительности харвестера для одинаковых эффективных вылетов. Для схем с заездами на полупасеки вариант с заездами лишь харвестера не рассматривался в связи с необходимостью экспериментальной проверки возможности сбора сортиментов форвадером без его заездов на полупасеки. Однако, если такой вариант

возможен, доля площади пасечных волоков будет такой же, как для схемы с двумя вспомогательными коридорами.

Выводы

1. На основе анализа данных табл. 2 технологические схемы ранжируются в порядке снижения эффективности по относительным значениям критериев при приоритетности критерия доли площади пасечных волоков и бинарном сравнении с традиционной схемой использования харвестера в следующей последовательности по номерам схем: 1, 3, 4, 2, 9, 8, 7, 5, 6.

2. Сравнительная оценка технологических схем по критериям площади технологических волоков и производительности приводит к заключению, что наиболее простые схемы со вспомогательными коридорами являются также и наиболее эффективными.

3. В реальных производственных условиях целесообразно использование различных схем со вспомогательными коридорами в связи с тем, что схемы с заездами на полупасеки из-за сложной конфигурации практически трудно реализуемы для оператора харвестера.

Результаты получены при выполнении поисковой научно-исследовательской работы в рамках реализации ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы

Библиографический список

1. Якимович, С.Б. Синхронизация обрабатывающе-транспортных систем заготовки и первичной обработки древесины: монография / С.Б. Якимович, М.А. Тетерина – Йошкар-Ола, 2011. – 201 с.
2. Герц, Э.Ф. Оценка технологии лесопользования на лесосечных работах: монография / Э.Ф. Герц // урал. Гос. Лесотехн. Акад., Екатеринбург, 2003. – 120 с.
3. Азаренок, В.А. Сортиментная заготовка леса: Учеб. пособие / В.А. Азаренок, Э.Ф. Герц, А.В. Мехренцев. – Екатеринбург: Урал. Гос. Лесотехн. Акад., 2001. – 134 с.
4. Якимович, С.Б. Управление схемами работы машин в обрабатывающе-транспортных лесозаготовительных системах / С.Б. Якимович, М.А. Тетерина // Вестник МГУЛ. Лесной Вестник. – 2010. – №5. – С. 78–82.

К ВОПРОСУ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕРОВНОСТЕЙ ДРЕВЕСИНЫ

Б.М. РЫБИН, проф. каф. технологии мебели и изделий из древесины МГУЛ, д-р техн. наук,
В.Г. САНАЕВ, проф. каф. древесиноведения МГУЛ, д-р техн. наук,
Д.В. КИРИЛЛОВ, ассистент каф. технологии мебели и изделий из древесины МГУЛ

rybin@mgul.ac.ru

Оценка качества обработки поверхности древесины и древесных материалов – это одна из главных задач технологии деревообработки. Показателем, оценивающим качество обработки, является получаемая шероховатость поверхности. Шероховатость контролируется параметрами шероховатости, которые определяют высотные и шаговые характеристики получаемых неровностей. При измерении высоты неровности на поверхности древесины параметр шероховатости включает высоту неровности от механической обработки и высоту анатомических неровностей. Это связано с так называемой «пористостью» древесины, то есть наличием независимо от плоскости среза пустот, образованных вскрытыми полостями крупных клеток, сосудов и других макронеровностей, обусловленных анатомией поверхностного слоя древесины.

Цель данной работы заключалась в определении параметров шероховатости, позволяющих разграничить высоты неровностей, полученных в результате механической обработки и анатомических неровностей.

Данные литературных источников [1, 2] показали, что решение поставленной зада-

чи возможно, если использовать для оценки шероховатости поверхности древесины группу параметров шероховатости, вычисляемых по относительной опорной кривой.

Опорные кривые профиля – это кривые изменения длины отрезков, которые приходятся на «тело» неровностей у линии, секущей профиль на разных уровнях. К параметрам шероховатости, определяемым по относительной опорной кривой профиля, относятся Rpk , Rk , Rvk . На рис. 1 приведена графическая интерпретация этих параметров шероховатости с использованием профилограммы профиля неровностей (рис. 1а) и относительной опорной кривой (рис. 1б). В дальнейшем изложении представлена методика нахождения координат точек A , B , D , E , H , и F , с помощью которых возможным становится определения параметров Rpk , Rk , Rvk .

Для определения параметров шероховатости Rpk , Rk , Rvk к центральному прямолинейному участку MN относительной опорной кривой проводится касательная линия.

Из точки пересечения касательной линии с перпендикуляром, восстановленным в начале координат оси относительной опорной длины (точка A на рис 1б), проводится

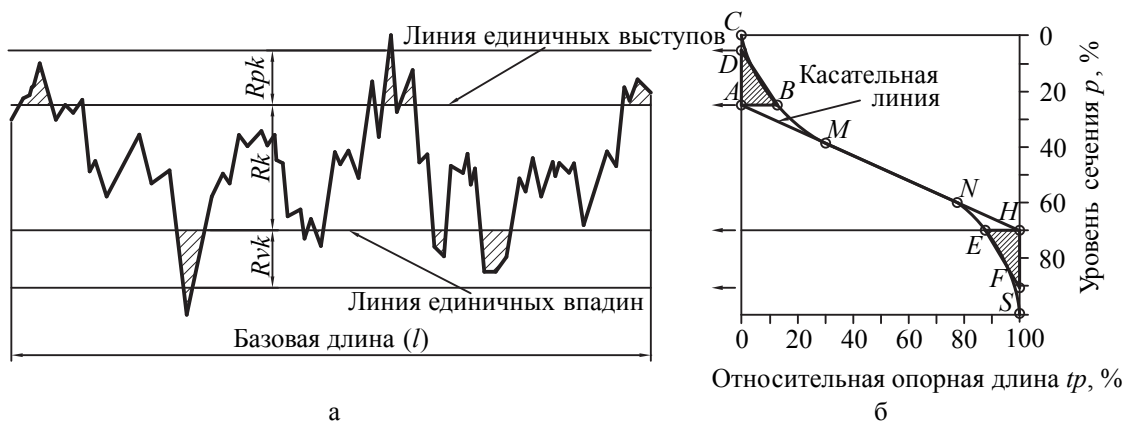


Рис. 1. Определение параметров Rpk , Rk , Rvk по относительной опорной кривой: а) профилограмма, б) относительная опорная кривая

горизонталь до пересечения с относительной опорной кривой (точка *B* на рис. 1б). Из точки пересечения касательной линии с перпендикуляром, восстановленным в точке 100 процентов по оси относительной опорной длины (точка *H* на рис. 1б), проводится горизонталь до пересечения с относительной опорной кривой (точка *E* на рис. 1б). Продолжение линий *AB* и *EH* по горизонтали на профилограмму позволяет получить на ней условно названные линии выступов и впадин.

Вертикальное расстояние в микрометрах между линией единичных выступов и линией единичных впадин есть величина параметра *Rk*.

На рис. 2 перенесены с увеличением фрагменты геометрических фигур с графика относительной опорной кривой (рис. 1б), характеризующих выступы и впадины контролируемой поверхности.

Определение параметров *Rpk* и *Rvk* осуществляется из условия равенства площадей соответственно *ABC* и *ABD*, *HES* и *HEF*. Как видно из рисунка, параметры *Rpk* и *Rvk* характеризуют высоту треугольников *ABD* и *HEF* и они несколько отличаются от реальной высоты неровностей, соответственно обозначенных *Rp* для фигуры *ABC* и *Rv* для *HES* (рис. 2).

Для определения величины параметров *Rpk* и *Rvk* было отобрано несколько образцов из древесины после различных способов механической обработки. С поверхности образцов были сняты профилограммы, по которым построены относительные опорные кривые (рис. 3).

Данные рис. 3 показывают, что опорные кривые имеют сходный характер, соответствующий неровностям, приближающимся к треугольному профилю. Отсюда для определения параметра *Rpk* (нахождение ординаты точки *D*), характеризующего выступы неровностей и параметра *Rvk* (нахождение ординаты точки *F*), характеризующего впадины неровностей, возможно использовать одну и ту же методику вычисления.

Сущность ее заключается в следующем. Значения параметров *Rpk* и *Rvk* определяются как высоты треугольников *ABD* и *EHF* соответственно (рис. 2). Поскольку площади

треугольников *ABD* и *EHF* равны площадям фигур *ABC* и *EHS* соответственно, можно записать

$$Rpk = 2 \cdot \frac{S_{ABC}}{AB}, \quad (1)$$

$$Rvk = 2 \cdot \frac{S_{EHS}}{1000 \cdot l - t_h}, \quad (2)$$

где *AB* – значение относительной опорной длины *tp* на уровне сечения профиля *p_a*, мкм;

l – значение базовой длины, мм;

t_h – значение относительной опорной длины *tp* на уровне сечения профиля *p_h*, мкм.

Уровень сечения профиля *p*, относительная опорная длина *tp* измеряются в процентах от параметра шероховатости *Rm* и базовой длины *l* соответственно. Переход к микрометрам осуществляется по следующим формулам

$$p^{мкм} = \frac{p\% \cdot Rm}{100\%}, \quad (3)$$

где *p^{мкм}* – значение уровня сечения профиля в микрометрах;

p% – значение уровня сечения профиля в процентах;

Rm – значение параметра шероховатости *Rm* в микрометрах.

$$tp^{мкм} = 1000 \cdot \frac{tp\% \cdot l}{100\%}, \quad (4)$$

где *tp^{мкм}* – значение относительной опорной длины в микрометрах;

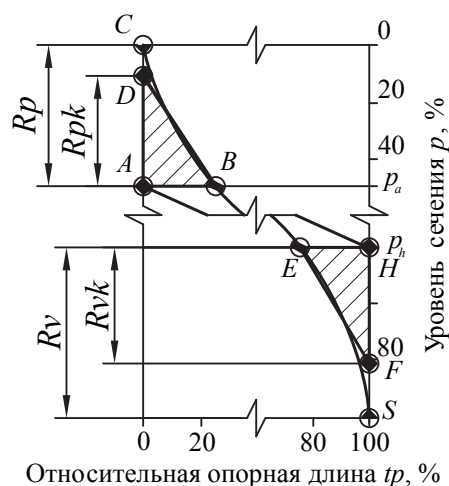


Рис. 2. Фрагменты относительной опорной кривой для определения параметров шероховатости *Rpk* и *Rvk*

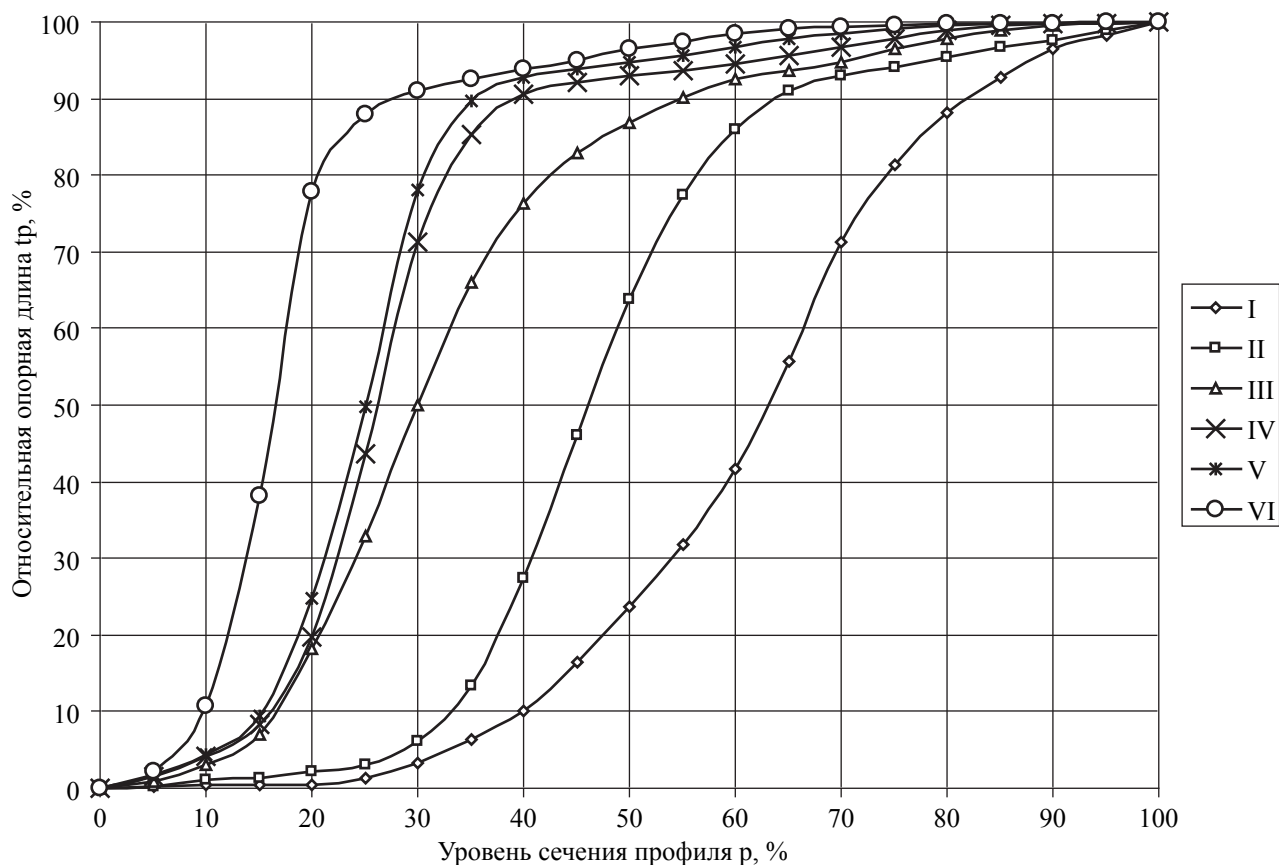


Рис. 3. Относительные опорные кривые обработанных поверхностей для некоторых пород древесины после различных способов обработки: I – бук (пиление ленточными пилами), II – осина (шлифование), III – береза [лущение (лицевая сторона)], IV – ель (шлифование), V – венге (шлифование), VI – амарант (фрезерование)

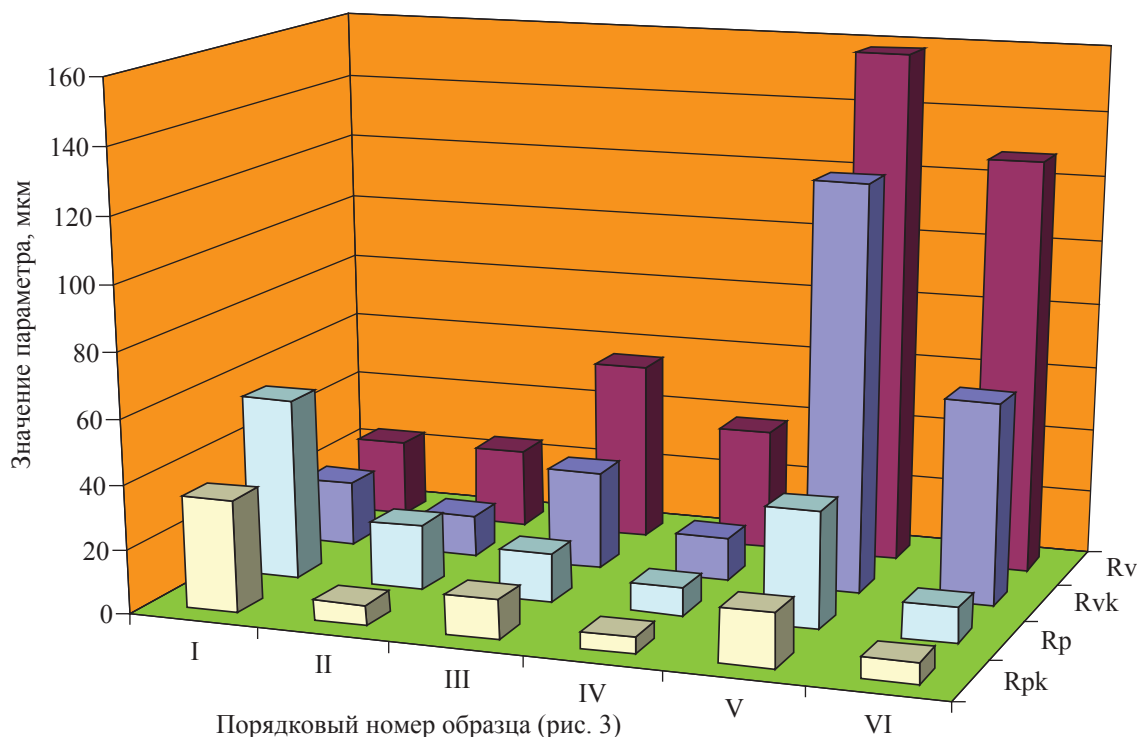


Рис. 4. Диаграмма значений параметров R_{pk} , R_p , R_{vk} , R_v

Относительное изменение между параметрами шероховатости для некоторых пород и способов подготовки поверхности

Порядковый номер образца	Значение параметров шероховатости, мкм				Относительное изменение (в %) для параметров шероховатости	
	R_p	R_{pk}	R_v	R_{vk}	R_p и R_{pk}	R_v и R_{vk}
I	56,10	34,77	23,80	20,27	38	14,8
II	20,19	6,37	24,48	13,05	68,4	46,7
III	15,15	12,31	55,55	30,49	18,7	45,1
IV	8,85	5,07	37,76	13,45	42,7	64,4
V	36,16	16,77	158,20	125,64	53,6	20,6
VI	10,92	6,27	127,92	62,69	42,6	51,0

$tp\%$ – значение относительной опорной длины в процентах;

l – значение базовой длины в миллиметрах.

Уравнение, описывающее кривую на участках CB и ES , в общем случае имеет вид

$$F(p) = b_0 \cdot p^3 + b_1 \cdot p^2 + b_2 \cdot p + b_3, \quad (5)$$

где $F(p)$ – относительная опорная длина, мкм;

p – уровень сечения профиля, мкм;

b_0, b_1, b_2, b_3 – постоянные коэффициенты уравнения.

Площадь фигуры ABC (рис. 2) можно определить, проинтегрировав выражение (5)

$$S_{ABC} = \int_0^{p_a} F(p) \cdot dp, \quad (6)$$

где p_a – уровень сечения профиля, проходящего через точку A , мкм.

Проинтегрировав выражение (5), мы получим площадь фигуры, заключенной между кривой ES и осью относительной опорной длины. Площадь фигуры EHS (рис. 2) можно определить по формуле

$$S_{EHS} = EH \cdot R_v - \int_{p_h}^{100} F(p) \cdot dp, \quad (7)$$

где p_h – уровень сечения профиля, проходящего через точку H , мкм.

На рис. 4 представлена диаграмма значений параметров R_{pk} , R_p , R_{vk} и R_v . Как видно из данных рис. 4, значения параметров R_p и R_v для всех образцов несколько больше значений соответственно параметров R_{pk} и R_{vk} . Относительное изменение между параметрами R_p и R_{pk} можно вычислить по формуле

$$\Delta = \frac{R_p - R_{pk}}{R_p} 100\%. \quad (8)$$

Аналогично можно рассчитать относительное изменение и для параметров R_v и R_{vk} . Результаты вычислений приведены в таблице. Условия формирования контролируемой поверхности для порядковых номеров образцов соответствуют данным рис. 3.

Из данных табл. 1 видно, что относительное изменение значений между параметрами шероховатости R_p и R_{pk} составляет от 38 до 68,4 %. Исключением является образец березового шпона, где относительное изменение между параметрами шероховатости составляет 18,7 %. Относительное изменение между параметрами шероховатости R_v и R_{vk} составляет от 45,1 до 64,4 %. Исключением являются образцы древесины бука и венге, где относительное изменение между параметрами шероховатости составляет 14,8 и 20,6 % соответственно.

Такое значительное относительное изменение между параметрами шероховатости R_p и R_{pk} , R_v и R_{vk} позволяет сделать вывод о занижении высоты неровности (параметр R_{pk}) и глубины впадины (параметр R_{vk}). Это будет вносить значительную погрешность в определении шероховатости обработанной поверхности древесины. Поскольку анатомические неровности являются доминирующими на поверхности контролируемых образцов, параметр R_{vk} будет занижать глубины впадин и тем самым исказить реальную картину неровностей анатомического происхождения. Заниженные показатели неровностей

по глубине впадин искажают представление реальных неровностей, оказывающих влияние на расход клеевых материалов при склеивании или облицовывании различных пород древесины, а также расходы жидких лакокрасочных материалов при отделке.

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

– наиболее полную характеристику шероховатости обработанной поверхности и анатомических неровностей древесины дают параметры шероховатости, вычисляемые по относительной опорной кривой профиля неровностей;

– предлагаемые для этой цели параметры шероховатости Rpk и Rvk определяют высотные характеристики неровностей со зна-

чительной погрешностью, заключающейся в недооценивании контролируемого профиля;

– целесообразным является использование параметров шероховатости, предусматривающих определение полной высоты выступов (Rp) и глубины впадин (Rv) контролируемого профиля поверхности.

Библиографический список

1. Gurau L. Processing roughness of sanded wood surfaces / L. Gurau, H. Mansfield, M. Irle // Holz roh Werkst // Vol. 63. – 2004. – p. 43–52
2. Fotin A. The tool influence on the quality of the birch wood straight milled surfaces / A. Fotin, I. Cismaru, M. Cismaru, C. Cosereanu, L.M. Brenci, I. Curtu // 7th International DAAAM Baltic Conference «INDUSTRIAL ENGINEERING 22-24 April 2010, Tallinn, Estonia

ВЛИЯНИЕ МАКРОГЕОМЕТРИИ КОНТРОЛИРУЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОКРЫТИЯ НА ПОКАЗАНИЯ БЛЕСКОМЕРОВ

Б.М. РЫБИН, проф. каф. технологии мебели и изделий из древесины МГУЛ, д-р техн. наук,
И.А. ЗАВРАЖНОВА, ст. препод. каф. технологии мебели и изделий из древесины МГУЛ,
И.И. ПИЩИК, зав. лаб. древесиноведения ЗАО «Стройреставрация», д-р техн. наук

rybin@mgul.ac.ru

Макрогеометрии поверхности лакового покрытия относится кривизна, вызываемая короблением деталей в процессе отделки жидкими лакокрасочными материалами.

Большой интерес представляет рассмотрение влияния коробления облицованных щитов из древесно-стружечных плит после отделки полиэфирными и нитроцеллюлозными лаками. Покрытия на основе этих лаков отличаются толщиной. Отработанные практикой технологические процессы позволяют получать покрытия с помощью полиэфирных лаков толщиной до 400 мкм и с по-

мощью нитроцеллюлозных лаков толщиной до 200 мкм.

Установлено, что с увеличением толщины покрытия изменяется стрела прогиба деталей. В этом случае кривизна контролируемой поверхности должна изменить условия отражения падающего света и повлиять на показания блескомеров при оценке блеска покрытий.

Изменение стрелы прогиба щитов в зависимости от толщины (δ , мкм) и условий формирования покрытий согласно [1] приведено в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Зависимость изменения стрелы прогиба щитов при различных условиях формирования лаковых покрытий

Марка лака	Нанесение лака на сторону щитовой детали	Аналитическая зависимость стрелы прогиба H (мм) щитовой детали
ПЭ-246	Выпуклую	$H = 1,11 - 1,1 \cdot 10^{-3} \cdot \delta$
	Вогнутую	$H = 1,11 + 0,8 \cdot 10^{-2} \cdot \delta - 0,9 \cdot 10^{-5} \cdot \delta^2$
НЦ-218	Выпуклую	$H = 1,10 - 0,8 \cdot 10^{-2} \cdot \delta$
	Вогнутую	$H = 1,11 + 0,33 \cdot 10^{-1} \cdot \delta$

На рисунке, используя формулы $H = f(\delta)$ табл. 1, приведены зависимости стрелы прогиба щитовых деталей от толщины лаковых покрытий при нанесении лаков ПЭ-246 и НЦ-218 на вогнутую и выпуклую стороны щитов. Как видно из графиков, стрела прогиба щитов увеличивается при нанесении лаков на вогнутую сторону щитов. Стрела прогиба щита больше при нанесении лака НЦ-218. Так, при толщине покрытия 150 мкм стрела прогиба щита при нанесении лака НЦ-218 на вогнутую сторону составит 6,06 мм. Стрела прогиба щита при толщине покрытия 450 мкм лаком ПЭ-246 составит 2,88 мм.

При нанесении лаков на выпуклую сторону щитов стрела прогиба деталей уменьшается. Эффект изменения стрелы прогиба щитов является результатом возникающих напряжений при отверждении-сушке лаковых покрытий. Лак НЦ-218 является лаком физической сушки. При его отверждении возникает объемная усадка покрытия за счет испарения

значительного количества растворителей и разбавителей (80 % от общего объема нанесенной лаковой пленки). Если при этом для ускорения высыхания (испарения летучей части лака) используется дополнительное температурное воздействие (конвективный нагрев поверхности), то к усадочным напряжениям добавляются температурные, связанные с различием в коэффициентах температурного расширения покрытия и подложки [2].

Лак ПЭ-246 отверждается за счет химических превращений, осуществляемых в течение длительного времени (более 24 часов) при нормальных условиях воздушной среды. Возникающие напряжения в таком покрытии несколько меньше по значению, чем в покрытии лаком НЦ-218.

Приведенные графики на рисунке характерны для мебельных щитов средних размеров 1600×600 мм. Диагональ таких щитов составит 1700 мм. В основе дальнейших рассуждений и расчетов определим для стрелы прогиба щитов 6,06 мм и 2,88 мм на диагонали 1700 мм стрелу прогиба на длине базовой площадки блескомера. Для ее определения воспользуемся зависимостью

$$h = \frac{a^2}{8H} + \frac{H}{2} - \sqrt{\left(\frac{a^2}{8H} + \frac{H}{2}\right)^2 - \frac{b^2}{4}}, \quad (1)$$

где h – стрела прогиба щита на длине базовой (опорной) площадки датчика блескомера;

a – линейный размер щита (1700 мм);

H – стрела прогиба щита на диагонали 1700 мм (для лака ПЭ-246 – 6,06 мм и НЦ-218 – 2,88 мм);

b – длина базовой (опорной) площадки датчика блескомера.

В табл. 2 приведены расчетные данные по формуле (1) стрелы прогиба щита на различной длине базовой (опорной) площадки датчика блескомера. Линейные размеры опорных площадок датчиков блескомеров взяты из технических характеристик отечественных и зарубежных приборов.

Из данных табл. 2 видно, что опорная площадка датчиков блескомеров стоит не на горизонтальной, а на вогнутой поверхности контролируемого покрытия. Такое расположе-

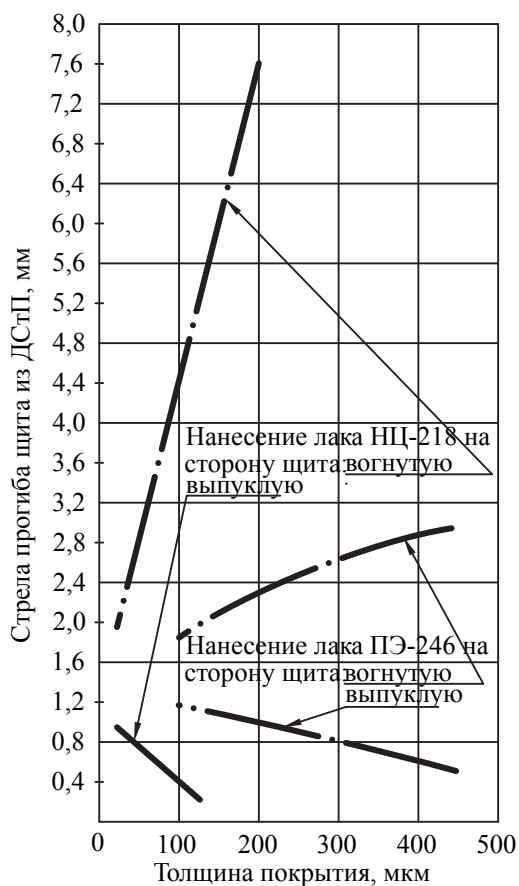


Рисунок. Зависимость стрелы прогиба щита из древесно-стружечной плиты от толщины лакового покрытия

Расчетные данные стрелы прогиба щитов на длине базовой (опорной) площадки датчиков блескомеров

Длина базовой (опорной) площадки блескомера, мм	Стрела прогиба щита на длине базовой площадки блескомера (мкм) для покрытий лаком	
	ПЭ-246	НЦ-218
50	2,50	5,23
75	5,61	11,79
100	9,97	20,96
125	15,57	32,75
150	22,43	47,17
175	30,52	64,21
200	39,87	83,86
250	62,29	131,04

Т а б л и ц а 3

Значения углов отражения света при контроле блеска на вогнутой поверхности покрытия типовыми блескомерами

Угол падения света, град.	Длина опорной площадки датчика блескомера, мм	Стрела прогиба щита с покрытием на длине базовой площадки блескомера в мкм для лаков ПЭ-246/НЦ-218	Угол отражения света на вогнутой поверхности покрытия
45	50	2,50 / 5,23	~ 45°
60	75	5,61 / 11,79	~ 59°59Г
75	150	22,43 / 47,17	~ 74°59Г
80	150	22,43 / 47,17	~ 79°59Г
85	175	30,52 / 64,21	~ 84°59Г

ние датчиков блескомеров должно привести к тому, что отраженный световой поток отражается не от горизонтальной поверхности покрытия, а от наклонной, изменяющейся по профилю криволинейной вогнутой поверхности. Это должно привести к уменьшению показаний по блескомеру, так как не все отраженные лучи попадут в приемное устройство прибора.

Оценим количественно наклон вогнутой поверхности контролируемого участка покрытия на длине опорной площадки блескомера. Расчет выполним для блескомеров с углом падения-отражения света 45°, 60°, 75°, 80° и 85° (наиболее распространенные для оценки блеска покрытий). Из технических характеристик на перечисленные блескомеры длины базовых площадок датчиков составили для угла 45° – 50 мм, 60° – 75 мм, для углов 75°, 80° – 150 мм и 85° – 175 мм. Фактически наклон вогнутой площадки контролируемой поверхности будет изменять угол отражения световых лучей. В табл. 3 приведены значения углов отражения для блескомеров с различными углами падения-отражения света.

Как видно из данных табл. 3, углы отражения для блескомеров практически не отличаются от углов падения света. Это объясняется малой величиной стрелы прогиба щита с покрытием на длине базовой площадки блескомера. Аналогичные расчеты по изменению углов отражения света при оценке блеска блескомерами на выпуклых поверхностях щитов показали, что они незначительны и находятся в тех же пределах.

Отсюда, покоробленность щитов с покрытиями в рассматриваемых пределах не будет оказывать влияние на изменение показаний блескомеров с углами падения-отражения света 45°, 60°, 75°, 80° и 85° при контроле блеска покрытий.

Библиографический список

1. Ващев, Н.В., Применение древесно-стружечных плит в производстве изделий из древесины / Н.В. Ващев. – М.: Лесная пром-сть, 1974. – 144 с.
2. Рыбин, Б.М. Технология и оборудование защитно-декоративных покрытий древесины и древесных материалов: учебник для вузов / Б.М. Рыбин. – М.: МГУЛ, 2007. – 568 с.

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДОВ ДАТИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ

И.И. ПИЩИК, препод. Института искусства реставрации, д-р техн. наук

biplik@mail.ru

В работе [1] автором было обнаружено, что при длительных сроках эксплуатации (десятки и сотни лет) большинство свойств древесины меняется по синусоидальному закону, обусловленному циклами солнечной активности, что можно использовать для датирования деревянных объектов.

Ранее разработанные методы датирования, как оказалось, не могут быть использованы для музейных коллекций, т.к. радиоуглеродный метод дает погрешность ± 100 лет и может быть использован только для изделий, возраст которых более 2000 лет. В этом случае погрешность определения возраста становится несущественной. Если же возраст изделий составляет до 500 лет, как у большинства экспонатов в наших музеях, использование данного метода невозможно из-за высокой погрешности.

Метод дендрохронологии, дающий погрешность ± 1 год, также невозможно было использовать в нашем случае, ибо он требует наличия крупных образцов: это либо спил ствола, либо сектор такого спила, либо буровая проба, вынутая из ствола пустотелым буром. При этом образцы должны иметь полный набор годовичных колец, в противном случае датировка будет ошибочной. Однако взятие проб, особенно крупных, из художественных произведений со-

вершенно исключено, поэтому оба метода были отклонены и стала разрабатываться методика, основанная на изменении свойств древесины при ее длительной эксплуатации.

В результате исследований удалось построить датировочные шкалы, одна из которых для древесины сосны приведена ниже.

Поскольку большинство свойств древесины с возрастом меняется по одному и тому же закону \sin , мы можем на рисунок поставить еще несколько ординат и поместить на них значения тех свойств, которые имеют с возрастом достаточно высокие коэффициенты корреляции (от 0.6 до 0.9). Среди них окажутся прочность, модуль упругости, содержание лигнина, гемицеллюлоз и экстрактов, углы смачивания, трения и пропускания (это реакция на поляризованный свет), пористость, адгезия и др.

График с несколькими ординатами покажет, что каждому свойству старой древесины соответствует целый ряд других свойств, а это можно использовать для решения ряда задач, которые ранее даже не формулировались.

Так, может быть решена очень актуальная задача отыскания фальшивых произведений. Для этого определяются два легко

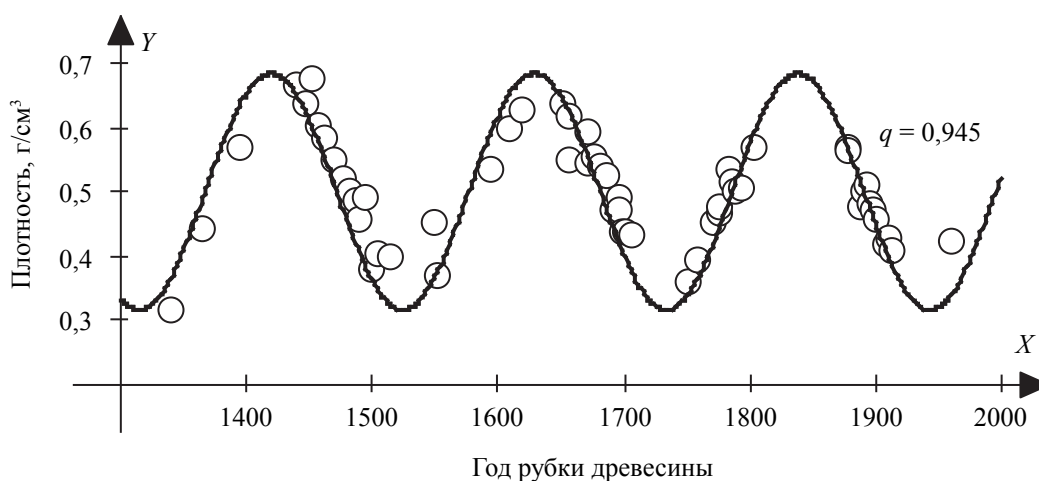


Рисунок. Датировочная шкала древесины сосны

определяемых показателя, например плотность и адгезия. Если окажется, что цифровые значения этих показателей не лежат на одной горизонтали, – перед нами фальшивка.

Другая задача. Необходимо провести обследование памятника и определить его состояние. Ранее для этой цели мы бы отбирали образцы, проводили бы лабораторные исследования, а сейчас, определив, например угол пропускания из рисунка, мы легко определим все интересующие нас показатели древесины. При этом мы резко сокращаем время на обследование памятника и снижаем затраты на эту работу.

Еще одна задача. Необходимо провести расчет конструкции деревянного сооружения. Какие данные закладывать в расчет? Все зависит от срока, на который рассчитывается постройка. Если этот срок более 50 лет, в расчет необходимо закладывать минимальные характеристики древесины (рисунок). В этом случае сооружение будет служить даже тогда, когда свойства материала во времени станут минимальными.

В процессе исследований оказалось, что катаклизмы, происходящие с памятниками, – обрушения, отклонения от вертикали (крены) и поражения насекомыми – происходят только тогда, когда свойства древесины находятся в нижней части графика 1 (94 % случаев). Та же закономерность отмечается и для возгорания памятников, но только в 67 % случаев (очень много поджогов). Вероятно, в данной ситуации нужно искать связь возгорания с низким электрическим сопротивлением или низкой электрической прочностью древесины, однако таких данных мало, хотя все они укладываются в указанную закономерность.

Обнаруженная связь свойств древесины с гибелью памятников показывает, что при надлежащем уходе постройки можно было бы сохранить, следовательно, полученные данные – приговор всей системе охраны памятников страны.

Таким образом, деревянные сооружения, прослужившие 0–100 лет, 200–300 лет, 400–500 лет, именно в эти годы становятся опасными и могут быть поражены насекомыми и грибами, разрушиться или сгореть,

следовательно, до наступления этой фазы необходимо принять меры по их укреплению и защите. Сказанное означает, что древесине далеко не всегда нужна помощь. Существуют столетние периоды, когда она имеет максимальные характеристики и ей ничто не грозит, кроме злого умысла, а узнать, требуется ли памятнику помощь или нет, можно, лишь датировав его древесину, т.е. датирование материала становится обязательным звеном технологического процесса реставрации. В периоды, когда помощь памятнику не нужна, необходимо только следить, чтобы кровля не протекала, электропроводка была в хорошем состоянии и обеспечивалась хорошая вентиляция, т.е. чтобы за памятником был обеспечен уход и охрана.

Полученные закономерности открывают возможность прогнозирования сроков службы памятников или свойств материала на любой заданный срок. Знание срока безаварийной службы памятников позволит не распылять силы и средства, а сконцентрировать их на объектах, находящихся в опасности, причем подобная работа может проводиться планомерно. Лет 20 назад автору предложили определить очередность реставрации памятников Архангельской области, но тогда для этого не было никаких данных и от предложения пришлось отказаться. Сейчас такая задача вполне разрешима.

В решении указанных задач, помимо реставраторов, архитекторов и искусствоведов, должны быть крайне заинтересованы сотрудники МЧС. Для них появляется возможность прогнозировать пожароопасность построек и заранее направлять усилия на ликвидацию возможных последствий.

В связи с тем, что поражения древесины насекомыми происходят только при минимальных свойствах материала (когда он находится в нижней части графика, рисунок), наличие поражений на древесине подскажет ориентировочную дату постройки.

Библиографический список

1. Пищик, И.И. Датирование древесины длительной выдержки неразрушающими методами: дисс. ... д-ра техн. наук / И.И. Пищик. – М.: МГУЛ, 2005.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО РАСКРОЮ БЕРЕЗОВЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ЗАГОТОВКИ

С.Н. РЫКУНИН, проф. каф. технологии лесопиления и деревообработки МГУЛ, д-р техн. наук,
Е.Г. ВЛАДИМИРОВА, ведущий инженер каф. технологии лесопиления и деревообработки МГУЛ

rikunin@mgul.ac.ru; egvl@mail.ru

В Щелковском учебно-опытном лесхозе были проведены работы по раскрою бревен на пиломатериалы, получены паспорта досок и фотографии каждой доски.

Для экспериментальных исследований было использовано 31 м³ березовых лесоматериалов (*Betula pendula*) диаметром от 18 до 26 см и длиной 6 м, полученных методом сортиментной заготовки на северо-востоке Московской области [1].

Был составлен план эксперимента по раскрою пиломатериалов на базе В-плана.

Затем в программе AutoCAD проводилась имитация раскроя пиломатериалов на заготовки по фотографиям и паспортам при соответствующем масштабе. Способ раскроя был принят поперечный (рис. 1).

Раскраивались пиломатериалы трех групп качества различной суммарной длиной бездефектных участков на доске, рис. 1. Длина пиломатериалов 6 м.

В программе AutoCAD выполнено 576 вариантов раскроя пиломатериалов на заготовки (рис.2).

Вырабатывались заготовки длиной 3000, 2250, 1500 мм, шириной 100, 125, 150 мм и сопутствующие им короткие, двух групп качества с диаметром здоровых сучков ≤ 20 мм и ≤ 50 мм, рис. 3.

По результатам опытных данных, полученных после раскроя в программе AutoCAD, рассчитаны регрессионные уравнения, однако уравнения оказались неадекватными. Полученные данные были использованы для получения более простых регрессионных уравнений.

Для этого на основании данных о коэффициенте выхода основной заготовки были построены графики зависимости коэффициента выхода основной заготовки и коротких заготовок свободной длины от группы качества пиломатериалов. Пример графика

представлен на рис. 4. На графике синими ромбами обозначены коэффициенты выхода основной заготовки, по данным точкам с помощью программы Excel проведена линия тренда (1), описывающая прямолинейную зависимость, рассчитано уравнение линии тренда и величина достоверности аппроксимации, которые приведены в правом верхнем углу графика. Красными квадратами на том же графике обозначены коэффициенты выхода коротких заготовок свободной длины, по этим точкам также построена линия тренда (2), рассчитано уравнение линии тренда и величина достоверности аппроксимации, которые приведены в правом нижнем углу графика.

Из графика видно наличие корреляционной связи между суммарной длиной бездефектных участков на пиломатериалах и коэффициентом выхода основных заготовок, а также коэффициентом использования оставшихся после выработки основной заготовки бездефектных участков на доске. Зависимость наглядно просматривается на графиках с линиями тренда, уравнениями и величиной достоверности аппроксимации R^2 . Из величины R^2 можно получить величину R , которая имеет

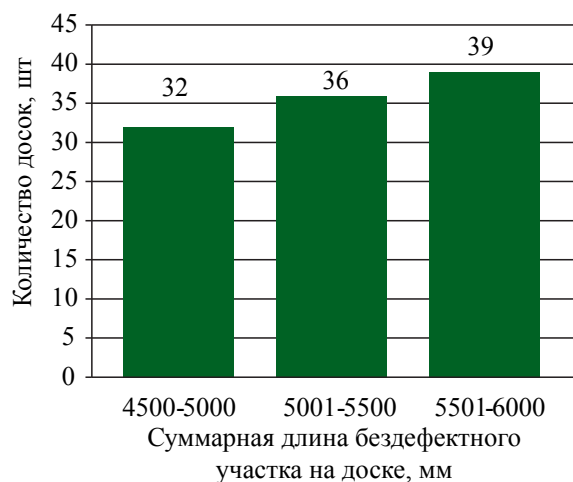


Рис. 1. Распределение досок по суммарной длине бездефектных участков

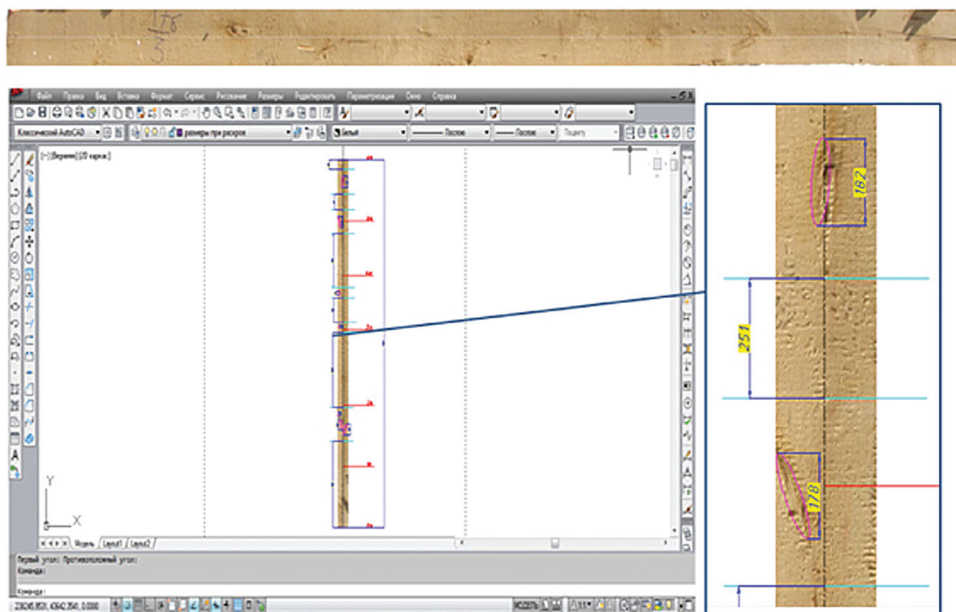


Рис. 2. Имитация раскроя пиломатериалов на заготовки в программе AutoCAD

название индекс корреляции (множественное R). Этот коэффициент, как и R^2 , универсален, поскольку отображает плотность связи и точность модели, а также может использоваться при любой форме связи. При прямолинейной связи индекс корреляции равняется коэффициенту корреляции (r) [2].

По качественной оценке плотности связи на основе шкалы Чеддока можно сделать вывод о том, что характеристика силы

связи на большинстве представленных графиков по выходу основных заготовок значительная.

На основании построенных графиков были получены уравнения по выходу основных и коротких заготовок из пиломатериалов, в зависимости от суммарной длины бездефектных участков на доске.

Ниже приведены 9 уравнений по выходу основной заготовки.

Заготовки размером 3000x100 мм, с диаметром сучков ≤ 20 мм

$$y_o = 0,000359308131072x - 1,612352980715600.$$

Заготовки размером 3000x100 мм, с диаметром сучков ≤ 50 мм

$$y_o = 0,000512907822483x - 2,078614613937630.$$

Заготовок размером 3000x150 мм, с диаметром сучков ≤ 20 мм

$$y_o = 0,000365092287422x - 1,694751921003760.$$

Заготовок размером 3000x150 мм, с диаметром сучков ≤ 50 мм

$$y_o = 0,000598293048768x - 2,587633942214160.$$

Заготовки размером 2250x125 мм, с диаметром сучков ≤ 35 мм

$$y_o = 0,000498813840324x - 1,926627457815310.$$

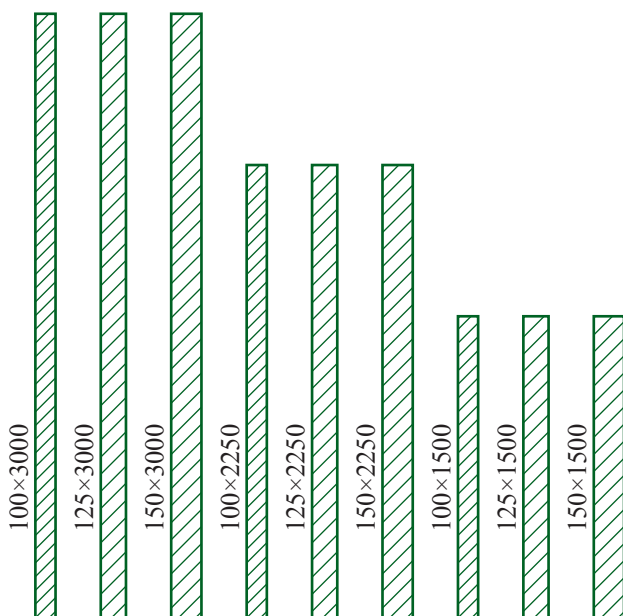


Рис. 3. Размеры вырабатываемых заготовок, длина и ширина, мм

Выход основных заготовок, %

Размер заготовки, мм	Качество заготовки, допустимый размер сучков, мм	Выход основных заготовок для пиломатериалов различных групп качества, %		
		3-я группа качества (4500-5000 мм)	2-я группа качества (5001-5500 мм)	1-я группа качества (5501-6000 мм)
3000x100	≤ 20	9,436	27,401	45,367
3000x100	≤ 50	35,770	61,415	87,061
3000x150	≤ 20	3,944	22,198	40,453
3000x150	≤ 50	25,426	55,340	85,255
2250x125	≤ 35	44,274	69,215	94,155
1500x100	≤ 20	31,890	48,752	65,613
1500x100	≤ 50	63,087	78,941	94,795
1500x150	≤ 20	22,940	42,553	62,166
1500x150	≤ 50	58,743	75,839	92,936

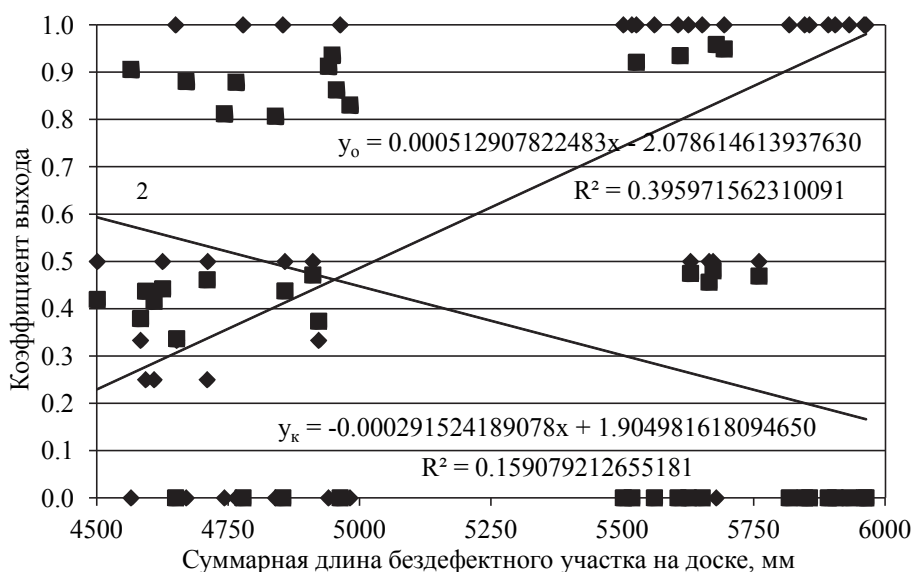


Рис. 4. Зависимость коэффициента выхода заготовок размером 3000×100 мм, допустимый диаметр сучков ≤50 мм (1) и коэффициента выхода коротких заготовок свободной длины (2) от качества пиломатериалов

Заготовки размером 1500x100 мм, с диаметром сучков ≤20 мм

$$y_o = 0,000337222265665x - 1,282901512391800.$$

Заготовки размером 1500x100 мм, с диаметром сучков ≤50 мм

$$y_o = 0,000317076061861x - 0,875238220608343.$$

Заготовки размером 1500x150 мм, с диаметром сучков ≤20 мм

$$y_o = 0,000392260513537x - 1,633839770038050.$$

Заготовки размером 1500x150 мм, с диаметром сучков ≤50 мм

$$y_o = 0,000341930274906x - 1,036741384236410.$$

где x – середина группы качества пиломатериалов;

y – величина выхода заготовки.

Уравнения по выходу коротких заготовок свободной длины в дальнейших расчетах по оптимизации объемов раскраиваемых пиломатериалов и оптимизации производства заготовок в работе использовались, только с величиной достоверности аппроксимации R^2 больше или равной 0,2. По уравнениям был рассчитан выход основных заготовок в зависимости от группы качества пиломатериалов. Данные по расчету выхода основных заготовок приводятся в таблице.

Показатель объемного выхода основных заготовок используется для оптимизации плана

раскроя пиломатериалов на заготовки, оценки эффективности их производства. Из представленных результатов экспериментальных работ следует, что на объемный выход заготовок наибольшее существенное влияние оказывают

- качество пиломатериалов;
- качество заготовок;
- длина заготовок;
- ширина заготовок.

Так, с увеличением качества пиломатериалов выход заготовок 3000 мм х 150 мм с допустимыми размерами сучков менее или равно 20 мм изменяется от 3,944 % до 40,453 %.

С увеличением допускаемых размеров сучков с менее или равно 20 мм до менее или равно 50 мм для заготовок 3000 мм х 100 мм объемный выход увеличивается с 9,436 % до 35,770 %.

С увеличением длины заготовок с 1500 мм до 3000 мм с допускаемыми разме-

рами здоровых сучков с диаметром менее или равным 20 мм выход для пиломатериалов 3-й группы качества уменьшается с 31,890 % до 9,436 %.

С увеличением ширины заготовок со 100 мм до 150 мм для заготовок длиной 3000 мм и допускаемым размером сучков менее или равно 20 мм объемный выход уменьшается с 9,436 % до 3,944 %.

Библиографический список

1. Владимирова, Е.Г. Методика эксперимента по поперечному раскрою березовых пиломатериалов на заготовки из термически модифицированной древесины / Е.Г. Владимирова // Технология и оборудование для переработки древесины: науч. тр. – М.: МГУЛ, 2011. – Вып. 353. – С. 43–49.
2. Регрессионно-корреляционный анализ при принятии маркетинговых решений http://in.online.kherson.ua/excel_ra.htm (дата обращения: 20.03.2012).

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСКРОЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ЗАГОТОВКИ

С.Н. РЫКУНИН, проф. каф. технологии лесопиления и деревообработки МГУЛ, д-р техн. наук,
Е.Г. ВЛАДИМИРОВА, ведущий инженер каф. технологии лесопиления и деревообработки МГУЛ

rikunin@mgul.ac.ru; egvl@mail.ru

Эффективность производства термически модифицированных заготовок зависит от спецификации (размеры, качество, объем) пиломатериалов и заготовок, цен на пиломатериалы и заготовки, затрат на выполнение операций в процессе производства заготовок.

Учитывая значительное количество факторов, оказывающих влияние на эффективность производства заготовок и их взаимодействие, целесообразно воспользоваться методами оптимизации для расчетов параметров производства.

За критерий оптимальности может быть принята суммарная прибыль. Тогда при решении задачи следует определить оптимальные объемы пиломатериалов, из которых следует выработать заготовки того или иного вида, чтобы суммарная прибыль была максимальной. В дальнейшем, на базе полученных решений можно определить такую техноло-

гию производства, которая позволит найти оптимальное соотношение объемов термически модифицированных и немодифицированных заготовок, количество групп качества пиломатериалов и, следовательно, дробность сортировки пиломатериалов и план их раскроя.

Задача оптимизации планирования раскроя пиломатериалов на термически модифицированные и немодифицированные заготовки может быть сформулирована следующим образом.

Имеется m групп пиломатериалов, которые можно раскроить на различные заготовки. При раскросе одного кубометра обрезных досок i -ой группы заготовка k -ого вида выходит в объеме K_{ki} , м³ (здесь K_{ki} равно коэффициенту выхода заготовок из обрезных досок). Запасы обрезных пиломатериалов каждой группы составляют V_i . Заказы на про-

изводство заготовок каждого вида Q_k ($k=1, \dots, s$). Цена одного кубометра заготовок каждого вида C_k . Величина Z_k учитывает затраты, связанные с закупкой пиломатериалов, их модифицированием, а также затраты на производство заготовок k -ого вида на участке раскроя. Определить X_{ki} – объемы пиломатериалов i -ой группы, из которых следует произвести заготовки k -ого вида, чтобы суммарная прибыль от реализации заготовок максимизировалась, тогда целевая функция имеет вид

$$z = \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^s (C_k - Z_k) K_{ki} X_{ki} \rightarrow \max, \quad (1)$$

В модели учитываются следующие ограничения:

1) по объемам выработки основных заготовок (термически модифицированных и немодифицированных)

$$\sum_{i=1}^m K_{ki} X_{ki} = Q_k, \text{ где } k=1, \dots, s; \quad (2)$$

2) по ресурсам пиломатериалов

$$\sum_{k=1}^s X_{ki} \leq V_i; \text{ где } i=1, \dots, m; \quad (3)$$

3) на неотрицательность решения

$$X_{ki} \geq 0; \text{ где } k=1, \dots, s; i=1, \dots, m. \quad (4)$$

Для формирования моделей в явном виде необходимо иметь спецификации пиломатериалов и заготовок, численные значения коэффициентов объемного выхода заготовок, планируемых к выработке из пиломатериалов, затраты, связанные с закупкой пиломатериалов, их модифицированием, а также затраты на производство заготовок на участке раскроя.

Рассмотрим пример формирования модели оптимизации при следующих заданных объемах термически модифицированных и немодифицированных заготовок Q_k и запасах пиломатериалов трех групп качества V_i .

На лесопильно-деревообрабатывающем предприятии изготавливаются заготовки из березы для производства термически модифицированной и немодифицированной древесины. Заготовок требуется получить по спецификациям 52 м³.

Пусть, например, объемы основных заготовок для термической модификации составляют

$Q_1 = 5$ м³ (длина 3000 мм, диаметр сучков 20 мм и менее);

$Q_2 = 4$ м³ (длина 3000 мм, диаметр сучков 50 мм и менее);

$Q_3 = 9$ м³ (длина 1500 мм, диаметр сучков 20 мм и менее);

$Q_4 = 21$ м³ (длина 1500 мм, диаметр сучков 50 мм и менее),

а немодифицированных заготовок $Q_5 = 13$ м³ (длина 3000 мм, диаметр сучков 50 мм и менее).

Запасы пиломатериалов различных качественных групп составляют

$V_1 = 40$ м³ (пиломатериалы с суммарной длиной бездефектных участков 4500–5000 мм);

$V_2 = 41$ м³ (пиломатериалы с суммарной длиной бездефектных участков 5001–5500 мм);

$V_3 = 43$ м³ (пиломатериалы с суммарной длиной бездефектных участков 5501–6000 мм).

Цены на пиломатериалы составляют: для пиломатериалов с суммарной длиной бездефектных участков 4500–5000 мм – 2000 руб., для пиломатериалов с суммарной длиной бездефектных участков 5001–5500 мм – 3000 руб., для пиломатериалов с суммарной длиной бездефектных участков 5501–6000 мм – 4000 руб. (в расчетах приняты ориентировочные цены на январь 2012 г.).

Коэффициенты выхода основных заготовок взяты из экспериментальных работ

Т а б л и ц а 1

Объемный выход основных заготовок, %

Размер заготовки, мм	Качество заготовки, допустимый размер сучков, мм	Объемный выход основных заготовок для пиломатериалов различных групп качества, %		
		3-я группа качества (4500–5000 мм)	2-я группа качества (5001–5500 мм)	1-я группа качества (5501–6000 мм)
3000×100	≤ 20	9,059	26,305	43,552
3000×100	≤ 50	34,339	58,959	83,578
1500×100	≤ 20	30,615	46,801	62,988
1500×100	≤ 50	60,564	75,783	91,003

Цены на основные и короткие заготовки

Вид заготовок, мм	Размер сучков, мм	Цена за 1 м ³ основных заготовок, руб.	Цена за 1 м ³ коротких заготовок, руб.
Термически модифицированная древесина			
3000x100	≤ 20	57000	9000
3000x100	≤ 50	18000	7000
1500x100	≤ 20	28000	3500
1500x100	≤ 50	14000	2000
Немодифицированная древесина			
3000x100	≤ 50	9000	2000

и уменьшены на четыре процента в связи с возможным возникновением брака в процессе производства (табл. 1).

Тогда ограничения модели по производству основных заготовок примут следующий вид.

Термически модифицированная древесина:

по заготовкам 3000 мм, допустимый Ø сучков ≤ 20 мм:

$$0,091x_{11} + 0,263x_{12} + 0,436x_{13} = 5;$$

по заготовкам 3000 мм, допустимый Ø сучков ≤ 50 мм:

$$0,343x_{21} + 0,590x_{22} + 0,836x_{23} = 4;$$

по заготовкам 1500 мм, допустимый Ø сучков ≤ 20 мм:

$$0,306x_{31} + 0,468x_{32} + 0,630x_{33} = 9;$$

по заготовкам 1500 мм, допустимый Ø сучков ≤ 50 мм:

$$0,606x_{41} + 0,758x_{42} + 0,910x_{43} = 21;$$

Немодифицированная древесина:

по заготовкам 3000 мм, допустимый Ø сучков ≤ 50 мм:

$$0,343x_{51} + 0,590x_{52} + 0,836x_{53} = 13.$$

Ограничения по запасам пиломатериалов различных групп качества примут вид

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} + x_{41} + x_{51} \leq 40;$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} + x_{42} + x_{52} \leq 41;$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} + x_{43} + x_{53} \leq 43.$$

Для вычисления коэффициентов целевой функции модели оптимизации также необходимы сведения о ценах на заготовки (табл. 2), которые зависят от экономической ситуации (ориентировочные цены на январь 2012 г.).

Для расчета прибыли на 1 м³ пиломатериалов P_{ik} необходимо вычесть из ценнос-

ного выхода затраты, связанные с закупкой пиломатериалов – Z_{ik} , их модифицированием – M_{ik} , а также затраты на производство заготовок на участке раскроя – P_{ik} .

$$P_i = P_{ki} - (Z_{ik} + M_{ik} + P_{ik}). \quad (5)$$

Ценностный выход заготовок k -ого вида P_{ki} из 1 м³ пиломатериалов i -ой группы определяется по формуле

$$P_{ki} = C_k \cdot K_{ki}, \quad (6)$$

где C_i – цена одного кубометра заготовок каждого вида;

K_{ki} – коэффициент выхода заготовок из пиломатериалов.

В частном случае, когда заданы исходные данные модели, целевая функция модели, отражающая критерий суммарной прибыли, выглядит следующим образом

$$z = -4313x_{11} + 4491x_{12} + 13352x_{13} - 3326x_{21} + 120x_{22} + 3548x_{23} - 932x_{31} + 2604x_{32} + 6140x_{33} - 1016x_{41} - 112x_{42} + 1240x_{43} + 587x_{51} + 1810x_{52} + 3024x_{53} \rightarrow \max.$$

Для упрощения введем следующие обозначения, представленные в табл. 3.

Тогда модель оптимизации примет вид.

Целевая функция, отражающая критерий суммарной прибыли от реализации заготовок

$$z = -4313 \cdot x_1 + 4491 \cdot x_2 + 13352 \cdot x_3 - 3326 \cdot x_4 + 120 \cdot x_5 + 3548 \cdot x_6 - 932 \cdot x_7 + 2604 \cdot x_8 + 6140 \cdot x_9 - 1016 \cdot x_{10} + 112 \cdot x_{11} + 1240 \cdot x_{12} + 587 \cdot x_{13} + 1810 \cdot x_{14} + 3024 \cdot x_{15} \rightarrow \max.$$

Ограничения по объемам выработки основных заготовок (термически модифицированных и немодифицированных):

$$0,091x_1 + 0,263x_2 + 0,436x_3 = 5;$$

$$0,342x_4 + 0,59x_5 + 0,836x_6 = 4;$$

$$0,306x_7 + 0,468x_8 + 0,63x_9 = 9;$$

Нормализованные значения объемов пиломатериалов разных групп качества

Размер заготовки, мм	Размер сучков, мм	Пиломатериалы с суммарной длиной бездефектных участков, мм		
		4500–5000	5001–5500	5501–6000
Термически модифицированная древесина				
3000x100	≤ 20 мм	$X_{11} = x_1$	$x_{12} = x_2$	$x_{13} = x_3$
3000x100	≤ 50 мм	$X_{21} = x_4$	$x_{22} = x_5$	$x_{23} = x_6$
1500x100	≤ 20 мм	$X_{31} = x_7$	$x_{32} = x_8$	$x_{33} = x_9$
1500x100	≤ 50 мм	$X_{41} = x_{10}$	$x_{42} = x_{11}$	$x_{43} = x_{12}$
Немодифицированная древесина				
3000x100	≤ 50 мм	$X_{51} = x_{13}$	$x_{52} = x_{14}$	$x_{53} = x_{15}$

Т а б л и ц а 4

Симплекс-матрица исходных данных

Ограничения	Переменные															Огранич. параметры
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}	
1	0,091	0,263	0,436													5
2				0,343	0,59	0,836										4
3							0,306	0,468	0,63							9
4										0,606	0,758	0,91				21
5													0,343	0,59	0,836	13
6	1			1			1			1			1			40
7		1			1			1			1			1		41
8			1			1			1			1			1	43
Целевая Функция	-4313	4491	13352	-3326	120	3548	-932	2604	6140	-1016	112	1240	587	1810	3024	

$$0,606x_{10} + 0,758x_{11} + 0,91x_{12} = 21;$$

$$0,343x_{13} + 0,59x_{14} + 0,836x_{15} = 13.$$

Ограничения по ресурсам пиломатериалов:

$$x_1 + x_4 + x_7 + x_{10} \leq 40;$$

$$x_2 + x_5 + x_8 + x_{11} \leq 41;$$

$$x_3 + x_6 + x_9 + x_{12} \leq 43.$$

Решение полученной модели может быть осуществлено с помощью программы симплекс-метода линейного программирования, в данном случае использовалась программа «Раскрой» [1,2].

Ограничения-неравенства должны быть сведены к равенствам введением дополнительных переменных в ограничения по пиломатериалам x_{16} , x_{17} , x_{18} , которые представляют собой неиспользованные остатки пиломатериалов 3-й, 2-й и 1-й групп качества соответственно.

Для данной задачи симплекс-матрица имеет вид согласно табл. 4.

В результате решения выдаются оптимальные значения переменных x_i^* , отличные от нуля, и максимальное значение целевой функции z_{\max} . Остальные переменные не выдаются на печать и принимаются равными нулю. Кроме того, производится проверка ограничений.

В результате введения исходных данных модели в программу «Раскрой» получено следующее:

Целевая функция:

$$z = -4313 \cdot x_1 + 4491 \cdot x_2 + 13352 \cdot x_3 - 3326 \cdot x_4 + 120 \cdot x_5 + 3548 \cdot x_6 - 932 \cdot x_7 + 2604 \cdot x_8 + 6140 \cdot x_9 - 1016 \cdot x_{10} + 112 \cdot x_{11} + 1240 \cdot x_{12} + 587 \cdot x_{13} + 1810 \cdot x_{14} + 3024 \cdot x_{15} \rightarrow \max$$

Ограничения:

$$\text{Огр.1: } 0,091x_1 + 0,263x_2 + 0,436x_3 = 5;$$

$$\text{Огр.2: } 0,342x_4 + 0,59x_5 + 0,836x_6 = 4;$$

$$\text{Огр.3: } 0,306x_7 + 0,468x_8 + 0,63x_9 = 9;$$

$$\text{Огр.4: } 0,606x_{10} + 0,758x_{11} + 0,91x_{12} = 21;$$

$$\text{Огр.5: } 0,343x_{13} + 0,59x_{14} + 0,836x_{15} = 13;$$

$$\text{Огр.6: } x_1 + x_4 + x_7 + x_{10} + x_{13} + x_{16} = 40;$$

$$\text{Огр.7: } x_2 + x_5 + x_8 + x_{11} + x_{14} + x_{17} = 41;$$

$$\text{Огр.8: } x_3 + x_6 + x_9 + x_{12} + x_{15} + x_{18} = 43.$$

Результаты расчета:

значение целевой функции, отражающей максимальную суммарную прибыль – 314 570,81 руб.; оптимальные значения переменных, соответствующие объемам пиломатериалов для выработки заготовок того или иного вида равны:

$$x_3 = 11,47; x_6 = 4,78; x_9 = 14,28; x_{11} = 12,74;$$

$$x_{14} = 22,03; x_{16} = 40; x_{17} = 6,22; x_{12} = 12,46.$$

Из анализа полученных данных следует, что группа пиломатериалов с суммарной длиной бездефектных участков на доске 5501–6000 мм при заданном соотношении объемов заготовок и пиломатериалов полностью востребована для выработки термически модифицированных заготовок. Группа

пиломатериалов с суммарной длиной бездефектных участков на доске 5001–5500 мм востребована почти полностью. Группа пиломатериалов с суммарной длиной бездефектных участков 4500–5000 мм не востребована для выработки заготовок.

В результате решения оптимизационной задачи были рассчитаны план раскроя и суммарная прибыль при совместном производстве термически модифицированных и немодифицированных заготовок.

Библиографический список

1. Рыкунин, С.Н. Планирование раскроя сырья методом линейного программирования / С.Н. Рыкунин // Лесная промышленность. – 1965. – № 7. – С. 25–27.
2. Фергин, В.Р. Моделирование систем / В.Р. Фергин. – М.: МГУЛ, 2006. – 16 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ И НЕМОДИФИЦИРОВАННЫХ ЗАГОТОВОК

С.Н. РЫКУНИН, *проф. каф. технологии лесопиления и деревообработки МГУЛ, д-р техн. наук,*
Е.Г. ВЛАДИМИРОВА, *ведущий инженер каф. технологии лесопиления и деревообработки МГУЛ*

rikunin@mgul.ac.ru; egvl@mail.ru

Пиломатериалы, имеющие невысокие показатели качества, экономически невыгодно термически модифицировать, т.к. объемный выход заготовок из них невелик, а затраты существенны. Термически модифицированные пиломатериалы дороже, чем немодифицированные более чем в два раза. Операция модифицирования пиломатериалов стоит от 7000 руб. за 1 м³.

Спецификация вырабатываемых термически модифицированных заготовок отличается от обычной. Количество коротких заготовок по размерам длины, получаемых из термически модифицированных пиломатериалов, должно быть больше. Если при производстве обычных заготовок 1–2 коротких заготовки, то при производстве термически модифицированных заготовок – 4–6 штук.

Исследуем влияние доли термически модифицированных заготовок в общем объ-

еме заготовок на прибыль при раскрое пиломатериалов.

Пусть доля термически модифицированных заготовок составляет α от общего объема. Примем коэффициенты α , равные 0; 0.25; 0.5; 0.75; 1 (табл. 1). В программу «Раскрой» [1] вводим матрицу данных, в которой сведена информация об объемах каждого вида заготовок и пиломатериалов, коэффициенты объемного выхода заготовок, прибыль от реализации 1 м³ заготовок, рис.1.

Результаты решений моделей оптимизации сведены в табл. 2.

Из данных табл. 2 следует, что пиломатериалы с суммарной длиной бездефектных участков 5501–6000 мм по всем вариантам были востребованы для выработки заготовок. Пиломатериалы с суммарной длиной бездефектных участков 5001–5500 востребованы почти полностью. Группа пиломатериалов с суммарной длиной бездефектных участков

Спецификация термически модифицированных и немодифицированных заготовок

Вид заготовок	Размеры заготовок, мм	Допустимый диаметр сучков, мм	Доля термически модифицированных заготовок α в общем объеме заготовок				
			0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
			Объемы заготовок, м ³				
Термически модифицированные	3000x100	≤ 20	0	3	5	5	5
	3000x100	≤ 50	0	2	4	4	4
	1500x100	≤ 20	0	4	9	9	9
	1500x100	≤ 50	0	4	8	21	34
Немодифицированные	3000x100	≤ 50	52	39	26	13	0
Итого:			52	52	52	52	52

Планы раскроя пиломатериалов для различных соотношений термически модифицированных α и немодифицированных заготовок

Группа качества пиломатериалов	Переменные	Доля термически модифицированных заготовок α в общем объеме заготовок				
		0,00	0,25	0,50	0,75	1,00
		Объемы пиломатериалов для раскроя, м ³				
4500–5000 мм	x_1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	x_4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	x_7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	x_{10}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	x_{13}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Σ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5001–5500 мм	x_2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	x_5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	x_8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	x_{11}	0,00	0,00	0,00	12,74	29,89
	x_{14}	27,21	33,54	38,87	22,03	0,00
	Σ	27,21	33,54	38,87	34,78	29,89
5501–6000 мм	x_3	0,00	6,88	11,47	11,47	11,47
	x_6	0,00	2,39	4,78	4,78	4,78
	x_9	0,00	6,35	14,29	14,29	14,29
	x_{12}	0,00	4,40	8,79	12,46	12,46
	x_{15}	43,00	22,98	3,67	0,00	0,00
	Σ	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00
Дополнительные переменные	x_{16}	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
	x_{17}	13,79	7,46	2,13	6,22	11,11
	x_{18}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Объем пиломатериалов, использованный для выработки основных заготовок, м ³		70,21	76,54	81,87	77,78	72,89
Суммарная прибыль по основным заготовкам, полученная при решении оптимизационной математической модели, руб.		179276	274994	350159	314570	276610
Суммарная прибыль по коротким заготовкам, рассчитанная на объем раскраиваемых пиломатериалов, руб.		28758	67208	96089	87620	77448
Суммарная прибыль по основным и коротким заготовкам, рассчитанная на объем раскраиваемых пиломатериалов, руб.		208034	342202	446248	402190	354058
Ожидаемая прибыль при переработке 1 м ³ пиломатериалов на основные заготовки, руб.		2554	3593	4277	4044	3795
Ожидаемая прибыль при переработке 1 м ³ пиломатериалов на короткие заготовки, руб.		410	878	1174	1127	1062
Ожидаемая прибыль при переработке 1 м ³ пиломатериалов на основные и короткие заготовки, руб.		2963	4471	5451	5171	4857

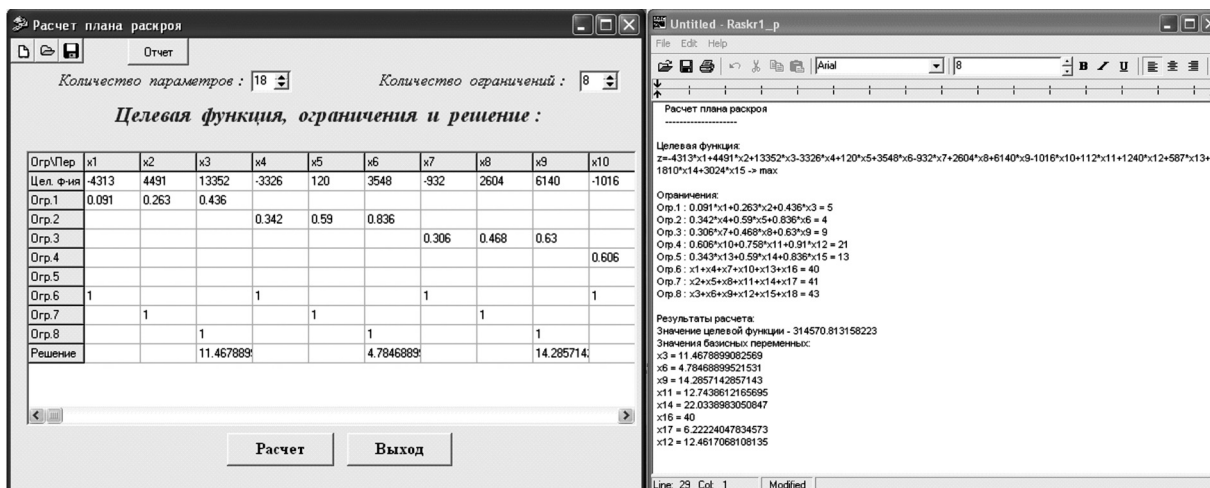


Рис. 1. Расчет плана раскроя пиломатериалов на заготовки в программе «Раскрой»

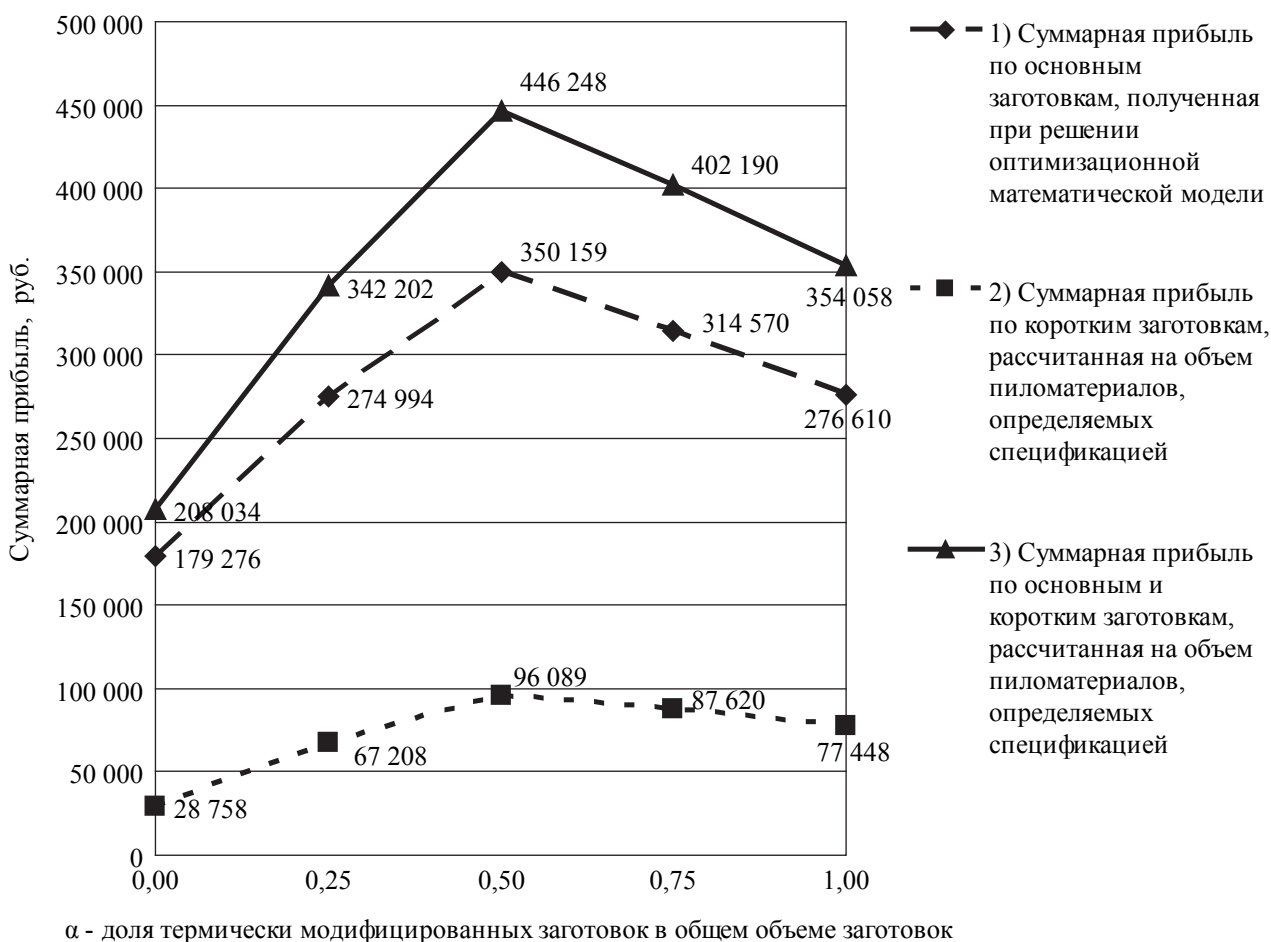


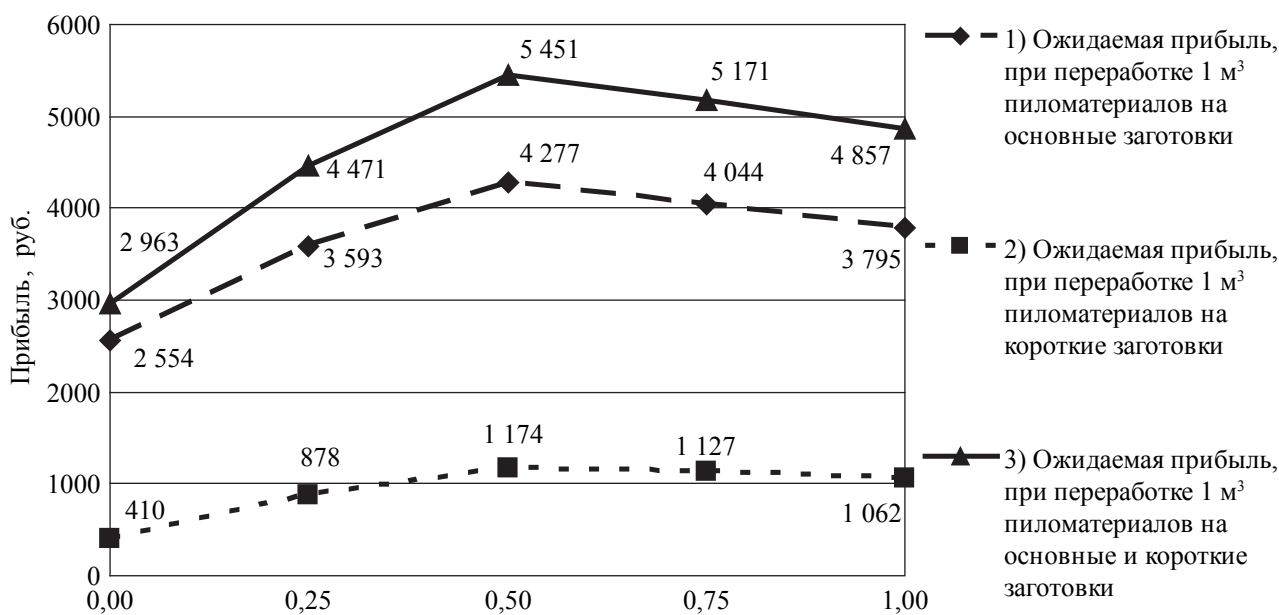
Рис. 2. Зависимости суммарной прибыли от доли термически модифицированных заготовок в общем объеме заготовок

4500–5000 мм не востребована для выработки заготовок.

При принятых в расчете ценах на пиломатериалы по первому варианту пиломатериалы с суммарной длиной бездефектных участков 4500–5000 мм экономически не вы-

годны для производства термически модифицированных заготовок.

В результате решения математической модели получена прибыль по основным заготовкам, рис. 2, линия 1, при изменении доли термически модифицированных заготовок от



α - доля термически модифицированных заготовок в общем объеме заготовок

Рис. 3. Зависимости прибыли от доли термически модифицированных заготовок в общем объеме заготовок в пересчете на 1 м³ пиломатериалов

0 до 100 %. С увеличением доли термически модифицированных пиломатериалов прибыль возрастает.

Наиболее существенное увеличение суммарной прибыли наблюдается при увеличении доли термически модифицированных заготовок от 0 до 50 %. При доле термически модифицированных пиломатериалов более 50 % суммарная прибыль начинает уменьшаться.

Наиболее полное представление дают значения прибыли из 1 м³ пиломатериалов (рис. 3).

Значение ожидаемой прибыли, при переработке 1 м³ пиломатериалов на основные и короткие заготовки, приведено на рис.

3, линия 3. Из графиков следует, что тенденция изменения прибыли сохраняется.

Из представленных материалов следует, что не все пиломатериалы экономически выгодно подвергать термической модификации. По рассматриваемым в примере спецификациям пиломатериалов и заготовок, действующим ценам на заготовки в этот период, затратам на термическое модифицирование, 50 % объема пиломатериалов рекомендуется направлять на термическое модифицирование.

Библиографический список

1. Фергин, В.Р. Моделирование систем / В.Р. Фергин – М.: МГУЛ, 2006. – 16 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЗОЛА ДОСОК ПРИ РАСКРОЕ БРЕВЕН ОВАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ

О.И. ЕРХОВА, асп. каф. технологии лесопиления и деревообработки МГУЛ

rikunin@mgul.ac.ru

В процессе раскроя пиловочного сырья на обрезных досках может появляться обзол как на пластьях досок, так и на их кромках. Среди причин появления обзола главными являются следующие [1]:

- подача в распиловку бревен с верхними диаметрами, сниженными по сравнению с расчетными;
- округление ширины и длины досок до стандартных размеров в большую сторону;

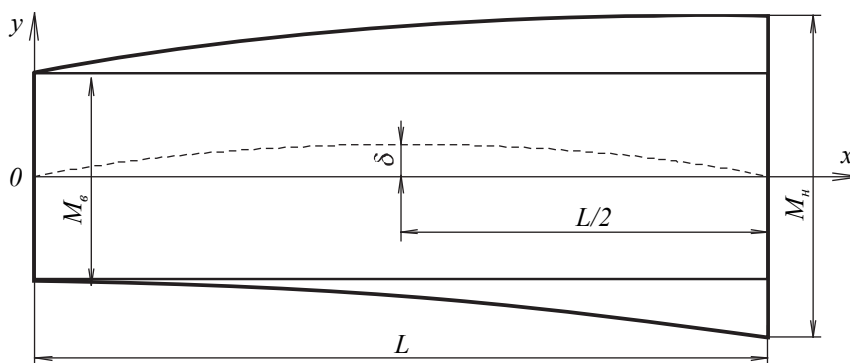


Рис 1. Схема вписывания четырехкантного бруса по ширине в пропиленную пластъ двухкантного бруса при распиловке бревен с кривизной

- смещение продольной оси бревна и бруса при их ориентировании по оси постава;
- овальность сечений бревен;
- кривизна бревен.

Для пиловочных бревен кривизна определяется отклонениями продольной оси бревна от прямой линии. Простая кривизна измеряется стрелой кривизны, соответствующей максимальному отклонению продольной оси бревна от прямой линии. По данным проф. Турушева В.Г., на лесопильные предприятия поставляются 15–20 % бревен с кривизной до 2 % [2].

Рассмотрим случай раскроя сырья с брусом, когда принята модель бревна в виде усеченного параболоида вращения второго порядка, а стрела кривизны находится посередине бревна. Согласно теории раскроя геометрическая модель бревна без кривизны имеет вид [3]

$$y^2 = 2px + \frac{d^2}{4} - z^2, \quad (1)$$

где

$$2p = \frac{D^2 - d^2}{4L};$$

- x, y, z – координаты по осям бревна;
- d – верхний диаметр бревна;
- D – нижний диаметр бревна;
- L – длина бревна.

Тогда уравнение параболы, которая соответствует контуру пропиленной пласти бруса толщиной H (при $z = H/2$), примет вид

$$y = \pm \sqrt{\frac{(D^2 - d^2)x}{4L} + \frac{d^2}{4} - \frac{H^2}{4}} =$$

$$= \pm \frac{1}{2} \sqrt{(D^2 - d^2) \frac{x}{L} + d^2 - H^2}. \quad (2)$$

Здесь знак (+) соответствует верхней ветви параболы, а знак (-) – ее нижней ветви.

Пусть для бревна с кривизной продольная ось изогнута по параболе с уравнением $f(x) = a_1x - a_2x^2$ (рис. 1). При $x=0$ и $x=L$ $f(x) = 0$, а при $x=L/2$ $f(x) = \delta$ (стрела кривизны в см). Отсюда параметры параболы равны

$$a_1 = \frac{4\delta}{L}; \quad a_2 = \frac{4\delta}{L^2}.$$

Таким образом, уравнение продольной оси бревна имеет вид

$$f(x) = 4\delta \frac{x}{L} - 4\delta \frac{x^2}{L^2}. \quad (3)$$

Тогда уравнение параболы контура пропиленной пласти бруса для бревна с кривизной примет вид

$$y = 4\delta \frac{x}{L} - 4\delta \frac{x^2}{L^2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{(D^2 - d^2) \frac{x}{L} + d^2 - H^2}. \quad (4)$$

Пропиленная пластъ двухкантного бруса для бревна с кривизной совместно с вписанным в нее четырехкантным брусом по ширине показана на рис. 1.

Очевидно, до некоторого критического значения стрелы кривизны бревна она не будет влиять на обзол досок полной длины, что следует из рисунка. Это возможно в случае, когда пластъ доски (на рис. 1 отражена прямой линией) является касательной к нижней ветви параболы пропиленной пласти бруса в его верхнем торце.

Производная функции (4) по длине бревна равна

$$\frac{dy}{dx} = 4 \frac{\delta}{L} - 8\delta \frac{x}{L^2} \frac{D^2 - d^2}{4L\sqrt{(D^2 - d^2)\frac{x}{L} + d^2 - H^2}}. \quad (5)$$

В верхнем торце бревна при $x=0$ она равна

$$\frac{dy}{dx} = 4 \frac{\delta}{L} - \frac{D^2 - d^2}{4L\sqrt{d^2 - H^2}} = 0. \quad (6)$$

Приравняв производную функции нулю, получим критическое значение стрелы кривизны бревна

$$\delta = \frac{D^2 - d^2}{16\sqrt{d^2 - H^2}}. \quad (7)$$

Например, для бревен со средним сбегом 1 см/м при $d = 20$ см и $H = 15$ см критическая кривизна равна 1,4 см (или 0,23 % при их длине 6 м).

Бревна с докритической кривизной при подаче их в пильный станок можно ориентировать как угодно (например, по овальности сечений или по концентрации сучков на поверхности), пренебрегая их кривизной.

Рассмотрим влияние овальности сечений бревна с докритической кривизной на параметры обзола обрезных досок и выявим рекомендации по ориентированию бревен при их подаче в пильный станок.

На рис. 2 представлено сечение бревна в верхнем торце в виде эллипса. В это сечение вписаны, например, две центральные доски при раскросе бревна вразвал.

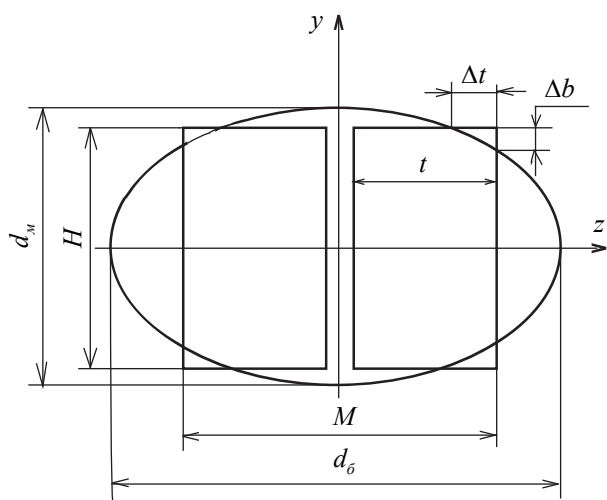


Рис. 2. Сечение бревна в верхнем торце в виде эллипса

Определим параметры обзола по толщине и ширине обрезной доски, если уравнение эллипса имеет вид

$$\frac{y^2}{p^2} + \frac{z^2}{q^2} = 1; \quad (8)$$

где y – вертикальная ось эллипса;

z – горизонтальная ось эллипса

p и q – соответствующие полуоси эллипса.

Обозначим при горизонтальном расположении эллипса

$$p = d_m / 2, q = d_6 / 2; \quad (9)$$

при вертикальном расположении эллипса

$$p = d_6 / 2, q = d_m / 2; \quad (10)$$

где d_6 – главный больший диаметр эллипса;

d_m – главный меньший диаметр эллипса.

Примем в качестве меры овальности сечений бревен коэффициент овальности α как отношение главных диаметров эллипса

$$\alpha = d_6 / d_m. \quad (11)$$

Для досок полной длины шириной 100 мм и более критическим является ограничение обзола по толщине.

При раскросе бревен с брусковкой проанализируем два варианта: при подаче бревна с горизонтальной ориентацией овального сечения и с вертикальной ориентацией овального сечения. Для расчета параметров обзола по толщине досок полной длины, выпиливаемых из бруса, получены следующие формулы при подаче бревна с горизонтальной ориентацией овального сечения

$$\Delta t_2 = \frac{M}{2} - \frac{1}{2\alpha} \sqrt{d_6^2 - H^2}; \quad (12)$$

при подаче бревна с вертикальной ориентацией овального сечения

$$\Delta t_1 = \frac{M}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{d_6^2 - \alpha^2 H^2}. \quad (13)$$

С учетом поперечного смещения бруса a и смещения бревна b при распиловке формулы (12), (13) примут вид

$$\Delta t_2 = \frac{M + 2a}{2} - \frac{1}{2\alpha} \sqrt{d_6^2 - (H + 2b)^2}; \quad (14)$$

$$\Delta t_1 = \frac{M + 2a}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{d_6^2 - a^2 (H + 2b)^2}. \quad (15)$$

Если выполняется неравенство

$$d_6^2 - \alpha^2 H^2 \leq \frac{1}{\alpha^2} (d_6^2 - H^2), \quad (16)$$

Неравенства при раскрое бревен с брусковкой

Коэффициент овальности α	1,0	1,05	1,1	1,20
Неравенства	$H > 0,707d$ $d < 1,414H$	$H > 0,706d$ $d < 1,415H$	$H > 0,705d$ $d < 1,419H$	$H > 0,700d$ $d < 1,429H$

то $\Delta t_1 > \Delta t_2$, и наоборот – в противном случае.

Подставив средний диаметр бревна d по соотношению $d = (d_6 + d_m) / 2$, получим

условие целесообразности горизонтальной ориентацией овального сечения бревна

$$d \leq \frac{(\alpha + 1)\sqrt{\alpha^2 + 1}}{2\alpha} H. \quad (17)$$

В таблице представлены условия, при которых следует распиливать бревна, ориентируя их по овальности сечения горизонтально.

На рис. 3 показаны графики зависимости обзола по толщине от отношения толщины бруса к диаметру бревна. Расчеты выполнены для следующих условий: $\alpha = 1,2$; $h = H / d$; Δt_1 – обзол по толщине при подаче бревна с вертикальной ориентацией овального сечения; Δt_2 – обзол по толщине при подаче бревна с горизонтальной ориентацией овального сечения; постав (16 – 150 – 16) / (16 – 50 – 50 – 50 – 16). Из рисунка видно, что для глубокого бруса выгоднее ориентировать бревно при подаче в пильный станок с вертикальной ориентацией овального сечения, а для более толстого бруса – с горизонтальной ориентацией овального сечения.

Таким образом, при раскрое бревен с брусковкой при $(H / d) > 0,7$ с точки зрения снижения обзола крайних боковых досок полной длины, предпочтительно подавать бревна в распиловку, ориентируя их по овальности горизонтально. При выпилке более глубокого бруса при $(H / d) < 0,7$ выгоднее ориентировать бревна вертикально.

Перейдем к рассмотрению обзола досок при распиловке бревен со сверхкритической кривизной. В этом случае с целью симметричной загрузки пил при групповом раскрое бревен они ориентируются при подаче в станок (с вертикальными резами), как правило, кривизной вниз. При этом овальное сечение бревна случайно располагается под любым углом к его осям.

На рис. 4 показано расположение эллипса с осями y и z и выпиленный брус. Из рисунка видно, что по отношению к осям бруса y' и z' начальные оси бревна развернуты на угол $(-\varphi)$, а брус смещен на величину a и бревно при распиловке – на величину b .

При повороте осей координат имеем согласно [4]

$$z = z' \cos(-\varphi) - y' \sin(-\varphi), \quad (18)$$

$$y = z' \sin(-\varphi) + y' \cos(-\varphi). \quad (19)$$

Так как $\cos(-\varphi) = \cos\varphi$ а $\sin(-\varphi) = -\sin\varphi$, то получим

$$z = z' \cos\varphi + y' \sin\varphi, \quad (20)$$

$$y = -z' \sin\varphi + y' \cos\varphi. \quad (21)$$

Тогда уравнение эллипса примет вид при $y' = -(H / 2) - b$ и $z' = f$ (в точке 2)

$$\frac{[-f \sin\varphi + (-(H / 2) - b) \cos\varphi]^2}{p^2} + \frac{[f \cos\varphi + (-(H / 2) - b) \sin\varphi]^2}{q^2} = 1; \quad (22)$$

где f – координата по оси z' точек 1;2;3;4.

Величина обзола Δt по толщине доски полной длины будет равна

$$\Delta t = \frac{M}{2} + a - f. \quad (23)$$

Уравнение (22) является обобщающим для расчетов величины обзола досок полной длины. При $\varphi = 0^\circ$ из него можно получить

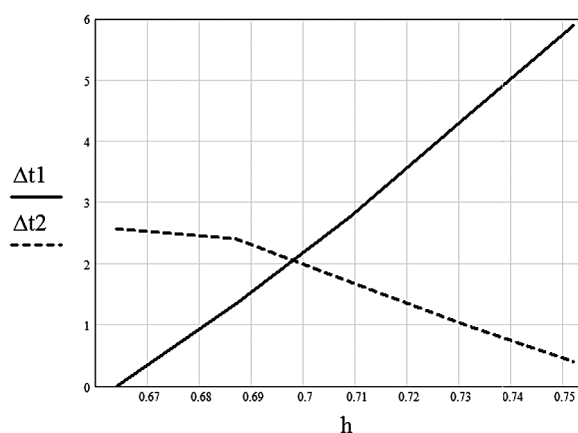


Рис. 3. Зависимости обзола по толщине от отношения толщины бруса к диаметру бревна

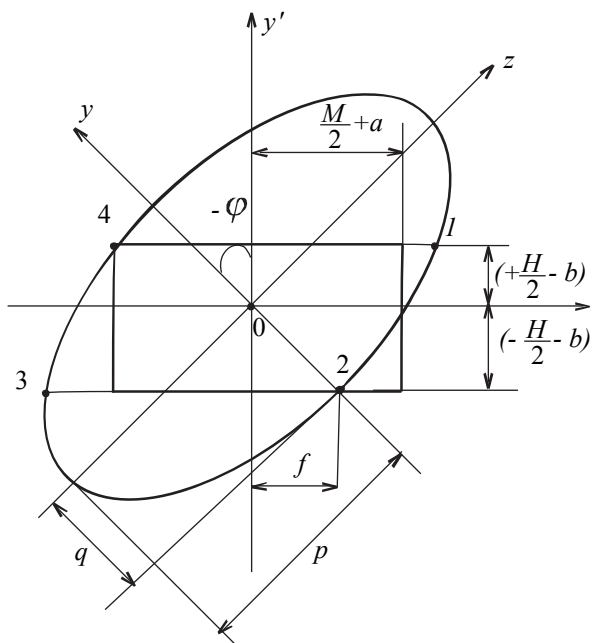


Рис. 4. Расположение сечения бревна под углом φ

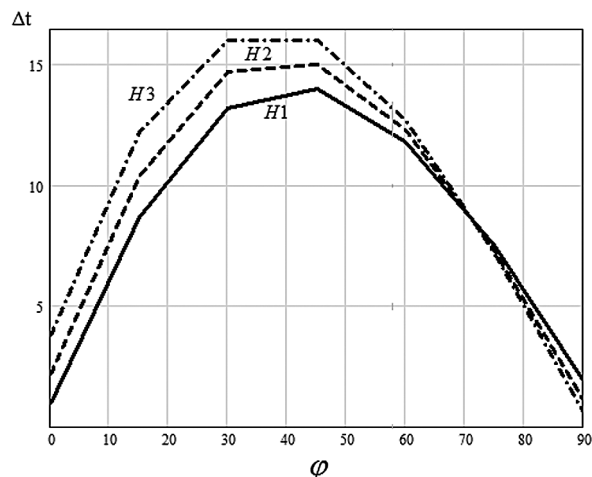


Рис. 5. Зависимость обзола по толщине от угла поворота бревна при различных толщинах бруса

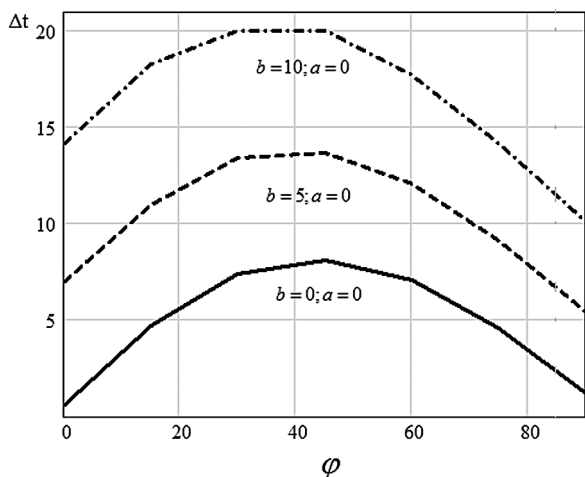


Рис. 6. График зависимостей обзола по толщине от угла поворота бревна при различных смещениях бревна

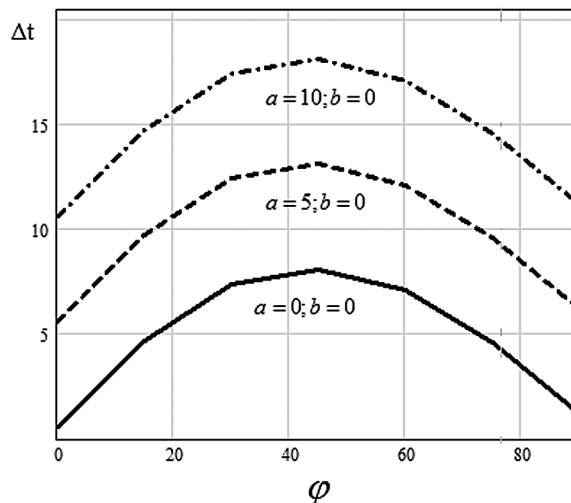


Рис. 7. График зависимостей обзола по толщине от угла поворота бревна при различных смещениях бруса

формулу (14) с учетом соотношения (23), а при $\varphi = 90^\circ$ – формулу (15).

С целью исследования влияния угла поворота φ на координату f в точке 2 и на величину обзола Δt уравнение (22) многократно решалось в программной среде *MathCAD*.

На основании этих расчетов, в первую очередь, получили график обзола по толщине доски полной длины от угла поворота бревна (рис. 5). При расчетах было принято: мера овальности $\alpha = 1,2$, смещение бруса $a=0$, смещение бревна $b=0$, толщины бруса $H1=144\text{мм}$, $H2=154\text{мм}$, $H3=164,4\text{мм}$. Из гра-

фиков видно, что зависимость обзола от угла поворота бревна овального сечения носит синусоидальный характер, обзол достигает максимума примерно для угла 45° .

Кроме того, получены графики зависимостей обзола по толщине от угла поворота φ при различных смещениях бревна на величину b (рис. 6) и смещениях бруса на величину a (рис. 7). Здесь принят тот же постав $(16 - 150 - 16) / (16 - 50 - 50 - 50 - 16)$, мера овальности $\alpha = 1,2$.

Из рис. 6 и 7 видно, что смещение бревна на первом проходе и смещение бруса

на втором проходе не оказывают влияния на значение угла поворота, при котором обзол достигает максимума.

В заключение следует указать, что в реальных условиях лесопильного производства из-за влияния случайных возмущающих факторов может появляться недопустимый обзол на толстых досках полной длины в некоторых группах сортирования и раскроя бревен. Это происходит при распиловке некачественного пиловочного сырья (из-за повышенной овальности сечений и кривизны бревен), при подаче в распиловку бревен с диаметрами, сниженными по сравнению с расчетными, при значительном смещении бревна и бруса относительно продольной оси при их ориентировании по поставу (из-за ухудшенного технического состояния оборудования и низкой квалификации персонала). Тогда рекомендуется минимальные диаметры бревен для соответствующих групп сортирования и раскроя увеличивать на 0,5–1,0 см в зависимости от частоты появления обзола досок и его величины. Эта корректировка ми-

нимальных границ диаметров в условиях управления качеством обработки пиломатериалов может быть организована как адаптивная процедура.

Использование этих рекомендаций приведет к некоторому снижению коэффициента выхода пиломатериалов, однако обеспечит увеличенный объем выхода обрезных досок высших сортов по такому дефекту обработки как обзол.

Библиографический список

1. Фергин, В.Р. Актуальные вопросы теории раскроя пиловочного сырья: учебное пособие для ВУЗов / В.Р. Фергин, О.И. Шако, О.И. Ерхова. – М.: МГУЛ, 2010. – 96 с.
2. Турушев, В.Г. Технологические основы автоматизированного производства пиломатериалов / В.Г. Турушев. – М.: Лесная пром-сть, 1975. – 208 с.
3. Аксенов, П.П. Технология пиломатериалов: учебник для вузов; изд. второе, переработ. и доп. / П.П. Аксенов, Н.С. Макарова, И.К. Прохоров и др. – М.: Лесная пром-сть, 1976. – 480 с.
4. Корн, Г. Справочник по математике для научных работников и инженеров / Г. Корн, Т. Корн. – М.: Наука, 1970. – 720 с.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В ДРЕВЕСИНЕ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ МОДИФИЦИРОВАНИИ

М.Г. ЕРМОЧЕНКОВ, доц. каф. теплотехники МГУЛ, канд. техн. наук,
Ю.П. СЕМЕНОВ, проф. каф. теплотехники МГУЛ, д-р техн наук

В настоящее время широкое применение нашли технологические процессы, предполагающие термическое воздействие на древесину. Они используются для изменения свойств древесины, таких как физико-химические, механические, теплотехнические, биологические, декоративные и др. К таким технологическим процессам можно отнести сушку древесины и различные виды ее модифицирования, в том числе и термическое. При этом термическое модифицирование древесины может включать как этап интенсивной сушки, так и этап модификации.

Существующие математические модели сушки имеют ряд допущений, ограничива-

ermochenkov@mgul.ac.ru; semenov@mgul.ac.ru

ющих их применимость. В связи с этим стоит задача разработки математической модели тепло- и массообмена в древесине при интенсивном тепловом воздействии, описывающей этапы сушки и термического модифицирования.

В рамках предлагаемой математической модели древесина рассматривается как капиллярно-пористый анизотропный композиционный материал, включающий твердую, жидкую и газовую фазы. В композиционный материал входят следующие компоненты: материал древесины, связанная влага, свободная влага, газовая фаза в порах древесины, состоящая из смеси воздуха, водяного пара и продуктов деструкции.

При разработке математической модели приняты следующие допущения:

– древесина в условиях интенсивного нагрева – многокомпонентная открытая трехфазная термодинамическая система с физико-химическими превращениями;

– в каждом бесконечно малом объеме материала существует состояние локального термодинамического равновесия;

– древесина представляет собой капиллярно-пористый композиционный материал, состоящий из твердых, жидких и газофазных компонентов; рассматривается континуальная модель материала;

– газовая фаза рассматривается как трехкомпонентная смесь газов, состоящая из водяного пара, воздуха, продуктов деструкции древесины;

– конвективный перенос газа внутри древесины описывается уравнением Дарси;

– температуры твердой, жидкой и газовой фаз равны;

– перенос теплоты в древесине осуществляется тепловыми потоками за счет теплопроводности и конвективного переноса жидкой и газовой фаз;

– масса в жидкой фазе переносится за счет влагопроводности и конвективными потоками;

– масса в газовой фазе переносится конвективными и диффузионными потоками;

– задача решается в одномерной постановке.

На основании принятых допущений и проведенных оценок членов, входящих в общие уравнения переноса, можно записать следующую систему дифференциальных уравнений, описывающую перенос массы и теплоты в древесине:

– уравнение твердой фазе

$$\frac{\partial \rho_1}{\partial \tau} = - \sum_{\gamma_1}^{n_1} \sum_{\psi_1}^{m_1} \frac{\partial \rho_{\gamma_1, \psi_1}}{\partial \tau}; \quad (1)$$

– уравнение переноса массы в жидкой фазе

$$\frac{\partial W}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial r} (j_{2,v} + j_{2,a}) - \sum_{\gamma_1}^{n_1} \frac{dW_{\gamma_1}}{d\tau}, \quad (2)$$

где $j_{2,a}$ – поток жидкости за счет диффузии;

$j_{2,v}$ – конвективный поток жидкой фазы.

Уравнения переноса массы в газовой фазе

$$\frac{\partial \rho_{3,1}}{\partial \tau} = \text{div}(\rho_{3,1} \cdot v_3 + \rho_{3,1} \cdot \Delta_{3,1}) + \sum_{\gamma_1}^{n_1} \frac{dW_{\gamma_1}}{d\tau}; \quad (3)$$

$$\frac{\partial \rho_{3,2}}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial r} (\rho_{3,2} \cdot v_3 + \rho_{3,2} \cdot \Delta_{3,2}) + \sum_{\psi_1}^{m_1} \frac{d\rho_{\psi_1}}{d\tau}; \quad (4)$$

$$\frac{\partial \rho_{3,3}}{\partial \tau} = \frac{\partial}{\partial r} (\rho_{3,3} \cdot v_3 + \rho_{3,3} \cdot \Delta_{3,3}), \quad (5)$$

где $\rho_{3,i}$ – плотность газовой фазы;

$i = 1$ – водяной пар;

$i = 2$ – продукты деструкции;

$i = 3$ – воздух;

v_3 – скорость конвективного переноса газовой фазы;

$\Delta_{3,i}$ – скорость диффузионного переноса массы.

Уравнение переноса теплоты

$$c\rho(\partial T / \partial \tau) = \text{div}(q^\lambda + q^e + q^n) + U^{us} + U^p, \quad (6)$$

где q^λ – поток теплоты теплопроводностью;

q^e – конвективный поток теплоты за счет переноса влаги;

q^n – конвективный поток теплоты за счет переноса паровоздушной смеси;

U^{us} – источники теплоты за счет протекающих физико-химических превращений;

U^p – источник теплоты за счет внешних воздействий.

Уравнения модели включают члены, описывающие внутренние источники массы и теплоты.

В процессе термической деструкции без доступа кислорода происходит разрушение химических связей различных компонентов древесины, что обуславливает многостадийный характер процесса деструкции. Стадии рассматриваются как параллельные, независимые химические реакции. Скорость протекания многостадийного процесса описывается уравнением [3]

$$\frac{d\omega_j}{d\tau} = \sum_{j=1}^m \omega_j^{n_j} A_j \exp\left(-\frac{E_j}{RT}\right), \quad (7)$$

где j – индекс, соответствующий номеру стадии;

m – число стадий;
 A_j – частотный фактор j -й стадии;
 E_j – энергия активации j -й стадии;
 n_j – порядок реакции j -й стадии;
 R – газовая постоянная;
 T – температура;
 ω_j – безразмерная масса стадии.

Решая обратную задачу, можно получить кинетические параметры для каждой стадии физико-химических превращений и начальные массы этих стадий [1–3].

В случае моделирования процесса удаления связанной влаги из древесины

$$\omega = \frac{W_i - W_k}{W_o - W_k}, \quad (8)$$

где W_p , W_k , W_o – текущее, конечное и начальное влагосодержание в древесине.

Удаление связанной влаги рассматривается как сложный многостадийный физико-химический процесс. Стадийность объясняется наличием в древесине воды с разными формами связи с древесным веществом.

Скорость протекания процесса удаления связанной воды зависит от относительной влажности воздуха. Модель для расчета многостадийных физико-химических процессов удаления связанной влаги при нагреве имеет вид [2, 4]

$$-\frac{d\omega}{d\tau} = \sum_{j=1}^m \omega_j^{n_j} \cdot A_j \cdot \exp\left(-\frac{E_j(\varphi)}{RT}\right), \quad (9)$$

где φ – относительная влажность воздуха в порах древесины.

Функциональная зависимость энергии активации E от относительной влажности воздуха в порах древесины имеет вид

$$E1(\varphi) = 0,988 + 0,162\varphi - 0,29\varphi^2 + 0,223\varphi^3, \quad (10)$$

$$E2(\varphi) = 0,97 + 0,953\varphi - 5,805\varphi^2 + 12,744\varphi^3, \quad (11)$$

$$E3(\kappa) = 0,995 + 6,196\varphi - 7,607\varphi^3, \quad (12)$$

$$E4(\varphi) = 0,984 + 51,667\varphi^2 - 602,564\varphi^3. \quad (13)$$

Испарение свободной влаги в порах древесины или конденсация пара зависят от соотношения абсолютного давления пара в порах древесины и давления насыщения при данной температуре. В зависимости от соотношения давлений может происходить испарение влаги или конденсация пара

$$\begin{aligned} P_{\text{пара}} &= P_{\text{нас}} & (d\omega_2 / d\tau) &= 0; \\ P_{\text{пара}} &< P_{\text{нас}} & (d\omega_2 / d\tau) &< 0; \\ P_{\text{пара}} &> P_{\text{нас}} & (d\omega_2 / d\tau) &> 0. \end{aligned} \quad (14)$$

Исходя из этого, величину источника массы, связанного с испарением свободной влаги, можно описать следующими уравнениями

$$\frac{\partial \omega}{\partial \tau} = \frac{\partial Q}{\partial \tau} \frac{1}{r}. \quad (15)$$

$$\partial Q = \rho \cdot c \cdot \Delta x \cdot dT. \quad (16)$$

Предложенная модель тепло- и массообмена в древесине при нагреве позволяет прогнозировать теплофизические и прочностные свойства древесины после термической модификации, а также ее цветовые характеристики [5].

В общем случае, зная влажность древесины, ее пористость и степень термической деструкции, можно рассчитать плотность древесины

$$\rho = \sum_{i=1}^n A_i \cdot \rho_i^o \cdot \exp\left[-A_i \cdot \int_0^{\tau} \exp\left(-\frac{E_i}{R \cdot T(\tau)}\right) d\tau\right], \quad (17)$$

где ρ – плотность древесины;

$T(\tau)$ – функция изменения температуры образца по времени;

τ – время нагрева;

i – номер стадии;

n – число стадий;

ρ^o – начальная плотность стадии.

Теплоемкость древесины

$$c = \frac{1}{\rho} \sum_{i=1}^n c_i \cdot \rho_i, \quad (18)$$

где ρ_i – текущая плотность i -й стадии;

c_i – теплоемкость i -й стадии.

При расчете коэффициента теплопроводности модифицированной древесины можно воспользоваться моделью композиционного материала как структуры со взаимопроницающими компонентами [6]

$$\lambda = f(\lambda_j), \quad (19)$$

$$\lambda = \lambda_j \times$$

$$\times \left[B^2 + \frac{\lambda_{j-1}}{\lambda_j} (1-B)^2 + 2 \frac{\lambda_{j-1}}{\lambda_j} \cdot \frac{B \cdot (1-B)}{\frac{\lambda_{j-1}}{\lambda_j} B + 1 - B} \right], \quad (20)$$

здесь: $B = 0,5 + A \cdot \cos(\varphi / 3)$
 при $0 \leq r_{j-1} \leq 0,5$
 $A = -1; \varphi = 2 \cdot \pi - \arccos(1 - 2 \cdot r_{j-1}),$
 при $0,5 \leq r_{j-1} \leq 1$
 $A = 1; \varphi = 2 \cdot \pi - \arccos(2 \cdot r_{j-1} - 1),$

где r – объемная доля компонента композиционного материала.

Определив с помощью предложенной модели степень термической деструкции мо-

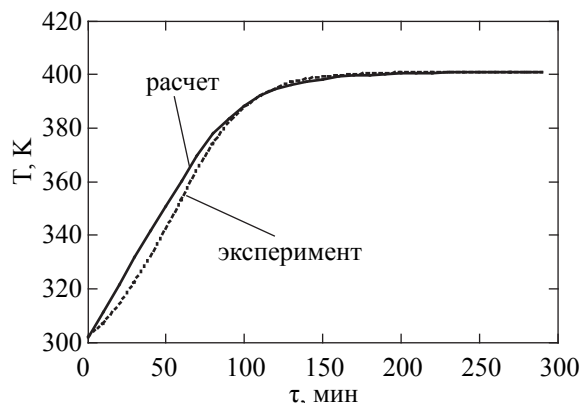


Рис. 1. График изменения температуры центра образца по времени

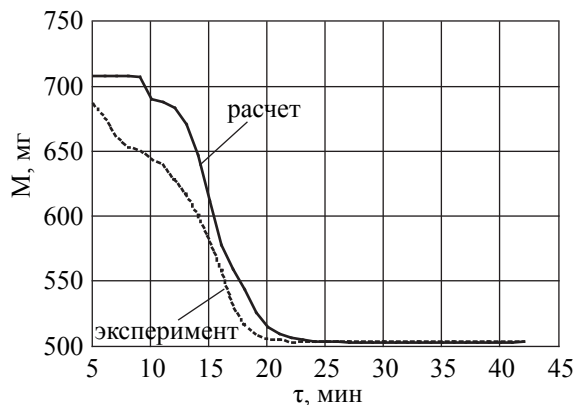


Рис. 2. График изменения по времени массы образца при термической деструкции древесины

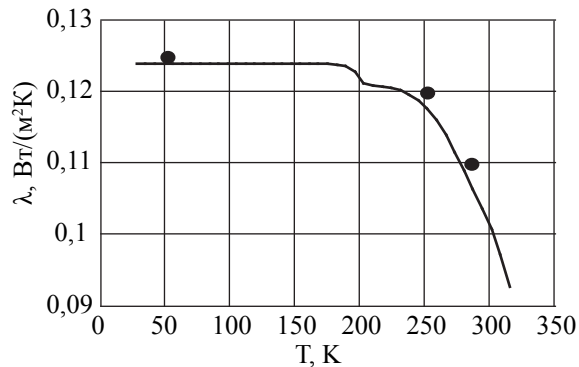


Рис. 3. График зависимости коэффициента теплопроводности термически модифицированной древесины от конечной температуры нагрева

дифицированной древесины, можно спрогнозировать ее цветовые характеристики. При разработке метода прогнозирования цветовых характеристик древесины было исследовано влияние степени разложения древесины на ее цвет.

Для получения функциональных зависимостей R, G, B в явном виде были проведены экспериментальные исследования с неопредельным разложением образцов. В результате экспериментальных исследований получены соотношения

$$R(\omega_2, \omega_3) = 262,59 - 12482 \cdot \omega_2 + 13631 \cdot (\omega_2)^2 + 81,68 \cdot \omega_2^3 - 2196 \cdot \omega_3 + 5652 \cdot \omega_2^3 - 40,57 \cdot \omega_3^3,$$

$$G(\omega_2, \omega_3) = 209,90 - 1292 \cdot \omega_2 + 16385 \cdot (\omega_2)^2 + 133,93 \cdot \omega_2^3 - 1691 \cdot \omega_3 + 4262 \cdot (\omega_3)^2 - 74,64 \cdot \omega_3^3,$$

$$B(\omega_2, \omega_3) = 211,84 - 1412 \cdot \omega_2 + 17030 \cdot (\omega_2)^2 + 192,22 \cdot \omega_2^3 - 1674 \cdot \omega_3 + 3955 \cdot (\omega_3)^2 - 131,28 \cdot \omega_3^3, \quad (21)$$

Для оценки прочностных характеристик древесины после термической обработки можно воспользоваться формулой Журкова [7].

Предлагается математическая модель длительной прочности материала, подвергающегося термической деструкции

$$\tau = \tau_0 \cdot \exp\left(\frac{U_{0,0} - \gamma_0 \cdot \sigma}{R \cdot T}\right) + \tau_0 \cdot \exp\left(\frac{U_{0,1} - \gamma_1 \cdot \sigma}{R \cdot T}\right) \times \dots \times \tau_0 \cdot \exp\left(\frac{U_{0,n} - \gamma_n \cdot \sigma}{R \cdot T}\right) \cdot f(\omega_n), \quad (22)$$

где первый член описывает долговечность исходной древесины, второй – потерю долговечности после завершения первой стадии термической деструкции и т.д., σ – приложенное напряжение, [Па]. Набор кинетических параметров механодеструкции $U_{0i}, \tau_{0i}, \gamma_i$ характеризует реальные прочностные свойства материала.

После экспериментального определения параметров U_{0i}, γ_i и τ_{0i} с использованием метода неопредельного разложения древесины было получено уравнение, позволяющее прогнозировать длительную прочность образцов древесины сосны, подвергшейся термической

модификации при температурах ниже температуры начала второй стадии термической деструкции

$$\tau = 29510 \cdot \exp\left(\frac{32800 - 117,9 \cdot \sigma}{R \cdot T}\right) - 26810 \times \\ \times \exp\left(\frac{27240 - 58,3 \cdot \sigma}{R \cdot T}\right) \cdot \left(1 - \frac{\omega_1}{\omega_{0,1}}\right). \quad (23)$$

Для проверки адекватности предложенной модели проведено сравнение результатов экспериментальных исследований с расчетами по модели.

На рис. 1 приведены графики изменения температуры по времени в центре цилиндрического образца из древесины сосны с начальной влажностью $W = 50\%$. Задача решалась с граничными условиями 1-го рода.

На рис. 2 приведены графики изменения по времени массы образца при термической модификации в вакууме. Нагревался полый цилиндр из древесины сосны. Образец предварительно высушивался при температуре $T = 373\text{ К}$.

На рис. 3 приведена расчетная зависимость коэффициента теплопроводности термически модифицированной древесины сосны от конечной температуры нагрева. Нагрев считался с темпом $7\text{ }^\circ\text{C}$ в минуту. Точками нанесены экспериментальные значения коэффициента теплопроводности термомодифицированной древесины соответствующей плотности.

Было проведено прогнозирование цвета термомодифицированной древесины. Расчет цветовых характеристик проводился с использованием соотношений (21). Расчетные цветовые характеристики равны: $R = 113$, $G = 16$ и $B = 44$. Экспериментально определенный цвет образца имеет составляющие $R = 109$, $G = 25$ и $B = 49$.

Таким образом, можно сделать вывод, что предложенная модель тепло- и массообмена в древесине при интенсивном нагреве адекватно описывает протекающие процессы. Приведенные соотношения позволяют рассчитать нестационарные поля влажности древесины, ее температуры, плотности, теп-

лоемкости, теплопроводности, пористости, степени деструкции как на этапе сушки, так и термической модификации, независимо от способа подвода теплоты.

Модель позволяет решать целый комплекс обратных задач для прогнозирования теплофизических и прочностных свойств древесины, подвергшейся термическому модифицированию, в том числе цветовых характеристик. Причем температура модификации может меняться по произвольному закону.

С помощью модели решением обратной задачи можно определить температуру, время и темп нагрева, позволяющие получить древесину с заранее заданными свойствами. Можно рассчитать параметры термического модифицирования для получения древесины, свойства которой существенно различаются по толщине образца, что позволит совместить лучшие свойства модифицированной и немодифицированной древесины.

Библиографический список

1. Шведов, Б.А. Дисс. ... д-ра техн. наук / Б.А. Шведов. – М.: МЛТИ, 1990. – 542 с.
2. Ермоченков, М.Г. Определение внутренних источников при сушке древесины с применением термогравиметрического анализа методами химической кинетики. Дендрология и лесоведение. Материалы Всероссийской конференции, посвященной 50-летию Сибирского отделения РАН / М.Г. Ермоченков. – Красноярск, 2007. – С. 129–132.
3. Ермоченков, М.Г. Термогравиметрические исследования кинетики термической сушки древесины. Научные труды / М.Г. Ермоченков, А.Г. Евстигнеев, Т.Е. Кувик. – М.: МГУЛ, 2007. – Вып. 335. – С. 36–46.
4. Ермоченков, М.Г. Влияние относительной влажности воздуха в порах древесины на энергию активации парообразования при интенсивном нагреве / М.Г. Ермоченков, Ю.П. Семенов, А.Г. Евстигнеев и др. // Технология и оборудование для переработки древесины: научные труды. – М.: МГУЛ, 2008. Вып. 342. – С. 9–13.
5. Ермоченков, М.Г. Прогнозирование свойств термически модифицированной древесины / М.Г. Ермоченков // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2010. – № 4(73). – С. 111–115.
6. Дульнев, Г.Н. Теплопроводность смесей и композиционных материалов / Г.Н. Дульнев, Ю.П. Заричняк. – Л.: Энергия, 1974. – 264 с.
7. Журков С.Н. // Вестн. АН СССР, 1957, – 11, 78.

МЕТОДЫ РАСЧЕТА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ И ДЕФОРМАЦИИ ДРЕВЕСНО-МИНЕРАЛЬНОГО КОМПОЗИТА

В.И. ЗАПРУДНОВ, проф. каф. геодезии и строительного дела МГУЛ, д-р техн. наук,
А.С. ЩЕРБАКОВ, проф. каф. безопасности жизнедеятельности МГУЛ, д-р техн. наук

zaprudnov@mgul.ac.ru; scherb@mgul.ac.ru

Создание древесно-минерального композита и конструкций из него, сочетающих такие качества, как высокая прочность, малая средняя плотность и малые деформации, требует выбора оптимального состава компонентов и геометрических параметров его структуры.

В основу теории прогнозирования физико-механических свойств древесно-минерального композита нами положена модель механической смеси или композитного материала. Суть его состоит в том, что древесно-минеральный композит представляется как многокомпонентное образование, на границе компонентов которого выполняются условия непрерывности усилий и перемещений. Если свойства каждого компонента известны, то, пользуясь уравнениями механики деформируемого твердого тела, можно в принципе определить распределение напряжений и деформаций в материале и его эффективные или макроскопические свойства.

При построении теории прочности и деформации древесно-минерального композита на первом этапе принятая модель механической смеси древесно-минерального материала нами была несколько идеализирована. Было принято допущение, что древесно-минеральный композит подчиняется закону Гука и является изотропным. Такими свойствами обладает поризованный древесно-минеральный композит. В этом случае механическое поведение линейно-упругого изотропного древесно-минерального композита, находящегося под воздействием статических нагрузок, может быть описано тремя группами уравнений: уравнениями равновесия

$$\sigma_{ij,j} + F_i = 0, \quad (1)$$

соотношениями Коши

$$\varepsilon_{ij} = \frac{1}{2}(U_{i,j} + U_{j,i}), \quad (2)$$

и обобщенным законом Гука

$$\sigma_{ij} = \lambda \varepsilon_{pp} \delta_{ij} + 2G \varepsilon_{ij}, \quad (3)$$

где σ_{ij} – тензор напряжений;

ε_{ij} – тензор деформаций;

U_i – вектор перемещений;

F_i – вектор объемных сил; λ ,

G – упругие постоянные Ламе;

δ_{ij} – дельта функция Кронекера, принимающая значение 1 при $i=j$ и 0 при $i \neq j$.

Индексы i, j, α, β принимают значения 1, 2, 3, по повторяющимся индексам ведется суммирование, запятая перед индексом означает дифференцирование по соответствующей координате.

К системе уравнений (1–2), определяющей поведение линейно-упругого древесно-минерального композита в точках его объема, добавляются условия из ограничивающей поверхности. Задаются внешние поверхностные силы, действующие на древесно-минеральный композит

$$\sigma_{i,jn_j} |_s = \bar{f}_i, \quad (4)$$

или перемещение точек поверхности

$$U_i |_s = \bar{U}_i, \quad (5)$$

где \bar{f}_i, \bar{U}_i – заданные функции координат поверхности s ;

n_j – компоненты вектора внешней нормали к поверхности s .

Рассмотрим решение системы уравнений (1–3) для случая неограниченной упругой среды. Если подставить (2) и (3) в (1), то получим уравнение равновесия в перемещениях

$$(\lambda + G)U_{p,pp} + GU_{j,pp} = -F_i. \quad (6)$$

Пусть вектор перемещения убывает на бесконечности как R^{-1} , где $R = (x_p \cdot x_p)^{1/2}$. Тогда из (6), воспользовавшись тензором влияния Кальвина-Сомильяно U_{ij} , найдем

$$U_i(x^{(1)}) = \int U_{ij}(x^{(1)} - x^{(2)}) F_j(x^{(2)}) dv^{(2)}, \quad (7)$$

где

$$U_{ij}(x) = \frac{(\sigma + \lambda)}{8\pi G(\lambda + 2G)R} \left[\frac{\lambda + 3G}{\lambda + G} \delta_{ij} + \frac{x_i - x_j}{R^2} \right], \quad (8)$$

интегрирование ведется по неограниченному объему $v^{(2)}$.

Представление решения системы уравнений (1–3) в форме (7) позволяет найти перемещение точек среды через массовые силы, действующие в объеме. Закон состояния линейно-упругого изотропного тела (3) можно записать в форме

$$\sigma_{ij} = \lambda_{ijnq} \varepsilon_{nq}, \quad (9)$$

где $\lambda_{ijnq} = \lambda \delta_{ij} \delta_{nq} + G(\delta_{in} \delta_{jq} + \delta_{iq} \delta_{jn})$. (10)

Следует отметить, что постоянные Ламе λ , G применяются преимущественно в теоретических работах, а в практике их обычно заменяют другими модулями упругости, чаще всего модулем Юнга E и коэффициентом Пуассона μ , причем

$$E = \frac{G(3\lambda + 2G)}{\lambda + G}; \mu = \frac{\lambda}{2(\lambda + G)}. \quad (11)$$

Кроме указанных постоянных в расчетах часто используется модуль объемного сжатия

$$K = \lambda + \frac{2}{3}G. \quad (12)$$

В записи закона Гука (9) может быть использована любая пара из введенных выше модулей.

Однако в практике производства древесно-минерального композита наибольшее распространение к настоящему времени получил древесно-минеральный композит не поризованный, а с нерегулярной структурой. В этом случае сказывается нерегулярность расположения включений и их формы, что не позволяет воспользоваться хорошо разработанным классическим аппаратом решения задач сопряжения кусочно-однородных тел.

Различие деформативных свойств заполнителя и вяжущего обуславливает неоднородные напряжения и деформации в древесно-минеральном композите, зависящие от координат пространства. Вследствие неправильной формы включений и их хаотического расположения в пространстве, напряжения и деформации в древесно-минеральном композите представляют собой случайные поля, и для их описания необходимо привлечь аппарат теории случайных функций.

Если тензор напряжений σ_{ij} является случайной функцией координат x_i , ($i=1, 2, 3$), то его задание осуществляется в общем случае n -точечной плотностью распределения вероятностей

$$f^n(\sigma_{ij}) = f(\sigma_{ij}^{(1)}, \sigma_{ij}^{(2)}, \dots, \sigma_{ij}^{(n)}), \quad (13)$$

где индексы в круглых скобках показывают номер точки пространства.

Чем больше точек, тем полнее описание напряженного состояния, однако на практике ограничиваются минимальным числом точек, рассматривая, как правило, одноточечную и двухточечную плотность распределения

$$f^1(\sigma_{ij}) = f(\sigma_{ij}^{(1)}), f^2(\sigma_{ij}) = f(\sigma_{ij}^{(1)}, \sigma_{ij}^{(2)}). \quad (14)$$

Случайное поле можно характеризовать также моментами. Для одноточечной плоскости распределения напряжений момент k -го порядка определяется интегралом

$$\langle \sigma_{ij}^{(1)k} \rangle = \int \sigma_{ij}^{(1)k} f(\sigma_{ij}^{(1)}) d\sigma_{ij}^{(1)}. \quad (15)$$

Для двухточечной плоскости распределения двухточечный момент k -го порядка имеет вид

$$\langle \sigma_{ij}^{(1)k_1} \sigma_{\alpha\beta}^{(1)k_2} \rangle = \iint \sigma_{ij}^{(1)k_1} \sigma_{\alpha\beta}^{(2)k_2} f(\sigma_{ij}^{(1)}, \sigma_{\alpha\beta}^{(2)}) d\sigma_{ij}^{(1)} d\sigma_{\alpha\beta}^{(2)} \\ k = k_1 + k_2. \quad (16)$$

В практике наиболее часто применяются моменты первого порядка, или просто математические ожидания

$$\langle \sigma_{ij}^{(1)} \rangle = \int \sigma_{ij}^{(1)} f(\sigma_{ij}^{(1)}) d\sigma_{ij}^{(1)} \quad (17)$$

и второго порядка

$$\langle \sigma_{ij}^{(1)k_1} \sigma_{\alpha\beta}^{(1)k_2} \rangle = \iint \sigma_{ij}^{(1)k_1} \sigma_{\alpha\beta}^{(2)k_2} f(\sigma_{ij}^{(1)}, \sigma_{\alpha\beta}^{(2)}) d\sigma_{ij}^{(1)} d\sigma_{\alpha\beta}^{(2)}, \quad (18)$$

которые называются корреляционными функциями.

Часто целесообразно рассматривать функции тензора напряжений, которые определяются равенством

$$\sigma_{ij}^0 = \sigma_{ij} - \langle \sigma_{ij} \rangle. \quad (19)$$

и характеризуют отклонение случайного поля от математического ожидания. Тогда в качестве характеристик вводятся центральные моменты

$$\langle \sigma_{ij}^{o(1)} \sigma_{\alpha\beta}^{o(2)} \rangle = \iint \sigma_{ij}^{o(1)} \sigma_{\alpha\beta}^{o(2)} f(\sigma_{ij}^{(1)}, \sigma_{\alpha\beta}^{(2)}) d\sigma_{ij}^{(1)} d\sigma_{\alpha\beta}^{(2)}. \quad (20)$$

Они характеризуют среднеквадратичные отклонения напряжений от средних значений.

Рассмотренные статистические характеристики относятся к древесно-минеральному композиту как материалу в целом. Для оценки напряженного состояния в каждом компоненте целесообразно рассматривать условные статистические характеристики. Одной из наиболее важных является характеристика

$$f(\sigma_{ij}^{(1)} | \binom{(1)}{n}), \quad (21)$$

представляющая собой плотность распределения напряжений в точке $X^{(1)}$ при условии, что в этой точке находится компонент (n).

Условная плотность распределения (21) позволяет вычислить в компоненте n средние значения напряжений

$$\langle \sigma_{ij(n)} \rangle = \int \sigma_{ij} f(\sigma_{ij}^{(1)} |_{n}^{(1)}) d\sigma_{ij}^{(1)}, \quad (22)$$

а также дисперсии напряжений

$$\langle \sigma_{ij}^{02} \rangle = \int (\sigma_{ij} - \langle \sigma_{ij(n)} \rangle)^2 f(\sigma_{ij}^{(1)}) d\sigma_{ij}^{(1)}. \quad (23)$$

Если прочность компонента n при простом нагружении обозначить R_{ij}^n , то вероятность его разрушения определяется функцией

$$F(R_{ij}^n) = 1 - \int_0^{R_{ij}^n} f(\sigma_{ij}^{(1)} |_{n}^{(1)}) d\sigma_{ij}^{(1)}. \quad (24)$$

Часто вычислить условную плотность распределения напряжений весьма трудно и приходится оперировать только условным математическим ожиданием напряжений или средними напряжениями в компоненте. В этом случае условием начала разрушения компонента будет равенство

$$\langle \sigma_{ij(n)} \rangle = R_{ij}^n. \quad (25)$$

Если прочность заполнителя и вяжущего, а также связи между ними заранее определены, то увеличить несущую способность древесно-минерального композита можно путем уменьшения напряжений в менее прочном компоненте за счет увеличения напряжений в более прочном компоненте. Для этого необходимо определить зависимость напряжений в компонентах от геометрических параметров структуры с тем, чтобы, варьируя ими, найти максимальную несущую способность древесно-минерального композита.

Определение напряженного состояния в компонентах древесно-минерального композита связано с решением уравнений теории упругости. Зернистость структуры приводит к тому, что напряжения являются трехмерными. В связи с этим необходимо привлекать трехмерные уравнения теории упругости для кусочно-однородной среды. Решение задач теории упругости для кусочно-однородной среды в общем случае можно строить двумя методами. Первый метод основан на решении уравнений с постоянными коэффициентами для каждого компонента и сопряжении решений на границе раздела компонентов. Второй метод основан на решении уравнений с кусочно-постоянными коэффициентами для всей области.

Первый метод можно применить лишь для древесно-минерального композита с регулярной структурой. Если структура материала нерегулярная, то применяют второй метод, причем коэффициенты уравнений будут случайными функциями координат.

Библиографический список

1. Хорошун, Л.П. Методы теории случайных функций в задачах о макроскопических свойствах микрогетерогенных сред / Л.П. Хорошун // Прикладная механика. – 1978. – Т. 14. – № 2. – С. 3–17.
2. Хорошун, Л.П. О принципах построения теории механической прочности арболита / Л.П. Хорошун, А.С. Щербаков // Научные труды МЛТИ. – 1982. – Вып. 2. – С. 36–40.
3. Щербаков, А.С. Арболит (повышение качества и долговечности) / А.С. Щербаков. – М.: 1979. – 160 с.
4. Щербаков, А.С. Некоторые вопросы теории прочности и деформативности / А.С. Щербаков // Научные труды МЛТИ. – 1980. – Вып. 127. – С. 5–20.

НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ТРЕХСЛОЙНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С МАТЕРИАЛОМ СРЕДНЕГО СЛОЯ ИЗ ФИБРОЦЕМЕНТНОЙ МАССЫ

В.И. ЗАПРУДНОВ, проф. каф. геодезии и строительного дела МГУЛ, д-р техн. наук,
А.С. ЩЕРБАКОВ, проф. каф. безопасности жизнедеятельности МГУЛ, д-р техн. наук

zaprudnov@mgul.ac.ru; scherb@mgul.ac.ru

В малоэтажном домостроении получили распространение трехслойные несущие конструкции стен (панели), у которых обшивки выполнены из древесноплитных материа-

лов (ДСП, ДВП, ЦСП, фанеры и др.), несущий каркас из древесины хвойных пород, а материал среднего слоя из фиброцементной массы [1].

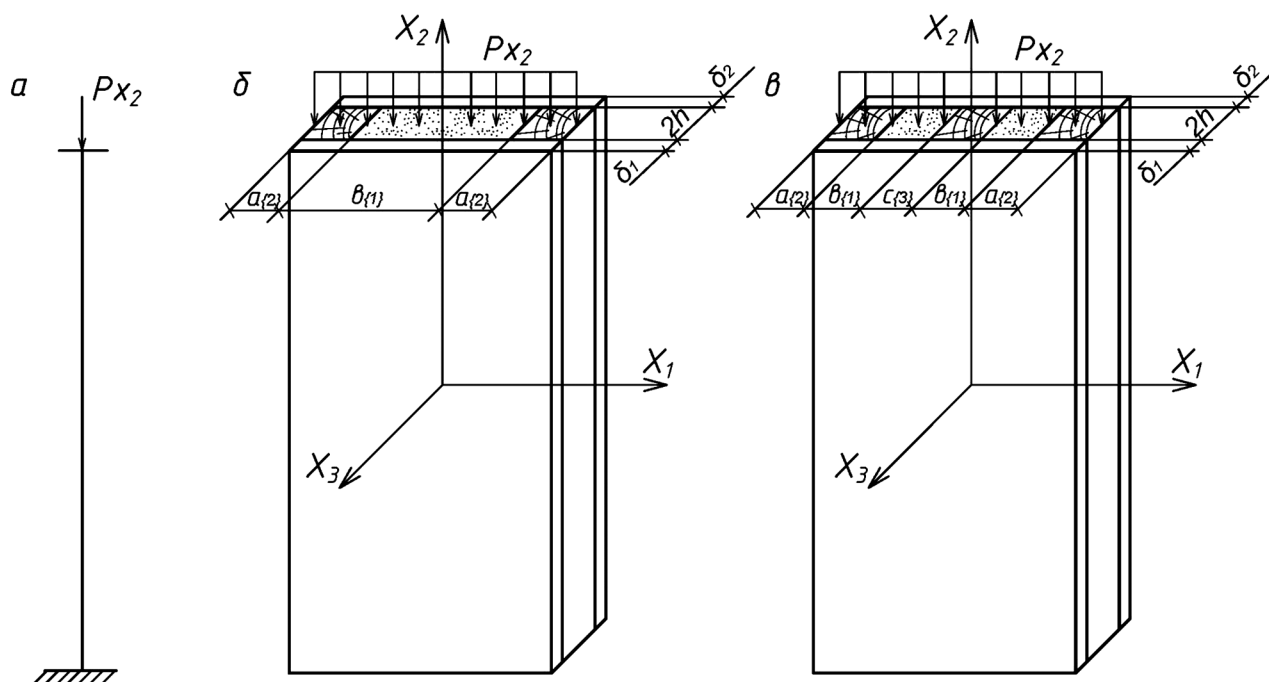


Рисунок. Расчетные схемы панелей при продольном сжатии: *a* – схема действия нагрузки; *б* – расчетная схема панели по варианту 1; *в* – расчетная схема панели по варианту 2; {1}, {2}, {3} – номера выделенных элементов

У панелей с несущим деревянным каркасом, обшивками из древесноплитных материалов с теплоизоляционно-конструкционным средним слоем из фиброцементной массы, связанной с материалом обшивки и каркаса, эксплуатационная нагрузка воспринимается деревянным каркасом. Обшивка и материал среднего слоя воспринимают лишь часть эксплуатационной нагрузки и служат для придания всей конструкции жесткости, перераспределяя напряжения, возникающие в ребрах панелей.

Теоретически исследовать напряженное состояние таких панелей возможно методами теории упругости. Однако решение данной конкретной задачи со сложным характером напряженного состояния на основе трехмерных уравнений теории упругости связано с весьма существенными математическими трудностями. С учетом этого в работе приводится достаточно точное для практических целей решение задачи. В решении использованы некоторые результаты ранее выполненных исследований многослойных пластин [2, 3].

При теоретическом исследовании работы конструкций руководствовались следующими предпосылками:

- 1) нормальные усилия, возникающие в конструкциях, воспринимаются продольными ребрами, обшивками и материалом среднего слоя;
- 2) деформации продольных ребер, обшивок и материала среднего слоя одинаковы;
- 3) расстояние между обшивками при нагружении не меняется.

Рассмотрим два варианта конструктивного решения стеновой панели с материалом среднего слоя из фиброцементной массы (рисунок).

Для описания линейного напряженного состояния панели, находящейся под воздействием продольных статистических нагрузок, с помощью аналитических зависимостей разделим поперечное сечение на элементы {1}, {2}, {3}.

Оси декартовых координат X_1 , X_2 расположим в срединной плоскости панели, а ось X_3 направим по нормали к ней. Будем считать, что главные оси слоев совпадают с осями координат.

Трехслойная панель по варианту 1. В данной схеме конструктивного решения отношение шага продольных ребер к пролету панели равно $B/L = 0,4$ (рис., б).

При продольном сжатии параметры напряженного состояния панели зависят от одной координаты, в качестве которой выберем X_3 .

Тогда изгибная жесткость элементов (1) и (2) трехслойной панели в плоскости X_2 X_3 может быть определена в результате интегрирования по координате X_3 в пределах $(-h - \delta_2, h + \delta_1)$,

$$D = \int_{-h-\delta_2}^{h+\delta_1} EX_3^2 dX_3, \quad (1)$$

В соответствии с зависимостью (1) запишем выражения для определения изгибной жесткости элементов {1} и {2} для трехслойной панели с обшивками из разных материалов и разной толщины

$$D_{\{1\}} = \int_{-h-\delta_2}^{-h} E_{02} X_3^2 dX_3 + \int_{-h}^h E_{cp} X_3^2 dX_3 + \int_h^{h+\delta_1} E_{01} X_3^2 dX_3, \quad (2)$$

$$D_{\{2\}} = \int_{-h-\delta_2}^{-h} E_{02} X_3^2 dX_3 + \int_{-h}^h E_p X_3^2 dX_3 + \int_h^{h+\delta_1} E_{01} X_3^2 dX_3, \quad (3)$$

Интегрируя зависимость (2) и (3) по координате X_3 в пределах $(-h - \delta_2, h + \delta_1)$, получим выражение для определения изгибной жесткости элементов {1} и {2}

$$D_{\{1\}} = \frac{1}{3} E_{02} [3h\delta_2(h + \delta_2) + \delta_2^3] + \frac{2}{3} E_{cp} h^3 + \frac{1}{3} E_{01} [3h\delta_1(h + \delta_1) + \delta_1^3]; \quad (4)$$

$$D_{\{2\}} = \frac{1}{3} E_{02} [3h\delta_2(h + \delta_2) + \delta_2^3] + \frac{2}{3} E_p h^3 + \frac{1}{3} E_{01} [3h\delta_1(h + \delta_1) + \delta_1^3]. \quad (5)$$

Интегрируя зависимость (1) по координате X_1 в пределах $(-a - b/2, a + b/2)$, получаем выражение для определения средней изгибной жесткости панели на единицу ее ширины

$$\bar{D} = \frac{1}{2a+b} \int_{-a-b/2}^{a+b/2} dX_1 \int_{-h-\delta_2}^{h+\delta_1} EX_3^2 dX_3, \quad (6)$$

Подставляя (4), (5) в (6) и интегрируя, получаем выражение для средней изгибной жесткости панели при $\delta_1 \neq \delta_2$

$$\bar{D}_{\delta_1 \neq \delta_2} = \frac{1}{3(2a+b)} \{ [E_{02} [3h\delta_2(h + \delta_2) + \delta_2^3] + E_{01} [3h\delta_1(h + \delta_1) + \delta_1^3]] (2a+b) + 2h^3(2aE_{pp} + bE) \}. \quad (7)$$

В случае однородных по материалу и одинаковых по толщине ($\delta_1 = \delta_2$) обшивок панели выражение (7) примет вид

$$\bar{D}_{\delta_1 = \delta_2} = \frac{2}{3(2a+b)} \{ E_0 [3h\delta(h + \delta) + \delta^3] (2a+b) + h^3(2aE_p + bE_{cp}) \}. \quad (8)$$

Усредняя закон Гука ($\sigma = \epsilon \cdot E$) по площади поперечного сечения (ΔF), получим выражение для определения приведенного модуля упругости панели в направлении оси X_2

$$E_{cp} = \frac{1}{\Delta F} \int_{\Delta F} E dF. \quad (9)$$

Для определения приведенного модуля упругости панели при $\delta_1 \neq \delta_2$ интегрируем выражение (9) по ΔF и получим

$$E_{np_{\delta_1 \neq \delta_2}} = \frac{[(2a+b)(\delta_1 E_{01} + \delta_2 E_{02})]}{(2a+b)[(\delta_1 + \delta_2) + 2h]} + \frac{2h(2aE_p + bE_{cp})}{(2a+b)[(\delta_1 + \delta_2) + 2h]}. \quad (10)$$

При однородных по материалу и одинаковых по толщине ($\delta_1 = \delta_2$) обшивках имеем

$$E_{np_{\delta_1 = \delta_2}} = \frac{2(2a+b)\delta E_0 + 2h(2aE_p + bE_{cp})}{2(2a+b)(\delta + h)}. \quad (11)$$

Трехслойная панель по варианту 2. В данной схеме конструктивного решения отношение шага продольных ребер к пролету панели равно $V/L=0,2$ (рис. 6).

Проведем аналогичные рассуждения и выведем формулы для определения средней изгибной жесткости и приведенного модуля упругости сечения панели.

Используем зависимость (1) для записи выражений изгибной жесткости элементов {1}, {2}, {3} трехслойной панели с обшивками из разных материалов и разной толщины

$$D_{\{1\}} = \int_{-h-\delta_2}^{-h} E_{02} X_3^2 dX_3 + \int_{-h}^h E_{cp} X_3^2 dX_3 + \int_h^{h+\delta_1} E_{01} X_3^2 dX_3; \quad (12)$$

$$D_{\{2\}} = \int_{-h-\delta_2}^{-h} E_{02} X_3^2 dX_3 +$$

$$+ \int_{-h}^h E_p X_3^2 dX_3 + \int_{-h}^{h+\delta_1} E_{01} X_3^2 dX_3; \quad (13)$$

$$D_{\{3\}} = \int_{-h}^{h+\delta_1} E_{02} X_3^2 dX_3 + \int_{-h}^h E_p X_3^2 dX_3 + \int_{-h-\delta_2}^{h+\delta_1} E_{01} X_3^2 dX_3; \quad (14)$$

Интегрируя зависимость (12–14) по координате X_3 в пределах $(-h - \delta_2, h + \delta_1)$, получаем выражения для определения жесткости элементов $\{1\}$, $\{2\}$, $\{3\}$

$$D_{\{1\}} = \frac{1}{3} E_{02} [3h\delta_2(h + \delta_2) + \delta_2^3] + \frac{2}{3} E_{cp} h^3 + \frac{1}{3} E_{01} [3h\delta_1(h + \delta_1) + \delta_1^3]; \quad (15)$$

$$D_{\{2\}} = \frac{1}{3} E_{02} [3h\delta_2(h + \delta_2) + \delta_2^3] + \frac{2}{3} E_p h^3 + \frac{1}{3} E_{01} [3h\delta_1(h + \delta_1) + \delta_1^3]; \quad (16)$$

$$D_{\{3\}} = \frac{1}{3} E_{02} [3h\delta_2(h + \delta_2) + \delta_2^3] + \frac{2}{3} E_p h^3 + \frac{1}{3} E_{01} [3h\delta_1(h + \delta_1) + \delta_1^3]; \quad (17)$$

Для определения средней изгибной жесткости панели на единицу ее ширины интегрируем зависимость (1) по координате X_1 в пределах $(-a - b - c/2, a + d + c/2)$, получим

$$\bar{D} = \frac{1}{2a + 2b + c} \int_{-a-b-c/2}^{a+b+c/2} dX_1 \int_{-h-\delta_2}^{h+\delta_1} E X_3^2 dX_3. \quad (18)$$

После подстановки (15–17) в (18) и интегрирования получим выражение для определения средней изгибной жесткости панели при $\delta_1 \neq \delta_2$.

$$\bar{D}_{\delta_1 \neq \delta_2} = \frac{1}{3(2a + 2b + c)} \{ \{ E_{02} [3h\delta_2(h + \delta_2) + \delta_2^3] + E_{01} [3h\delta_1(h + \delta_1) + \delta_1^3] \} (2a + 2b + c) + 2h^3 (2aE_p + cE_p + 2bE_{cp}) \}. \quad (19)$$

При $\delta_1 = \delta_2$ выражение (19) примет вид

$$\bar{D}_{\delta_1 = \delta_2} = \frac{2}{3(2a + 2b + c)} \{ E_c [3h\delta(h + \delta) + \delta^3] (2a + 2b + c) + h^3 (2aE_p + cE_p + 2bE_{cp}) \}. \quad (20)$$

Приведенный модуль упругости панели при $\delta_1 \neq \delta_2$ определим, интегрируя выражение по площади поперечного сечения (ΔF), получим

$$E_{np\delta_1 \neq \delta_2} = \frac{[(2a + b + c)(\delta_1 E_{01} + \delta_2 E_{02})]}{(2a + b + c)[(\delta_1 + \delta_2) + 2h]} + \frac{2h(2aE_p + cE_p + 2bE_{cp})}{(2a + b + c)[(\delta_1 + \delta_2) + 2h]}. \quad (21)$$

При $\delta_1 = \delta_2$ имеем

$$E_{np\delta_1 = \delta_2} = \frac{2(2a + b + c)\delta E_{01}}{2(2a + b + c)(\delta + h)} + \frac{2h(2aE_p + cE_p + 2bE_{cp})}{2(2a + b + c)(\delta + h)}. \quad (22)$$

Для определения нормальных приведенных напряжений, возникающих на единице ширины панели при $\delta_1 \neq \delta_2$, разделим значение величины продольной нагрузки на площадь поперечного сечения панели, получим

$$\sigma_{np} = \frac{P}{2h + (\delta_1 + \delta_2)}, \quad (23)$$

при $\delta_1 = \delta_2$

$$\sigma_{np} = \frac{P}{2(h + \delta)}, \quad (24)$$

Нормальные напряжения, возникающие в элементах трехслойных панелей по вариантам 1 и 2, определяются по формулам: в продольных ребрах

$$\sigma_p = \frac{E_p}{E_{np}} \sigma_{np}; \quad (25)$$

в обшивках

$$\sigma_{01(2)} = \frac{E_{01(2)}}{E_{np}} \sigma_{np}; \quad (26)$$

в материале среднего слоя

$$\sigma_{cp} = \frac{E_{cp}}{E_{np}} \sigma_{np}; \quad (27)$$

Для получения расчетных значений нормальных напряжений в элементах панели (продольных ребрах, обшивках, материале среднего слоя) по формулам (25–27) необходимо подставить в них соответствующие значения приведенного модуля упругости (10), (11) или (21), (22), а также значения приведенных нормальных напряжений по формулам (23), (24). Для представления полученных формул в виде таблиц или номограмм проведем их анализ, для чего возьмем одну из них и выпишем все входящие в нее переменные

$$\sigma_p = \frac{E_p \frac{P}{2h + (\delta_1 + \delta_2)} \times [(2a + 2b + c)[(\delta_1 + \delta_2) + 2h]}{2(2a + 2b + c)(\delta_1 E_{01} + \delta_2 E_{02}) + 2h(2aE_p + cE_p + 2bE_{cp})}. \quad (28)$$

Из приведенной формулы следует, что напряжение σ_p является функцией одиннадцати переменных, то есть $\sigma_p = f(a, b, c, \delta_1, \delta_2, h, E_p, E_{01}, E_{02}, E_{cp}, P)$.

Построение таблиц или номограмм для одиннадцати переменных является нецелесообразным.

Полученные выражения для определения нормальных напряжений при продольном сжатии не представляют особых трудностей для вычислений и могут быть использованы в расчетах при проектировании трехслойных стеновых конструкций с материалом среднего слоя из фиброцементной массы.

Условные обозначения:

- a – ширина крайних продольных ребер, см;
- c – ширина среднего продольного ребра, см;
- v – шаг продольных ребер или ширина материала среднего слоя, см;
- δ_1, δ_2 – толщины обшивок, см;
- $2h$ – высота ребер или сплошного среднего слоя, см;
- D – изгибная жесткость сечения панели, Н см;
- E_p – модуль упругости продольного ребра, МПа;

$E_{01(\varepsilon)}$ – модуль упругости обшивки (в главном направлении), МПа;

E_{cp} – модуль упругости материала среднего слоя, МПа;

E_{np} – приведенный модуль упругости сечения панели, МПа;

p – продольная нагрузка на единицу ширины, Н/см;

σ_p – нормальные напряжения в продольном ребре, МПа;

$\sigma_{01(\varepsilon)}$ – нормальные напряжения в обшивках, МПа;

σ_{cp} – нормальные напряжения в материале среднего слоя, МПа;

σ_{np} – приведенное нормальное напряжение сечения панели, МПа.

Библиографический список

1. Запруднов, В.И. Прочность и деформации древесно-цементных материалов и трехслойных конструкций на их основе / В.И. Запруднов. – М.: МГУЛ, 2004. – 283 с.
2. Хорошун, Л.П. Прочность и деформативность арболита / Л.П. Хорошун, А.С. Щербаков. – Киев: Наукова думка, 1979.
3. Вольмир, А.С. Устойчивость деформативных систем / А.С. Вольмир. – М.: Наука, 1967.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕРЕВА НА СОБСТВЕННУЮ ФОРМУ И ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ СТВОЛА ДЕРЕВА

Г.А. ИВАНОВ, доц. каф. теории и конструирования машин МГУЛ, канд. техн. наук,
А.А. ШИПОВСКИЙ, асп. каф. теории и конструирования машин МГУЛ,
К.А. ИВАНОВ, инж. НПП «Мера»,
В.В. ШУМБАСОВ, инж. ООО «БЕКО»

caf-tkm@mgul.ac.ru

Свободными или собственными называют колебания, которые поддерживаются только силой упругости без подвода энергии извне [1–3]. Аналитическое выражение этих колебаний может быть получено из дифференциального уравнения Лагранжа, которое, в свою очередь, может быть записано, если известны действующие на движущееся тело силы. Вместе с тем следует иметь в виду, что упругая консольная балка, которая моделирует отдельно растущее дерево или дерево в насаждении, представляет собой систему с бесконечным числом степеней свободы, и

может совершать колебания различной формы. При этом совокупность амплитуд изогнутого ствола, соответствующих определенной собственной частоте, называется собственной формой колебаний.

При рассмотрении колебаний упругой консоли (ствола дерева) будем полагать, что материал однороден, изотропен и следует закону Гука. При этом массу кроны и ее взаимодействие с воздухом из рассмотрения исключаем. Рассматриваем только ствол. В случае консоли будем иметь систему из бесконечно большого числа частиц, между которыми

действуют силы упругости. Для определения положения такой системы требуется бесконечно большое число координат, и поэтому она имеет бесконечно большое число степеней свободы, так как за возможное перемещение можно принять любые малые перемещения, удовлетворяющие условию непрерывности, то есть отсутствию разрывов в нем. Именно поэтому консоль может иметь бесконечно большое число форм собственных колебаний. Для тонких стержней, какой является консоль древесного ствола растений, математическое описание можно существенно упростить.

В качестве исходного используем дифференциальное уравнение кривой изгиба, известной из сопротивления материалов, предполагая, что ствол имеет плоскость симметрии и что колебания происходят в этой плоскости [4, 5]. Направления осей и положительные направления изгибающих моментов и поперечных сил Q показаны на рис. 1.

$$EJ \frac{d^2 y}{dx^2} = -M, \quad (1)$$

где EJ – изгибная жесткость;

M – изгибающий в произвольном сечении момент.

Дважды дифференцируя уравнение (1), получаем

$$\frac{d^2}{dx^2} \left(EJ \frac{d^2 y}{dx^2} \right) = -\frac{dQ}{dx} = q. \quad (2)$$

Получили уравнение, представляющее дифференциальное уравнение изгиба стержня, нагруженного распределенной нагрузкой интенсивности q , которое можно использовать для получения уравнения поперечных колебаний. Для этого необходимо применить принцип Даламбера и представить себе, что колеблющийся стержень нагружен силами инерции, интенсивность которых изменяется вдоль стержня.

Сила инерции на единицу длины ствола дерева равна

$$q = -\rho \cdot F \cdot \frac{\partial^2 y}{\partial t^2}, \quad (3)$$

где ρ – плотность древесины ствола, кг/м³;

F – площадь поперечного сечения ствола, м², при координате x .

Рассматриваются только свободные колебания консоли, когда возмущающая сила

отсутствует. После внесения выражения (3) в дифференциальное уравнение изгиба стержня (2) получим дифференциальное уравнение движения

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(EJ \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right) + \rho F \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 0, \quad (4)$$

где J и F – некоторые функции аргумента x .

Из-за того, что представление нормальных функций через известные функции возможно лишь в частных случаях, для решения нашей задачи определения собственных частот колебаний применяем приближенный способ, известный как метод Рэля-Ритца. Для применения этого метода необходимо сделать некоторые предположения о форме кривой изгиба колеблющейся консоли. Тогда соответствующая частота найдется из рассмотрения энергии системы. Выбор определенной формы кривой изгиба в этом методе эквивалентен введению дополнительных связей, которые приводят заданную систему к системе с одной степенью свободы. Такие дополнительные связи могут только увеличить жесткость системы и тем самым несколько повысить получаемую по методу Рэля частоту колебаний по сравнению с ее истинным значением. Лучшие приближения для основной частоты, а также частот высших форм колебаний можно получить методом Ритца, который является дальнейшим развитием метода Рэля.

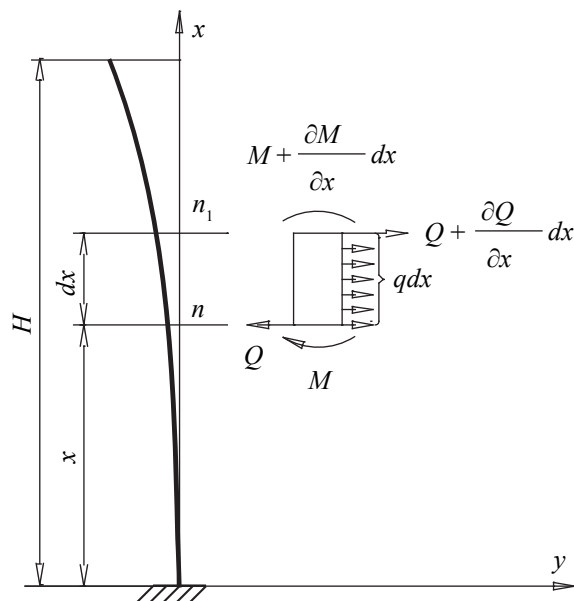


Рис. 1. Расчетная схема

При использовании этого метода нужно взять уравнение кривой изгиба, представляющее форму колебаний, с несколькими параметрами и величины последних выбрать так, чтобы обратить в минимум уравнение для частоты колебаний (6).

Используя метод Ритца, возьмем прогиб стержня при колебаниях в виде

$$y = X \cos \omega t, \quad (5)$$

где X – назначаемая функция аргумента x определяет форму колеблющегося ствола дерева;

ω – угловая частота колебаний.

При таком описании движение всех точек определяется одной функцией времени $\cos \omega t$, а перемещение y зависит от координаты x и времени t . Подставляя (5) в (4), получим выражения для наибольшей потенциальной энергии (ствол находится в крайнем отклоненном положении и $\cos \omega t = 1$) и наибольшей кинетической энергии (ствол находится в среднем положении и $\cos \omega t = 0$). Предполагая, что рассеяние энергии отсутствует, можно приравнять потенциальную и кинетическую энергии $V = T$, получим квадрат собственной частоты

$$\omega^2 = \frac{E \int_0^H J \left(\frac{d^2 X}{dx^2} \right)^2 dx}{\rho \int_0^H F X^2 dx}. \quad (6)$$

Поскольку форма изогнутой оси ствола при колебаниях заранее неизвестна, то вид функции $X(x)$ задается более или менее произвольно, естественно, что и решение будет приближенным. Точному решению для частоты основной формы колебаний соответствует минимум выражения (6). Чтобы получить приближенное значение частот, примем форму кривой изгиба в виде двухчленного ряда, который удовлетворяет условиям на концах стержня

$$X = a_1 \left(1 - \frac{x}{H} \right)^2 + a_2 \frac{x}{H} \left(1 - \frac{x}{H} \right)^2. \quad (7)$$

Из-за того, что мы берем только два члена в выражении ряда (7), мы налагаем определенные ограничения на возможные формы кривой изгиба ствола, и поэтому

вычисленная из (6) частота будет незначительно больше действительного значения частоты.

Для удобства описания ствола начало координат поместим в вершине. Для консольно-закрепленного стержня ствола с началом координат в вершине концевые условия имеют вид

$$1. \left(EJ \frac{d^2 X}{dx^2} \right)_{x=0} = 0; 2. \frac{d}{dx} \left(EJ \frac{d^2 X}{dx^2} \right)_{x=0} = 0;$$

$$3. (X)_{x=H} = 0; 4. \left(\frac{dX}{dx} \right)_{x=H} = 0.$$

Легко видеть, что каждый член ряда (7) и его производные по x обращаются в ноль при $x = H$. Это будет соответствовать выполнению условий на концах 3 и 4. Соответственно условия 1 и 2 при $x = 0$ так же будут выполняться в силу равенства $J = 0$ и $dJ/dx = 0$ при $x = 0$.

Подставляя ряд (7) в выражение (6) после дифференцирования по коэффициентам a_1 и a_2 и соответствующего преобразования, получим условие минимума в виде

$$\frac{\partial}{\partial a_n} \int_0^H \left[J \left(\frac{d^2 X}{dx^2} \right)^2 - \frac{\omega^2 F \rho}{E} X^2 \right] dx = 0. \quad (8)$$

Таким образом, задача приближенного вычисления частот собственных форм колебаний сводится к определению таких значений постоянных a_1 и a_2 в выражении (7), которые обращают в минимум интеграл

$$S = \int_0^H \left[J \left(\frac{d^2 X}{dx^2} \right)^2 - \frac{\omega^2 F \rho}{E} X^2 \right] dx. \quad (9)$$

Уравнения (8) однородны и линейны относительно a_1 и a_2 и их число равно числу членов в выражении (7). Чтобы получить отличные от нуля решения для a_1 и a_2 необходимо, чтобы определитель этих уравнений был равен нулю. Приравнявая к нулю определитель системы этих уравнений, получим условие, которое дает частотное уравнение, из которого можно вычислить частоты различных форм колебаний.

Рассмотрим ствол дерева, растущего в лесу, и используем для геометрического описания его профиля, при совмещении начала

координат с вершиной, аппроксимирующую формулу для радиуса ствола, предложенную Ивановым Г.А. в [6]

$$r = ax^\mu, \quad (10)$$

где a – постоянный коэффициент для данного ствола, $M^{1-\mu}$;

μ – показатель степени, как правило, дробная величина;

x – абсцисса сечения, м;

r – ордината образующей профиля ствола (радиус сечения с координатой x), м.

Момент инерции и площадь поперечного сечения ствола при задании его образующей формулой (10) будут

$$J = \frac{\pi r^4}{4} = \frac{\pi (ax^\mu)^4}{4}, \quad (11)$$

$$F = \pi r^2 = \pi (ax^\mu)^2. \quad (12)$$

Подставляем X , задаваемый выражением (7), а так же J формулой (11), а F формулой (12) в интеграл (9) преобразуем его и получим решение интеграла, которое следует сделать минимальным:

$$S = a^4 H^{(1+4\mu)} \frac{\pi}{H^4} \left[\frac{(a_1 - 2a_2)^2}{(1+4\mu)} + 3a_2 \frac{(a_1 - 2a_2)}{(1+2\mu)} + 9 \frac{a_2^2}{(3+4\mu)} \right] - 6\omega^2 a^2 \pi r H^{(1+2\mu)} \times \frac{(16a_2 a_1 \mu + 4a_2 a_1 \mu^2 + a_2^2 + 21a_1^2 + 3a_2^2 \mu + 7a_2 a_1 + 2a_2^2 \mu^2 + 13a_1^2 \mu + 2a_1^2 \mu^2)}{E \cdot (1+2\mu)(3+2\mu)(5+2\mu)(2+\mu)(1+\mu)(3+\mu)(7+2\mu)}. \quad (13)$$

Теперь из условий

$$\frac{\partial}{\partial a_1} S = 0, \quad \frac{\partial}{\partial a_2} S = 0 \quad (14)$$

получаем два линейных уравнения, которые преобразуем группируя относительно a_1 и a_2 :

$$\pi a^2 H^{(4\mu-3)} \left[\frac{2a^2}{(1+4\mu)} - \frac{6\omega^2 \rho H^{(4-2\mu)} (26\mu + 4\mu^2 + 42)}{EK} \right] \times \times a_1 + \pi a^2 H^{(4\mu-3)} \left[a^2 \left[\frac{-4}{(1+4\mu)} + \frac{3}{(1+2\mu)} \right] - \frac{6\omega^2 \rho H^{(4-2\mu)} (7+16\mu+4\mu^2)}{EK} \right] a_2 = 0, \quad (15)$$

где

$$K = (1+2\mu)(3+2\mu)(5+2\mu) \times (2+\mu)(1+\mu)(3+\mu)(7+2\mu)$$

$$\pi a^2 H^{(4\mu-3)} \left[a^2 \left[\frac{-4}{(1+4\mu)} + \frac{3}{(1+2\mu)} \right] - \frac{6\omega^2 \rho H^{(4-2\mu)} (16\mu + 4\mu^2 + 7)}{EK} \right] a_1 + \pi a^2 H^{(4\mu-3)} \left[a^2 \left[\frac{8}{(1+4\mu)} - \frac{12}{(1+2\mu)} + \frac{18}{(3+4\mu)} \right] - \frac{6\omega^2 a^2 \pi r H^{(1+2\mu)} (2+6\mu+4\mu^2)}{EK} \right] - \left[\pi a^4 H^{(4\mu-3)} \left[\frac{-4}{(1+4\mu)} + \frac{3}{(1+2\mu)} \right] - \frac{6\omega^2 a^2 \pi r H^{(1+2\mu)} (16\mu + 4\mu^2 + 7)}{EK} \right]^2 = 0. \quad (17)$$

$$f_1 = \frac{\omega_1}{2\pi} = \frac{\sqrt{10}}{20\pi} \times \left[- \left[-52\mu^2 - 8\mu - 51 + 2(596\mu^4 - 192\mu^3 + 867\mu^2 + 4\mu + 624) \right]^{1/2} \right] \times \times a^2 E \frac{(90 + 261\mu + 290\mu^2 + 155\mu^3 + 40\mu^4 + 4\mu^5)}{(32\mu^3 + 48\mu^2 + 22\mu + 3)} \times \frac{H^{(2\mu-4)}}{\rho} \Bigg]^{1/2}, \quad (18)$$

Уравнения (15) и (16) однородны и линейны относительно постоянных a_1 и a_2 , и их число равно числу членов в выражении (7). Приравниваем к нулю определитель системы этих уравнений

$$\left[\frac{2\pi a^4 H^{(4\mu-3)}}{(1+4\mu)} - \frac{6\omega^2 a^2 \pi r H^{(1+2\mu)} (26\mu + 4\mu^2 + 42)}{EK} \right] \times \times \left[\pi a^4 H^{(4\mu-3)} \left[\frac{8}{(1+4\mu)} - \frac{12}{(1+2\mu)} + \frac{18}{(3+4\mu)} \right] - \frac{6\omega^2 a^2 \pi r H^{(1+2\mu)} (2+6\mu+4\mu^2)}{EK} \right] - \left[\pi a^4 H^{(4\mu-3)} \left[\frac{-4}{(1+4\mu)} + \frac{3}{(1+2\mu)} \right] - \frac{6\omega^2 a^2 \pi r H^{(1+2\mu)} (16\mu + 4\mu^2 + 7)}{EK} \right]^2 = 0. \quad (17)$$

Из этого уравнения определяем квадраты частот ω_1^2 и ω_2^2 для первой и второй форм, которые после их преобразования из радиан в герцы будут

$$f_2 = \frac{\omega_2}{2\pi} = \frac{\sqrt{10}}{20\pi} \times \left[\left[52\mu^2 + 8\mu + 51 - 2(596\mu^4 - 192\mu^3 + 867\mu^2 + 4\mu + 624)^{1/2} \right] \times \right. \\ \left. \times a^2 E \frac{(90 + 261\mu + 290\mu^2 + 155\mu^3 + 40\mu^4 + 4\mu^5) H^{(2\mu-4)}}{(32\mu^3 + 48\mu^2 + 22\mu + 3) \rho} \right]^{1/2}. \quad (19)$$

Подставляя полученные из уравнения (17) последовательные корни ω_1^2 и ω_2^2 в уравнения (15) и (16), определим отношение a_2/a_1 для соответствующих форм колебаний в

предположении, что $a_1 = 1$. Таким образом, с точностью до постоянного множителя определяем коэффициенты в уравнении кривой изгиба ствола первой и второй формы

$$\frac{a_{1_2}}{a_{1_1}} = a_{1_2} = \frac{-\left[76\mu^3 + 352\mu^2 - 6(596\mu^4 - 192\mu^3 + 867\mu^2 + 4\mu + 624)^{1/2}(\mu + 3) + 145\mu + 444 \right]}{\left[76\mu^3 + 22\mu^2 + 160\mu - 3(596\mu^4 - 192\mu^3 + 867\mu^2 + 4\mu + 624)^{1/2}(2\mu + 1) + 84 \right]} \quad (20)$$

$$\frac{a_{2_2}}{a_{2_1}} = a_{2_2} = \frac{-\left[76\mu^3 + 352\mu^2 + 6(596\mu^4 - 192\mu^3 + 867\mu^2 + 4\mu + 624)^{1/2}(\mu + 3) + 145\mu + 444 \right]}{\left[76\mu^3 + 22\mu^2 + 160\mu + 3(596\mu^4 - 192\mu^3 + 867\mu^2 + 4\mu + 624)^{1/2}(2\mu + 1) + 84 \right]}. \quad (21)$$

Подставляя полученные в (20) значения коэффициентов $a_{1_1} = 1$ и a_{1_2} в уравнение

(7), получим кривую изгиба первой формы колебаний

$$X1 = -(x-H)^2 \frac{76\mu^3(x-H) + 22\mu^2(16x-H)}{H^3(1+2\mu)\left[38\mu^2 - 8\mu - 3(596\mu^4 - 192\mu^3 + 867\mu^2 + 4\mu + 624)^{1/2} + 84 \right]} + \\ + \frac{\left[6\mu(H-x) + 3(H-6x) \right] \left[596\mu^4 - 192\mu^3 + 867\mu^2 + 4\mu + 624 \right]^{1/2}}{H^3(1+2\mu)\left[38\mu^2 - 8\mu - 3(596\mu^4 - 192\mu^3 + 867\mu^2 + 4\mu + 624)^{1/2} + 84 \right]} - \\ - \frac{(160H - 145x)\mu - 84H + 444x}{H^3(1+2\mu)\left[38\mu^2 - 8\mu - 3(596\mu^4 - 192\mu^3 + 867\mu^2 + 4\mu + 624)^{1/2} + 84 \right]}. \quad (22)$$

Подставляя полученные в (21) значения коэффициентов $a_{2_1} = 1$ и a_{2_2} в уравнение

(7), получим кривую изгиба второй формы колебаний

$$X2 = -(x-H)^2 \frac{76\mu^3(x-H) + 22\mu^2(16x-H)}{H^3(1+2\mu)\left[38\mu^2 - 8\mu + 3(596\mu^4 - 192\mu^3 + 867\mu^2 + 4\mu + 624)^{1/2} + 84 \right]} + \\ + \frac{\left[6\mu(x-H) - 3(H-6x) \right] \left[596\mu^4 - 192\mu^3 + 867\mu^2 + 4\mu + 624 \right]^{1/2}}{H^3(1+2\mu)\left[38\mu^2 - 8\mu + 3(596\mu^4 - 192\mu^3 + 867\mu^2 + 4\mu + 624)^{1/2} + 84 \right]} - \\ - \frac{(160H - 145x)\mu - 84H + 444x}{H^3(1+2\mu)\left[38\mu^2 - 8\mu + 3(596\mu^4 - 192\mu^3 + 867\mu^2 + 4\mu + 624)^{1/2} + 84 \right]}. \quad (23)$$

Кроме того, для принятой для описания формы колебаний при $x = 0$ получаем, что коэффициент a_1 численно равен величине отклонения вершины в метрах как для первой, так и для второй формы колебаний при совмещении начала координат с вершиной.

Для березы и ели с параметрами, представленными в таблице, по формулам (22) и (23) были построены кривые первой и второй форм колебаний (рис.2), а по формулам (18)

и (19) – графики изменения частот в зависимости от параметров стволов деревьев.

Рассмотрим с помощью полученных многопараметрических зависимостей влияние коэффициента формы q_2 на форму кривой колебаний ствола и на частоты его колебаний; таксационных параметров ствола диаметра на высоте груди $d_{1,3}$ и высоты ствола H , а также механического параметра E – модуля упругости 1-го рода древесины ствола, физического пара-

Параметры стволов березы и ели

Параметры	Береза	Ель	Параметры	Береза	Ель
Плотность ρ , кг/м ³	402	833	Высота дерева H , м	3	22
Модуль упругости E , Па	$8 \cdot 10^9$	$14,5 \cdot 10^9$	Диаметр корневой шейки d_0 , мм	36,3	428
Показатель степени μ	0,769	0,622	Диаметр на середине высоты $d_{1/2}$, мм	13,5	270
Постоянный коэффициент для данного ствола a , м ^{1-μ}	$4,985 \cdot 10^{-3}$	0,03	Диаметр на высоте груди $d_{1,3}$, мм	13,6	400

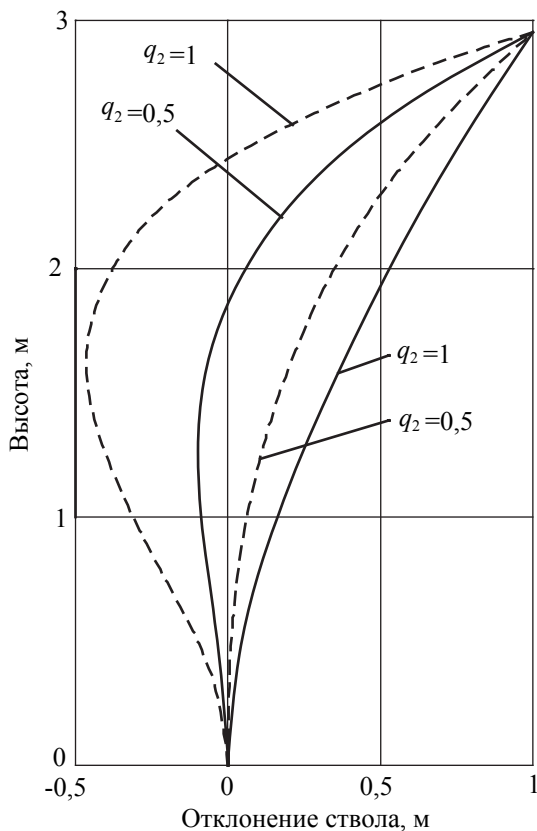


Рис. 2. Диапазон изменения форм колебаний ствола от коэффициента формы ствола

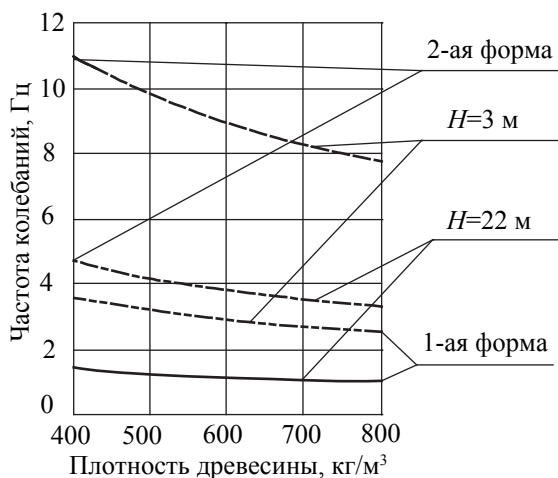


Рис. 5. Зависимость частоты колебаний ствола дерева от его плотности

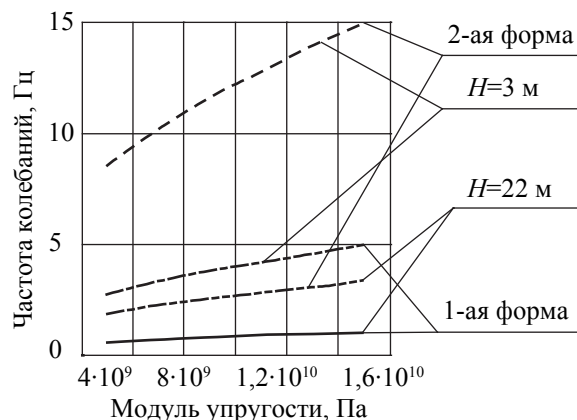


Рис. 3. Влияние модуля упругости на частоту колебаний ствола дерева

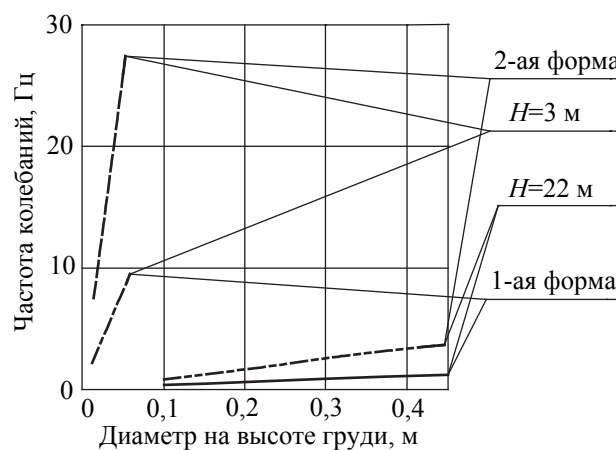


Рис. 4. Влияние диаметра на высоте груди на частоту колебаний ствола дерева

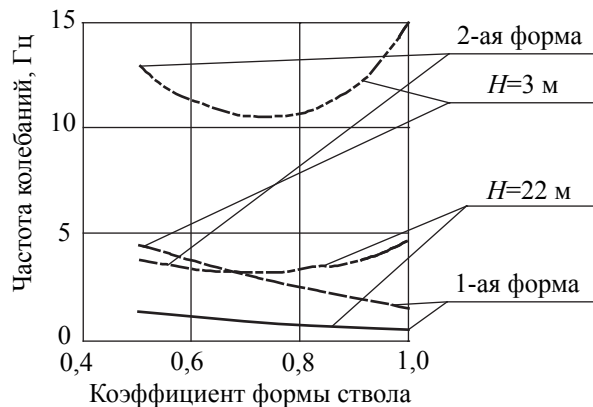


Рис. 6. Зависимость частоты колебаний ствола дерева от коэффициента формы ствола

метра ρ – средняя плотность древесины ствола на частоты колебаний первой и второй форм.

Из таксации известно, что с увеличением коэффициента формы q_2 растет его полндревесность, т.е. ствол становится все ближе по форме к цилиндру. Влияние коэффициента полндревесности на 1-ю и 2-ю формы колебаний показано на рис. 2, установлено, что с ростом полндревесности первая форма колебаний ствола менее изогнута, тогда как вторая форма более изогнута при большей величине полндревесности. Таким образом, заключаем, что конический ствол изгибается по первой форме более сильно, чем цилиндрический. Тогда как изгиб по второй форме у цилиндрического ствола выражен более выпукло, чем у ствола с коническим профилем.

На рис. 3 можно отметить, что с ростом модуля упругости древесины нелинейно увеличивается частота. Например, одинаковые стволы дуба и березы будут иметь разные частоты; березовый ствол будет иметь колебания с большей частотой. Колебания подростка обеих форм имеют большую частоту во всем диапазоне значений модуля упругости.

На рис. 4 показано, чем больше диаметр ствола на высоте груди при одной и той же высоте ствола, тем больше будет частота колебаний ствола первой и второй форм. Частота зависит линейно от диаметра, однако темп нарастания частоты определяется высотой дерева: дерево выше – темп нарастания частоты колебаний ниже.

На рис. 5 показано, что влияние плотности древесины на частоту колебаний нелинейное, убывает с увеличением плотности. Причем колебания второй формы больше, чем первой, во всем диапазоне плотности для обоих деревьев. Например, два одинаковых ствола у дуба будут иметь более высокие частоты колебаний в сравнении с осинкой или с ольхой. В то же время ствол березы даурской с $\rho = 570 \text{ кг/м}^3$ будет иметь ту же частоту колебаний, что и дуб черешчатый с $\rho = 570 \text{ кг/м}^3$ при одинаковом профиле ствола.

На рис. 6 показано, что дерево высотой 22 м имеет более низкие частоты колебаний для обеих форм, чем ствол высотой 3 м. У обоих стволов частоты второй формы име-

ют большие величины и носят ярко выраженный нелинейный характер. К тому же минимальные частоты колебаний у второй формы приходится как раз на область средних величин коэффициентов формы. А это значит, что большинство деревьев в лесу имеют минимальные колебания второй формы.

На рис. 7 показано, что крупное дерево имеет частоты колебаний обеих форм выше, чем подрост и частоты второй формы обоих деревьев выше, чем первой формы. При этом частоты обеих форм нелинейно уменьшаются с увеличением высоты дерева; изменение высоты дерева с 5 до 20 метров приводит к уменьшению колебаний в тринадцать раз. Следует иметь в виду, что более крупное дерево имеет коэффициент формы $q_2=0,675$, а меньшее $q_2=0,628$.

Изменение малых значений высот дерева, например с 5 до 10 метров, ведет к интенсивному падению частоты колебаний ствола дерева, тогда как дальнейшее увеличение высоты незначительно влияет на убывание частоты колебаний ствола дерева для обеих форм колебаний.

В результате проведенной работы теоретически установлена многопараметрическая зависимость между диаметром на уровне груди, высотой дерева ($d_{1,3}$, H – таксационные параметры дерева), коэффициентом формы ствола ($q_2 = d_{0,5}/d_{1,3}$), плотностью древесины ствола (ρ – физический параметр), модулем упругости первого рода древесины стволов деревьев (E – механический параметр) и ви-

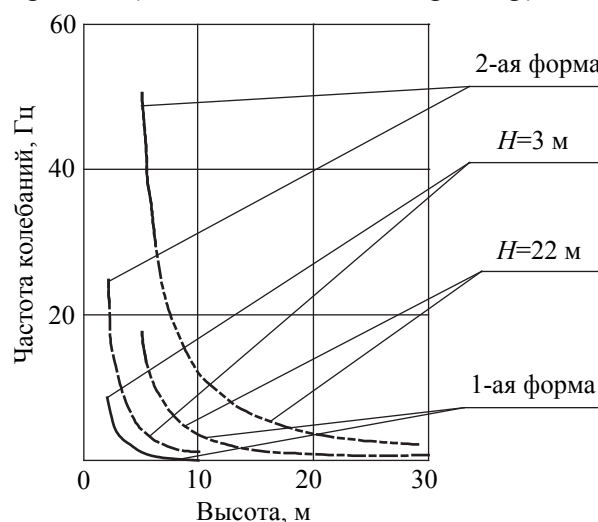


Рис. 7. Влияние высоты дерева на частоту колебаний ствола

дом форм колебаний ствола и собственными частотами колебаний первых двух основных форм колебаний. На графиках для двух деревьев березы и ели с конкретными параметрами показано, как влияет изменение одного из параметров при замороженных остальных на вид форм колебаний и характер изменения частоты рассматриваемых колебаний.

Библиографический список

1. Тимошенко, С.П. Колебания в инженерном деле / С.П. Тимошенко. – М.: Наука, 1967. – 444 с.
2. Пановко, Я.Г. Введение в теорию механических колебаний: уч. пособие. – 2-е изд., перераб. / Я.Г. Пановко. – М.: Наука, 1980. – 272 с.
3. Магнус, К. Колебания: Введение в исследование колебательных систем: перевод с нем. / К. Магнус. – М.: Мир, 1982, – 304 с.
4. Беляев, Н.М. Сопротивление материалов / Н.М. Беляев. – М., 1965. – 856 с.
5. Работнов, Ю.Н. Механика деформируемого твердого тела. – Уч. пособие для вузов. – 2-е изд., испр. / Ю.Н. Работнов. – М.: Наука, 1988. – 712 с.
6. Иванов, Г.А. Уравнения образующей профиля кроны и дерева в целом / Г.А. Иванов // Лесной вестник, – № 6. – М.: МГУЛ, 2000. – С. 197–201.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ И ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ПРОПИТАННЫХ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

О.А. КУНИЦКАЯ, доц. каф. технологии лесозаготовительных производств СпбГЛТА, канд. техн. наук,

В.Я. ШАПИРО, проф. каф. высшей математики СпбГЛТА, д-р техн. наук,

С.С. БУРМИСТРОВА, асп. каф. технологии лесозаготовительных производств СпбГЛТА,

И.В. ГРИГОРЬЕВ, проф. каф. технологии лесозаготовительных производств СпбГЛТА, д-р техн. наук

silver73@inbox.ru

Наиболее эффективным способом получения модифицированной древесины с достижением ее заданных свойств является одновременное обезвоживание, прессование и термическая обработка (сушка) ранее пропитанных различными составами, в частности раствором карбамида, образцов при высоких температурах [1, 2].

Характер и интенсивность деформирования образцов зависят от ряда исходных данных, а именно: условий размещения заготовок в пресс-формах, их начальной влажности W_0 , концентрации раствора карбамида C и прироста его массы Q , способов создания избыточного давления P , уровня заданного поля температур T , а также от формы и размеров инструментов прессования (штампов) в процессе их воздействия на массив древесины.

Основными технологическими параметрами, влияющими на конечные показатели модифицированной древесины, являются:

1) скорость прессования $V_n = h / \tau$, где h – величина перемещения штампа за опреде-

ленный интервал времени τ , обеспечивающая необходимую величину давления прессования P ; 2) температура сушки T ; 3) конечное время обработки t_k .

В качестве критерия эффективности технологических процессов принимают конечную плотность ρ образца (или его относительное уплотнение $\bar{\rho} = \rho / \rho_0$, где ρ_0 – начальная плотность пропитанной древесины до начала прессования) при заданной его влажности W , т.е. степени W необходимого обезвоживания. Все остальные показатели – прочность на сжатие, твердость, жесткость и др. корреляционными соотношениями связаны с параметрами ρ и W .

Величина ρ_0 зависит от плотности натуральной сухой древесины ρ_n , а также от W_0 , C и Q [2]. В частности для образцов березы при $\rho_n = 550\text{--}570$ кг/м³ после их пропитки в 20–30 %-ных растворах карбамида и достижении влажности $W_0 = 40\text{--}50$ % величина $\rho_0 = 720\text{--}760$ кг/м³.

Диапазон изменения конечных показателей ρ и W достаточно широк в зависимо-

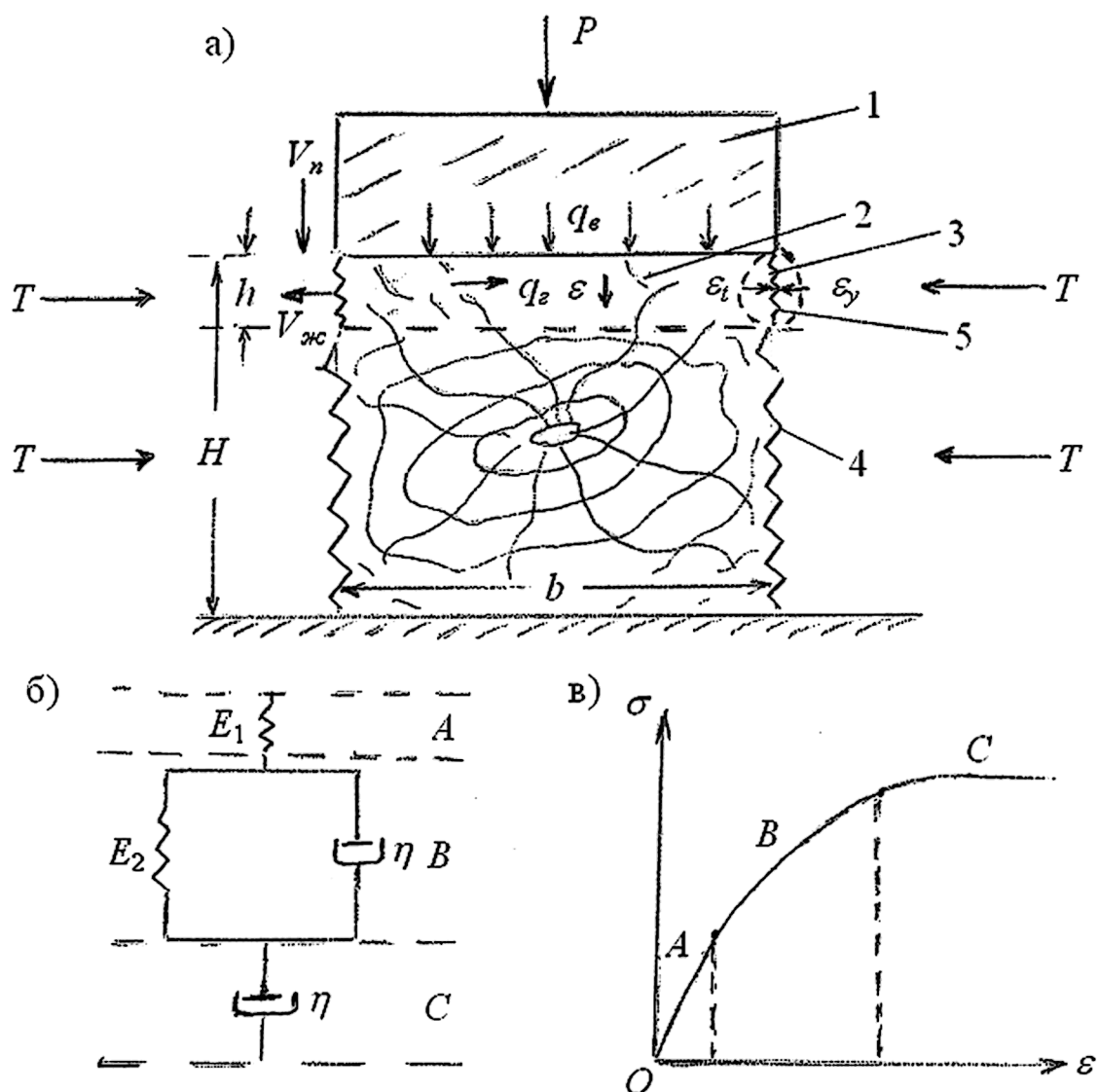


Рис. 1. Схема деформирования древесины в процессе прессования и сушки: а) модель фильтрационного тела; б) модель элемента среды; в) модель деформации среды

ти от технологических задач и целей (производство шпал, столбов, рудничной стойки и др.) и в среднем составляет для параметра ρ – от 900 до 1200 кг/м³, для W – от 2 до 10 %.

Для достижения этих показателей технологические параметры варьируют в весьма широких интервалах: скорость прессования V_n – в диапазоне от 0,2 до 20 мм/мин и соответствующее давление прессования P – от 0,5 до 2,5 МПа, температуру T – от 110 до 170°C, время обработки t_k – от 2 до 20 часов. Такие значительные границы интервалов обуславливают необходимость оптимизации указанных параметров с целью достижения заданных показателей получения модифицированной древесины.

Модель прессования прямоугольных образцов пропитанной и насыщенной влагой древесины под действием плоского штампа 1 без использования каких-либо пресс-форм представлена на рис. 1 а, где принято, что прессование слоя h образца древесины 2 высотой H и шириной b осуществляют поперек волокон в радиальном (r) направлении, совпадающем с направлением действия силы P с одновременной сушкой в заданном поле температур T .

В этом случае условием эффективного деформирования образца без увеличения его ширины b и разрушений элементов древесины 2 вплоть до заданных значений прессования является следующее требование

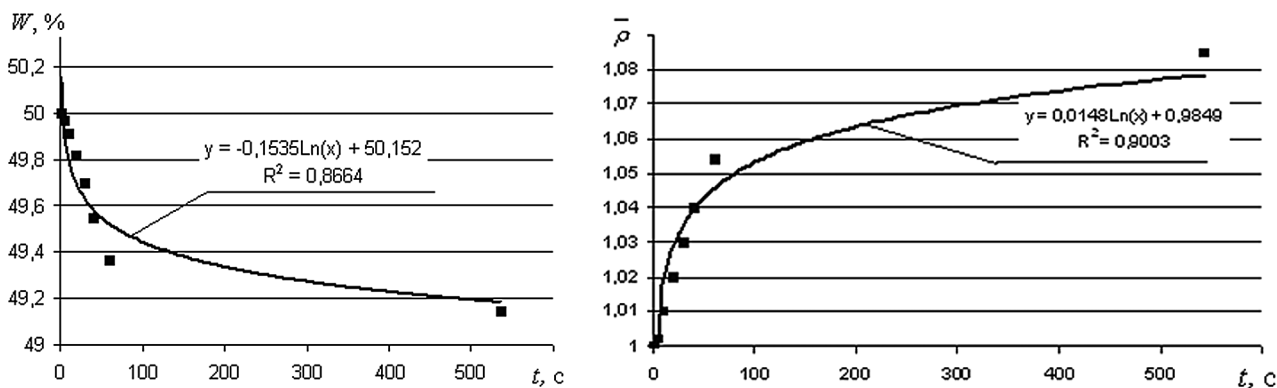


Рис. 2. Зависимости а) $W(t)$ и б) $\bar{\rho}(t)$

[2]: в течение необходимого и достаточного интервала времени t_0 эффективного обезвоживания образца древесины прессование в направлении r производят с такой скоростью V_n , при которой суммарная величина общей поперечной деформации ϵ_t краевой зоны образца 3 совпадает с величиной деформации усушки ϵ_y поперек волокон в тангенциальном направлении θ .

Под действием сжимающей нагрузки P слой h непосредственно под прессом испытывает вертикальное q_b и горизонтальное q_r давления, равные [3, 4]

$$q_s = \frac{Eh}{R \arctg\left(\frac{H-h}{R}\right)}; q_z = \mu q_s, \quad (1)$$

где R – параметр штампа

$$R = \frac{2b\left(1 + \frac{b}{H}\right)}{\sqrt{\pi}}, \quad \mu = \frac{\nu}{(1-\nu)}$$

В соотношении (1): μ – коэффициент бокового распора, ν – коэффициент Пуассона, E – модуль Юнга.

Расчеты параметров прессования и обезвоживания слоя древесины размером h в течение времени t_0 в поле высоких температур T были выполнены для условий деформирования поперек волокон в радиальном направлении r под плоским прессом образцов прогретой влажной березы, пропитанной 20–30 % водным раствором карбамида, при следующих исходных данных: скорость прессования $V_n = 1,4$ (мм/мин); $\alpha = 33,710^{-6}$ (1/град), где α – коэффициент линейного расширения

древесины, характеризующий увеличение единицы длины материала при нагревании на 1 град. С; $W_0 = 50\%$, $\rho_0 = 760$ кг/м³; $E = 126,9$ МПа; $\nu = 0,3$, $T = 140^\circ\text{C}$, $b = H = 0,13$ м, коэффициент усушки $K_y = 0,26$, площадь сечения микротверостей $s_k = 0,00264$ мм², динамическая вязкость жидкости $\gamma = 0,13417$ МПа·с.

Установлено, что в процессе перемещения пресса от $h=0$ до $h=1,4$ мм наблюдается линейный характер поведения зависимостей $q_b(h)$ и $t_0(h)$ и в момент времени $\tau = 60$ с достигнуты значения давления прессования $q_b = 1,506$ МПа, которое выдерживается постоянным в течение оптимального периода время обезвоживания $t_0 = 543$ с. За этот период в пределах слоя h происходит рост уплотнения массива $\bar{\rho}$ и снижение его влажности W в соответствии с данными, представленными на рис. 2.

Анализ логарифмических кривых свидетельствует о существовании двух участков – ветвей интенсивного и асимптотического затухания показателей $\bar{\rho}$ и W , причем сопряжение этих ветвей происходит в момент времени $t \approx 3 \tau = 180-200$ с.

Таким образом, за один цикл прессования ($N_u = 1$) в течение $t_0 = 543$ с относительное уплотнение достигло $\bar{\rho} = 1,085$, плотность древесины в пределах первого слоя $h = 1,4$ мм увеличилась с 760 до 825 кг/м³, а влажность уменьшилась с 50 до 49,15 %.

За пределами слоя h на некотором удалении $r \geq h$ давление прессования q_b вызывает в массиве древесины действие вертикальных σ_r и тангенциальных σ_θ напряжений, равных

$$\sigma_r = \frac{q_s}{(r/h)^n}, \quad \sigma_\theta = \mu \sigma_r. \quad (2)$$

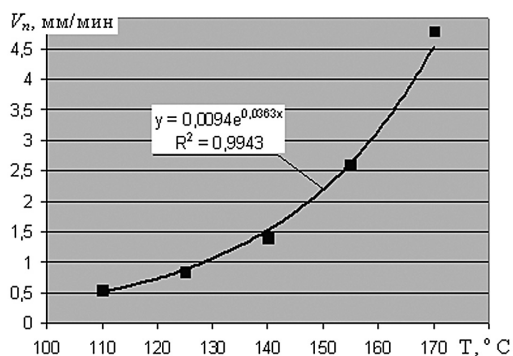


Рис. 3. Зависимость $V_n(T)$ для пропитанных образцов березы

Показатель степени n в формуле (2), как правило, 2 принимают равным 2 при решении задачи Буссинеска [3, 5], допуская тем самым, что напряжения затухают достаточно интенсивно с ростом расстояния r .

Однако характер затухания напряжений для сред с внутренним трением, а к ним следует отнести и массив древесины, лучше описывать коэффициентом n , равным

$$n = \chi - \mu, \quad (3)$$

где $\chi=3$ – для сферического фронта напряжений, $\chi=2$ – для цилиндрического и $\chi=1$ – для плоского [6, 7].

Таким образом, для оценки напряженно-деформированного состояния массива древесины под действием плоского штампа принимаем $n=1-\mu$. В частности, для $\nu=0,3$ и $\mu=0,43$ величина $n=0,57$, т.е. затухание плоского фронта напряжений в материале образца с удалением от поверхности пресса происходит достаточно медленно.

В соответствии с (2) при $n=1-\mu$ произведена оценка вертикальных напряжений σ_r , действующих в массиве древесины за пределами слоя h в направлении r , по мере изменения относительного расстояния $\bar{r}=r/h$ от 1 до 4. Анализ показал, что сжимающие напряжения даже на удалении от штампа на величину $\bar{r}=4$ являются весьма существенными ($\sigma_r \approx 0,7$ МПа) и внесут существенный вклад в процесс прессования и обезвоживания древесины.

Моделирование процесса прессования и обезвоживания древесины в поле высоких температур показало, что для обеспечения оптимальных условий процесса деформирования древесины необходимо, чтобы ско-

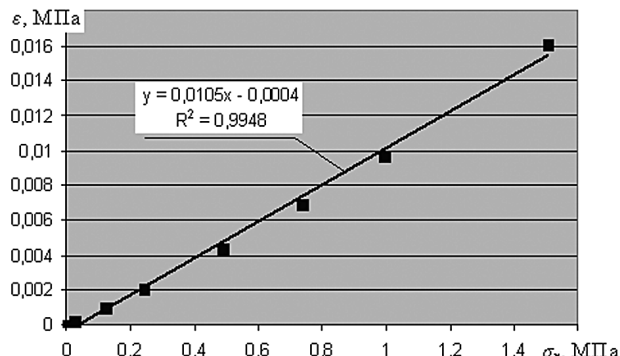


Рис. 4. Зависимость общей деформации древесины от действующих сжимающих напряжений

рость прессования соответствовала уровню температур.

На рис. 3 представлена зависимость V_n от T , которая свидетельствует о нелинейном росте скорости прессования с увеличением температуры термической обработки образца, причем наиболее интенсивный рост наблюдается при достижении уровня термообработки $T \geq 140^\circ \text{C}$.

На втором цикле обработки образца древесины ($N_{\text{ц}}=2$), выдерживая давление прессования постоянным и равным $q_b=1,506$ МПа, математическая модель воспроизводит все вышеперечисленные операции и расчеты, однако учитывается то обстоятельство, что в пределах очередного слоя h массив был ранее подвержен общим деформациям ϵ от действия сжимающих напряжений σ_r , которые оказали дополнительное влияние на процесс прессования и обезвоживания.

На рис. 4 представлена зависимость деформации ϵ от величины σ_r . Основываясь на полученных данных при исследовании напряженно-деформированного состояния массива в пределах следующего слоя h для исходных данных: $r=2$, $q_b=1,506$ МПа и $\mu=0,43$ по формуле (2) получим величину сжимающих напряжений $\sigma_r=1,015$ МПа, которые по завершении первого цикла ($N_{\text{ц}}=1$) обуславливают действие дополнительных общих деформаций элемента массива $\Delta\epsilon=0,0103$ и соответствующее его дополнительное уплотнение $\Delta\bar{\rho}=\Delta\epsilon+1=1,01$. Таким образом, суммарная величина относительного уплотнения второго слоя составит $\bar{\rho}=1,085+\Delta\epsilon=1,095$.

Исследования прессования массива при последующих циклах позволили устано-

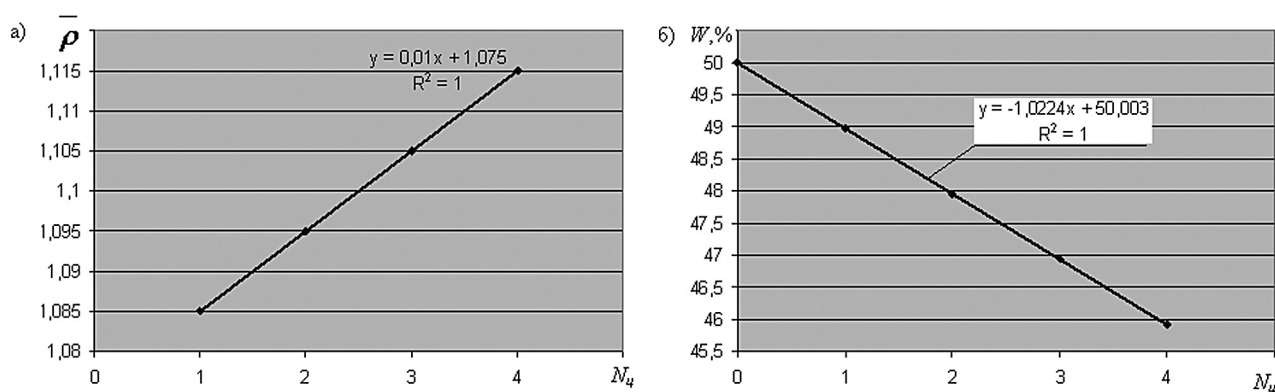


Рис. 5. Зависимость уплотнения массива и его влажности от числа циклов прессования и обезвоживания

вить линейный характер поведения функции $\bar{\rho} (N_u)$, представленной на рис. 5 а

$$\bar{\rho} = 1,075 + 0,01N_u \quad (4)$$

Аналогично, исследования по снижению влажности W очередного слоя массива по мере роста числа циклов N_u прессования и обезвоживания (рис.5 б) позволили получить зависимость

$$W = 50 - 1,0224N_u \quad (5)$$

В частности, задавшись показателем конечной влажности древесины $W = 10 \%$, с помощью (5) получим $N_u = 39$, что соответствует времени обработки образца $t_k = N_u t_o = 39 \cdot 543 / 3600 = 5,9$ час, после чего с помощью (4) оценим достигаемое уплотнение массива $\bar{\rho} = 1,465$ или его конечную плотность $\rho = 1113 \text{ кг/м}^3$.

При необходимости обеспечить более низкие значения влажности, например $W = 5 \%$, соотношения (4) и (5) дают следующие расчетные показатели $N_u = 44$, $t_k = 6,6$ час, $\bar{\rho} = 1,515$ или $\rho = 1152 \text{ кг/м}^3$.

Таким образом, требование снижения конечной влажности образца в два раза (с 10 до 5 %) при прочих равных условиях и весьма близких (отличие менее 3,5 %) показателях его уплотнения обуславливает незначительное увеличение времени обработки (на 11,5–12 %).

Этот вывод в целом соответствует рекомендациям [2], где сфера применения модифицированного образца дестампа на основе березы определяет широкий диапазон изменения конечной плотности $\rho = 800 - 1200 \text{ кг/м}^3$ при крайне узком диапазоне изменения конечной влажности $W = 4,8 - 5 \%$.

Как показали результаты моделирования, фактор температуры термообработки древесины с учетом взаимосвязи параметров

T и V_n оказывает существенное влияние на величины t_o и N_u .

Выявленные закономерности процессов прессования и обезвоживания, а также полученные корреляционные соотношения с достаточно высокими значениями коэффициента детерминации ($R^2 \geq 0,9$) позволили произвести расчет конечных технологических показателей при вариации влажности W , уплотнении $\bar{\rho}$ и температуры T (рис.8).

Статистическая обработка полученных данных позволила установить уравнения линейной множественной регрессии

$$t_k(\bar{\rho}, W, T) = (k_1 W + k_2 \bar{\rho})(k_3 T + k_4), \quad (6)$$

причем уплотнение

$$\bar{\rho} = k_5 T + k_6 W + k_7. \quad (7)$$

Для определения условного экстремума функции (6) вдоль поверхности связи (7) осуществлен поиск экстремума функции Лагранжа

$$L(\bar{\rho}, W, T, \lambda) = (k_1 W + k_2 \bar{\rho})(k_3 T + k_4) - \lambda(\bar{\rho} - k_5 T - k_6 W - k_7), \quad (8)$$

где λ – множитель Лагранжа.

Применительно к принятым условиям расчета значения коэффициентов k_i состав $k_1 = -0,561$; $k_2 = 7,98$; $k_3 = -0,0186$; $k_4 = 3,607$; $k_5 = 0,0032$; $k_6 = 0,0135$; $k_7 = 0,882$.

Для оптимизации технологического процесса, задавшись целевой функцией $t_k \rightarrow \min$, приходим к решению систему уравнений

$$\begin{aligned} \frac{\partial L}{\partial \rho} &= k_2(k_3 T + k_4) - \lambda = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial W} &= k_1(k_3 T + k_4) + \lambda k_6 = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial T} &= \lambda k_5 + k_3(k_1 W + k_2 \bar{\rho}) = 0 \\ \frac{\partial L}{\partial \lambda} &= k_5 T + k_6 W + k_7 - \bar{\rho} = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

Результатов опытных и теоретических данных

Показатели	Опытные данные	Расчетные данные
Исходная плотность, кг/м ³	620	620
Содержание карбамида, %	9	9
Конечная влажность, %	10	10
Температура термообработки, °С	160	160
Конечная плотность, кг/м ³	900	948
Время прессования и обезвоживания, час	4	4,8

при технологических ограничениях

$$\begin{aligned} 1,2 \leq \bar{\rho} \leq 1,8; \\ 2 \leq W \leq 12; \\ 110 \leq T \leq 170. \end{aligned} \quad (10)$$

В итоге установлено, что точкой условного экстремума функции (6), в частности для расчетных коэффициентов k_p , является точка $M_0(1,561; 10; 170)$, а необходимое и достаточное время обработки образца составило $t_k=3,7$ час. При этом достигается плотность древесины $\rho=1186$ кг/м³ и ее влажность $W=10$ %.

Для сравнения и анализа полученных результатов обратимся к технологии получения термопластичной древесины [8], где в результате предварительного обезвоживания заготовок до 40 %, их прогрева до 132°С (температура перехода карбамида в биурет) и термической обработке при $T=170$ °С прессование под давлением $q_b=2,5$ МПа в течение 2 час обеспечило снижение влажности до 8–12 % и плотности до 1200 кг/м³.

Оптимизация параметров прессования с помощью предложенной математической модели для исходных данных [8] свидетельствует о том, что аналогичные показатели модифицированной древесины достигаются при необходимом расчетном времени обработки $t_k=1,8$ час, что вполне удовлетворительно совпадает с опытными данными.

В работе [2] для производства штучного паркета опытным путем установлены оптимальные значения технологических параметров прессования и обезвоживания, которые сведены в таблицу, которая дополнена расчетными показателями, полученными в результате математического моделирования.

Сравнение данных таблицы свидетельствует об их удовлетворительном соответствии, в первую очередь при прогнозировании основного показателя получения модифицированной древесины – ее конечной плотности при заданной влажности образцов.

Таким образом, разработанная математическая модель позволяет на стадии предварительных теоретических оценок определить оптимальные параметры процесса уплотнения пропитанной древесины в процессе ее прессования, обезвоживания и сушки.

Библиографический список

1. Пятакин, В.И. Техническая гидродинамика древесины / В.И. Пятакин, Ю.Г. Тишкин, С.М. Базаров. – М.: Лесная пром-сть, 1990. – 304 с.
2. Шамаев, В.А. Физико-механическое модифицирование древесины / В.А. Шамаев. – Воронеж: ВГЛТА, 2003. – 260 с.
3. Агейкин, Я.С. Вездеходные колесные и комбинированные движители / Я.С. Агейкин. – М.: Машиностроение, 1972. – 184 с.
4. Шапиро, В.Я. Влияние сдвиговых деформаций на процесс циклического уплотнения почвы / В.Я. Шапиро, И.В. Григорьев, А.И. Жукова // Естественные и технические науки. – 2006. – №1. – С. 174–180.
5. Партон, В.З. Механика разрушения: От теории к практике. Изд. 3-е. / В.З. Партон. – М.: Изд-во ЛКИ, 2010. – 240 с.
6. Мосинец, В.Н. Разрушение трещиноватых и нарушенных горных пород. / В.Н. Мосинец, А.В. Абрамов. – М.: Недра, 1982. – 248 с.
7. Шемякин, Е.И. О волнах напряжений в прочных горных породах / Е.И. Шемякин // Прикладная механика и техническая физика. – 1969. – № 5. – С. 83–95.
8. Коньков В.Н. Способ получения термопластичной древесины. Патент РФ № 2091217, опубли. 27.09.1997.

ОТ СИСТЕМЫ АТТЕСТАЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ УРОВНЮ ДО СИСТЕМЫ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ТРЕБОВАНИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ

В.В. АМАЛИЦКИЙ, *проф. каф. станков и инструментов МГУЛ, д-р техн. наук,*
В.В. АМАЛИЦКИЙ, *проф. каф. станков и инструментов МГУЛ, д-р техн. наук*

amalitski@proc.ru

Система аттестации по техническому уровню

В Советском Союзе не было системы сертификации машин и оборудования, в том числе и деревообрабатывающего. Была система оценки технического уровня, который характеризует соответствие машины современным достижениям науки и техники и ее пригодность по назначению. Технический уровень определялся на основе сопоставительного анализа значений показателей качества оцениваемого образца машины с соответствующими показателями ее аналогов, отражающих высшие мировые достижения в развитии машин того времени, как правило зарубежных [1]. В соответствии со стандартами сравнение проводилось по следующим группам показателей: назначения (размеры и режимы обработки, режущий инструмент, качество обработки, производительность и др.), надежности, экономного использования материалов и электроэнергии, технологичности, стандартизации и унификации, патентно-правовые, экологические, безопасности, эргономические и эстетические, экономические.

Эти показатели можно условно разделить на две группы. В первую входили показатели, остающиеся неизменными в течение всего срока эксплуатации машины, например, показатели уровня автоматизации, показатели материалоемкости, патентно-правовые. Они лишь позволяли оценить соответствие машины современным требованиям. Ко второй группе относились показатели, непосредственно характеризующие техническое состояние машины. Техническое состояние оборудования – это совокупность фактических значений показателей его эксплуатационных свойств, определяющих степень при-

годности оборудования для использования по назначению. Они могли иметь требуемые значения в момент аттестации технического уровня машины, но в процессе эксплуатации эти значения неизбежно снижаются. Поэтому требовалась периодическая оценка значений этих показателей с целью установления соответствия технического состояния машины ее техническому уровню.

По результатам испытаний станкам присваивали знак качества, первую или вторую категорию. Станки первой категории должны были быть усовершенствованы в течение года, станки второй категории подлежали снятию с производства. Вручение знака качества проводилось на общем собрании трудового коллектива непосредственно на производстве и носило выраженную идеологическую окраску.

Такая система аттестации подходила для оценки продукции двадцати трех отечественных заводов деревообрабатывающего станкостроения и позволяла поддерживать отечественное станкостроение на уровне зарубежной техники, пока станочный парк деревообрабатывающих предприятий состоял из простых станков общего назначения.

Импортное оборудование поступало в ограниченных количествах в основном на крупные предприятия больших городов, что позволяло успешно контролировать его качество и без специальной структуры. Однако по мере усложнения началось отставание отечественного оборудования от технического уровня зарубежной техники. Это наглядно показали уже первые международные выставки «Лесдревмаш» в Сокольниках в 70–80-х годах прошлого века.

Основное отставание заключалось в низком уровне автоматизации, унификации, концентрации операций, большой металло-

емкости, низкой технологичности изготовления. Сказывалось отсутствие кооперации со специализированными производствами, когда на одном заводе делалось все от механической обработки до изготовления пневматических и гидравлических систем и средств автоматизации. Надо добавить, что деревообрабатывающее станкостроение снабжалось материалами и комплектующими по остаточному принципу. И когда за рубежом появились автоматические и полуавтоматические линии, станки-автоматы, гибкие станочные системы, это различие стало огромным и продолжает увеличиваться в наше время с повсеместным внедрением компьютеризированных систем и оптимизационных технологий.

В этих условиях оценка технического уровня по прежней методике стала невозможной, потому что эталонный образец стал недостижим. Можно было только анализировать полученные результаты, но не сравнивать с аналогичными показателями лучших зарубежных станков. В начале 90-х отечественная экономика пришла в упадок и заводы деревообрабатывающего станкостроения перестали оказывать на состояние деревообработки существенное влияние. Теперь уже нечего было оценивать!

Система сертификации ГОСТ Р

В страну, как и во всех сферах жизни и экономики, хлынула продукция зарубежных фирм. Наряду с высококлассными современными станками попадало много и дешевых станков с грубыми нарушениями техники безопасности. Средств на поддержание прежней оценки технического уровня не было, и вместо нее в 1992 г. была организована система сертификации ГОСТ Р, единственной целью которой было оградить российского потребителя от опасных для здоровья и жизни машин. Система сертификации была введена при переходе от плановой экономики к рыночным отношениям как замена существовавшей ранее системы аттестации продукции по техническому уровню.

За прошедшие годы система сертификации прошла несколько этапов развития

и превратилась в достаточно стройную систему, позволяющую оценить безопасность машин и оборудования при использовании потребителем. Одновременно накапливался опыт работы в этой области на всех уровнях: от государственных структур до органов по сертификации и испытательных центров в различных отраслях экономики.

И часто этот опыт дополнял и корректировал положения инструкций.

Сертификация – это форма осуществляемого органом по сертификации подтверждения соответствия объектов требованиям безопасности. Все изготавливаемое в России и ввозимое из-за рубежа оборудование должно получить сертификат соответствия требованиям безопасности, изложенным в государственных стандартах. Для деревообрабатывающего оборудования это требования электрической безопасности, допустимый уровень шума и пыли в рабочей зоне, наличие механических и прочих средств защиты и др.

В июле 2003 г. был принят Закон Российской Федерации «О техническом регулировании» [2]. Закон направлен на создание строгой российской системы технического регулирования, согласован с зарубежной практикой, нацелен на повышение качества и конкурентоспособности российской продукции. Одной из целей Федерального закона является создание двухуровневой системы нормативных документов: технических регламентов, которые содержат обязательные требования, и добровольных стандартов. В целях гармонизации с международными системами предусматривается, что технические регламенты, прежде всего, должны базироваться на международных и (или) национальных стандартах и устанавливать только минимальные требования к продукции. Кроме того, и технические регламенты, и стандарты должны устанавливать требования к результату, который должен быть получен, а не к способу достижения. Иными словами, устанавливать, как правило, эксплуатационные характеристики продукции, и только при необходимости – требования к конструкции. Это

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ
(обязательная сертификация)

№ C-RU-ДС01.В.00318 ТР **0590355** (учетный номер бланка)

ЗАЯВИТЕЛЬ ООО "Станконструментальный завод Термит", Адрес: Россия, 610004, Кировская обл., г. Киров, ул. Заводская, д.1. ОГРН: 1114345002584. Телефон +7(8332) 64-59517, факс +7(8332) 64-77-31.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ ООО "Станконструментальный завод Термит", Адрес: Россия, 610004, Кировская обл., г. Киров, ул. Заводская, д.1.

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ ГОУ ВПО "Московский Государственный Университет Леса", РФ, (наименование, тип, марка, модели однородной продукции, составные части изделия или комплекса станки, инструменты, приспособления и комплектующие). 141005, Московская обл., г. Мытищи, ул. 1-я Институтская, д.1, МГУД, тел./факс (495)586-05-05; ОГРН: 1025003512820. Аттестат рег. № РОСС RU.0001.11ДС01. Выдан 27.05.2009г. Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии.

ПОДТВЕРЖДАЕТ, ЧТО Станки деревообрабатывающие, запасные части, инструмент, приспособления и комплектующие.

ПРОДУКЦИЯ (наименование, тип, марка, модели однородной продукции, составные части изделия или комплекса станки, инструменты, приспособления и комплектующие). (информация об объекте сертификации См. приложение № 0132120. Серийный выпуск, наименование, тип, марка, модели однородной продукции, составные части изделия или комплекса станки, инструменты, приспособления и комплектующие).

код ОК 005 (ОКП)	38 3000
код ЕКПС	
код ТН ВЭД России См. приложение, бланк № 0132120	

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ Технический регламент "О безопасности технического регламент машин и оборудования", утвержденный **ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТОВ** Постановлением Правительства РФ № 753 от 15.09.2009 г.

(наименование, тип, марка, модели однородной продукции, составные части изделия или комплекса станки, инструменты, приспособления и комплектующие).

ПРОВЕДЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ (ИСПЫТАНИЯ) И ИЗМЕРЕНИЯ (наименование, тип, марка, модели однородной продукции, составные части изделия или комплекса станки, инструменты, приспособления и комплектующие). (информация об объекте сертификации См. приложение № 0132120. Серийный выпуск, наименование, тип, марка, модели однородной продукции, составные части изделия или комплекса станки, инструменты, приспособления и комплектующие).


ПРОЦЕДУРА (наименование, тип, марка, модели однородной продукции, составные части изделия или комплекса станки, инструменты, приспособления и комплектующие).

ПРЕДСТАВЛЕННЫЕ ДОКУМЕНТЫ (наименование, тип, марка, модели однородной продукции, составные части изделия или комплекса станки, инструменты, приспособления и комплектующие). (информация об объекте сертификации См. приложение № 0132120. Серийный выпуск, наименование, тип, марка, модели однородной продукции, составные части изделия или комплекса станки, инструменты, приспособления и комплектующие).

СРОК ДЕЙСТВИЯ СЕРТИФИКАТА СООТВЕТСТВИЯ с 22.08.2011 по 21.08.2014

Руководитель (заместитель руководителя) органа по сертификации
подпись, инициалы, фамилия
Вик.В. Амалицкий

Эксперт (эксперты) (наименование, тип, марка, модели однородной продукции, составные части изделия или комплекса станки, инструменты, приспособления и комплектующие)
подпись, инициалы, фамилия
Вит.В. Амалицкий



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ПРИЛОЖЕНИЕ
к СЕРТИФИКАТУ СООТВЕТСТВИЯ № C-RU-ДС01.В.00318
(обязательная сертификация)

ТР **0132120** (учетный номер бланка)

Перечень продукции, на которую распространяется действие сертификата соответствия
(наименование, тип, марка, модели однородной продукции, составные части изделия или комплекса станки, инструменты, приспособления и комплектующие). (информация об объекте сертификации См. приложение № 0132120. Серийный выпуск, наименование, тип, марка, модели однородной продукции, составные части изделия или комплекса станки, инструменты, приспособления и комплектующие).

код ОК 005 (ОКП)	код ТН ВЭД России	Наименование, тип, марка, модели однородной продукции, составные части изделия или комплекса станки, инструменты, приспособления и комплектующие.	Технические условия предприятия-изготовителя
38 3151	8465 92 000 0	Станки универсальные модели ТЕРМИТ 200У, ТЕРМИТ 240У, ТЕРМИТ 280У, ТЕРМИТ 320У, ТЕРМИТ 400У.	ТУ 3831-400-52338375-2006
38 3153	8465 99 900 0	Станок многофункциональный модели ТЕРМИТ 3200ФФ.	ТУ 3831-320-52338375-2008
38 3131	8465 99 900 0	Станки опилочно-ровочные модели ТЕРМИТ 2800Ц, ТЕРМИТ 3200Ц.	ТУ 3831-321-52338375-2008

Руководитель (заместитель руководителя) органа по сертификации
подпись, инициалы, фамилия
Вик.В. Амалицкий

Эксперт (эксперты) (наименование, тип, марка, модели однородной продукции, составные части изделия или комплекса станки, инструменты, приспособления и комплектующие)
подпись, инициалы, фамилия
Вит.В. Амалицкий




Рисунок. Сертификат соответствия

позволит производителям самим выбирать конструктивное решение экономически наиболее целесообразное.

Технический регламент о безопасности машин и оборудования

15 сентября 2009 г. в соответствии с Федеральным законом «О техническом регулировании» Постановлением Правительства Российской Федерации № 753 был утвержден технический регламент «О безопасности машин и оборудования» и с сентября 2010 г. начала действовать система сертификации ГОСТ ТР [3].

Пункт первый регламента гласит: «Настоящий технический регламент устанавливает минимально необходимые требования к безопасности машин и оборудования при проектировании, производстве, монтаже, наладке, эксплуатации, хранении, перевозке, реализации и утилизации в целях защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических или юридических лиц, государственного или муниципального имущества, охраны окружающей среды, жизни и здоровья животных и растений, а также предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей».

Обязательному подтверждению соответствия требованиям технического регламента подлежат машины и оборудование, впервые выпускаемые в обращение на территории Российской Федерации. Экспортируемые и бывшие в эксплуатации машины и оборудование не подлежат обязательному подтверждению соответствия.

Следовательно, по определению, испытания при выдаче сертификата соответствия не имеют целью установить технологическое качество продукции, а **направлены только на оценку ее безопасности**. То есть по результатам этих испытаний нельзя оценить точность и стабильность работы станка, нельзя сказать, насколько лучше этот станок по сравнению с другим, а можно только констатировать, что данный станок является безопасным. То же можно сказать и об инструменте. Это основное отличие сис-

темы сертификации от системы оценки технического уровня машин, существовавшей до 1992 г. Обязательное подтверждение соответствия машин и оборудования требованиям настоящего технического регламента осуществляется в форме **декларирования соответствия или обязательной сертификации**. Сертификат соответствия (рисунк) или декларация соответствия является единственным документом, подтверждающим соответствие машины и оборудования требованиям настоящего технического регламента.

Это самое существенное отличие системы ГОСТ ТР от предыдущей. Впервые в нашей стране вводится понятие декларирования, широко развитого за рубежом. Причем, декларирование соответствия – это приоритетная форма проведения данной процедуры. Сертификация же допускается только в исключительных, обоснованных случаях.

Регламент распространяется на машины и оборудование, в том числе и бытового назначения, для которых выявлены и идентифицированы виды опасности. Для этих видов опасности расчетным, экспериментальным, экспертным путем или по данным эксплуатации аналогов оценивается допустимый риск. В приложении к регламенту приведены основные требования к безопасности машин и оборудования, устраняющие или уменьшающие риски. При сертификации в первую очередь должно быть установлено, предусмотрены ли в машине устройства и приспособления, перечисленные в регламенте. Понятие допустимого риска в нормативной форме введено впервые.

Библиографический список

1. Амалицкий, В.В. Монтаж и эксплуатация деревообрабатывающего оборудования / В.В. Амалицкий, Г.А. Комаров. – М.: Лесная пром-сть, 1989. – 399 с.
2. Закон Российской Федерации « О техническом регулировании».
3. Технический регламент о безопасности машин и оборудования. – Постановление Правительства № 753 от 15.09.2012.

**О РЯДАХ ПО МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫМ
ОРТОНОРМАЛЬНЫМ СИСТЕМАМ**

А.И. РУБИНШТЕЙН, *проф. каф. высшей математики МГУЛ, д-р физ.-мат. наук*

caf_math@mgul.ac.ru

В[1] исследовался вопрос выполнения равенства Парсевала для перестановок тригонометрической системы. Там же содержится история вопроса. В данной работе аналогичные результаты устанавливаются для мультипликативных ортонормальных систем – систем понтрягинских характеров нульмерных компактных абелевых групп. Напомним основные понятия.

Пусть $U = \{x\}$ – абелева (коммутативная) группа с операцией $\dot{+}$, топология которой задается основной цепочкой подгрупп

$$U = U_0 \supset U_1 \supset \dots \supset U_n \supset \dots, \bigcap_n U_n = \{0\}$$

– окрестностей нуля группы, причем фактор-группы U_n / U_{n+1} изоморфны циклическим группам $Z_{p_{n+1}}$, где $\{p_{n+1}\}$ – ограниченное множество простых чисел. Такая нульмерная группа U обладает счетной системой понтрягинских характеров $X = \{\chi_m\}_{m=0}^\infty$ – комплекснозначных, вообще говоря, функций, определенных на U , равных по модулю единице, для которых

$$\chi_m(x_1 \dot{+} x_2) = \chi_m(x_1) \cdot \chi_m(x_2)$$

Система характеров X является группой относительно операции поточечного умножения (как комплексных чисел), обладающей структурой расширяющейся цепочки подгрупп

$$\{\chi_0\} = X_0 \subset X_1 \subset \dots \subset X_n \subset \dots, \bigcup_n X_n = X, \chi_0 = \chi_0(x) = 1.$$

При этом подгруппа X_n группы характеров X является аннулятором подгруппы U_n группы U , то есть

$$\chi_m(x) = 1, x \in U_n, \chi_m \in X_n.$$

В группе U можно ввести инвариантную относительно сдвига $\dot{+}x_0$ нормированную меру Хаара $d\mu$, относительно которой система X оказывается ортонормированной полной системой, то есть

$$\int_U \chi_k(x) \overline{\chi_l(x)} d\mu = \delta_{kl} = \begin{cases} 1 & \text{при } k=l \\ 0 & \text{при } k \neq l \end{cases}$$

полная в пространстве $L(U)$ суммируемых по мере $d\mu$ функций (обо всем сказанном, например в [2]).

Естественно вводится и понятие модуля непрерывности функции $f \in L_p(U)$, $1 \leq p \leq \infty$ ($L_\infty \equiv C$) как монотонно невозрастающей последовательности чисел

$$\omega_n(f)_{L_p(U)} = \sup_{h \in U_n \setminus \{0\}} \left(\int_U |f(x \dot{+} h) - f(x)|^p d\mu(x) \right)^{\frac{1}{p}}$$

В [3] формулируется следующее утверждение

1) Если $2 \leq p_n \leq C < \infty$ и $\lim_{n \rightarrow \infty} \omega_n(f)_{L_1(U)} \cdot \omega_n(g)_{L_2(U)} \cdot n = 0$,

то справедливо равенство Парсевала

$$\int_U f(x) \overline{g(x)} d\mu(x) = \sum_{k=0}^\infty a_k(f) a_k(g),$$

где

$$a_k(F) = \int_U F(x) \overline{\chi_k(x)} d\mu(x).$$

(Базисность системы характеров X при $1 < p < \infty$ установили Ватари [4],[5] для случая $p_n \leq C < \infty$ и Янг [6] для случая $\lim p_n = \infty$, так что справедливость равенства Парсевала для любой пары функций

$$f_p \in L_p(u), g \in L_q(u), 1 < q < \frac{p}{p-1}$$

при $1 < p < \infty$ очевидна);

2) Если $2 \leq p_n \leq C < \infty$ и последовательности $\{\omega_n^{(1)}\} \searrow 0, \{\omega_n^{(2)}\} \searrow 0$ таковы, что

$$\begin{cases} \lim_{n \rightarrow \infty} \omega_n^{(1,2)} / \omega_{n+1}^{(1,2)} = 1 \\ \lim_{n \rightarrow \infty} \omega_n^{(1)} \cdot \omega_n^{(2)} \cdot n > 0 \end{cases}$$

то существует функции $f_0 \in L_1(u), g_0 \in L_\infty(u)$, для которых при некотором $M > 0$

$$\begin{aligned} \omega_n(f_0)_{L_1(U)} &\leq M \cdot \omega_n^{(1)}, \\ \omega_n(g_0)_{L_\infty(U)} &\leq M \cdot \omega_n^{(2)}, n=0,1,\dots \end{aligned}$$

но ряд

$$\sum_{k=0}^\infty a_k(f_0) a_k(g_0)$$

расходится – равенство Парсевала для произведения функций $f_0(x)g_0(x)$ не выполняется.

В [1] отмечено, что для любой полной в $L(0; 1)$ ограниченной в совокупности ортонормальной системы $\{\varphi_n(x)\}$, в силу очевидного равенства

$$\begin{aligned} & \int_0^1 (f(x) - S_n(x; f))g(x)dx = \\ & = \int_0^1 f(x)(g(x) - S_n(x; g))dx = \\ & = \int_0^1 f(x)g(x)dx - \sum_{k=1}^n a_k(f)a_k(g), \end{aligned}$$

$$S_n(x; f) = \sum_{k=1}^n a_k(F)\varphi_k(x), a_k(F) = \int_0^1 F(x)\varphi_k(x)dx$$

выполнение равенства Парсеваля для любой пары функций $f \in L_p(0; 1)$, $g \in L_q(0; 1)$, $1 < p < 2$, $2 < q = p / (p - 1) < \infty$ означает слабую сходимость в $L_p(0; 1)$ последовательности $\{S_n(x; f)\}$ (к $f(x)$), для чего необходимо (см, например, [7], стр.219), чтобы

$$\sup_n \|f(x) - S_n(x; f)\|_{L_p(0;1)} < \infty$$

В [8] В.Ф.Гапошкин показал, что в $L_p(0; 1)$, при $p \in (1; 2) \cup (2; \infty)$ не существует безусловного базиса из ограниченных в совокупности функций. В частности любую полную в $L(0; 1)$ ортонормальную ограниченную в совокупности $\{\varphi_n(x)\}$ можно так переставить $\sigma : n \rightarrow n_k$ для $p \in (1; 2)$, что найдется функция $f_p(x) \in L_p(0; 2)$, для которой

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \|S_{\sigma, m}(x; f_p)\|_{L_p(0;1)} = \infty.$$

$(S_{\sigma, m}(x; f_p))$ – частичные суммы номера m ряда Фурье функции f_p по переставленной системе $\{\varphi_{n_k}(x)\}$.

Систему характеров X с точностью до счетного множества можно взаимно однозначно отобразить на отрезок $[0; 1]$ (см. [2]) так что равенство Парсеваля не выполняется для всех перестановок X и всех пар функций $f \in L_p(U)$, $g \in L_q(U)$ при $1 < p < \infty$ и $2 < q = (p / (p - 1)) < \infty$ Поэтому имеет смысл вопрос: какие условия на пару $f(x)$, $g(x)$ $f \in L_p(U)$, $g \in L_q(U)$, $1 < p < 2 < q = (p / (p - 1)) < \infty$ гарантирует справедливость равенства Парсеваля для $f(x)g(x)$ при любой перестановке системы X характеров нульмерной группы U ? Ответ и составляет содержание данной работы.

Пусть $f \in L_p(U)$ и $g \in L_q(U)$ действительнозначные (для простоты) функции.

Убедимся, что для свертки $F(x)$ функции f и g , то есть функции

$$F(x) = \int_U f(x+y)g(y)d\mu(y)$$

коэффициенты Фурье по системе характеров X

$$a_k(F) = a_k(f)a_k(g), k = 0, 1, \dots$$

Действительно, по теореме Фубини для U , инвариантности меры Хаара относительно сдвига $\dot{+}$, свойств характеров и действительности g

$$\begin{aligned} a_k(F) &= \int_U F(x)\overline{\chi_k(x)}d\mu(x) = \int_U \left(\int_U f(x+y)g(y) \times \right. \\ & \times \left. d\mu(y) \right) \overline{\chi_k(x)}d\mu(x) = \int_U g(y) \left(\int_U f(x+y)\chi_k(x) \times \right. \\ & \times \left. d\mu(x) \right) d\mu(y) = \int_U g(y) \left(\int_U f(x)\overline{\chi_k(z+y)} \times \right. \\ & \times \left. d\mu(z) \right) d\mu(y) = \int_U g(y) \left(\int_U f(x)\overline{\chi_k(z)}d\mu(z) \right) \times \\ & \times \overline{\chi_k(\dot{+}y)}d\mu(y) = \left(\int_U f(z)\overline{\chi_k(z)}d\mu(z) \right) \left(\int_U g(y) \times \right. \\ & \times \left. \overline{\chi_k(y)}d\mu(y) \right) = \left(\int_U f(z)\chi_k(z)d\mu(z) \right) \times \\ & \times \left(\int_U g(y)\chi_k(y)d\mu(y) \right) = a_k(f)\overline{a_k(g)}. \end{aligned}$$

Так как $\chi_k(0) = 1$ при всех $k = 0, 1, \dots$,

то

$$\begin{aligned} F(0) &= \int_U f(y)g(y)d\mu(y) = \\ & = \int_U f(y)\overline{g(y)}d\mu(y) = \sum_{k=0}^{\infty} a_k(f)\overline{a_k(g)} \end{aligned}$$

– такой вид имеет равенство Парсеваля.

Пусть $h \in U_n$. Тогда $(U - коммутативная группа, но достаточно и ассоциативности) по неравенству Гельдера$

$$\begin{aligned} |F(x+h) - 2F(x) + F(x-h)| &= \left| \int_U (f(x+h+y) - \right. \\ & - 2f(x+h) + f(x-h+y))g(y)d\mu(y) | = \\ & = \left| \int_U ((f(x+y+h) - f(x+y))g(y) - \right. \\ & - (f(x+y) - f(x+y-h))g(y))d\mu(y) | = \\ & = \left| \int_U (f(x+y+h) - f(x+y))(g(y) - \right. \end{aligned}$$

$$-g(y+h)d\mu(y) \leq \|f(x+h) - f(x)\|_{L_p(U)} \times$$

$$\times \|g(x+h) - g(x)\|_{L_q(U)} \leq \omega_n(f)_{L_p(U)} \cdot \omega_n(g)_{L_q(U)}.$$

Очевидно, что $F(x)$ непрерывна на U и ее ряд Фурье по системе X имеет вид

$$F(x) \sim \sum_{k=0}^{\infty} a_k(f) \overline{a_k(g)} \chi_k(x).$$

Так как $h \in U_n$ и $X_n = \{\chi_0(x), \dots, \chi_{m_n}(x)\}$, где $m_0 = 1; m_n = p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_n, n = 1, 2, \dots$ причем X_n – аннулятор U_n , то

$$F(x+h) - 2F(x) + F(x-h) \sim$$

$$\sim \sum_{k=m_n+1}^{\infty} a_k(f) \overline{a_k(g)} \chi_k(x) (\chi_k(h) - 1 + \chi_k(h)) =$$

$$= - \sum_{k=m_n+1}^n a_k(f) \overline{a_k(g)} \chi_k(x) \cdot 2(1 - \operatorname{Re} \chi_k(h)).$$

Отсюда в силу непрерывности $F(x)$ на U и очевидной справедливости равенства Парсеваля для $F^2(x)$ на U .

$$\int_U |F(x+h) - 2F(x) + F(x-h)|^2 d\mu(x) =$$

$$= 4 \sum_{k=m_n+1}^{\infty} |a_k(f) \overline{a_k(g)}|^2 (1 - \operatorname{Re} \chi_k)^2 \geq$$

$$\geq 4 \sum_{k=m_n+1}^{m_{n+1}} |a_k(f) \overline{a_k(g)}|^2 (1 - \operatorname{Re} \chi_k)^2$$

Если $2 \leq p_n < p < \infty$ при всех $n = 1, 2, \dots$, то для $h \in U_n - U_{n+1}$

$$1 - \operatorname{Re} \chi_k(h) \geq a(p) > 0$$

(см. [2]). Следовательно и для $h \in U_n$

$$\int_U |F(x+h) - 2F(x) + F(x-h)|^2 d\mu(x) \geq$$

$$\geq a^2 \sum_{k=m_n+1}^{m_{n+1}} |a_k(f) \overline{a_k(g)}|^2.$$

Но тогда по неравенству Буняковского-Коши

$$\sum_{k=m_n+1}^{m_{n+1}} |a_k(f) \overline{a_k(g)}|^2 \leq (m_{n+1} - m_n)^{\frac{1}{2}} \times$$

$$\times \left(\sum_{k=m_n+1}^{m_{n+1}} |a_k(f) \overline{a_k(g)}|^2 \right)^{\frac{1}{2}} \leq C \cdot m_n^{\frac{1}{2}} \omega_n(f)_{L_p(U)} \cdot \omega_n(g)_{L_q(U)}.$$

Таким образом, условие

$$\sum_{n=1}^{\infty} m_n^{\frac{1}{2}} \omega_n(f)_{L_p(U)} \omega_n(g)_{L_q(U)} < \infty \quad (*)$$

гарантирует абсолютную сходимость ряда Фурье функции $F(x)$ по системе характеров группы U , то есть условия

$$\sum_{k=0}^{\infty} |a_k(f) \overline{a_k(g)}| < \infty$$

Отсюда вытекает справедливость равенства Парсеваля для произведения $f(x)g(x)$ при любых $f(x) \in L_p(U), g(x) \in L_{p/(p-1)}(U), 1 < p < \infty$ и при любых перестановках X , если выполнено условие (*).

При отображении U на отрезок $[0;1]$ взаимно однозначно с точностью до счетного множества оказывается, что

$$\omega_{n+1}(f)_{L_p(U)} \leq \omega\left(f; \frac{1}{k}\right)_{L_p(0;1)} \leq \omega_n(f)_{L_p(U)}$$

при $m_n \leq k \leq m_{n+1}$.

Поэтому при $2 \leq p_n \leq p < \infty$ условие (*) эквивалентно условию

$$\sum_{k=1}^{\infty} k^{\frac{1}{2}} \omega\left(f; \frac{1}{k}\right)_{L_p(0;1)} \cdot \omega\left(g; \frac{1}{k}\right)_{L_{\frac{p}{p-1}}(0;1)} < \infty$$

совпадающему с точным, в некотором смысле, условием выполнения равенства Парсеваля для произведения функций при всех перестановках тригонометрической системы (на $[0;1]$, вместо $[0; 2\pi]$), установленному в [1].

Библиографический список

1. Рубинштейн, А.И. О равенстве Парсеваля для перестановок тригонометрической системы / А.И. Рубинштейн // Математические заметки. – 2011. – Т. 90. – Вып. 5. – С. 797–800.
2. Агаев, Г.Н. Мультипликативные системы функций и гармонический анализ на нульмерных группах / Г.Н. Агаев, Н.Я. Виленкин, Г.М. Джафарли и др. – Баку: Изд. «Элм», 1981. – 180 с.
3. Рубинштейн, А.И. Равенство Парсеваля для функций, определенных на нульмерной группе / А.И. Рубинштейн // УМН. – 1980. – № 4. – С. 207–208.
4. Watari C., On generalized Walsh-Fourier series, I, Proc. Jap. Acad., 73, №8, 1957, 435–438.
5. Watari C., On generalized Walsh-Fourier series, Tohoku Math. J., 10, №3, 1958, 211–241.
6. Young W.-S., Mean convergence of generalized Walsh-Fourier series, Trans. Amer. Math. Soc., 218, 1976, 311–320.
7. Люстерник, Л.А. Элементы функционального анализа / Л.А. Люстерник, В.И. Соболев. – М.: Наука, 1965.
8. Гапошкин, В.Ф. О безусловных базисах в пространстве $L^p(p > 1)$ / В.Ф. Гапошкин // УМН. – 1953. – № 4. – С. 179–184.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК С ВЫСОКОПЛОТНОЙ ПЛАЗМОЙ

В.Н. ХАРЧЕНКО, проф. каф. физики МГУЛ, д-р техн. наук,
Н.П. ПОЛУЭКТОВ, проф. каф. физики МГУЛ, д-р техн. наук,
И.И. УСАТОВ, асп. каф. физики МГУЛ,
Ю.П. ЦАРЬГОРОДЦЕВ, доц. каф. физики МГУЛ, канд. техн. наук

harchenko@mgul.ac.ru; poluekt@mgul.ac.ru

Источники высокоплотной плазмы интенсивно исследуются в течение ряда лет как технологический инструмент для осаждения наноструктурных пленок на различные поверхности и в особенности на поверхности, обладающими глубоким микро- и нанорельефом. Они создают плазму с концентрацией более 10^{11} см⁻³ в объеме нескольких литров при давлениях 1–10 мТорр. Процесс осаждения в таких установках стимулируется большими потоками ионов, что позволяет получать наноструктурные пленки с уникальными физическими свойствами (высокие адгезия, прочность, теплопроводность, износостойчивость). Плазма таких источников является существенно неравновесной. Температура атомов и ионов порядка 0,1 эВ, а температура электронов 1–5 эВ. К таким источникам относятся магнетрон с полым катодом, геликон, СВЧ-ЭЦР – разряд и некоторые другие [1].

Тонкие пленки проявляют широкое разнообразие микроструктур, которое заключается в размере зерен, кристаллографической ориентации, дефектах решетки, фазовом составе и морфологии поверхности. Во многих случаях процесс создания пленок происходит при температурах, которые составляют 0,2–0,3 от точки плавления данного материала. Таким образом, синтез пленок и иных наноструктур характеризуется неравновесной кинетикой [2]. Как следствие, свойства структур в процессе осаждения определяются конкурентными процессами, и кинетика роста определяется синтезом метастабильной фазы и таких структур, как нанослой. Важнейшим параметром, определяющим кинетику осаждения, является тепловой поток из плазмы на подложку, а его измерение – актуальной задачей диагностики технологической плазмы.

В данной статье приводится описание автоматизированной системы измерения тепловых потоков в технологических установках высокоплотной плазмы.

Датчик теплового потока

Датчик теплового потока относится к классу калориметров нестационарного теплообмена (рис. 1.) [3].

Калориметрическим телом служит диск из тантала (диаметр 18, толщина 0,3 мм и масса 1,216 г) – 1, который закреплен в охранном кольце – 2 посредством г-образных проволочек-растяжек из NiCr – 3. Температура диска измеряется хромель-копелевой термопарой – 4. И растяжки и термопара пропущены внутри трех трубок из керамики с низкой теплопроводностью – 5. Последние зафиксированы в отверстиях в охранном кольце тремя шпильками М3 длиной 5 мм со стороны плоскости крепления. Датчик закреплен на водоохлаждаемой подложке из меди. Передняя плоскость датчика закрыта полированной пластиной из нержавеющей стали с отверстием $\varnothing 16$, которая одновременно играет роль и диафрагмы, открывающей плазменному потоку диск-калориметр, и теплового экрана для охранного кольца и проводов. Особенности нашей конструкции состоят в следующем.

Во-первых, способ крепления калориметрического тела посредством тонких растяжек во втулках минимизирует его кондуктивный теплообмен с охранным кольцом. Во-вторых, применение керамических изоляторов обеспечивает гальваническую развязку калориметрического тела; в-третьих, здесь внутренние торцы керамических изоляторов и растяжки закрыты диском-калориметром от

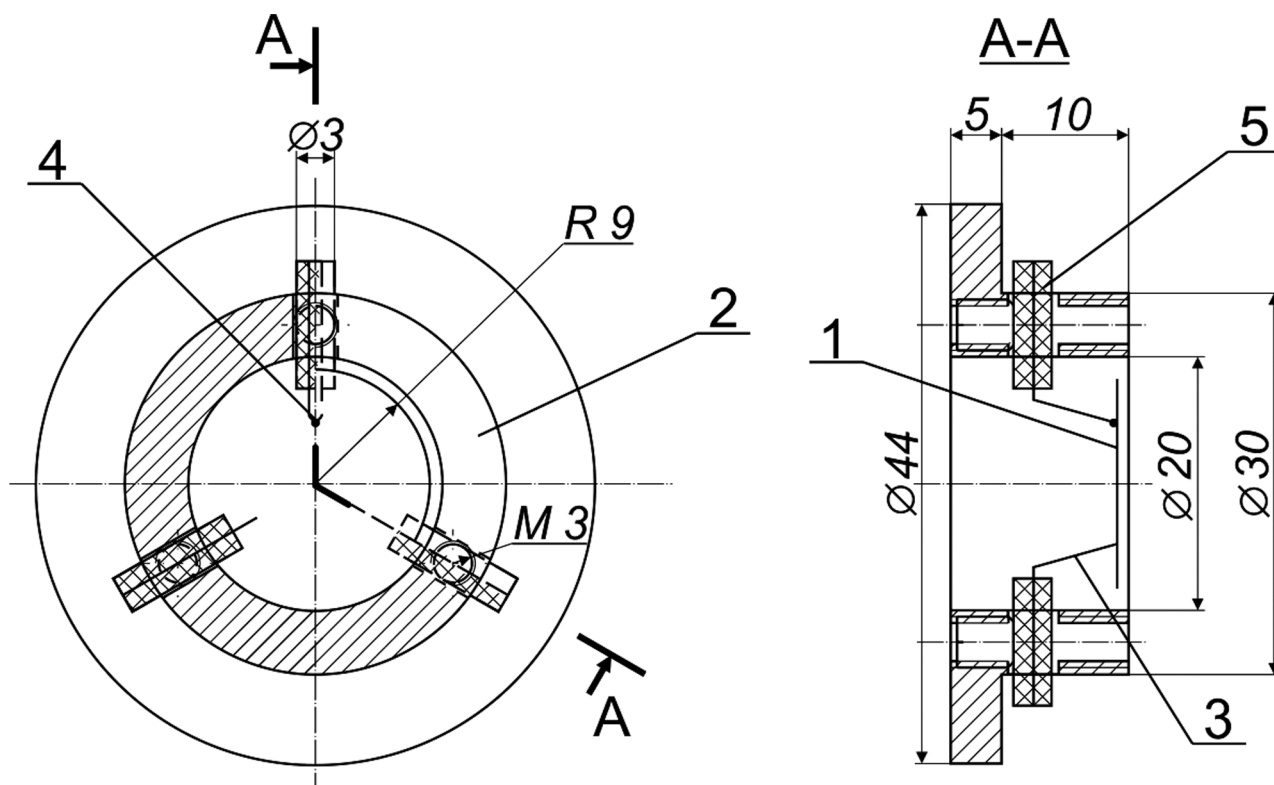


Рис. 1. Конструкция датчика теплового потока: 1 – диск-калориметр; 2 – охранный кольцо; 3 – проволочки-растяжки (2 шт); 4– термопара; 5 – керамические втулки (3 шт)

плазменного потока и поэтому не запыляются в разряде, содержащем атомы и ионы металла. Как следствие, гальваническая развязка калориметрического тела от охранный кольца не нарушается в процессе эксплуатации очень длительное время.

Принцип действия нестационарного калориметра состоит в следующем

Уравнение теплового баланса на этапе нагрева калориметрического тела плазмой

$$c(T_n) \cdot m \cdot \left(\frac{dT_n}{dt} \right)_n + \varepsilon(T_n) \cdot \sigma \cdot S \cdot (T_n^4 - T_K^4) = W_{pl}. \quad (1)$$

После нагрева плазму выключают и калориметрическое тело остывает. На этом этапе уравнение теплового баланса имеет вид

$$c(T_n) \cdot m \cdot \left(\frac{dT_n}{dt} \right)_o + \varepsilon(T_n) \cdot \sigma \cdot S \cdot (T_n^4 - T_K^4) = 0. \quad (2)$$

где $c(T_n)$ – удельная теплоемкость тела;
 m, S – его масса и площадь соответственно;
 $\varepsilon(T_n)$ – степень черноты тела;
 T_n – температура тела;
 T_K – температура водоохлаждаемой подложки;

σ – постоянная Стефана-Больцмана.

Вычитая из первой формулы вторую и поделив на площадь, получаем расчетную формулу для определения теплового потока

$$q_0 = S^{-1} \cdot m \cdot c(T_n) \cdot \left[\left(\frac{dT}{dt} \right)_n - \left(\frac{dT}{dt} \right)_o \right]. \quad (3)$$

Заметим, что на этапе охлаждения производная температуры по времени отрицательна. По экспериментальным значениям, приведенным в [4], была построена регрессионная формула для функции $c(T_n)$ зависимости удельной теплоемкости тантала от температуры. С высокой степенью точности ($R = 0.999$) теплоемкость может быть представлена полиномом

$$c(T_n) = (\mu / m) \cdot (19,87 + 0,03T_n - 4,84 \cdot 10^{-5}T_n^2 + 3,60 \cdot 10^{-8}T_n^3 - 9,60 \cdot 10^{-12}T_n^4) \quad (4)$$

в диапазоне температур $\Delta T = (250 - 1000) K$. Здесь $\mu = 0,181$ кг/моль – молярная масса тантала, из которого изготовлено калориметрическое тело.

Таким образом, тепловой поток определяется из производных по времени температурного хода на этапе нагрева калориметрического тела (плазма включена) и охлаждения

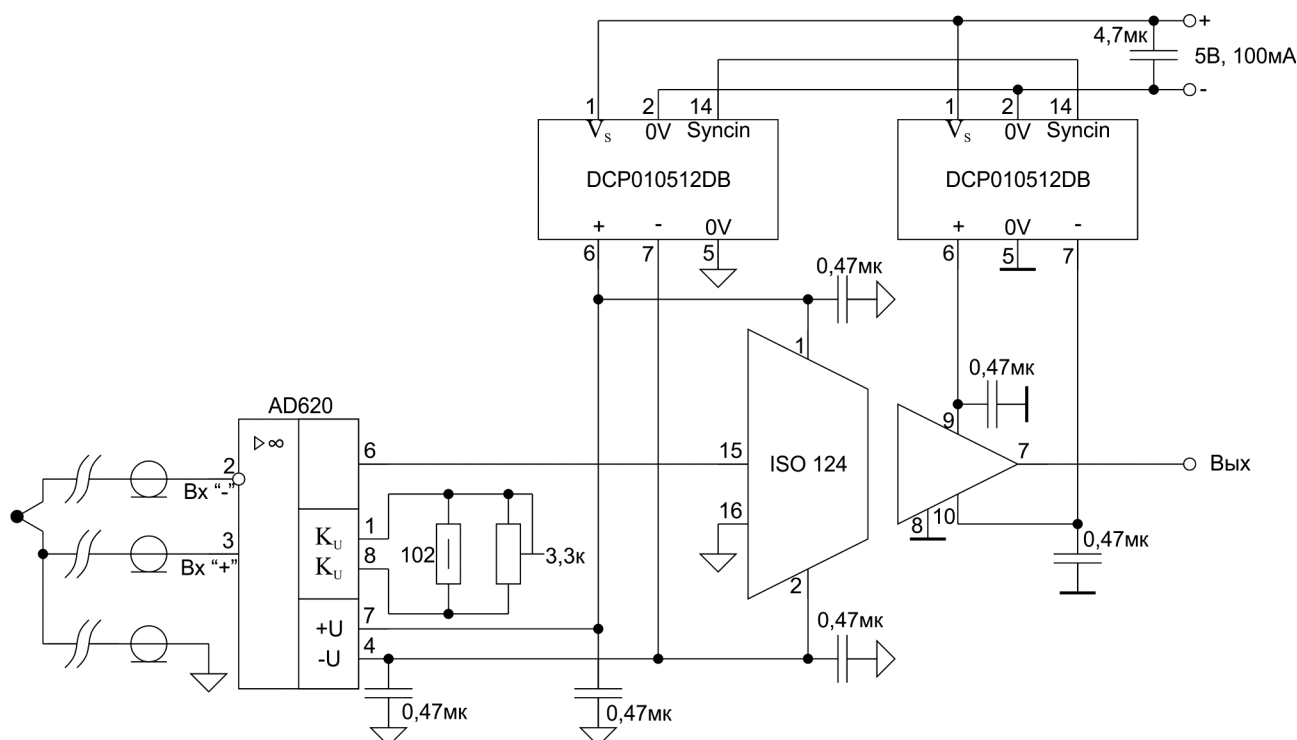


Рис. 2. Схема термопарного усилителя с гальванической развязкой

(плазма выключена), взятых при одной и той же температуре.

Виртуальный прибор регистрации температурного хода калориметра

Тепловые измерения в плазме имеют особенность. Она связана с тем, что носителями тепловых потоков являются не только фотоны и нейтральные атомы, но и заряженные частицы – электроны и ионы. Датчик теплового потока, погруженный в плазму, в идеале должен быть изолированным от стенок плазменной камеры телом. В противном случае он будет сильно возмущать плазму. Изолированное тело, помещенное в плазму, приобретает плавающий потенциал, имеющий величину порядка десятка вольт. Таким образом, возникает проблема измерения достаточно малой, медленно меняющейся термо-ЭДС при синфазном потенциале (это плавающий потенциал), превышающем ее на несколько порядков.

Для проведения таких измерений был изготовлен специальный усилитель с гальванической развязкой между входом и выходом и коэффициентом усиления по постоянному току $K_U=500$ (см. рис.2).

Сигнал с усилителя подается на плату сбора данных NI PCI6221 (“National Instruments”). Интерфейс виртуального прибора регистрации температурного хода (рис.3) имеет для удобства три индикатора температуры – цифровой, «стрелочный» и графический. Для повышения отношения сигнал/шум организованы два вложенных цикла измерений. Внутри основного цикла тактирования, период которого (порядка сотен миллисекунд) можно задавать через интерфейс, работает внутренний цикл с частотой 10 кГц. Данные, полученные внутри этого цикла, усредняются, причем число проходов можно также задавать через интерфейс. Таким образом, одна точка на графике температурного хода получается в результате усреднения по нескольким измерениям внутреннего цикла. Программное обеспечение написано в среде LabVIEW 8.0.

Программа вычисления теплового потока

Интерфейс программы показан на рис.4. Для расчета теплового потока выполняется следующая последовательность действий.

– Загружается файл температурного хода по диалогу открытия файла.

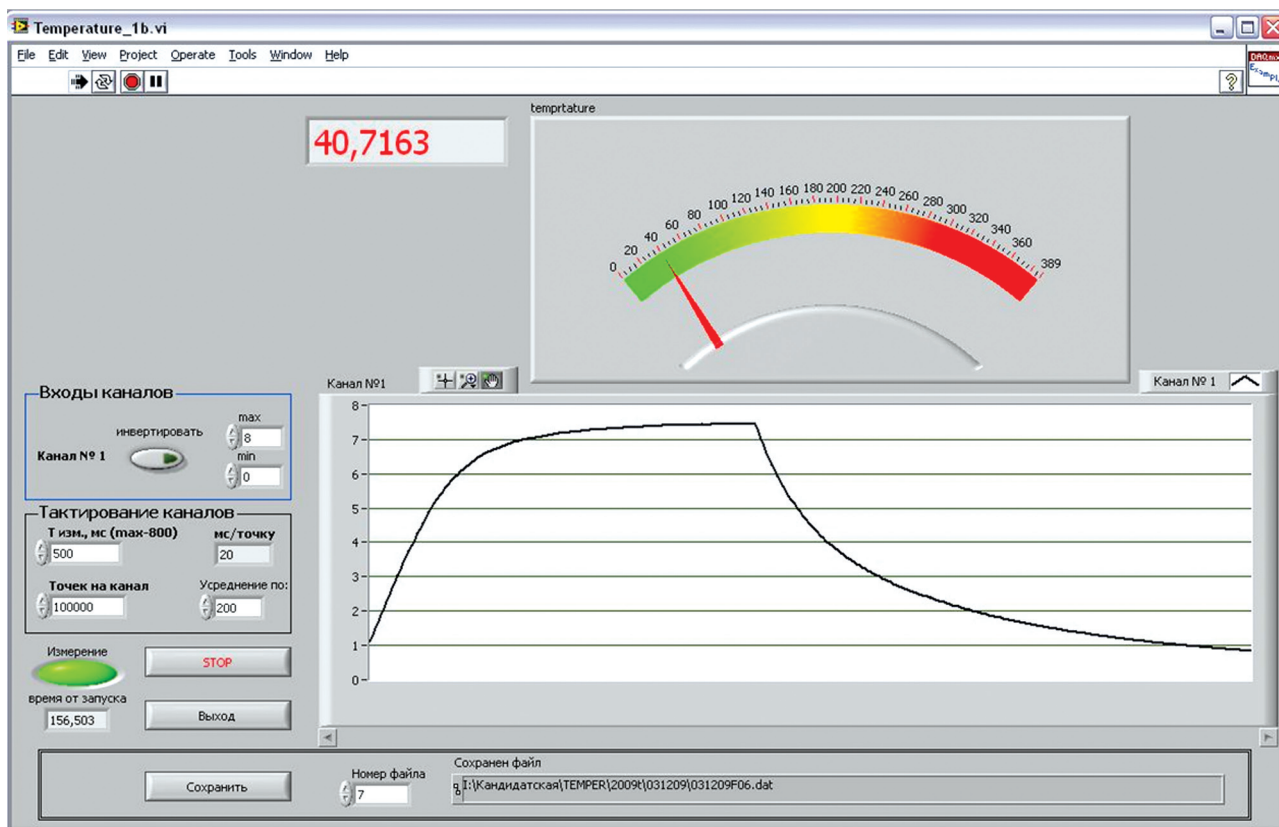


Рис. 3. Интерфейс виртуального прибора регистрации температурного хода

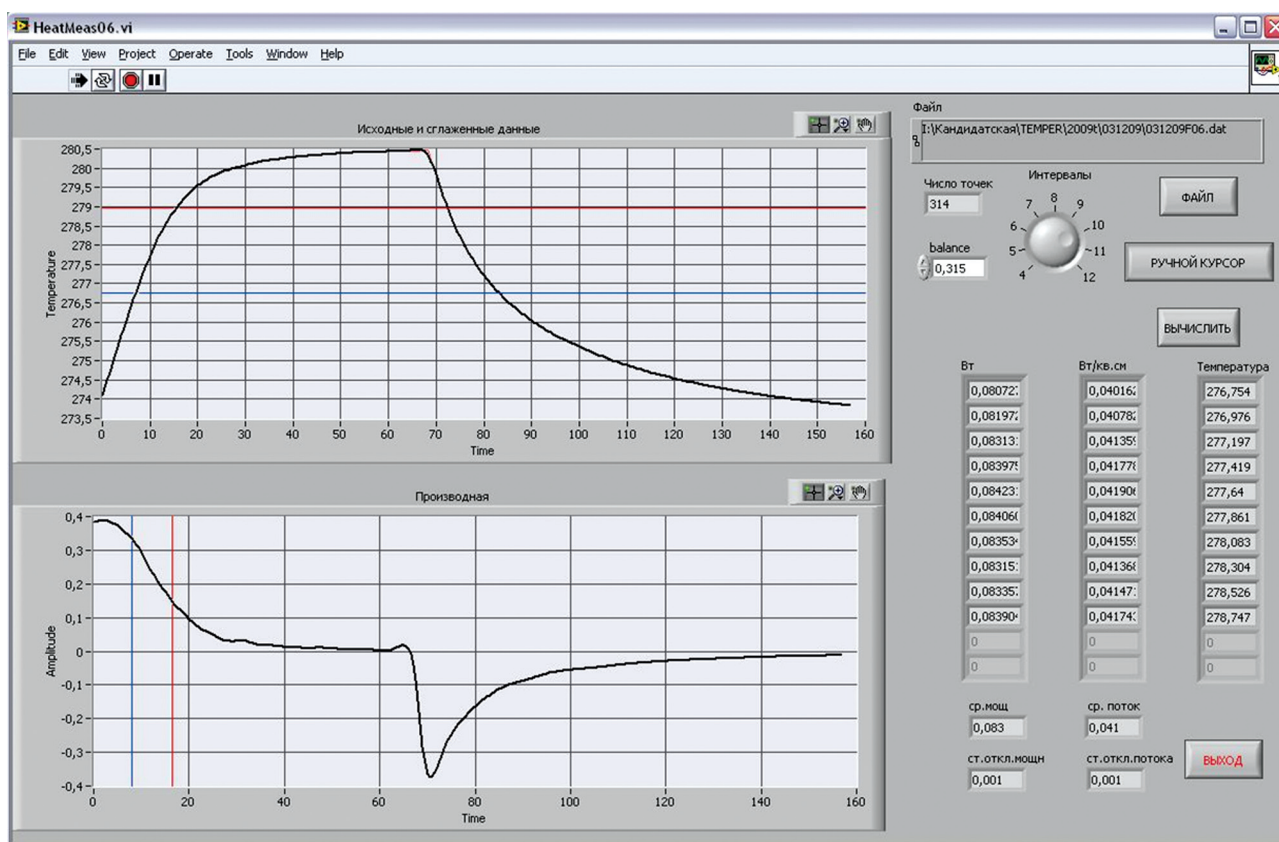


Рис. 4. Интерфейс программы расчета тепловых потоков

– Производится сглаживание данных методом Савицкого-Голая [5], с одновременным вычислением первой производной температуры по времени, и вывод графиков: исходные и сглаженные данные в верхний графический индикатор, а производная – в нижний.

– Выбирается интервал температур, подлежащий дальнейшей обработке посредством двух пар взаимозависимых курсоров. Выбор можно сделать как на графике производной, так и на графике температуры. Режим работы курсоров определяется кнопкой «ручной курсор/автокursor». В режиме «автокursor» автоматически выбирается максимально возможный интервал температур.

– Выбранный диапазон делится на несколько температурных уровней, количество которых задается элементом управления «интервалы». Далее, на каждом температурном уровне определяются значения производных температуры по времени и вычисляется по формуле (3) тепловой поток. Для значений тепловых потоков, полученных на каждом температурном уровне, вычисляется среднее

значение и стандартное отклонение. Все значения выводятся.

Описанная в статье автоматизированная система измерения тепловых потоков была отработана, проверена и используется на двух установках высокоплотной плазмы кафедры физики МГУЛ и на плазмодинамическом ускорителе (ЛНВП МГУПИ).

Библиографический список

1. Helmersson U., Lattemann M., Bohlmark J., Ehiasarian A.P, Gudmundsson J.T. Ionized physical vapor deposition (IPVD): A review of technology and applications. Rev. // Thin Solid Films – 2006 –513, pp. 1–24.
2. Petrov I., Barna P.B., Hultman L., Greene J.E., Microstructural evolution during film growth // J. Vac. Sci. Technol. – A, Vol. 21, No. 5, Sep/Oct 2003, pp. 117–128.
3. C.Roth, S.Bornholdt, V.Zuber, A.Sonnenfeld, H.Kersten, P.Rudolf von Rohr // J. Phys. D: Appl. Phys. 44 (2011) 095201 (8pp).
4. Таблицы физических величин. Справочник. Под ред. акад. И.К. Кикоина. М., Атомиздат, 1976, 1008 с.
5. Savitzky A. and Golay M.J.E. Smoothing and Differentiation of Data by Simplified Least Squares Procedures. // Analyt. Chem., v. 36, no. 8, p.1627-1639 (1964).

МЕТОД МОНИТОРИНГА ЛЕСОВ НА ОСНОВЕ ДИСТАНЦИОННО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ВЫДЕЛОВ

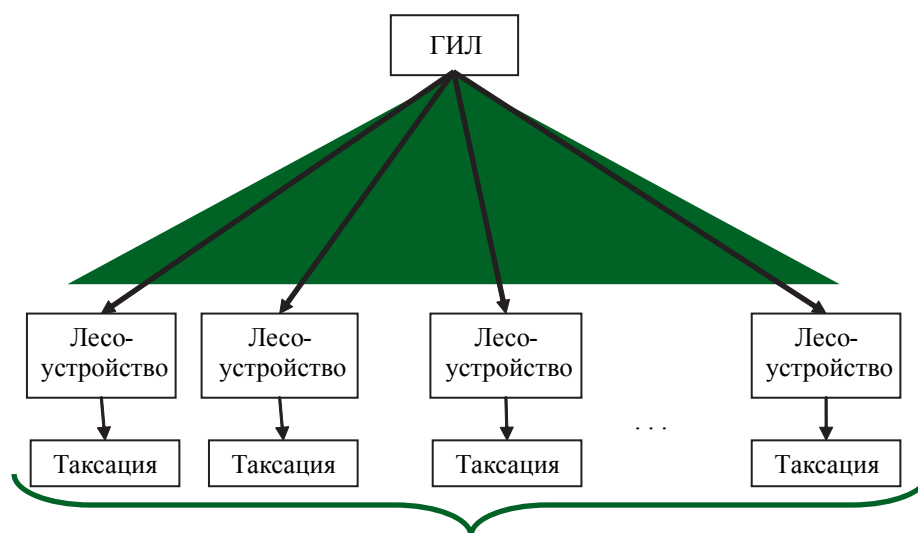
В.Д. БУРКОВ, *проф. каф. ИИС и ТП МГУЛ, д-р техн. наук,*
Л.В. ЛЕОНОВ, *проф. каф. УАП ЛПК МГУЛ, д-р техн. наук,*
М.В. ЧЕРЕМИСИН, *асп. каф. ИИС и ТП МГУЛ,*
В.С. ШАЛАЕВ, *проф. МГУЛ, д-р техн. наук*

burkov@mgul.ac.ru

Анализ текущего положения спутниково-го мониторинга лесов при решении острых отраслевых задач

Последние изменения в области законодательства, представленные Лесным кодексом РФ 2006 г., определили новый вид лесоучетных работ – государственную инвентаризацию лесов (ГИЛ). По закону ГИЛ выполняется силами ФГУП «Рослесинфорг» для получения актуальной оперативной информации о состоянии лесов и их биологической продуктивности, которая необходима для эф-

фективного управления лесной отраслью в масштабах крупных территорий (страны, региона). ГИЛ основывается на стратификации лесов и выборочных методах исследования. В настоящее время идет процесс формирования сети пунктов постоянных наблюдений за лесами по всей России для репрезентативности исследований при интерполяции результатов на обширные территории [1]. ГИЛ предполагает широкое применение методов дешифрирования космических снимков высокого разрешения (2,5 м). К одним из главных мероприятий в рамках деятельности ФГУП



Сеть пунктов постоянных наблюдений за лесами

Рис. 1. Качественная и количественная оценка лесов в рамках ГИЛ

«Рослесинфорг» относится лесоустройство с таксацией и проектированием лесничеств, защитных лесов и мероприятий по их защите и восстановлению. Лесоустройство – это детализация ГИЛ в масштабах лесохозяйственных организаций, в которую, в свою очередь, наряду с другими мероприятиями, входит таксация лесов.

Согласно статье 69.1 пункт 1,2 Лесного Кодекса РФ таксация лесов проводится для выявления, учета и оценки количественных и качественных характеристик лесных ресурсов. При таксации лесов, проводимой в границах лесных участков, лесничеств и лесопарков, осуществляются установление границ лесотаксационных выделов, определение преобладающих и сопутствующих древесных пород, диаметра, высоты и объема древесины, лесорастительных условий, состояния естественного возобновления древесных пород и подлеска, а также других характеристик лесных ресурсов. Из изложенного следует, что лесотаксационные выделы – это первичные лесохозяйственные учетные единицы, которые характеризуются таксационным описанием лесного квартала. Относительная однородность по качественным и количественным показателям произрастающей растительности в границах выдела обуславливает проведение на всей его площади одних и тех же мероприятий по использованию, охране, защите и восстановлению лесов.

Лесоустроительные работы сочетают методы дистанционного зондирования и полевые измерения, снижая тем самым оперативность представленных результатов. Этот вид работ, согласно [2], закладывает сеть пунктов постоянных наблюдений за лесами по всей стране, создавая опору для оперативной и точной ГИЛ. Принципы принятого на сегодня подхода по учету лесов в части оценки их качественных и количественных показателей отражены на рис. 1.

При оценке таксационных показателей леса определяют следующие параметры выдела: площадь выдела (га), высота деревьев (м), преобладающая порода (%), возраст (год), диаметр (см), запас (m^3), прирост (ед. изм./пер.врем.). Измерения этих показателей проводят по ярусам леса.

Практика применения информации высокдетальных космических снимков в лесоустройстве аналогична использованию аэрофотоснимков. Главными методами дешифрирования выступают экспертные оценки по прямым или косвенным признакам на снимках леса. Методы автоматического дешифрирования не распространены, и их применение в отрасли остается открытым на сегодня. Более подробно с требованиями по точности измерения показателей можно ознакомиться в «Лесоустроительной инструкции» от 6.02.2008 г.

Из анализа многочисленных отечественных и зарубежных публикаций можно

Основные физико-математические методы исследования лесов на основе данных ДЗЗ

Методы исследования	Определение породного состава леса, выявление повреждений (вырубок, гарей), лесных пожаров, определение экологического состояния	Оценка биофизических параметров растительности	Определение лесотаксационных показателей
Спектральный анализ на основе вегетационных индексов и без	+	+	+
Теория распознавания образов	+		
Кластерный анализ (автоматизация алгоритмов классификации)	+		
Теория переноса электромагнитного излучения в растительном пологе		+	
Искусственные нейронные сети	+	+	
Теория вероятности и математической статистики	+	+	+

сделать вывод о том, что автоматические методы ДЗЗ в лесотаксации применяются в основном для определения породного состава насаждений, незаконных рубок, повреждений растительности пожарами и вредоносными насекомыми [3–6]. Обобщенно можно констатировать, что основные методы дешифрирования спутниковых снимков для нужд лесотаксации основываются на изучении спектральных сигнатур, пространственно-морфологических признаков и текстуры леса. Отдельной строкой выделяются работы по исследованию так называемых биофизических параметров растительности: биомассы растительности (*NPP/GPP*), индекса листовой поверхности (*LAI*), доли поглощенной ФАР (*FPAR*), концентрации хлорофилла и др. [7, 9–11]. Эти показатели напрямую не участвуют в оценке таксационных параметров леса, их основное применение связано с решением глобальных и региональных экологических задач. Лишь ознакомительно указываются предпосылки их использования при решении практических задач лесотаксации по существующим эмпирическим связям (Козодеров В.И., Кондранин Т.В.). Существуют несколько работ непосредственно по оценке таксационных показателей леса методами ДЗЗ [8], однако широкого применения они не нашли ни в практике лесоустройства, ни в работах государственной инвентаризации лесов. Возможно, это обстоятельство вызвано

недостаточным количеством исследований по валидации методов с эталонными наземными лесотаксационными данными или из-за отсутствия удобного для использования предприятиями отрасли готового программного продукта.

Интересно отметить, что существуют различия в теоретических подходах при решении представленных задач. Вопросы классификации растительности и выявления изменений полого, главным образом, подкреплены теорией распознавания образов, кластерным и спектральным анализом, нейросетевыми технологиями. Оценка же биофизических параметров основана на математическом моделировании физических процессов, теории переноса электромагнитного излучения в растительном пологе. Общими для всех выступают методы спектрального анализа, теории вероятности и математической статистики.

Основные физико-математические методы исследования лесов на основе данных ДЗЗ можно отразить в табл. 1, не исключая возможности ее дополнения или более подробного разбиения на составляющие.

Метод мониторинга лесов на основе дистанционно-ориентированных выделов (ДОВ). Модель формирования ДОВ

Текущее состояние тематической обработки дистанционных данных лесов во многом определяется разработкой и валидацией

Основные вегетационные индексы, применяемые на практике при обработке данных ДЗЗ

Вегетационный индекс	Особенности
<i>NDVI</i>	Нормализованный относительный индекс растительности $NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$
<i>RVI</i>	Относительный ВИ $RVI = \frac{NIR}{RED}$
<i>IPVI</i>	Инфракрасный ВИ $IPVI = \frac{NIR}{NIR + RED} = \frac{NDVI + 1}{2}$
<i>WDVI</i>	Взвешенный разностный ВИ $WDVI = NIR - S \cdot RED,$ <i>S</i> – наклон почвенной линии
<i>SAVI</i>	Почвенный ВИ $SAVI = \frac{NIR - RED}{(NIR + RED + L)(1 + L)}$ где <i>L</i> – корректирующий коэффициент
<i>TSAVI</i>	Трансформированный почвенный ВИ $TSAVI = \frac{s(NIR - sRED - a)}{(aNIR + RED - as + X(1 + s^2))}$ где <i>a</i> – координата пересечения почвенной линии с осью <i>NIR</i> , <i>S</i> – наклон почвенной линии, <i>X</i> – коэффициент коррекции, для уменьшения почвенного шума (часто принимают равным 0.08)
<i>MSAVI</i>	Модифицированный почвенный ВИ $MSAVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED + L}(1 + L)$ где, $L = 1 - 2 \cdot S \cdot NDVI \cdot WDVI$ <i>S</i> – наклон почвенной линии.
<i>MSAVI2</i>	Модифицированный почвенный ВИ – 2 $MSAVI2 = \frac{NIR - RED}{(NIR + RED + L)(1 + L)} ; L = 1 - \frac{2NIR + 1 - \sqrt{(2NIR + 1)^2 - 8(NIR - RED)}}{2}$
<i>GEMI</i>	Индекс глобального мониторинга окружающей среды $GEMI = E(1 - 0,25E) - \frac{(RED - 0,125)}{1 - RED} ; E = \frac{2(NIR - RED) + 1,5NIR + 0,5RED}{NIR + RED + 0,5}$
<i>ARVI</i>	ВИ, устойчивый к влиянию атмосферы $ARVI = \frac{NIR - Rb}{NIR + Rb}$ где, $Rb = RED - A \cdot (RED - BLUE)$. Как правило, <i>A</i> =1, но при малом покрытии растительности и неизвестном типе атмосферы <i>A</i> =0,5
<i>SARVI</i>	Почвенный ВИ, устойчивый к влиянию атмосферы $SARVI = \frac{NIR - Rb}{(NIR + Rb)(1 + L)}$

Вегетационный индекс	Особенности
<i>GVI</i>	ВИ зелени $GVI = -0.29 \cdot MSS4 - 0.56 \cdot MSS5 + 0.6 \cdot MSS6 + 0.49 \cdot MSS7$ $GVI = -0.2848 \cdot TM1 - 0.2435 \cdot TM2 - 0.5436 \cdot TM3 + 0.7243 \cdot TM4 + 0.0840 \cdot TM5 - 0.1800 \cdot TM7$ где $MSSn$ – в n канале сенсора MSS , аналогично для сенсора TM .
<i>SVI</i>	Спектральный вегетационный индекс. Обобщает спектральный образ растительного полога, характеризуя состояние его зеленой биомассы.
<i>SWVI</i>	Индекс вариации влажности почвы. Участвует в детектировании повреждений лесов пожарами по данным <i>SPOT-Vegetation</i>
<i>EVI</i>	Расширенный вегетационный индекс. Усовершенствованный вариант <i>NDVI</i> , который рассчитывается по формуле: $EVI = \frac{2(NIR - RED)}{(NIR + C_1 \cdot RED - C_2 \cdot BLUE + L)(1 + L)}$ где NIR , RED и $BLUE$ – коэффициенты спектральной яркости в ближней инфракрасной (0,840-0,876 мкм), красной (0,620-0,670 мкм) и голубой (0,459-0,479 мкм) зонах; L – корректирующий коэффициент для учета характера подстилающей растительностью поверхности (≈ 1); C_1 (≈ 6) и C_2 ($\approx 7,5$) – коэффициенты, регулирующие степень использования голубой спектральной зоны в атмосферной коррекции красной спектральной зоны
<i>DVI</i>	Разностный ВИ. $DVI = NIR - RED$
<i>PVI</i>	Перпендикулярный ВИ $PVI = \sin(a) \cdot NIR - \cos(a) \cdot RED$ a – угол между почвенной линией и осью NIR .
<i>PRI</i>	Фотохимический индекс отражения. Индекс используется при оценке производительности растительности и выявлении стрессового состояния. Применяется для измерения изменений в каратоноидной пигментации (чувствителен к пигменту ксантофил) в живой листве. Каратоноидный пигмент может указывать на фотосинтетическую эффективность света или скорость поглощения углекислого газа листвой на единицу поглощенной энергии $PRI = \frac{R_{531} - R_{570}}{R_{531} + R_{570}}$ R – КСЯ соответствующих частот
<i>TVI</i>	Трансформированный ВИ
<i>MTVI</i>	Модифицированный трансформированный индекс $MTVI(m) = 1.5[1.2(R_{band5} - R_{band2}) - 2.5(R_{band3} - R_{band2})] / [(2R_{band5} + 1)2 - (6R_{band5} - 5R_{band3}) - 0.5]$ m – измерение мультиспектральным датчиком <i>RapidEye</i> TM .
<i>MCARI</i>	Модифицированный показатель поглощения хлорофилла $MCARI(m) = [(R_{band4} - R_{band3}) - 0.2] (R_{band4} - R_{band2}) / (R_{band4} / R_{band3})$ m – измерение мультиспектральным датчиком <i>RapidEye</i> TM .

вегетационных индексов. Вегетационный индекс (ВИ) – это показатель, рассчитываемый в результате операций с разными спектральными диапазонами (каналами) и имеющий отношение к параметрам растительности в данном пикселе снимка. Эффективность ВИ определяется особенностями отражения электромагнитных волн. Индексы выведены, главным образом, эмпирически, применяются на

каждом конкретном участке с определенными особенностями. Существует большое число различных ВИ (Табл. 2), многие прикладные программы позволяют создавать удобные для пользователя собственные ВИ (*ENVI*, *ERDAS IMG*). Известно более 150 видов различных ВИ, однако из опыта мониторинга лесов центрального региона РФ число ключевых и самых распространенных ВИ сокращается до 5–10.

Основное предположение по использованию ВИ состоит в том, что некоторые математические операции с разными каналами ДЗЗ могут дать полезную информацию о растительности. Это подтверждается множеством опытов. Второе предположение – это идея, что открытая почва на снимке будет формировать в спектральном пространстве прямую линию (почвенную линию). Почти все распространенные вегетационные индексы используют только соотношение красного и ближнего инфракрасного каналов, предполагая, что в ближней инфракрасной области лежит линия открытой почвы. Подразумевается, что эта линия означает нулевое количество растительности.

Большинство вегетационных индексов очень плохо работает для территорий с разреженным растительным покровом, спектр снимка в этом случае в основном зависит от почвы. Почвы могут различаться очень сильно по отражению, даже если для анализа используются очень широкие спектральные диапазоны.

Исходя из основного определения лесного выдела в лесоустроительных работах и учета методов ДЗЗ, предлагается создание специально адаптированных для космического мониторинга выделов на основе классификации полей значений ВИ лесного участка без участия эксперта в автоматическом режиме. Формирование дистанционно-ориентированных выделов (ДОВ) осуществляется алгоритмами кластеризации на заранее определенном участке леса, который классифицирован методами управляемой классификации с участием эксперта. Учитывая наибольшую популярность и проведя сравнительный анализ преимуществ и недостатков основных алгоритмов кластеризации (*PAM, k-means, CURE, MST, Fuzzy C-means, HCM*), выбрали алгоритм *ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysis Techniques)*. Его осуществление подразумевает первоначальное определение некоторого числа параметров при участии эксперта:

1. K – число возможных кластеров;
2. I – максимальное число итераций;
3. Q_N – пороговый уровень для минимального числа пикселей в каждом кластере (необходимо для отбраковки кластеров);

4. Q_S – пороговый уровень для среднеквадратического отклонения значений ВИ (необходимо для разделения пикселей);

5. Q_C – пороговый уровень разницы (расстояния в пространстве значений) между двумя значениями пикселя поля ВИ (необходимо для слияния пикселей).

Алгоритм *ISODATA* в задаче формирования ДОВ выглядит следующим образом:

Шаг 1. Произвольно выбирается k (оно может и не равняться K), инициализируются кластерные центры: m_1, m_2, \dots, m_k из общего набора значений ВИ $\{x_i, i=1, 2, \dots, N\}$.

Шаг 2: Для каждого из N значений определяются наиболее корректные кластерные центры исходя из того, что

$$x \in W_j, \text{ если } D_L(x, m_j) = \min \{ D_L(x, m_i), i=1, \dots, k \},$$

где W_j – кластер;

D_L – разность значений или расстояние в пространстве значений).

То есть определяется близость значений к произвольно выбранному кластерному центру.

Шаг 3: Затем отбрасываются кластеры с количеством пикселей меньше Q_N , т.е. если для какого-то $j, R_j < Q_N$, то кластер W_j отбрасывается и $k \leftarrow k-1$, где R_j – пиксели в окрестности кластера m_j , Q_N – пороговое число пикселей k -го кластера.

Шаг 4: Выполняется преобразование кластерных центров согласно

$$m_j = \frac{1}{R_j} \sum_{x \in W_j} x, (j=1, \dots, k);$$

Шаг 5: Вычисляется среднее расстояние D_j в пространстве значений кластера W_j с полученными кластерными центрами

$$D_j = \frac{1}{R_j} \sum_{x \in W_j} D_L(x, m_j), (j=1, \dots, k)$$

Шаг 6: Рассчитывается общее среднее расстояние значений по всем кластерам

$$D = \frac{1}{K} \sum_{j=1}^k R_j D_j.$$

Шаг 7: Проверяется условие. Если $k \leq K/2$ (т.е. слишком мало кластеров), то выполняются операции расщепления полученных кластеров (Шаг 8), а если $k \geq 2K$ (слишком много кластеров), то операции слияния

кластеров (Шаг 9). В иных случаях проверяется условие порога итераций (Шаг 14) кластеризации, если оно достигает I , то процесс прекращается, иначе все выполняется заново (Шаг 2).

Шаг 8: Операции расщепления кластеров проходят в несколько этапов.

Формируется вектор значений среднеквадратических отклонений $\sigma_j = [\sigma_1, \dots, \sigma_n]$ для каждого кластера

$$\sigma_i^{(j)} = \sqrt{\frac{1}{R_j} \sum_{x \in W_j} (x_i - m_i)^2}, \quad (i=1, \dots, n, j=1, \dots, k),$$

где σ_i – среднеквадратическое отклонение значений в кластере W_j .

Шаг 9: Затем выполняется поиск максимальной компоненты в векторе σ_j .

Шаг 10: Если для какого-либо σ_{max} выполняется условие

$\sigma_{max} > Q_s, D_j > D, R_j > 2Q_k$, то разделяется m_j на два новых кластерных центра m_j^+ и m_j^- , которые образуются прибавлением $\pm\delta$ соответствующего значению σ_{max} кластера. Где $\delta = \alpha \sigma_{max}$, для произвольного $\alpha > 0$. Прежний кластерный центр удаляется и $k \leftarrow k+1$. Алгоритм переходит на начальный Шаг 2, иначе на Шаг 14.

Шаг 11: Это первый шаг по слиянию кластеров. Вычисляется попарно расстояние в пространстве значений (разница) D_{ij} между двумя кластерными центрами

$D_{ij} = D_L(m_i, m_j)$, для всех $i \neq j$. Сортируются $k(k-1)/2$ значений D_{ij} в порядке возрастания.

Шаг 12: Определяются не более P наименьших D_{ij} , которые меньше чем Q_c и сортируются в порядке возрастания: $D_{i_1j_1} \leq D_{i_2j_2} \leq \dots \leq D_{i_pj_p}$

Шаг 13: Выполняется попарное объединение кластеров по кластерным центрам с условием о том, что если ни m_{i_l} ни m_{j_l} не используются в текущей итерации, то они сливаются в один кластерный центр

$$m = \frac{1}{R_{i_l} + R_{j_l}} [R_{i_l} m_{i_l} + R_{j_l} m_{j_l}],$$

где $L = 1, \dots, P$.

После чего предыдущие варианты кластерных центров удаляются и $k \leftarrow k-1$ и выполняется Шаг 2.

Шаг 14: Процесс завершается, если максимальное число итераций достигнуто I , в ином случае возвращаются к Шагу 2.

Алгоритм *ISODATA*, реализованный в *ENVI*, использует поле значений вегетационного индекса, для определения соответствующего кластера (класса) для каждого пикселя. Процесс начинается с назначения случайного (приближенного) среднего значения кластера (m_i) и повторяется до тех пор, пока это значение не достигнет величины среднего для каждого кластера исходных данных. Начальные средние значения кластеров распределяются равномерно вдоль центрального вектора пространства значений.

При первой итерации кластеризации поле значений ВИ1 равномерно разбивается на области, центром каждой из которых являются средние значения кластеров (m_1, m_2, \dots, m_n). Пиксели анализируются с левого верхнего угла изображения к нижнему правому. Вычисляется разница между значением пикселя ВИ1 и средним значением кластера. Пиксели назначаются в тот кластер, где разница минимальна (см. Шаг 2). Затем рассчитывают реальные средние значения ВИ1 в полученных кластерах, их средние значения меняются из-за попавших новых пикселей (m'_1, m'_2, \dots, m'_n). Выполняется вторая итерация, в процессе которой повторяют кластеризацию с новыми средними значениями и рассчитывают границы кластеров. После этого определяют новые средние значения и выполняют новую итерацию. В процессе второй итерации снова определяется минимальная разница между значениями ВИ1 пикселя и новыми средними значениями самих кластеров, по окончании пиксели перераспределяются. Перераспределения выполняются до тех пор, пока все пиксели поля значений ВИ1 с заданной вероятностью (порог сходимости) не попадут в свой кластер. В случае неспособности перераспределения пикселя в кластер алгоритм ограничивается заданным числом итераций I . Окончательно сформированные кластеры поля значений ВИ1 запоминаются для поиска пересечений с кластерами полей значений ВИ2, который формируется аналогично вышеописанной процедуре (рис.2). На этапе

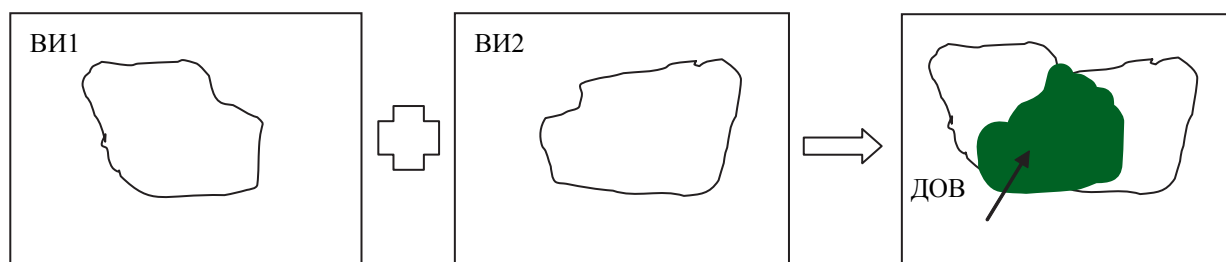


Рис. 2. Этап формирования ДОВ. Пространственное пересечение кластеров ВИ1 и ВИ2

кластеризации отдельных ВИ указываются ограничения по минимальному числу пикселей в ДОВ (полученных классах). Следующий этап процесса формирования ДОВ подразумевает ограничение и по максимальному количеству пикселей, их образующих, исходя из пространственного разрешения снимка.

Формирование ДОВ может быть выполнено после поиска пространственных пересечений большего числа кластеров различных ВИ, однако в этом случае снижается возможность их пересечения для выделения общего участка. Основные этапы формирования ДОВ представлены на рис. 3. В случае отсутствия пространственных пересечений кластеров ДОВ формируется на основе приоритетного ВИ, который выбирается экспертом.

К наиболее простым в реализации вегетационным индексам можно отнести *NDVI*, *EVI*, *ARVI*, *IPVI*, *GEMI*. Их расчет можно осу-

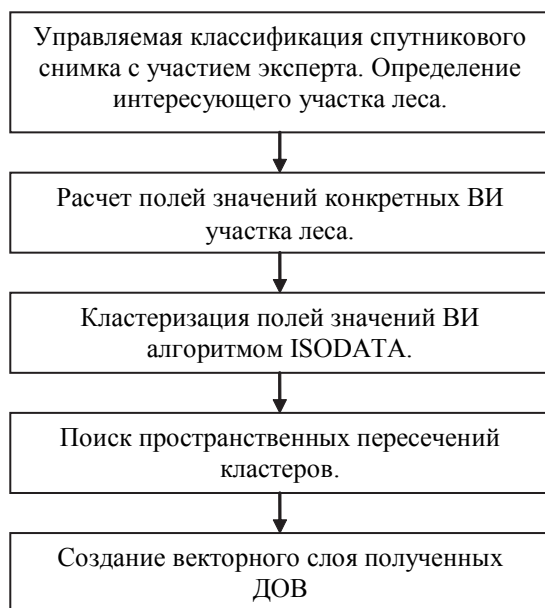


Рис. 3. Основные этапы формирования ДОВ

ществить в специализированном программном продукте *ENVI*. Ниже приведем пример формирования ДОВ на основе одного приоритетного индекса *NDVI* по спутниковому снимку *Landsat ETM+* за июль 2010 г.

Согласно рис.3 первоначально определяется область исследования, т.е. территория леса. Шаг 1: Общий снимок подвергается управляемой или неуправляемой классификации с участием эксперта. По полученному классу лесов создаются векторные слои для ограничения от других классов. Выбирается конкретный интересующий лесной массив (рис. 4).

Шаг 2: Проводится вычисление необходимых вегетационных индексов. В нашем примере ограничимся расчетом наиболее популярного ВИ – *NDVI*, определяя его как приоритетный (рис. 5).

Шаг 3: Выполняется кластеризация полей значений ВИ алгоритмом *ISODATA* (рис. 6). При его реализации вводится ряд параметров, которые определяют итоговую картину сформированных ДОВ. На сегодня остается открытой задачей поиск оптимального варианта кластеризации и выработка критериев отбора наилучших ДОВ, поэтому в нашем случае этот процесс возложен на участие эксперта.

Шаг 4: Так как других ВИ не было, то сразу выполняется процесс векторизации классифицированных участков леса (рис.7). В итоге получаем выделенное разбиение лесного массива, которое ориентировано именно на дистанционный спутниковый мониторинг с учетом однородности значений ВИ.

Модель формирования ДОВ встраивается в общий функционал специализированного программного продукта *ENVI*. Ее



Рис. 4. Выделенный лесной массив

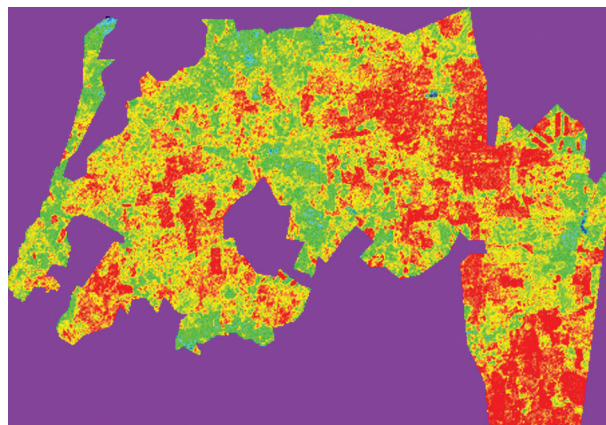


Рис. 5. Поле значений *NDVI* исследуемого участка леса

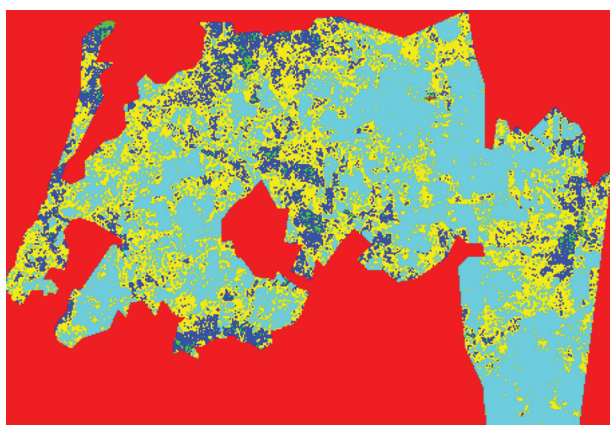


Рис. 6. Кластеризация полей *VI*

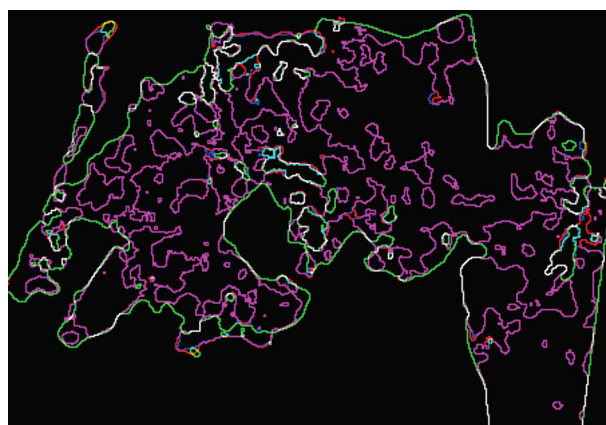


Рис. 7. Векторный слой ДОВ

реализация осуществляется в диалоговом исполнении с минимальным участием пользователя. Основные этапы выполняются в автоматическом режиме. Так как автоматический режим не исключает появления ошибок и браков, предложенный в настоящий момент вариант модели формирования ДОВ подразумевает тесное участие эксперта. Дальнейшие исследования будут направлены на отладку конкретных этапов алгоритма с минимизацией субъективного воздействия пользователя.

Концепция использования ДОВ может быть полезна при непрерывном многомесячном или многолетнем мониторинге лесов с выявлением количественных изменений значений вегетационных индексов, которые, в свою очередь, имеют известные регрессионные связи с биологическими параметрами леса. Интересен многолетний контроль изменения непосредственно самих границ ДОВ, сформированных с помощью спутниковых снимков определенной даты годового сезона.

Таким образом, метод мониторинга на основе ДОВ может дать объективную обобщенную информацию о состоянии участка леса и его изменении во времени, упрощая при этом процедуру поиска важных качественных и количественных признаков.

Библиографический список

1. Официальный сайт ФГУП «Рослесинфорг». [Электронный ресурс]: Сайт ФГУП «Рослесинфорг». Режим доступа <http://www.roslesinforг.ru/activity/forest>.
2. Журнал Промышленник России №10 (121) 2010.
3. Сухих, В.И. Аэрокосмические методы в лесном хозяйстве и ландшафтном строительстве: учебник / В.И. Сухих. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2005. – 392 с.
4. Барталев, С.А. Разработка методов оценки состояния и динамики лесов на основе данных спутниковых наблюдений: автореф. дисс. ... д-р техн. наук / С.А. Барталев. – М.: ИКИ РАН, 2007. – 48 стр.
5. Данилин, И.М. Высокие технологии XXI века для аэрокосмического мониторинга и таксации лесов / И.М. Данилин, Е.М. Медведев, Н.И. Абэ и др.

- // Лесная таксация и лесоустройство. – 2005. – № 1(34). – С. 28–39.
6. Ильючик, М.А. Разработка методов оценки текущих изменений в лесном фонде по данным дистанционного зондирования хвойных лесов Беларуси: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук / М.А. Ильючик. – Минск: БГТУ, 2004. – 26 с.
 7. Козодеров, В.В. Методы оценки почвенно-растительного покрова по данным оптических систем дистанционного аэрокосмического зондирования: учебное пособие / Т.В. Кондранин. – М.: МФТИ, 2008. – 222 с.
 8. Способ определения полноты древостоев / В.Ф. Давыдов, А.В. Корольков, Е.К. Новиков и др. – Патент РФ № 2294622, 2007.
 9. Myneni, R.B., A.L. Marshak, and Y. V. Knyazikhin, Transport theory for a leaf canopy of finite-dimensional scattering centers, *Quant. Spectrosc. Radiat. Transfe*, 46, 25 9–280, 1991.
 10. Myneni, R.B., J. Ross, and O. Asrar, A review on the theory of photon transport in leaf canopies in slab geometry, *Agric. For. Meteorol*, 45, 1–165, 1989.
 11. Shabanov, N.V., Huang, D., Yang, W., Tan, B., Knyazikhin, Y., Myneni, R.B., Ahl, D.E., Gower, S.T., Huete, A., Aragao, L.E., Shimabukuro, Y.E. (2005). Analysis and Optimization of the MODIS LAI and FPAR Algorithm Performance over Broadleaf Forests. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 43(8): 1855–1865.

СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ ПРОЦЕССОРНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМЕРОВ ОБЪЕКТОВ

В.А. ДОРОШЕНКО, *проф. каф. управления автоматизированными производствами лесопромышленного комплекса МГУЛ, д-р техн. наук,*
М.С. УСАЧЕВ, *асп. каф. управления автоматизированными производствами лесопромышленного комплекса МГУЛ*

usachevmaksim@mail.ru

Особенностью синтеза распределенных систем управления технологическими процессами является то, что многовариантность компоновки технологического оборудования имеет множество условий, параметров и признаков, определяющих структуру систем управления в целом, и в особенности структуру системы датчиков как непосредственно воспринимающих изменения в технологической структуре: изменение диапазонов измеряемых параметров (длина, диаметр, толщина, кривизна, площадь и т.д.), изменение способа перемещения объекта обработки (продольное, поперечное, поперечно-продольное), изменение ориентации объекта измерения в процессе его перемещения, состояние поверхности измеряемого объекта, изменение способа подачи в зоне измерения (поштучная, групповая), изменение методов раскрытия, сортировки и учета.

Принципиальная особенность процессорных измерительных средств (ПриС) состоит в том, что в них программируемая часть входит в состав измерительной цепи и участвует в получении результатов измерения для реализации части измерительной процедуры

в числовой форме на программной основе. Изменение структуры измерительной цепи существенно меняет как функциональные и предельные возможности измерительных средств, так и методы их анализа и синтеза. В состав ПриС входят первичный преобразователь, измерительный преобразователь, аналого-цифровой преобразователь, процессор. Основой формализованного описания измерительной процедуры является уравнение измерения в операторной форме. Уравнения измерений являются исходными при анализе конкретных измерительных задач, системотехнических задач по синтезу рациональной структуры процессорных измерителей, по распределению функций между аппаратной и программной частями. Уравнениям в операторной форме соответствуют структурные схемы процессорных измерительных средств.

В целом задача синтеза процессорных измерительных средств на множестве технологических операций, параметров и признаков технологических операций является многовариантной, многокритериальной, ее решение затрудняется тем, что:

Операторные уравнения процессорных измерительных средств

№ задачи	Типовые измерительные задачи	Операторные уравнения измерения
1	Прямые обыкновенные неитеративные измерения	– для одноканальной структуры $\lambda_j^* = [R_1^{-1} [R_1 \lambda(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \lambda$ — для многоканальной структуры $\lambda_{ji}^* = [R_{1ji}^{-1} [R_{1ji} \lambda(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \lambda$
2	Прямые обыкновенные итеративные измерения	– для одноканальной структуры $\lambda_{ji}^* = [R_{1ji}^{-1} [R_{1ji} \lambda(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \lambda$ — для многоканальной структуры $\lambda_{jil}^* = [R_{1jil}^{-1} [R_{1jil} \lambda(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \lambda$
3	Прямые с усреднением неитеративные измерения	– для одноканальной структуры $\lambda_j^* = [S_d [R_1^{-1} [R_1 \lambda(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \varepsilon] \Delta_k \lambda$ — для многоканальной структуры $\lambda_{ji}^* = [S_{dji} [R_{1ji}^{-1} [R_{1ji} \lambda(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \varepsilon] \Delta_k \lambda$
4	Прямые с усреднением итеративные измерения	– для одноканальной структуры $\lambda_{ji}^* = [S_{dji} [R_{1ji}^{-1} [R_{1ji} \lambda(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \varepsilon] \Delta_k \lambda$ — для многоканальной структуры $\lambda_{jil}^* = [S_{djiil} [R_{1jil}^{-1} [R_{1jil} \lambda(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \varepsilon] \Delta_k \lambda$
5	Косвенные обыкновенные неитеративные измерения	– для одноканальной структуры $\lambda_j^* = [R_2 [R_1 \gamma(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \lambda$ — для многоканальной структуры $\lambda_{ji}^* = [R_{2ji} [R_{1ji} \gamma(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \lambda$
6	Косвенные обыкновенные итеративные измерения	– для одноканальной структуры $\lambda_{ji}^* = [R_{2ji} [R_{1ji} \gamma(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \lambda$ — для многоканальной структуры $\lambda_{jil}^* = [R_{2jil} [R_{1jil} \gamma(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \lambda$
7	Косвенные с усреднением неитеративные измерения	– для одноканальной структуры $\lambda_j^* = [S_d [R_2 [R_1 \gamma(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \varepsilon] \Delta_k \lambda$ — для многоканальной структуры $\lambda_{ji}^* = [S_{dji} [R_{2ji} [R_{1ji} \gamma(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \varepsilon] \Delta_k \lambda$
8	Косвенные с усреднением итеративные измерения	– для одноканальной структуры $\lambda_{ji}^* = [S_{dji} [R_{2ji} [R_{1ji} \gamma(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \varepsilon] \Delta_k \lambda$ — для многоканальной структуры $\lambda_{jil}^* = [S_{djiil} [R_{2jil} [R_{1jil} \gamma(t_j)] \Delta_k \varphi] \Delta_k \varepsilon] \Delta_k \lambda$

Примечание: λ_j^* – результат измерений при j -том измерении; R_1^{-1} – преобразование, обратное к преобразованиям, выполняемым в аналоговой форме; $\lambda(t_j)$ – меняющийся во времени входной сигнал; $\gamma(t_j)$ – входное воздействие при косвенных измерениях; $l = 1, 2, \dots, n$, l -й цикл измерений в j -том измерении; S_d – оператор усреднения, d – параметр усреднения; $\Delta_k \varphi$ – интервал квантования аналого-цифрового преобразования; $\Delta_k \varepsilon$ – интервал квантования промежуточного преобразования при усреднении измерений; $\Delta_k \lambda$ – интервал квантования результата измерения

– недостаточно, с точки зрения структурного синтеза, разработана модель синтеза;

– недостаточно выявлены аналитические и логические зависимости для формализованного перехода от множества параметров

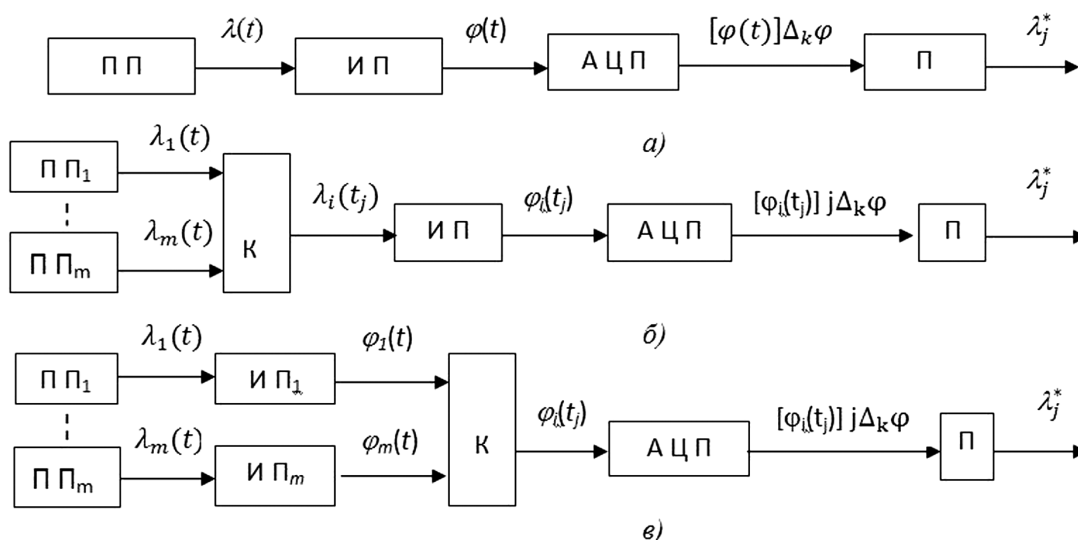


Рис. 1. Структура процессорных измерительных средств для прямых и косвенных, обыкновенных и с усреднением неитеративных измерений: а – одноканальная структура; б – многоканальная структура с коммутацией аналоговых сигналов; в – многоканальная структура с коммутацией кодовых комбинаций

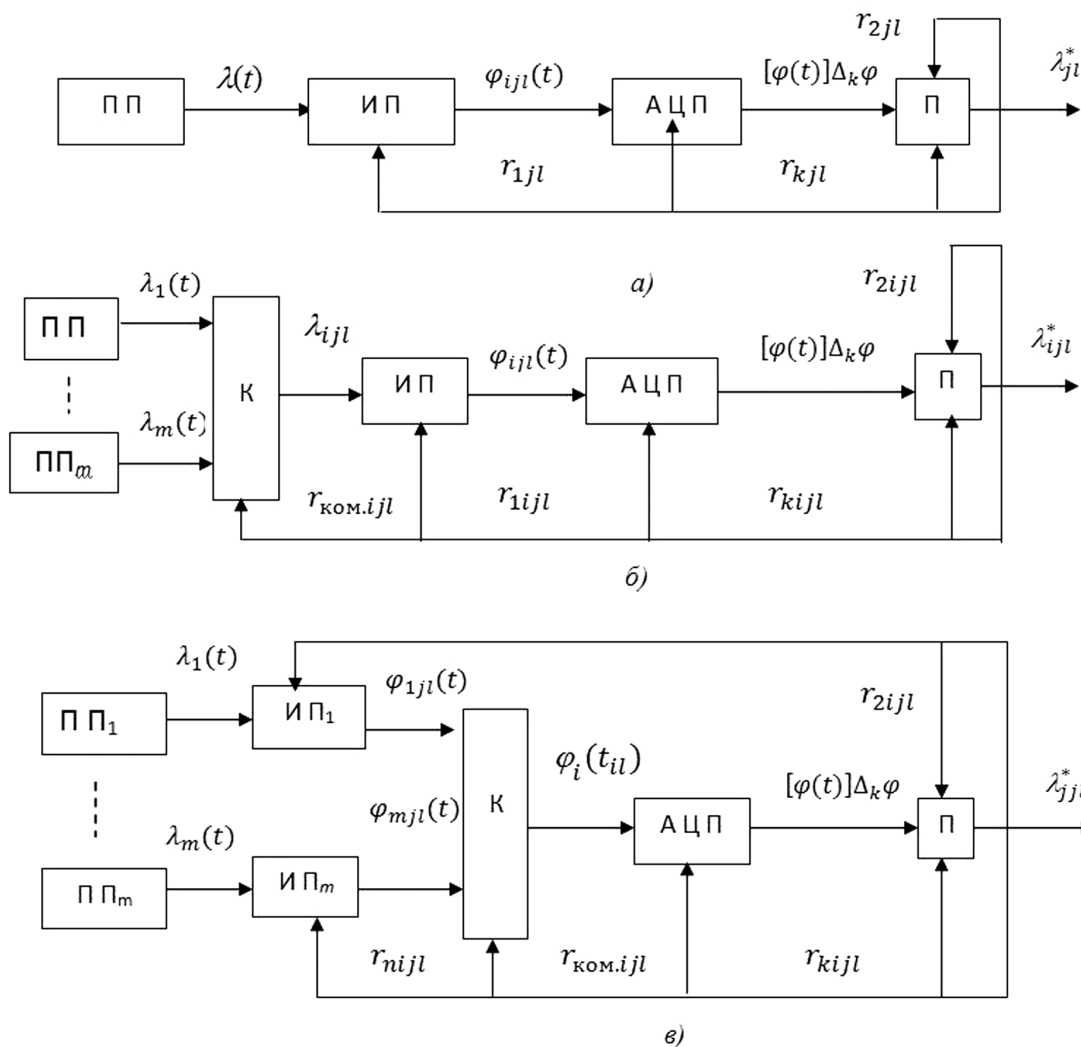


Рис. 2. Структура процессорных измерительных средств для прямых и косвенных, обыкновенных и с усреднением итеративных измерений: а – одноканальная структура; б – многоканальная структура с коммутацией аналоговых сигналов; в – многоканальная структура с коммутацией кодовых комбинаций

и признаков технологических операций к операторным уравнениям измерения и структуре процессорных измерительных средств.

Построению структурных моделей выбора при проектировании датчиков различного назначения посвящен целый ряд работ [1–4].

В статье предложена структурная модель и ее реализация при выборе операторных уравнений и структуры ПриС.

Исходными являются параметры и признаки технологического процесса, определяющие выбор уравнения и структуры ПриС. В качестве показателей эффективности определены технические характеристики светооптических преобразователей: число элементов в линейке (матрице), размер фоточувствительного элемента линейки (матрицы), расстояние между светочувствительными элементами, частота считывания сигналов, интегральная чувствительность линейки (матрицы), неравномерность интегральной чувствительности линейки (матрицы).

Основное операторное уравнение имеет вид [1, 3]

$$\lambda^* = R_2 K R_1 \gamma,$$

где λ^* – результат измерения;

R_1 – преобразование, выполняемое в аналоговой форме;

K – аналого-цифровое преобразование;

R_2 – преобразование, выполняемое в цифровой форме;

γ – входное воздействие.

Наиболее распространенной классификацией измерений в метрологии является разделение на прямые и косвенные измерения и соответствующие им операторные уравнения (таблица)

Измерения, в которых воздействие на вход измерительного устройства осуществляется самой измеряемой величиной $\lambda(t_j)$, относятся к прямым измерениям. При косвенных измерениях на вход воздействуют величины, функционально связанные с измеряемой $\lambda = f(\gamma)$, т.е. $\gamma(t_j)$. Обыкновенные измерения – это те, при которых входное воздействие соотносится с моментом времени фиксации результата, т.е. результат формируется по разовому измерению однократно.

Усредненные измерения – это те, в которых входные воздействия соотнесены с временным интервалом, т.е. результат формируется по n -му числу измерений в течение временного интервала.

Итеративные измерения – циклические измерительные процедуры, при этом в каждом цикле алгоритм изменяется на основе информации, полученной на предыдущем цикле.

Структуры процессорных измерительных средств, соответствующие уравнениям 1, 3, 5, 7 (таблица), показаны на рис. 1, где ПП – первичный преобразователь; ИП – измерительный преобразователь; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; П – процессор; К – коммутатор.

Структуры, соответствующие уравнениям (2, 4, 6, 8) (таблица), представлены на рис. 2, где $r_{1jl}, r_{kjl}, r_{2jl}, r_{комjil}, r_{1jil}, r_{kjl}, r_{2jil}$ – управляющие команды, осуществляющие трансформацию операторов R_1, R_2, k при переходе от l -го цикла к $(l + 1)$ -му циклу.

Непосредственно выбор операторного уравнения и структуры процессорных измерительных средств заключается в следующем.

1. Из множества параметров и признаков технологических операций формируется упорядоченный ряд в целом для технологического процесса.

2. На основе упорядоченного ряда формируются эталонные множества, определяющие операторные уравнения для каждого измеряемого параметра. Принцип формирования эталонных множеств состоит в следующем. В каждое эталонное множество в качестве его элементов входят объект измерения, признак состояния поверхности (черновая, чистовая), способ перемещения объекта в зоне измерения (продольное, поперечное), наличие или отсутствие ориентации объекта в зоне измерения, один из измеряемых параметров, подача объекта в зону измерения (поштучная, групповая). При этом в эталонное множество не должны одновременно входить два взаимоисключающих признака (черновая или чистовая поверхность, продольное или поперечное перемещение, ориентирован-

ная или неориентированная подача, поштучная или групповая подача и т.д.)

3. Формируется симметричная матрица расстояний между эталонными множествами $D_{эм} = |a_{ij}|$, в которой строки и столбцы соответствуют эталонным множествам. Элементы матрицы определяются на основе выражения

$$d_{ij} = 1 - \frac{|M_i \cap M_j|}{|M_i \cup M_j|}. \quad (1)$$

Числитель выражает число общих элементов двух множеств, знаменатель – суммарное число разных элементов двух множеств. Это выражение дает количественную оценку расстояния между двумя множествами, которое принимает значение от 0 до 1, $d_{ij} = 0$, если элементы двух множеств совпадают, и равно 1, если два множества не имеют не одного общего элемента.

4. По данным матрицы расстояний определяется пороговое расстояние между множествами

$$d_{nop} = \frac{d_{\min} + d_{\max}}{2}. \quad (2)$$

С учетом порогового расстояния формируются построчные кластеры, элементами которых являются множества, расстояния между которыми меньше или равно пороговому $d_{ij} \leq d_{nop}$.

5. На основе матрицы расстояний $D_{эм}$ и сформированных построчных кластеров формируются группы сходных и разнородных множеств. Для оптимизации разбиения этих групп определяется среднегрупповое расстояние

$$R_d = \frac{\sum_{l=1}^m (ij) \in A_l \sum d_{ij}}{\sum_{l=1}^m C_{n,l}^2}, \quad (3)$$

где $l = 1, 2, \dots, m$ – число кластеров;

A_l – число пар множеств, входящих в кластеры, расстояние между которыми удовлетворяет условию $d_{ij} \leq d_{nop}$;

d_{ij} – расстояние между парами множеств A_l , входящих в кластер;

$C_{n,l}^2$ – число внутригрупповых расстояний в кластере;

n – число элементов (множеств) в кластере.

С учетом данных матрицы расстояний $D_{эм}$ и среднегруппового расстояния (3) эталонные множества проверяются на разнородность. Множества являются разнородными при условии $d_{ij} < R$. Проверка эталонных множеств на разнородность выполняется для исключения неопределенности при выборе операторного уравнения и структуры ПриС.

6. Для выбора операторных уравнений и структуры ПриС для технологических операций необходимо сформировать множества параметров и признаков этих операций относительно измеряемых параметров на основе исходных данных технологического процесса. Для выделения сходных множеств и соответствующих им операторных уравнений формируется матрица расстояний между множествами операций технологического процесса и эталонными множествами $D_T = |d_{ij}|$. Строки матрицы соответствуют множествам операций, столбцы – эталонным множествам. Элементы матрицы определяются в соответствии с (1).

7. По данным матрицы D_T определяется пороговое расстояние между множеством технологических операций и эталонными множествами (2). С учетом порогового расстояния формируются построчные кластеры, элементами которых являются множества, расстояния между которыми меньше или равно пороговому $d_{ij} \leq d_{nop}$.

8. Для выделения сходных множеств матрицы D_T определяется среднегрупповое расстояние в соответствии с (3). По данным матрицы D_T и среднегруппового расстояния выделяются сходные множества по условию $d_{ij} < R$. Каждая пара сходных множеств (множества параметров и признаков технологической операции и эталонного множества) соответствует определенному операторному уравнению и структуре ПриС. В результате формируется таблица, в которой каждой технологической операции соответствует операторное уравнение и структура ПриС для контролируемых параметров.

На основе изложенного метода разработан алгоритм и программное обеспечение для структурного синтеза процессорных измерительных средств. На следующем этапе

выбирается оптимальный вариант первичного преобразователя для выбранной структуры ПИС. [3]

Библиографический список

1. Цветков, Э.Н. Процессорные измерительные средства / Э.Н. Цветков. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 224 с.
2. Катус, П.Г. Интеллектуальные видеодатчики машинного видения / П.Г. Катус, Г.П. Катус // Датчики и системы. – 2001. – № 9. – С. 42–48.
3. Дорошенко, В.А. Структурная модель синтеза светооптических процессорных средств измерения геометрических размеров / В.А. Дорошенко, М.В. Титович, А.С. Мадейченко / Тезисы докладов IV Всероссийской научно-практической конференции «Решетневские чтения». – Красноярск, 2000. – С. 165–166.
4. Целищев, Е.С. Новый подход к построению универсальной структуры информационного обеспечения процесса проектирования систем контроля / Е.С. Целищев, И.С. Кудряшов, А.В. Глязиецова // Датчики и системы. – 2010. – № 6. – С. 28–34.

ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ ПРИ КОЛЕБАНИЯХ ГРУЗА НА КАНАТЕ

Д.Г. ШИМКОВИЧ, *проф. каф. теории и конструирования машин МГУЛ, д-р техн. наук*

shimkovich@mgul.ac.ru

При работе грузоподъемных кранов происходит раскачивание груза на канате, что сопровождается значительными динамическими нагрузками, которые рассматривались во многих работах (см. [1] и приведенную там библиографию).

В данной статье произведен анализ закономерностей процесса колебаний груза на канате на основе двухмассовой модели с учетом влияния начальных условий на возможные значения динамических нагрузок. Приведен обзор имеющихся справочных и нормативных материалов по значениям коэф-

фициентов динамичности. Выполнен динамический расчет тестовых конечно-элементных моделей консольных стрел с грузом на канате и без каната при разгоне/торможении в процессе поворота стрел как пример обоснования коэффициента динамичности для конкретной конструкции.

Уравнения движения двухмассовой системы

Рассмотрим движение тележки массой m и груза массой m_1 в горизонтальном направлении с некоторым ускорением a . В

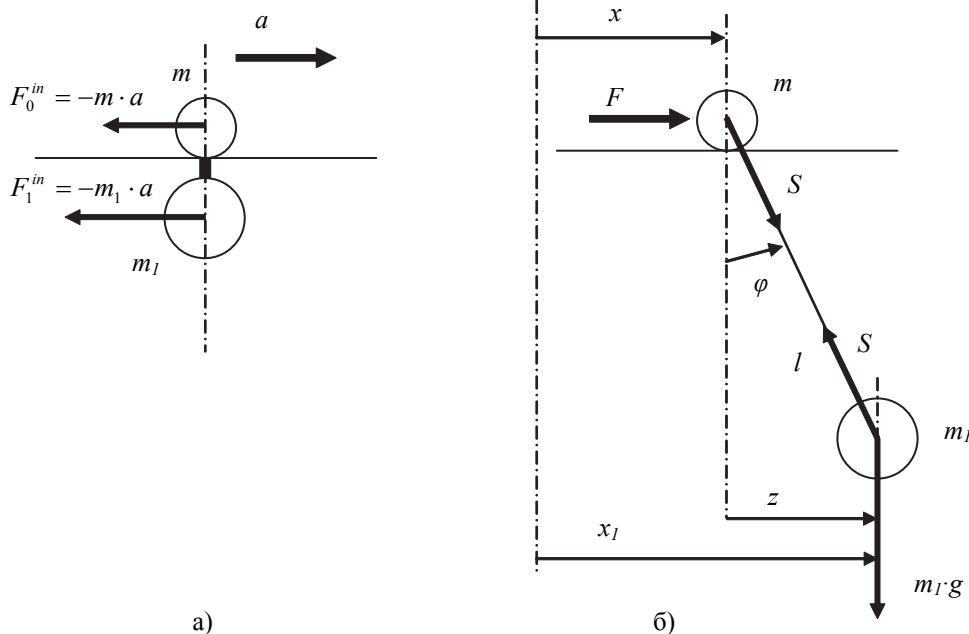


Рис. 1. Движение тележки массой m и груза массой m_1 в горизонтальном направлении с некоторым ускорением

схеме 1 (рис. 1а) будем считать массы жестко связанными и имеющими общий центр масс (канат нулевой длины); на рис. 1а массы для наглядности условно разнесены, там же показаны соответствующие силы инерции (с учетом знаков); суммарная сила, действующая на массы (рис. 1б) будет $F = (m + m_1) \cdot a$.

Рассмотрим схему 2 (рис. 1б), где массы m и m_1 соединены нерастяжимым канатом длиной l . Уравнения движения системы в горизонтальном направлении будут

$$\begin{cases} m \cdot \ddot{x} = F + S \cdot \sin\varphi, \\ m_1 \cdot \ddot{x}_1 = -S \cdot \sin\varphi, \end{cases} \quad (1)$$

где

$$S = \frac{m_1 g}{\cos\varphi} - \text{усилие в канате,}$$

g – ускорение силы тяжести.

Складывая данные уравнения, получим

$$(m + m_1) \cdot \ddot{x}_c = F,$$

где

$$x_c = \frac{m \cdot x + m_1 \cdot x_1}{m + m_1} - \text{центр масс системы 2,}$$

отсюда видно, что центр масс в схеме 2 будет двигаться так же, как и в схеме 1, т.е. колебания масс будут происходить относительно их центра масс.

При малом угле φ имеем $\varphi \approx \sin(\varphi) \approx \text{tg}(\varphi) = z / l$ и система (1) принимает вид

$$\begin{cases} m \cdot \ddot{x} = F + m_1 g \frac{z}{l}, \\ m_1 \cdot \ddot{x}_1 = -m_1 g \frac{z}{l}. \end{cases} \quad (2)$$

Видно, что дополнительная к F нагрузка на массу m в горизонтальном направлении составляет

$$F_{din} = m_1 g \frac{z}{l} = m_1 g \cdot \varphi$$

и обусловлена колебаниями груза на канате.

Отметим также, что изменение усилия в канате в процессе колебаний вызывает дополнительную вертикальную нагрузку на тележку. В данном пункте этот вопрос не рассматривается.

Меру воздействия массы груза m_1 на тележку массой m при колебаниях груза по отношению к схеме 1 (рис. 1а) без колебаний

груза будем оценивать коэффициентом динамичности

$$K_{din} = \frac{F_{din}}{F_1^{in}} = \frac{g \cdot z}{-a \cdot l}. \quad (3)$$

Учитывая, что $x_1 = x + z$, несложно привести систему (2) к виду

$$\begin{cases} \ddot{x} = f(t) + \omega_0^2 \cdot z, \\ \ddot{z} = -f(t) - \omega^2 \cdot z, \end{cases} \quad (4)$$

где обозначено

$$f(t) = \frac{F(t)}{m}, \quad \mu = \frac{m_1}{m}, \quad \omega_0^2 = \frac{g}{l},$$

$$\omega_1^2 = \mu \frac{g}{l}, \quad \omega^2 = \omega_0^2 + \omega_1^2 = (1 + \mu) \frac{g}{l}$$

Нетрудно видеть, что ω_0 и

$$T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$$

– это собственная частота и период колебаний груза на канате при закрепленной точке его подвеса.

Общее решение второго уравнения системы (4) будет

$$z(t) = A \cdot \sin\omega t + B \cdot \cos\omega t + z_m(t), \quad (5)$$

где A, B – константы, определяемые из начальных условий,

$z_m(t)$ – частное решение данного уравнения.

Влияние начальных условий

Рассмотрим случай движения с постоянным ускорением $a = \text{const}$.

Тогда

$$f(t) = \frac{F}{m} = \frac{(m + m_1) \cdot a}{m} = (1 + \mu) \cdot a$$

и частное решение z_m при $\ddot{z} = 0$ будет

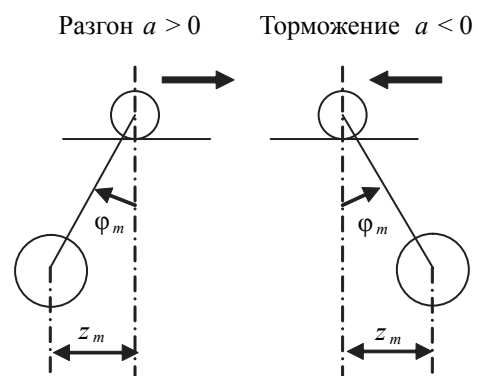


Рис. 2. Отклонение груза от вертикали при стационарном движении системы с постоянным ускорением

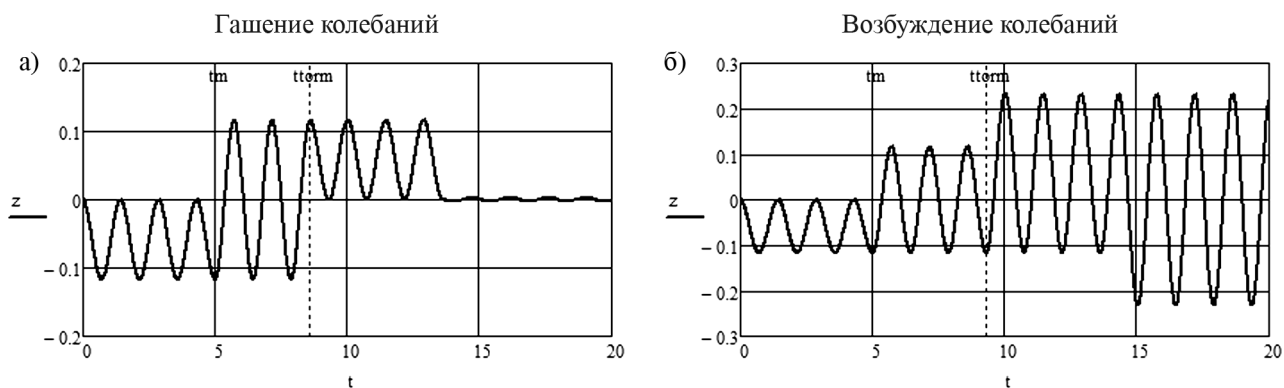


Рис. 3. Зависимости $z(t)$ численного решения уравнений (4) при движении тележки

$$z_m = \frac{-f(t)}{\omega^2} = \frac{-(1+\mu) \cdot a \cdot l}{(1+\mu) \cdot g} = -\frac{a}{g} l \text{ и угол} \quad (6)$$

$$\varphi_m \approx tg\varphi_m = -\frac{a}{g}.$$

Величина z_m представляет собой отклонение груза от вертикали при стационарном движении системы с постоянным ускорением (рис. 2).

Пусть в начальный момент времени $t = 0$: $z(0) = z_0$, $\dot{z}(0) = V_{z0}$. Определяя из этих условий константы А, В в (5), получим

$$z(t) = z_m \left[(1 - \cos\omega t) + \frac{z_0}{z_m} \cdot \cos\omega t + \frac{V_{z0}}{\omega \cdot z_m} \cdot \sin\omega t \right]. \quad (7)$$

Используя соотношения (6-7) из (3), найдем явное выражение для коэффициента динамичности

$$K_{din} = \frac{\varphi}{\varphi_m} = \frac{z}{z_m} = 1 - \cos\omega t + \frac{z_0}{z_m} \cdot \cos\omega t + \frac{V_{z0}}{\omega \cdot z_m} \cdot \sin\omega t. \quad (8)$$

Обычно [1–3] для анализа принимаются нулевые начальные условия: вертикальное начальное положение груза ($z_0 = 0$) и его нулевая относительная скорость $V_{z0} = 0$. При этом максимальное значение коэффициента динамичности (при $\omega t \geq \pi$) равно 2, поскольку $\cos\pi = -1$.

В действительности начальные условия z_0 и V_{z0} являются случайными величинами, зависящими от предыстории движения груза, длительности процессов разгона/торможения, времени включения/выключения механизмов, эффективности системы управления приводами, квалификации крановщика, сторонних (например ветровых) воздействий, податливости конструкции крана и др. При этом коэффициент динамичности может возрасти до 3...4 и выше.

На рис. 3 показаны зависимости $z(t)$ численного решения уравнений (4) при движении тележки по схеме: разгон (5 с, на графиках время разгона обозначено tm) при воздействии постоянной силы F, движение с постоянной скоростью ($F = 0$), торможение (5 с) при воздействии той же силы F обратного направления. В зависимости от момента начала процесса торможения (на графике обозначено $ttorm$) после его окончания может происходить как гашение (рис. 3а), так и возбуждение (рис. 3б) колебаний – увеличение их интенсивности с ростом коэффициента динамичности в данном случае с 2 до 4.

Если направление начального смещения z_0 перед торможением совпадает с направлением ускорения, то амплитуда последующих колебаний возрастает, если наоборот – уменьшается.

Обзор справочных и нормативных материалов

В связи с неопределенностью начальных условий для груза возникает вопрос о расчетных значениях коэффициента динамичности, которые следует принимать при анализе работоспособности конструкции крана.

В учебной литературе по грузоподъемным машинам [2,3 и др.], как правило, ограничиваются иллюстративным случаем нулевых начальных условий при колебаниях груза на канатах; при этом значение коэффициента динамичности получается равным 2.

В различных нормах расчета конструкций кранов величина K_{din} или угла отклонения канатов от положения равновесия

задается в зависимости от типа крана и режима его эксплуатации.

Краны пролетного типа

В нормах [1] для мостовых и козловых кранов общего назначения грузоподъемностью от 1 до 50 т регламентируется угол отклонения канатов с грузом 6^0 при расчете по максимальным нагрузкам рабочего состояния.

Расчетная скорость передвижения указанных кранов находится в пределах 0,5...2,0 м/с, время разгона 8...10 с, торможения 6...8 с, следовательно, ускорения будут примерно $a = 0,1...0,3$ м/с², углы

$$\varphi_m = \frac{a}{g} = 0,6^0 \dots 1,8^0 ;$$

при $\varphi = 6^0$ это соответствует

$$K_{din} = \frac{\varphi}{\varphi_m} = 3,5 \dots 10.$$

Допустимое ускорение при разгоне и торможении механизмов передвижения для данных кранов не должно превышать 0,3 м/с² [1], соответствующая величина угла отклонения каната с грузом будет

$$\varphi_m = \frac{a}{g} = \frac{0,3}{9,81} \cdot \frac{180}{\pi} = 1,75^0, \quad \varphi = 6^0$$

откуда минимальное значение коэффициента динамичности

$$K_{din} = \frac{\varphi}{\varphi_m} = 3,4.$$

Стреловые краны

В [1] для поворотных кранов при отсутствии натурных исследований рекомендуется расчетный угол отклонения каната с грузом принимать по соотношению

$$tg\varphi = \frac{a_k + a_{ц} + a_{в} + \frac{F_{в}}{G}}{g},$$

где a_k , $a_{ц}$ – средние касательное, центробежное ускорения точки подвеса груза при вращении на максимальном вылете;

$a_{в}$ – то же при изменении вылета;

$F_{в}$ – сила ветра на груз силой тяжести G .

Учитывая, что указанные ускорения близкого порядка и, как правило, не превышают 0,3...0,6 м/с², отношение ветровой нагрузки к силе тяжести груза обычно не более 0,06,

получаем оценку коэффициента динамичности от качания груза по данной рекомендации на уровне 3,5...4.

В [4] расчетную нагрузку при вращении поворотной части крана $F_{нов}$ рекомендуется принимать по соотношению $F_{нов} = (1 + K_1 \cdot 0,15) F_{нов}^{ном}$, где $K_1 = 4 \dots 6$, – коэффициент надежности, $F_{нов}^{ном}$ – нормативная нагрузка при повороте, откуда $K_{din} = 1 + K_1 \cdot 0,15 = 1,6 \dots 1,9$.

В нормах европейской ассоциации производителей грузоподъемной техники FEM 1.001 [5] приводится график выбора коэффициента динамичности при качании груза на канате в зависимости от отношения времени разгона/торможения к периоду свободных колебаний груза и соотношения масс груза и тележки (крана); по этим данным при характерных параметрах движения $K_{din} \geq 2 \dots 2,5$ (для кранов пролетного и стрелового типов).

В наиболее современном европейском стандарте EN 13001 [6] приводятся значения коэффициентов динамичности при работе крановых приводов в диапазоне 1,0...3,0 в зависимости от типа системы управления с рекомендацией оценки динамических нагрузок на основе конечно-элементных моделей. С учетом значений частного коэффициента надежности 1,22...1,34 по данной нагрузке при расчете по методу предельных состояний ожидаемые максимальные значения K_{din} будут 1,2...4.

Из обзора видно, что устоявшегося подхода к выбору коэффициента динамичности от раскачивания груза на канатах нет – его назначают исходя из традиций, опыта проектирования и эксплуатации различных типов кранов, имеющих экспериментальных данных и расчетных оценок, степени квалификации машинистов кранов. Средние значения данного коэффициента находятся на уровне 2...4.

Из эксплуатационных требований отметим имеющиеся в инструкциях по эксплуатации кранов указания машинисту «...управлять всеми механизмами крана нужно плавно, без рывков и раскачивания груза», однако это трудно контролируется и возможны нарушения данных правил вследствие объективных и субъективных причин.

В настоящее время предлагаются также системы управления крановыми механизмами для гашения раскачивания груза [7].

Анализ динамических нагрузок с использованием конечно-элементных моделей

В качестве примера анализа динамических нагрузок использована балочная модель консольной стрелы длиной 7 м, коробчатого сечения высотой 350 мм, шириной 250 мм с толщиной стенок 5 мм. Стрела расположена горизонтально и поворачивается по заданному закону изменения угловой скорости поворота вокруг вертикальной оси, проходящей через основание стрелы.

Для сравнения одновременно производился расчет двух вариантов закрепления груза массой 5000 кг (рис. 4):

- 1) груз закреплен на конце стрелы (верхняя модель);
- 2) груз подвешен к концу стрелы на упругом канате (нижняя модель).

На модели действуют вертикальное ускорение силы тяжести $9,81 \text{ м/с}^2$ и инерционные нагрузки от ускорения и угловой скорости при повороте. Вращение принято по следующей схеме: разгон с постоянным ускорением, движение с постоянной скоростью и торможение с постоянным ускорением, как при разгоне. Время разгона и торможения приняты одинаковыми 5 с. Время начала торможения подобрано так, чтобы при торможении получались колебания максимальной интенсивности. Ветровые нагрузки в данном расчете не учитывались. Производился динамический, нелинейный (большие перемещения) анализ моделей [8] без учета демпфирования. На рис. 4 также приведены эпюры нормальных напряжений в стреле в Па.

На рис. 5а показаны изменения во времени максимальных напряжений (МПа) в сечениях стрелы у ее основания – толстой линией в модели с подвесом груза к концу стрелы на канате, тонкой линией – в модели с закреплением груза на конце стрелы (без каната).

Интересно отметить, что, несмотря на интенсивные колебания груза на канате, максимальные напряжения при этом оказались

близкими к имеющим место при колебаниях стрелы с грузом на ее конце (без каната) – примерно 622 МПа. Коэффициенты динамичности при разгоне/торможении стрелы в процессе поворота получились 3,1...3,2.

На рис. 5б приведены аналогичные результаты расчетов с учетом конструкционного демпфирования в элементах металлоконструкций, для которых логарифмический декремент затухания принят равным 0,3 [1]. Поскольку раскачивание груза затухает медленно [7], для него демпфирование в данном расчете не вводилось.

Из данного рисунка видно, что колебания груза, закрепленного на конце стрелы, практически затухают к моменту начала торможения, соответственно снизились максимальные напряжения с 621 МПа до 604 МПа и коэффициент динамичности с 3,1 до значения 1,93. Интенсивность колебаний и максимальные напряжения в стреле с грузом, подвешенным на канате, снизились незначительно и остались практически на уровне колебаний без демпфирования с коэффициентом динамичности 3,2.

Аналогичные расчеты по обоснования коэффициентов динамичности можно выполнить и для более сложных конструкций.

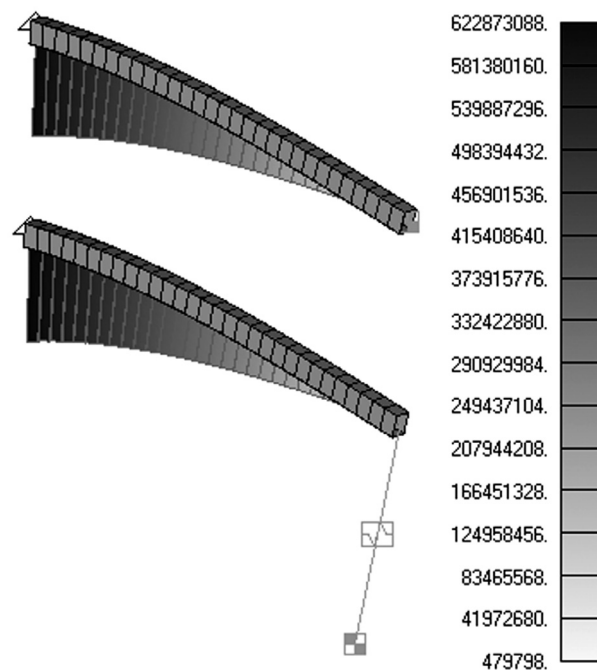


Рис. 4. Расчет двух вариантов закрепления груза массой 5000 кг

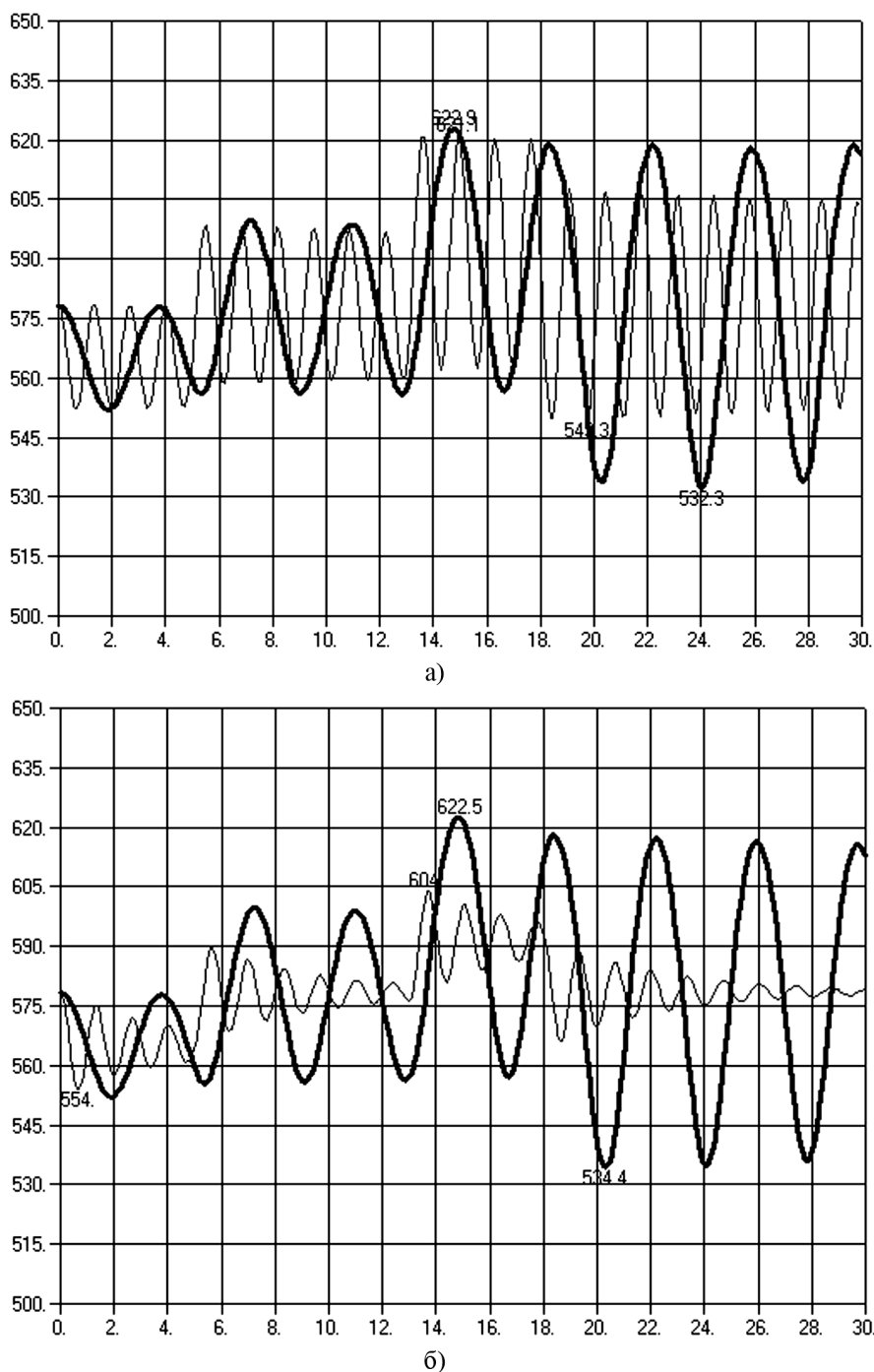


Рис. 5. Изменения во времени максимальных напряжений (МПа)

Библиографический список

1. Гохберг, М.М. Справочник по кранам / М.М. Гохберг и др. – Л.: Машиностроение, 1988. – Т. 1–2.
2. Грузоподъемные машины / М.П. Александров. – М.: Высшая школа, 1986. – 400 с.
3. Соколов, С.А. Металлические конструкции подъемно-транспортных машин / С.А. Соколов. – СПб.: Политехника, 2005. – 423 с.
4. РД НИИКраностроения – 08 – 07. – М.: ООО НИИКраностроения, 2007.
5. FEM 1.001, Rules for the design of hoisting appliances. Book 2. 3-rd Edition, 1998.
6. EN 13001. Crane safety – General design. – Bruxelles, 2004.
7. Зарецкий, А.А. Управление и защита грузоподъемного крана с гашением раскачивания груза / А.А. Зарецкий и др. // Журнал Все краны. – 16-2007; 17-2008; 19-2008.
8. Шимкович, Д.Г. Инженерный анализ методом конечных элементов / Д.Г. Шимкович, Femap & Nastran. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 704 с.

ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЛИТ НА ОСНОВЕ СОВМЕЩЕННЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

Д.А. КОЖЕВНИКОВ, *асп. каф. механической технологии древесины КГТУ,*
С.А. УГРЮМОВ, *проф. каф. механической технологии древесины КГТУ, д-р техн. наук*

kojanij@mail.ru; ugr-s@yandex.ru

При производстве древесно-стружечных плит (ДСтП) в настоящее время в основном используются стандартные технологии, позволяющие получать плиты, удовлетворяющие качеством большую часть потребителей. Однако существует немало направлений по поиску решений экономии древесного сырья и использованию в качестве плитного наполнителя материалов недревесного происхождения (отходов переработки однолетних растений), позволяющих при меньших экономических затратах на производство плит получить качество, сравнимое с плитами ДСтП на основе традиционного древесного наполнителя.

Широкое вовлечение отходов сельского хозяйства, в частности костры льна, способствует снижению материалоемкости композиционных плит [1]. В настоящее время в процессе льнопереработки образуется большое количество костры, которая не находит эффективного использования, в то же время с точки зрения анатомического и химического строения она является ценным материалом для производства плит плоского метода прессования [1, 2].

Однако применение костры льна сопряжено с технологической сложностью процесса осмоления частиц костры, что приводит в конечном итоге к снижению эксплуатационных показателей готовых плит [3].

В ходе проведенных научных исследований были разработаны рекомендации по модификации клеевых составов, а также разработаны технические и технологические рекомендации мероприятий по производству композитов с использованием костры.

Таким образом, предлагается выпуск плит на основе совмещенного наполнителя на основе древесной стружки и костры льна (древесно-костростружечных плит, далее

ДКСП), что является перспективным направлением в производстве плитных материалов плоского метода прессования. Однако для полного обоснования преимущества производства ДКСП в сравнении с традиционными древесно-стружечными плитами необходимо проведение подробного технико-экономического анализа.

Для условий ОАО «Фанплит» (г. Кострома) разработан типовой вариант технологического процесса производства на базе горячего пресса ПР-6А однослойных плитных конструкционных материалов на основе древесного наполнителя и костры льна в соотношении 1:1, осмоленных модифицированным клеевым составом. Модификатор (бутанол-1) в количестве 2 % к массе клея служит эффективной поверхностно-активной добавкой, улучшающей осмоление частиц костры льна, что, в конечном счете, приводит к повышению эксплуатационных характеристик готовой продукции.

Поскольку костра – сезонный продукт, образующийся в процессе льнопереработки в основном в осенний период, предлагается выпускать древесно-костровые плиты (ДКС-тП) в объеме 50 % от общего объема выпускаемой плитной продукции.

Основным отличием технологии производства плит с применением костры льна является введение дополнительного участка подготовки кострового сырья. При этом подготовка древесного сырья упрощается ввиду отмены разделения стружки на фракции для наружного и внутреннего слоев. Для складирования костры выделяется дополнительное место на открытой площадке со стружкой, затем костра проходит через дополнительно установленную сортировку и по системе пневмотранспорта направляется на участок подготовки к смешиванию с древесной струж-

Расчет товарной продукции

Наименование товаров	Показатели	По проекту	По предприятию
ДКСтП	1.Объем продукции м ³	59 850	–
П-А, I, М, Ш, Е1	2.Оптовая цена за 1 м ³ , руб.	4 800	–
3500x1750x16	3.Сумма, тыс. руб.	287 280	–
ДСтП	1.Объем продукции м ³	59 850	119 700
П-А, I, М, Ш, Е1	2.Оптовая цена за 1 м ³ , руб.	4 900	4 900
3500x1750x16	3.Сумма, тыс. руб.	293 265	586 530
Итого в натуральном выражении		119 700	119 700
Итого в сопоставимых ценах, тыс. руб.		638 500	645 200

Расчет стоимости сырья и материалов

Наименование сырья и материалов	Объем	Заготовительная стоимость	
		за единицу, руб.	на программу, тыс. руб.
«карандаш» (отходы после лущения чураков)			
– для ДКСтП, м ³	4 265	300	1 280
– для ДСтП, м ³	9 383	300	2 815
Шпон-рванина (тех. щепы):			
– для ДКСтП, м ³	28 213	420	11 849
– для ДСтП, м ³	62 068	420	26 069
Обрезки фанеры:			
– для ДКСтП, м ³	2 355	350	824
– для ДСтП, м ³	5 181	350	1 813
Отпад и оторцовки при раскросе фанерного сырья:			
– для ДКСтП, м ³	9 597	450	4 319
– для ДСтП, м ³	21 113	450	9 501
Костра льна			
– для ДКСтП, м ³	123 810	100	12 381
Смола КФ-Н-54(66)-П			
– для ДКСтП, т	8 258	11000	90 838
– для ДСтП, т	8 940	11000	98 340
Отвердитель NH4Cl сухой			
– для ДКСтП, т	223	22000	4 906
– для ДСтП, т	242	22000	5 324
Карбамид сухой			
– для ДКСтП, т	45	9900	446
– для ДСтП, т	62	9900	614
Спирт			
– для ДКСтП, т	166	5500	913
Вода (для отвердителя)			
– для ДКСтП, т	137	15	2
– для ДСтП, т	118	15	2
итого для ДКСтП			127 757
итого для ДСтП			144 477
Итого сырья и материалов:			272 235

кой, где она сушится, сортируется, доизмельчается. Также требуется изменение технологии подготовки клеевого состава, поскольку необходима дополнительная операция введения модификатора смолы [4].

В рамках технико-экономического обоснования выполнен расчет продукции на основании себестоимости ДСтП, взятой по данным предприятия на конец 2009 г. Расчет товарной продукции представлен в табл. 1,

Таблица 3

Амортизация дополнительных основных фондов и нематериальных активов

Наименование	Стоимость, тыс. руб.	Амортизация	
		НА, %	Сумма, тыс. руб.
Здания и сооружения	4 600	1,5	69
Оборудование	3 000	10	300
Прочее (8 % от стр. 2)	240	10	24
НМА	150	10	15
Итого	7 990		408

Таблица 4

Расчет инвестиций

Показатели	Сумма, тыс. руб.
1. Инвестиционные затраты, всего	7 598
– здания и сооружения (модернизация)	4 600
– оборудование	3 000
– производственные запасы основных материалов	-800
– НМА	150
– прочие основные фонды	240
2. Дополнительные амортизационные отчисления	408

Таблица 5

Калькуляция себестоимости ДКСП

Элементы	По проекту		По предприятию		Темп роста
	Сумма, тыс. руб.	На м ³	Сумма, тыс. руб.	На единицу, руб.	%
1. Планируемая выручка (без НДС), в т.ч.	580 545	4 850	586 530	4 900	99,0
– от реализации ДКСтП	287 280	4 800			
– от реализации ДСтП	293 265	4 900			
2. Сырье и материалы за вычетом ценных отходов, в т.ч.	272 235	2 274	288 954	2 414	94,2
– для ДКСтП	127 757	2 135			
– для ДСтП	144 477	2 414			
3. Расчет за энергию, в т.ч.	44 120	368,6	48 495	405,1	91,0
– по ДКСтП	19 873	332,0			
– по ДСтП	24 248	405,1			
4. Затраты на оплату труда, в т.ч.	17 359	145,0	17 280	144,4	100,5
– по ДКСтП	8 719	145,7			
– по ДСтП	8 640	144,4			
5. ЕСН (27,4 %), в т.ч.	4 756	39,7	4 735	39,6	100,5
– по ДКСтП	2 389	39,9			
– по ДСтП	2 367	39,6			
6. Амортизация ОФ и НМА, тыс. руб. в т.ч.	11898	99,4	11 490	96,0	103,6
– ДКСтП	6153	102,8			
– ДСтП	5745	96,0			
7. Прочие затраты, всего:	74 442	621,9	73 696	615,7	101,0
– ДКСтП, в т.ч.	37 359	624,2			
а) представительские расходы	349				
б) расходы на рекламу	100				
в) командировочные и управление	25				
г) другие общехозяйственные расходы	34 874				

Элементы	По проекту		По предприятию		Темп роста
	Сумма, тыс. руб.	На м ³	Сумма, тыс. руб.	На единицу, руб.	%
д) отчисления в резервный фонд 0,7 %	2 011				
– ДСтП, в т.ч.	37 083	619,6			
а) представительские расходы	346				
б) расходы на рекламу	100				
в) командировочные и управление	25				
г) другие общехозяйственные расходы	34 560				
д) отчисления в резервный фонд 0,7 %	2 053				
8. Налоги, всего:	2 622	21,9	776	6,5	338,0
– ДКСтП, в т.ч.	1 846	30,8			
а) налог на имущество	934				
б) % по кредиту	912				
– ДСтП, в т.ч.	776	13,0			
а) налог на имущество	776				
б) % по кредиту	0				
9. Себестоимость (средняя/относительная), в т.ч.	425 721		444 650	3 715	95,7/91,2
– ДКСтП	203 161	3 394			
– ДСтП	222 561	3 719			
10. Прибыль от реализации продукции, в т.ч.	154 824	1 293	141 880	1 185	109,1
– ДКСтП	84 119	1 406			
– ДСтП	70 704	1 181			
11. Валовая прибыль, в т.ч.	153 114	1 279	141 104	1 179	108,5
– ДКСтП	83 185	1 390			
– ДСтП	69 929	1 168			
12. Налогооблагаемая прибыль, в т.ч.	153 114	1 279	141 104	1 179	108,5
– ДКСтП	83 185	1 390			
– ДСтП	69 929	1 168			
13. Налог на прибыль, в т.ч.	36 747	307	33 865	282,9	108,5
– ДКСтП	19 964	334			
– ДСтП	16 783	280			
14. Чистая прибыль, в т.ч.	116 367	972	107 239	895,9	108,5
– ДКСтП	63 221	1 056			
– ДСтП	53 146	888			
15. Чистая выручка от операционной деятельности, в т.ч.	128 265	1 072	118 729	992	108,0
– ДКСтП	69 374	1 159			
– ДСтП	58 891	984			

расчет стоимости сырья и материалов в табл. 2.

Для организации производства потребуется замена нескольких единиц действующего оборудования, а также введение нового. Тем не менее, годовая потребность в электроэнергии сократится на 1695740 кВт·ч за счет снижения общей мощности устанавливаемого оборудования.

Для предполагаемых изменений на выпуск композиционных плит конструкци-

онного назначения на основе совмещенного наполнителя потребуются затраты на приобретение оборудования и строительство дополнительных площадей, создание дополнительных производственных запасов основных материалов, разработку технологической части. Эти затраты окупаются за 12 месяцев за счет увеличения рентабельности продукции, уменьшения себестоимости товарной продукции и увеличения чистой выручки.

Технико-экономические показатели

Наименование	По проекту	По предприятию	Темпы роста, %
1. Товарная продукция в сопоставимых ценах, тыс. руб.	580 545	586 530	99,0
2. Выпуск продукции в натуральном выражении, м ³	119 700	119 700	100,0
3. Число дней работы цеха в год, Тэф, дни	318	318	100,0
4. Число рабочих смен в сутки, см	2	2	100,0
5. Производственная площадь, м ²	6251	5558	112,5
6. Количество установленных единиц оборудования, шт.	40	34	117,6
7. Характеристика и нормы расхода на 1 м ³ готовой продукции:			
а) костра льна (для ДКСтП), кг	832,8	–	–
б) стружка (ДКСП/ДСтП), кг	622,1	1413,2	44,0
в) спирт (ДКСП), кг	3,46	–	–
г) смола (ДКСП/ДСтП), кг	140	148,95	94,0
8. Списочное количество ППП (всего), чел.	122	122	100,0
9. Годовой фонд заработной платы (всего), тыс. руб.	17 359	17 280	100,5
10. Средняя зарплата 1 работающего в год, тыс. руб.	142,3	141,6	100,5
11. Производительность труда 1 работающего, тыс. руб.	4 759	4 808	99,0
12. Технологическая трудоемкость единицы продукции, чел. ч.	1,60	1,60	100,0
13. Расход электроэнергии на 1 м ³ продукции, кВтЧч.	149,0	160,4	92,9
14. Электровооруженность 1 рабочего, кВтЧч.	146 191	157 376	92,9
15. Полная себестоимость единицы продукции (ДКСП/ДСтП), тыс. руб.	3 394	3 715	91,4
16. Оптовая цена 1 м ³ (ДКСП/ДСтП), тыс. руб.	4 800	4 900	98,0
17. Затраты на 1 рубль товарной продукции (ДКСП/ДСтП)	0,71	0,76	93,3
18. Чистая выручка, тыс. руб.	128 265	118 729	108,0
19. Рентабельность 1 м ³ , %	27,3	24,1	113,3
20. Степень охвата механизированным трудом, %	61,9	61,9	100,0
21. Инвестиции по проекту, тыс. руб.	7 598	–	–
22. Срок окупаемости, лет	1,0	–	–
23. Суммы нал пост в бюджет за период окупаемости проекта, тыс. руб.	2 622	776	338,0

Расчет затрат на амортизационные отчисления дополнительных основных фондов и нематериальных активов представлен в табл. 3, расчет инвестиций в табл. 4, калькуляция себестоимости ДКСтП – в табл. 5.

За счет использования недорогого альтернативного сырья костры льна в смеси с древесными частицами удалось снизить себестоимость готовых плит до 9 %, причем снижение себестоимости не отражается на качестве готовых плит – проведенные физико-механические испытания показали, что новая продукция не уступает, а по некоторым показателям превосходит продукцию-аналог – древесно-стружечные плиты [5].

Основные технико-экономические показатели при частичном выпуске (50 %) композиционных плит ДКСП на ОАО «Фанплит» представлены в табл. 6.

Реконструкция предприятия на частичный выпуск композиционных плит в объеме 50 % от общего объема продукции позволит производить конкурентоспособную продукцию, трудоемкость и себестоимость которой ниже, чем у традиционных древесно-стружечных плит. При этом применение костры льна в производстве композиционных материалов способствует комплексному и рациональному использованию как древесного, так и льняного сырья, эффективной утилизации отходов льнопроизводства, снижению материалоемкости и себестоимости плитной продукции, снижению рисков в отсутствие поставок древесного сырья в проблемные периоды.

Основные отличия технико-экономических показателей производства ДКСП в сравнении с продукцией аналогом плитами ДСтП:

– значительное уменьшение стоимости сырья и материалов, которое связано с частичным переходом производства на альтернативное сырье – костру льна, что влечет уменьшение норм расхода древесного сырья, одновременно происходит некоторое снижение расхода связующего. Снижение расхода связующего происходит за счет его качественного распределения, поскольку древесные частицы в отличие от костры обладают достаточной жесткостью, обеспечивая равномерный перенос клея между частицами за счет их перетирания.

– снижение стоимости электроэнергии, вследствие замены оборудования на менее энергоемкое;

– небольшое увеличение общехозяйственных затрат на новую продукцию, связанное с увеличением производственных площадей для складирования костры;

– небольшое увеличение затрат на оплату труда производственного персонала, поскольку часть технологических операций требует замены персонала на более квалифицированный;

– прибыль от реализации продукции увеличивается на 9,1 % за счет снижения себестоимости ДКСП на 8,7 %;

– рентабельность 1 м³ продукции увеличивается на 13,3 %;

– чистая выручка увеличивается на 8 %.

Исходя из экономического анализа, проект реконструкции на частичный выпуск композиционных плит на основе древесной стружки и костры льна является экономически эффективным.

Библиографический список

1. Минин, А.Н. Пути рационального использования сырья на деревообрабатывающих предприятиях / А.Н. Минин. – Минск: Редакция научно-технической литературы, 1955. – 169 с.
2. Угрюмов, С.А. Организационно-техническое обеспечение производства композиционных материалов на основе древесины и костры льна: монография / С.А. Угрюмов. – Кострома: КГТУ, 2008. – 147 с.
3. Мелони, Т. Современное производство древесностружечных плит и древесно-волоконных плит / Т. Мелони; пер. с англ. А.А. Амалицкого, Е.И. Карасова. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 416 с.
4. Справочник по производству древесностружечных плит / И.А. Отлев, Ц.Б. Штейнберг, Л.С. Отлева и др. – М.: Лесная пром-сть, 1990. – 384 с.
5. Угрюмов, С.А. Плитные композиционные материалы на основе совмещенных наполнителей / С.А. Угрюмов, Д.А. Кожевников // Вестник КГТУ – Кострома: КГТУ, 2009. – № 20. – С. 34–36.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОГО РЫНКА «ЗЕЛЕНОГО» ДОМОСТРОЕНИЯ

В.В. ЛУЧКИНА, доц. каф. экономики и организации ВЭС ПЛК МГУЛ, канд. экон. наук

caf-econvnesh@mgul.ac.ru

«Зеленое» домостроение – это практика повышения эффективности использования ресурсов (энергии, воды, строительных материалов) в домостроении и в то же время снижения воздействия сооружений на здоровье человека и окружающую среду в течение срока их эксплуатации посредством применения лучших методов размещения, дизайна, строительства, эксплуатации и ликвидации по истечении срока службы. Данное направление развилось в отдельный инновационный сектор рынка, и для него уже разработаны требования и стандарты. В мире на сегодняшний момент зарегистрировано 47 действующих

инициатив по «зеленому» домостроению, в 12 странах действуют советы и еще в 5 странах ведется подготовка к их созданию. В Великобритании – это стандарты BREEM, в США – LEED, в Германии – DGNB.

Угрозы глобального изменения климата и истощения природных ресурсов дают актуальное формирование «зеленого» рынка в секторе строительства. Здания всего мира используют около 40 % всей потребляемой первичной энергии, 67 % всего электричества, 40 % всего сырья и 14 % всех запасов питьевой воды, а также производят 35 % всех выбросов углекислого газа и чуть ли не поло-

Основные цели «зеленого» домостроения

Экономические выгоды	Социальные выгоды	Экологические выгоды
1. Эксплуатация «зеленых зданий» по сравнению с традиционными сооружениями является экономически более выгодной	1. Создание комфортных условий в помещении по качеству воздуха, тепловым и акустическим характеристикам	1. Сокращение выбросов парниковых газов, мусора и загрязненных вод
2. На 25 % снижается энергопотребление, и соответственно достигается уменьшение затрат на электроэнергию и уменьшается потребление воды на 30 %, что приводит к значительному снижению издержек на водоснабжение	2. Лучшие условия жизни, здоровья и благополучия для жильцов и арендаторов	2. Расширение и защита среды обитания и биоразнообразия
3. Сокращение затрат на обслуживание здания достигается за счет более высокого качества современных средств управления, эффективного контроля и оптимизации работы всех систем	3. Снижение уровня загрязнений, попадающих в воду, почву и воздух, т.е. сокращение нагрузки на городскую инфраструктуру	3. Сохранение природных ресурсов
4. Увеличенная текущая чистая выручка (3 %-я премия на средней норме арендного договора) и стоимость активов собственности (10 %-я премия на коммерческой ценности) может привести к более низким финансовым и страховым затратам	4. Повышение качества жизни с помощью сбалансированного градостроительного проектирования – размещения мест приложения труда поблизости с жилыми районами и социальной инфраструктурой (школы, медучреждения, общественный транспорт)	
5. Уменьшение количества отказов от аренды и собственности и увеличение на 1–16 % удовлетворенности арендаторов может привести к снижению издержек		
6. Здания, построенные с использованием «зеленых технологий», способствуют сохранению здоровья работающих в них людей, что может снизить страховые взносы		
7. Принципы строительства «зеленых» зданий пребывают в соответствии с ожидаемым ужесточением экологического законодательства, связанного с ограничением выбросов углерода		
8. Устойчивое снижение себестоимости. Большинство «зеленых зданий» дороже обычных не более чем на 4 %, а в ближайшем будущем применение «зеленых технологий» станет самым эффективным способом для снижения себестоимости строительства. В настоящий момент дополнительная себестоимость может быть амортизирована в ходе эксплуатации здания и обычно компенсируется через 3–5 лет за счет эксплуатационного снижения издержек		
9. Многие инвесторы рассматривают строительство обычных зданий как увеличение своих рисков и повышение ответственности		

вину всех твердых городских отходов. В связи с этим возведение зданий с использованием современных экологических технологий должно стать приоритетным по сравнению со строительством традиционных сооружений.

Технологии «зеленого» домостроения включают естественное освещение, естественную вентиляцию, экологичные изоляционные материалы, использование энергии ветра, солнца, биомассы, естественную утилизацию отходов. К наиболее энергозатратным строительным материалам относятся сталь, пластмасса, цемент, к наименее энергозатратным – древесина, камень, медь, алюминий. Стандартами «зеленого» домостроения предусматривается преимущественное использование сертифицированной древесины.

Основные цели «зеленого» домостроения можно выделить в три блока (таблица):

1. экономическая эффективность;
2. социальные выгоды;
3. экологические выгоды.

Система стандартов Великобритании – **BREEM** (BRE Environmental Assessment Method) разработана в 1990 г. британской компанией BRE Global и является наиболее известным в мире и широко используемым методом экологической экспертизы объектов недвижимости. За десять лет использования метода BREEM более чем 116 000 зданий получили соответствующие сертификаты и приблизительно 714 000 были зарегистрированы. 47 % девелоперов Великобритании планируют заняться зеленым домостроением, а 53 % – готовы к этому. Темпы роста домостроения в Великобритании за последние 3 года составляют в среднем 30–40 %.

Преимущества сертификации по стандартам BREEM для инвесторов, девелоперов и проектировщиков можно обозначить следующим.

1. Позиционирование на рынке как создателей зданий и сооружений, оказывающих минимальное воздействие на окружающую среду.

2. Гарантия применения при строительстве технологий, соответствующих основным принципам устойчивого развития территорий.

3. Активизация поиска инновационных решений, которые минимизируют воздействие на окружающую среду.

4. Механизм снижения эксплуатационных расходов и повышение качества рабочей и жилой среды.

5. Стандарт, который демонстрирует продвижение к корпоративным и организационным целям.

BREEM является универсальным методом оценки экологичности недвижимости в Европе, на территории которой действуют самые разные строительные нормы и правила. Существует несколько стандартных схем оценки BREEM для торговой, промышленной и коммерческой недвижимости. Данный рейтинг учитывает национальные особенности и местные строительные стандарты, поэтому высшая пятибалльная оценка по шкале BREEM, например, в Швеции и Румынии различны. Европейский сертификат BREEM выдается специально аккредитованными экспертами. Система сертификации BREEM помогает оценить лучшие достижения современной «зеленой» недвижимости.

Система стандартов США – **LEED** (Leadership in Energy and Environmental Design) является всемирно признанной системой добровольной экологической сертификации недвижимости, обеспечивающей независимую оценку таких параметров, как подход к использованию участка, экономия энергии и воды, сокращение выбросов окиси углерода, управление ресурсами, экология внутренних помещений и инновации в архитектуре.

Система LEED была разработана американским Советом по экологическому строительству (USGBC) и является удобным инструментом для оценки экологичности и управления проектами. В 1998 г. было разработано шесть категорий сертификатов для разных типов зданий: новые здания, существующие здания, ядро и каркас, коммерческие интерьеры, жилье, развитие территорий. В дальнейшем отдельные виды сертификации были разработаны для многофункциональных комплексов, университетских городков, школ, клиник и лабораторий. Первоначально система LEED была разработа-

на для американского рынка, но со временем нашла применение в 41 стране мира, включая Канаду, Мексику, Великобританию, Германию, Бразилию, Индию и Китай.

LEED может эффективно применяться как к коммерческой, так и к жилой недвижимости и включает оценку всех этапов работы над проектом – проектирование, постройка, отделка, подбор арендатора и модификация. С выпуском новой версии стандарта LEED в 2009 г. система стала использовать начисление баллов за те или иные параметры конкретного здания с использованием коэффициентов. Перечень «зеленых» категорий для выбора сертификации LEED:

1. Экологическая рациональность и выбор участка – 26 баллов.
2. Эффективность в использовании водных ресурсов – 10 баллов.
3. Экологически ответственный подход в вопросах энергосбережения атмосферного воздуха – 35 баллов.
4. Строительные отделочные материалы и ресурсы – 14 баллов.
5. Качество внутренней среды в помещениях – 15 баллов.
6. Инновационный экологический дизайн – 6 баллов.

В рамках сертификации проектам-кандидатам суммируют баллы.

1. «Базовая сертификация» – 40–90 баллов.
2. «Серебро» – 50–59 баллов.
3. «Золото» – 60–79 баллов.
4. «Платина» – 80 и больше баллов.

BREEM в отличие от LEED не использует разные системы оценки для разных стран, но является легко адаптируемой системой во всем мире. В США 60 % девелоперов знают о наличии экологической сертифицированной древесины, и более половины из них уже использовали сертифицированную древесину в своих проектах.

Международные эксперты прогнозируют рост рынка «зеленых» строительных материалов на 5 % ежегодно от 455 млрд долл. в 2008 г. к 571 млрд – в 2013-м. Большинство крупнейших мировых строительных компаний к 2013 г. планирует заключать

на «зеленые» здания не менее половины всех своих контрактов.

В мае 2009 г. в России был создан Совет по экологическому строительству. Совет является некоммерческим партнерством, деятельность которого направлена на развитие и внедрение новейших технологий в области экологического строительства на территории России. Совет ставит перед собой следующие цели:

1. Внедрение и развитие системы стандартизации экологического строительства в условиях российского рынка с помощью адаптации международных инструментов контроля качества (BREEM и LEED).

2. Разработка образовательных программ и тренингов для представителей различных направлений архитектурно-строительной индустрии.

3. Защита интересов членов Совета и их продвижение на ведущие позиции отрасли.

В российской практике в настоящее время насчитывается около 10 проектов «зеленого» домостроения, введенных в эксплуатацию и готовящихся. Примерами практики «зеленого» строительства являются офисное здание на Обводном канале в Санкт-Петербурге и Экодом WWF в Москве. Проект Офисного центра на Обводном канале разработан в соответствии со стандартами LEED и может получить рейтинг LEED «Золото». Это первое здание с расширенными демонстрационными зонами для свободного посещения специалистами и студентами. Общий объем инвестиций в проект был небольшим. Это доказывает, что инновации позволяют сократить инвестиционные затраты (приблизительно на 9 %). Проект характеризуется 47 % суммарной электроэнергии и 43 % экономии воды.

Проект «Экодом» WWF – первое в Москве «зеленое» офисное здание, наносящее минимальный вред окружающей среде и имеющее низкую стоимость постройки эксплуатации. В архитектурном дизайне представлена идея заботы о Земле – две согнутые плоскости фасадов символизируют ладони, обнимающие земной шар. За счет реконструкции существующего старого здания с увеличением полезной площади был достигнут результат сохранения генерального пла-

на центра Москвы и исторических габаритов здания. За счет увеличенной теплоизоляции, использования геотермальной и солнечной энергии в системах отопления, вентиляции, учета тепловой инерции конструкций здания и создания зеленой кровли удалось достичь высоких показателей энергосбережения. Проект имеет оценочные характеристики:

1. 25 % снижения потребности в электричестве;
2. 50 % снижения потребления воды;
3. 7 млн руб. экономии на энергоресурсах за 10 лет эксплуатации;
4. 95,5 % снижения потребления энергии на отопление и вентиляцию.

К экологичному домостроению можно отнести строительство олимпийских объектов, так как они представляют собой инновационные сооружения, отвечающие высоким стандартам энергоэффективности и экологичности. Олимпиада в Пекине в 2008 г. была отмечена энергоэффективностью сооружений. Олимпиада в Ванкувере в 2010 г. соответствовала требованиям стандарта LEED (серебро, золото, платина). Для оценки олимпийских объектов Игр-2012 в Лондоне был избран стандарт BREEM.

В мае 2009 г. Министерство природных ресурсов РФ утвердило «зеленые» стандарты Олимпийских игр в Сочи 2014 года. В июне 2010 г. были созданы внутрикорпоративный экологический стандарт, по которому будут сертифицированы все объекты строительства и сертификация основных 10 объектов по BREEM. К ключевым проектам можно отнести:

1. Центральный стадион – инновационные технологии сбора дождевой воды, решения в области энергоэффективности (рекуперация тепла, освещение), использование естественного освещения, высокий уровень организации работ на стройплощадке.

2. Крытый конькобежный центр – естественное освещение, теплоизоляция, сбор дождевой воды, планы по внедрению альтернативных источников энергии, инновационные технологии строительства.

3. Большая ледовая арена – опережающие темпы строительства, энергоэффективное освещение и системы контроля, энергоэффективное стекло для фасада.

Россия – одна из последних стран, где был создан Совет по экологическому строительству. Можно сказать, что российский инновационный рынок строительства находится в начальной стадии. Но уже сейчас можно выделить предпосылки и перспективы развития рынка на национальном уровне:

1. Экономический кризис дает толчок для поиска новых способов сокращения издержек и улучшения выводимых на рынок объектов недвижимости.

2. Потребление энергии на душу населения в России более чем втрое выше, чем в странах Евросоюза, и в два раза больше, чем в США. В планах у России улучшить энергоэффективность к 2020 г. на 40 %.

3. Согласно последним международным событиям об изменении климата, Россия выходит из Киотского протокола в 2013 г. и инструментом по уменьшению выбросов парниковых газов может считаться рынок «зеленого» домостроения. Строительство и промышленность в РФ являются одними из основных источников выбросов – 13 % (третье место после энергетического сектора и добычи угля, газа).

4. Рост производства в России, согласно долгосрочным планам, дает предположения и экспертные оценки, что стоимость использования электроэнергии в строительном секторе в ближайшие годы резко увеличится.

5. Эксперты приходят к выводу, что именно технологии «зеленого строительства» являются эффективным инструментом проблем неэффективного использования существующих ресурсов, устаревших строительных материалов и технологий.

6. Многие предприятия готовы оплачивать квалифицированные семинары и тренинги для подготовки персонала в вопросах «зеленого» домостроения (Курсы состоят из разных стандартов и модулей – примерная стоимость 1500 EUR и выше за модуль).

Библиографический список

1. Добровольная лесная сертификация: учеб. пос. для вузов / А.В. Птичников, Е.В. Бубко и др. – М.: Всемирный фонд дикой природы (WWF России), 2011.
2. <http://mnr.gov.ru>
3. <http://rugbc.ru>

ЛЕСНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА В СИСТЕМЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

А.В. АНТОНОВ, *проф. филиала университета Природы, общества и человека, д-р экон. наук,*
М.М. ВОЙТЮК, *ФГНУ «Росинформагротех», канд. с.-х. наук,*
В.Н. ФРОЛОВИЧЕВ, *Калужский филиал Международного славянского ин-та, канд. экон. наук*

center@uni-u.ru

В настоящее время особое внимание уделяется проблемам устойчивого развития сельских территорий, обладающих большим потенциалом для обеспечения здоровья и роста уровня жизни сельских жителей. По оценкам специалистов, численность сельского населения России составляет 39,2 млн чел., а сельские территории занимают примерно 2/3 территории страны. Площадь сельских территорий России превышает 1,5 млрд га, включая 1 млрд га земель лесного фонда. Это дает возможность убедиться в значимости сохранения и развития лесных земель для поддержания устойчивости сельских территорий.

Добиться устойчивого развития сельских территорий необходимо за счет реализации соответствующих программ в субъектах РФ. В рамках программ необходимо предусмотреть вовлечение в хозяйственный оборот всего природно-ресурсного потенциала лесов данных территорий, стимулирование организации форм взаимодействия и кооперирования лесного и сельского хозяйств, сохранение окружающей природной среды и создание благоприятных условий жизни сельского населения.

Региональные программы должны содержать комплекс мероприятий, направленных на выполнение лесами функций, связанных с развитием сельского хозяйства: создание полезащитных и противозерозионных полос, проведение работ по облесению берегов рек и поселков, формирование площадей для заготовки кормов, выполнения санитарно-защитных и рекреационных задач.

В рамках другой части мероприятий необходимо предусматривать сохранение и улучшение состояния окружающей природной среды и культурно-исторического наследия за счет создания условий по внедрению новых технологий, снижающих выбросы в атмосферу и обеспечивающие восстановление

земель, развития инфраструктуры сельских территорий.

Целесообразно включение в региональные программы мероприятий, способствующих развитию деревянного домостроения, созданию удобных и комфортных мест проживания населения на сельских территориях.

Особое внимание следует уделить подготовке мероприятий в области инноваций, которые будут направлены на применение инновационных технологий в лесовосстановлении, охране лесов и их защите. Необходимо за счет мероприятий инновационной направленности поддерживать создание туристско-рекреационных зон, имеющих уникальные возможности по организации отдыха, развития природных объектов и туризма.

Данные мероприятия следует сориентировать и на формирование территорий инновационного развития, позволяющих задействовать новые инновационные технологии на предприятиях сельского и лесного хозяйств, апробировать научно-технические разработки, рассмотреть возможности их коммерциализации, создания и продвижения лесных инновационных товаров на внешние региональные рынки.

Формирование направлений стратегического развития сельских территорий следует осуществлять на основе: выполненного анализа, раскрывающего потенциал лесов и их вклад в развитие сельского хозяйства, обеспечение экологической безопасности; установления факторов, определяющих ограничения развития сельских территорий; планирования освоения и развития земель сельских территорий; определения перспектив развития лесной инфраструктуры, ориентированной на многоцелевое использование ее объектов; развития зонального ведения территорий и кооперации в области сельского и лесного хозяйств.

Определение территорий с интенсивной кооперацией лесных и сельских хозяйств, развитием предприятий по переработке различных видов ресурсов леса, осуществлением защиты сельскохозяйственных земель, формированием лесной инфраструктуры как системы создает новые возможности по разработке специализированных мероприятий, направленных на устойчивое развитие сельских территорий.

Освоение сельских территорий и зон стратегического хозяйствования в лесном фонде в значительной мере зависит от развитости лесной инфраструктуры и ее стратегического развития в регионе.

Многоуровневость и полифункциональность лесной инфраструктуры сельских территорий проявляется в создании и обеспечении воспроизводственных функций, выполняемых лесами, сохранении окружающей природной среды, функционировании объектов производственной и непроизводственной сфер на данной территории.

Стратегическое развитие лесной инфраструктуры следует предусматривать на основе выбора приоритетных направлений ее развития, разработанных на зональной основе, и «привязки» инфраструктурных коммуникаций к строящимся и развивающимся объектам сельских территорий. Стратегическое развитие лесной инфраструктуры за счет планирования создания зон хозяйствования предполагает установление в перспективном периоде протяженности дорог различного назначения, водных путей, обеспечивающих освоение лесных массивов и выполняющих многоцелевые функции. Стратегическое развитие лесной инфраструктуры, ориентированное на «привязку» инфраструктурных коммуникаций к строящимся и развивающимся объектам, определяется путем планирования вариантов развития транспортной инфраструктуры по объемам вкладываемых инвестиций, срокам строительства дорог различного назначения, объемам грузооборотов инфраструктурной сети сельских территорий.

Стратегическое планирование лесной инфраструктуры целесообразно осуществлять с учетом оценки ее социально-экономическо-

го потенциала, предполагающего раскрытие таких составляющих, как производственная, информационно-инновационная, инвестиционная, трудовая, жилищно-бытовая и культурно-досуговая. К одной из важнейших составляющих социально-экономического потенциала лесных территорий следует отнести информационно-инновационную, которая должна оцениваться с учетом создания и развития: информационно-консультативных центров, финансовых компаний, венчурных фирм, патентно-правовых организаций, агротехнопарковых структур, центров трансферта технологий лесного и сельского хозяйств.

В субъектах РФ необходимо создание условий для развития сетей бизнес-ангелов, финансирующих инновационные проекты формирования лесной инфраструктуры сельских территорий.

Оценка социально-экономического потенциала лесной инфраструктуры приобретает особую важность для формирования стратегических направлений ее развития, создания сценариев, подкрепленных разработанными программными мероприятиями по совершенствованию транспортных связей, развитию инфраструктурных объектов.

Большое значение имеет установление системы индикаторов и показателей, определяющих изменение вклада инфраструктуры в социально-экономическое развитие региона. Важнейшими индикаторами реализации стратегии развития лесной инфраструктуры следует считать достижение установленных значений по: выпуску валового регионального продукта на душу населения; объему лесопромышленной продукции; инвестициям в инфраструктурное развитие за счет всех источников финансирования; вводу в эксплуатацию жилых домов; объему платных инфраструктурных услуг; доле населения с денежными доходами выше прожиточного уровня в общей численности населения; доле обучающихся сельских жителей в современных условиях от общего числа учащихся на всех уровнях обучения; общей площади жилых помещений, приходящихся в среднем на одного жителя; удельному весу организаций, осуществляющих

технологические инновации в общем числе лесных инфраструктурных организаций; доле занятых в малом лесном инфраструктурном бизнесе в общей численности занятых в экономике региона.

Таким образом, стратегическое развитие сельских территорий следует обеспечить за счет разработки и реализации соответствующих программ в субъектах РФ, обоснования развития лесных инфраструктур как их неотъемлемых частей, позволяющих повысить устойчивость их функционирования, создать

благоприятные условия проживания сельского населения.

Библиографический список

1. Антонов А.В. Лесной комплекс в системе сельских территорий / А.В. Антонов, В.Н. Фроловичев // *Дерево.RU*. – 2009. – № 4.
2. Антонов А.В. Разработка и реализация региональных стратегий / А.В. Антонов // *Дерево.RU*. – 2009. – № 2.
3. Войтюк М.М. Формирование региональной стратегии развития инфраструктуры сельских территорий / М.М. Войтюк. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. – 268 с.

ЛЕСНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ РЕГИОНА

А.В. АНТОНОВ, *проф. филиала университета Природы, общества и человека, д-р экон. наук*,
М.М. ВОЙТЮК, *ФГНУ «Росинформагротех», канд. с.-х. наук*,
В.Н. ФРОЛОВИЧЕВ, *Калужский филиал Международного славянского ин-та, канд. экон. наук*

center@uni-u.ru

Нерешенность проблем инфраструктурного обустройства субъектов РФ, неразвитость лесной инфраструктуры сельских территорий оказывает негативное влияние на условия работы и места проживания населения регионов. Состояние лесной инфраструктуры сельских территорий является важным фактором, влияющим на социально-экономическое развитие регионов страны.

В настоящее время необходимо использовать концептуальный подход к стратегии развития лесной инфраструктуры сельских территорий, предусматривающий проведение анализа исходного состояния инфраструктуры, формирование институциональной среды, создание механизма многоканального финансирования инфраструктурных объектов на принципах государственно-частного партнерства, определение социально-экономического потенциала лесной инфраструктуры и направлений ее стратегического развития.

В региональных программах целесообразно применение новых подходов к управлению стратегией развития лесной инфраструктуры как инфрасистемы лесного сектора, обладающей многоуровневой

структурой. Эта система выполняет функции по обеспечению многоцелевого пользования лесами, развитию инфраструктурных объектов, что оказывает существенное влияние на условия жизнедеятельности населения сельских территорий.

Стратегический подход к лесной инфраструктуре предполагает определение природно-ресурсного и производственно-технологического потенциалов региона, установление возможностей развития различных сфер экономики в субъектах РФ. Роль лесной инфраструктуры в развитии региона проявляется в обеспечении деятельности объектов производственной и непроизводственной сферы, организации пользования древесными и недревесными ресурсами и полезностями леса, создании благоприятных условий работы и деятельности населения.

Институциональная среда лесной инфраструктуры должна формироваться на основе модели, раскрывающей механизмы взаимодействия входящих в нее формальных и неформальных институтов. При стратегическом развитии лесной инфраструктуры необходимо обеспечить формирование ее институциональной среды и с развитыми подде-

рживающими институтами, к которым следует относить: ассоциации предприятий лесной инфраструктуры, сельские кредитные союзы, маркетинговые ассоциации в сельскохозяйственной сфере, общественные объединения организаций лесного комплекса, ассоциации сельскохозяйственных предпринимателей, информационно-консультационные центры в области лесного и сельского хозяйств, центры трансферта технологий, венчурные фонды, сети бизнес-ангелов, ориентированные на инновационные проекты.

Институциональное развитие в лесной сфере должно базироваться на использовании зарубежного опыта в области государственно-частного партнерства при создании и развитии лесной инфраструктуры сельских территорий, который позволяет распределить ответственность и риски между государством и бизнесом при владении, распоряжении и пользовании инфраструктурными объектами с учетом интересов различных групп населения и организаций.

Стратегический анализ использования социально-экономического потенциала лесной инфраструктуры должен предусматривать изучение состояния объектов лесной инфраструктуры, возможности их создания и модернизации на основе внедрения инновационных технологий, исследование конъюнктуры рынка на предоставляемые инфраструктурой услуги, оценки развития основных рынков, на которые повлияет дополнительное вовлечение в хозяйственный оборот природных ресурсов, возможные действия региональных органов власти.

Прогнозирование лесной инфраструктуры, осуществляемое на 20 летний период и базирующееся на социально-экономических прогнозах региона, является важнейшей основой для ее стратегического планирования. Стратегическое планирование лесной инфраструктуры сельских территорий следует осуществлять в рамках региональных программ путем развития государственно-частного партнерства. Стратегическое планирование лесной инфраструктуры целесообразно сориентировать на развитие стратегических зон хозяйствования и объектов лесного сектора

экономики, поддержание благоприятной окружающей среды.

Для стратегического планирования лесной инфраструктуры необходимо использовать показатели, отражающие ее вклад в обеспечение экономического роста региона, улучшение качества жизни сельского населения. Разработка системы мониторинга за показателями стратегии развития лесной инфраструктуры дает возможность корректировать мероприятия по инфраструктурному обустройству с учетом конъюнктуры, складывающейся на рынке и ограничений в финансировании инфраструктурных объектов, учитывать мнение населения о последствиях реализации проектов и информировать бизнес-сообщество о намерениях региональных органов власти.

Финансирование услуг лесной инфраструктуры следует осуществлять в рамках региональных программ с использованием государственного задания на данные услуги. Услуги, предоставляемые инфраструктурными объектами, должны отвечать требованиям социальных стандартов, учитывающим качество и продолжительность их действия. Объемы финансирования услуг лесной инфраструктуры следует рассчитывать с использованием расчетно-нормативных затрат на оказание государственных услуг. Данный подход позволяет осуществлять государством функции по развитию лесного обустройства сельских территорий и контролировать расходование финансовых средств в инфраструктурные объекты.

В процессе оценки социально-экономического потенциала лесной инфраструктуры сельских территорий региона необходимо установить зоны благоприятного, удовлетворительного и неудовлетворительного состояния инфраструктуры. Это дает возможность разработать предложения по созданию и развитию инфраструктурных объектов, направленных на улучшение освоения сельских территорий.

В рамках оценки социально-экономического потенциала лесной инфраструктуры большое значение приобретает определение ее рекреационного потенциала. Расчет рек-

реационного потенциала должен учитывать развитость рекреационной инфраструктуры сельских территорий, ее принадлежность к предприятиям различной организационно-правовой формы, состояние инфраструктурных объектов и возможности их реконструкции и модернизации, сезонную загрузку объектов, расположенных на сельских территориях. В рамках программного подхода необходимо установить резервы в использовании рекреационного потенциала на основе формирования новых зон отдыха и рекреации, выбора естественного агролесоландшафта и благоустроенных лесопарков. Необходимо учитывать при оценке рекреационного потенциала, что для туристов и отдыхающих наиболее привлекательными являются агролесоландшафты, имеющие реки, озера и водоемы.

При разработке стратегии развития лесной инфраструктуры необходимо учитывать пространственную организацию и интеграцию инфраструктурных объектов, разработать типологию поселенческих систем. Данная типология может впоследствии при-

меняться для разработки стратегических мероприятий по созданию инфраструктурных комплексов и выработке сценариев, обеспечивающих развитие лесной инфраструктуры сельских территорий региона.

Разработка сценариев развития лесной инфраструктуры должна подкрепляться мероприятиями по улучшению транспортных связей и развитию инфраструктурных объектов. Целесообразно создание системы индикаторов и показателей, характеризующих изменение вклада инфраструктуры в социально-экономическое развитие региона.

Библиографический список

1. Антонов А.В. Лесной комплекс в системе сельских территорий / А.В. Антонов, В.Н. Фроловичев // Дерево.RU. – 2009. – № 4.
2. Антонов А.В. Разработка и реализация региональных стратегий / А.В. Антонов // Дерево.RU. – 2009. – № 2.
3. Войтюк М.М. Формирование региональной стратегии развития инфраструктуры сельских территорий / М.М. Войтюк. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. – 268 с.

ПРОГНОЗНЫЙ АНАЛИЗ ОБОРОТНЫХ АКТИВОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ДЕЛОВОЙ СРЕДЫ И РИСКА

А.В. БАЛОВ, *проф. каф. экономики обрабатывающих отраслей промышленности, учета и аудита МГУЛ, д-р экон. наук,*

А.Г. МАНУКЯН, *асп. каф. экономики обрабатывающих отраслей промышленности, учета и аудита МГУЛ,*

А.А. САВИЦКИЙ, *доц. каф. бух. учета, анализа и аудита предприятий МГУЛ, канд. экон. наук*

caf-buhuch@mgul.ac.ru

Прогнозирование величины оборотных активов является наиболее сложной из существующих проблем и требует для реализации высокой профессиональной квалификации исполнителей.

Отрасль лесной промышленности имеет специфические особенности в формировании оборотных средств, связанные с особыми условиями производства и снабжения сырьем. Специфика предприятий лесного сектора экономики характеризуется значительным объемом оборотных средств в составе активов. Среди факторов, оказывающих влияние на структуру оборотных средств предприятий

лесного сектора экономики, определяющее значение имеют производственные, поскольку более 40 % оборотных средств формирует запасы сырья и материалов. Сложные условия заготовки и вывозки древесины установили высокую стоимость древесного сырья и большой удельный вес оборотных средств деревообрабатывающих предприятий, отвлекаемых в запасы сырья и незавершенного производства.

Прогнозный анализ позволяет более эффективно планировать деятельность предприятия, а также оценивать необходимость принятия управленческих решений, выявлять

негативное влияние различных факторов и их последствия.

Существует достаточно большое количество методик и подходов, направленных на повышение эффективности использования оборотных активов предприятий. Главное правило, которое необходимо при этом использовать, состоит в следующем: чем короче прогнозируемый период, тем точнее может быть расчет за счет большего объема доступной информации. Эти методы подразделяются на количественные и качественные.

Метод экспертных оценок (Дельфи, мозговой атаки и др.) – качественный метод, предполагающий прогнозирование величины оборотных активов с использованием профессионального суждения аналитика на основании его опыта. К данному методу прибегают в случае возникновения непредвиденных обстоятельств, поскольку полученные результаты носят характер субъективных.

Методы обработки пространственно-временных совокупностей:

1) простая линейная регрессия. Предполагается существование прямолинейной зависимости между показателями. Используется для прогнозирования величины оборотных активов. Недостатком этого метода является то, что зависимость не может носить постоянный характер, и как результат прогнозные значения показателей, определяемые подобным образом, могут расходиться с фактическими данными;

2) криволинейная регрессия. В отличие от простой линейной регрессии используется в том случае, если зависимость между величиной оборотных активов и объемом продаж носит непрямолинейный характер;

3) множественная регрессия. Применяется в том случае, если имеется большой разброс между взаимозависимыми показателями, следовательно, высока вероятность того, что на уровень зависимой переменной оказывают существенное влияние и другие дополнительные факторы;

3) адаптивно-иммитационное прогнозирование. Позволяет прогнозировать величину оборотных активов с учетом их адаптации к возникающим условиям функционирования.

Метод ситуационного анализа используется в случае жестко детерминированных связей, когда каждому значению фактора соответствует определенное значение результирующего показателя. При этом ставится задача выявления и исследования факторов развития хозяйствующего субъекта и установления степени их влияния на различные результирующие показатели.

Метод построения дерева решений. В процессе анализа формируются различные комбинации факторных показателей с учетом вероятностей их достижения организацией; на основании имеющихся вариантов рассчитываются результирующие показатели и вероятность их наступления; исходя из итоговых расчетов формируются выводы о применимости конкретной комбинации факторов.

Метод прогнозирования на основе пропорциональных зависимостей. Одним из них является метод доли от объема продаж, который предполагает формирование величины оборотных активов с учетом планируемого объема продаж. Он применим в случае наличия постоянных связей между величиной оборотных активов, объемом производства и продаж.

Техника бюджетирования основана на детальном планировании материальных и денежных потоков организации, что позволяет определить размеры избытка (недостатка) оборотных активов на перспективу и заранее разработать реабилитирующие мероприятия. Реальность прогнозов зависит от многих факторов (степень определенности обстоятельств, характер взаимоотношений с контрагентами, ценовая политика и т.д.).

В целях эффективного процесса управления и прогнозирования величины оборотных активов необходимо совместить все имеющиеся методические подходы, которые должны взаимно дополнять друг друга, обеспечивая при этом не только комплексный, последовательный, но и гибкий механизм формирования, оптимизации и восполнения объема оборотных средств.

Прогнозирование показателей использования оборотных активов связано с определенной долей риска. Под ним понимается вероятность достижения величины прогно-

Риски, сопутствующие процессу использования оборотных активов

Внутренние риски	Снабженческий	Производственный	Сбытовой			
	Обеспеченности запасами сырья и материалов	Использования запасов (сырья и материалов, НЗП)	Использования запасов готовой продукции	Использования дебиторской задол- женности	Использования де- нежных активов	
Внешние риски	Природно-клима- тический	Политический	Коммерческий (конкурентный)	Демографический	Социальный	Прочий

зируемых показателей и эффективность их использования, с учетом воздействия непредвиденных обстоятельств.

Анализ рисков использования оборотных активов хозяйствующего субъекта представляет собой процесс, направленный на прогнозирование возможных ситуаций и минимизацию потерь, связанных с их возникновением в финансово-хозяйственной деятельности.

Структурно-логическая схема рисков использования оборотных активов приведена в таблице.

Использование оборотных активов находится под влиянием как внешних (природно-климатические, политические, коммерческие и др.), так и внутренних рисков (снабженческие, производственные, сбытовые). Особенностью внешних рисков является их объективный характер, т.е. хозяйствующий субъект в большинстве случаев вынужден подстраиваться под их влияние. Все внутренние риски использования оборотных активов можно разделить на следующие:

– снабженческие. Возникают на стадии обеспечения хозяйствующего субъекта необходимым сырьем и материалами (риск несвоевременной, неполной и некачественной поставки сырья и материалов; некомплектного (неоптимального) обеспечения потребностей производства запасами; нехватки складских помещений и др.);

– производственные. Представляют собой совокупность рисков, сопутствующих процессу производства. Возникают с момента запуска запасов сырья и материалов в производство и завершаются поступлением готовой продукции на склад (риск нарушения ритмичности производства; недобросовестного хранения запасов на складе; возникновения дополнительных затрат, возникающих

в связи с поиском дополнительных складских помещений, и др.);

– сбытовые. Сопутствуют этапу реализации готовой продукции, возникновения дебиторской задолженности и оборота денежных активов (риски невыполнения условий договора; использования дебиторской задолженности; поиска дополнительных источников финансирования деятельности; возникновения «лишних» или «замороженных» денежных средств и др.).

Для оценки и исследования рисков использования оборотных активов необходимо, прежде всего, сформировать перечень рисков, присущих процессу использования оборотных активов. На следующем этапе выбирается использование методов оценки рисков события и определяются последствия, связанные с наступлением рисков события, и их значимый для предприятия. Далее проводится количественная оценка последствий наступления рисков события с учетом установления минимального уровня рисков по отдельным видам хозяйственных операций, связанных с использованием оборотных активов. Оценка риска наступления отдельных событий предоставляет возможность контроля работы менеджера соответствующего структурного подразделения.

Библиографический список

1. Батурина Н.А. Прогнозный анализ оборотных активов хозяйствующего субъекта в условиях изменяющейся бизнес-среды и риска / Н.А. Батурина // Справочник экономиста. – 2008. – № 02. – С. 41–50.
2. Шерemet А.Д. Комплексный анализ хозяйственной деятельности: учебник / А.Д. Шерemet. – М.: ИНФРА-М, 2011.
3. Курсов Н.Н. Управление использованием оборотного капитала как инструмент повышения эффективности деятельности промышленности предприятий / Н.Н. Курсов. – Самара, 2006.
4. <http://www.lesgazeta.ru>

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЛЕСНЫМИ И ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫМИ ТОВАРАМИ

А.Э.КЛЕЙНХОФ, проф. каф. экономики и организации внешних связей МГУЛ, д-р экон. наук

caf-econvnesh.mgul.ac.ru

Несмотря на огромные сырьевые ресурсы, лесные и целлюлозно-бумажные товары не играют заметной роли в развитии внешней торговли России. Доля изделий деревообработки и целлюлозно-бумажной промышленности в суммарной стоимости экспорта снизилась с 5,6 % в 1995 до 2,5 % в 2011 г. Применительно к странам дальнего зарубежья снижение указанной доли еще более существенное – в 2,7 раза, табл. 1.

Следует отметить, что под влиянием мирового экономического кризиса в 2009 г. суммарная стоимость экспорта лесных и целлюлозно-бумажных товаров составила только 68,8 % ее величины в 2007 г. Восстановление прежних темпов роста экспорта происходит медленно. Рост стоимости экспорта был обеспечен преимущественно за счет стран

дальнего зарубежья, таких как Финляндия, Германия, Китай, Япония, Великобритания, Республика Корея. В 2010 г. на долю государств дальнего зарубежья приходилось 79,1 % стоимости экспорта лесных и целлюлозно-бумажных товаров.

Экспорт лесных и целлюлозно-бумажных товаров в СНГ за 1995–2010 гг. вырос в 4,3 раза. Однако доля СНГ в суммарной стоимости экспорта лесных и целлюлозно-бумажных товаров в 2010 г. составила всего лишь 20,1 %. Динамика стоимости экспорта древесины и целлюлозно-бумажных товаров в 1995–2011 гг. представлена в табл. 1.

Динамика экспорта лесных и целлюлозно-бумажных товаров характеризуется резким сокращением объемов круглых лесоматериалов в качестве ответной реакции на

Т а б л и ц а 1

Динамика стоимости экспорта древесины и целлюлозно-бумажных товаров в 1995–2011 гг.

Экспорт, млн долл. США							
1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
4363	4460	8305	12263	11560	8436	9862	10390
в том числе:							
экспорт в государства дальнего зарубежья							
3881	4043	7147	10150	9153	6645	7796	8187
экспорт в государства СНГ							
482	417	1158	2113	2407	1791	2066	2203

Источник: Российский статистический ежегодник. – М.: Росстат, 2011.

Т а б л и ц а 2

Структура экспорта лесных и целлюлозно-бумажных товаров в 1990–2011 гг.

	1990	2000	2005	2007	2009	2010	2011	2011/ 2007
Круглые лесоматериалы, млн м ³	15,0	30,9	48,0	48,6	21,7	21,3	20,9	43,0
Пиломатериалы, млн м ³	7,1	7,7	7,7	17,2	16,2	17,7	18,1	105,2
Фанера клееная, тыс. м ³	324	977	1527	1503	1334	1528	1546	102,9
ДСП, тыс. м ³	115	193	241	479	575	613	637	133,0
ДВП, млн м ²	43	89	96	116	85	74	79	68,1
Целлюлоза товарная, тыс. т	389	1678	1952	1899	1583	1734	1843	97,1
Бумага и картон, тыс. т	906	1761	2293	2512	2582	2389	2418	96,2

Источник: Российский статистический ежегодник. – М.: Росстат, 2011

**Динамика стоимости импорта древесины
и целлюлозно-бумажных изделий, млн долл. США**

1995	2000	2005	2007	2008	2009	2010	2011
1104	1293	3290	5309	6504	5103	5897	6420
в том числе:							
импорт из стран дальнего зарубежья							
988	1002	2714	4426	5510	4304	4892	5298
импорт из стран СНГ							
115	291	576	883	994	799	1005	1122

Источник: Российский статистический ежегодник. – М.: Росстат, 2011.

Импорт лесных и целлюлозно-бумажных товаров в 2007–2011 гг., млн долл. США

Показатели	2007	2008	2009	2010	2011	2011/ 2007, %
Лесные и целлюлозно-бумажные товары всего	5309	6504	5103	5897	6420	108,9
Круглые лесоматериалы	2,2	1,6	0,1	0,07	1,1	50,0
Пиломатериалы	9,1	13,7	10,4	13,4	15,8	174,7
Фанера клееная	52,7	47,6	19,9	17,2	18,1	34,3
ДСП	182,3	217,1	122,2	165,5	178,4	97,9
ДВП	212,5	373,4	199,2	278,5	297,3	139,9
Целлюлоза товарная	62,4	47,4	30,0	54,1	61,0	97,8
Бумага и картон	1621,7	1987,1	1780,1	2130,0	2305,7	142,3
Мебель	1484,8	2020,0	1796,4	2372,5	2675,5	180,2

Источник: Российский статистический ежегодник. – М.: Росстат, 2011

существенное повышение в 2007 г. вывозных таможенных пошлин.

Однако применительно к большинству изделий деревообработки и целлюлозно-бумажной промышленности в 2008–2011 гг. объемы экспорта выросли лишь незначительно, табл. 2.

В стоимости экспорта лесных товаров доминируют пиломатериалы, круглые лесоматериалы, дешевые виды бумаги и картона (рис. 1).

В 2010 г. в суммарной стоимости экспорта лесных и целлюлозно-бумажных товаров на долю пиломатериалов приходится 32,6 %, круглых лесоматериалов – 20,7 %, бумаги и картона 11,5 %, мебели – 2,4 %, древесно-стружечных плит – 1,0 %, древесноволокнистых плит – 0,9 %

Динамика стоимости импорта лесных и целлюлозно-бумажных товаров в 1995–2010 гг. характеризуется неуклонным ростом. Более высокими темпами растет импорт лесных и целлюлозно-бумажных товаров из го-

сударств СНГ. В структуре импорта лесных и целлюлозно-бумажных товаров растет доля изделий с высокой добавленной стоимостью. Импорт мебели, бумаги, картона, древесноволокнистых плит и пиломатериалов продолжает расти даже в период мирового экономического кризиса, табл. 3.

Подобная ситуация обусловлена дисбалансом между внутренним спросом на изделия с высокой добавленной стоимостью и соответствующими объемами отечественного производства. В 2011 г. стоимость импорта мебели составила 180,2 % в сравнении с предкризисным 2007 г., пиломатериалов – 174,7 %, тогда как клееной фанеры только 34,3 %, табл. 6.

На долю импорта приходится 41,7 % суммарной стоимости потребления мебели, 29,2 % бумага и картона, 19,6 % древесноволокнистых плит, 9,1 % клееной фанеры. В 2009–2011 гг. стоимость импорта бумаги и картона выше в сравнении с соответствующей стоимостью экспорта в два раза.

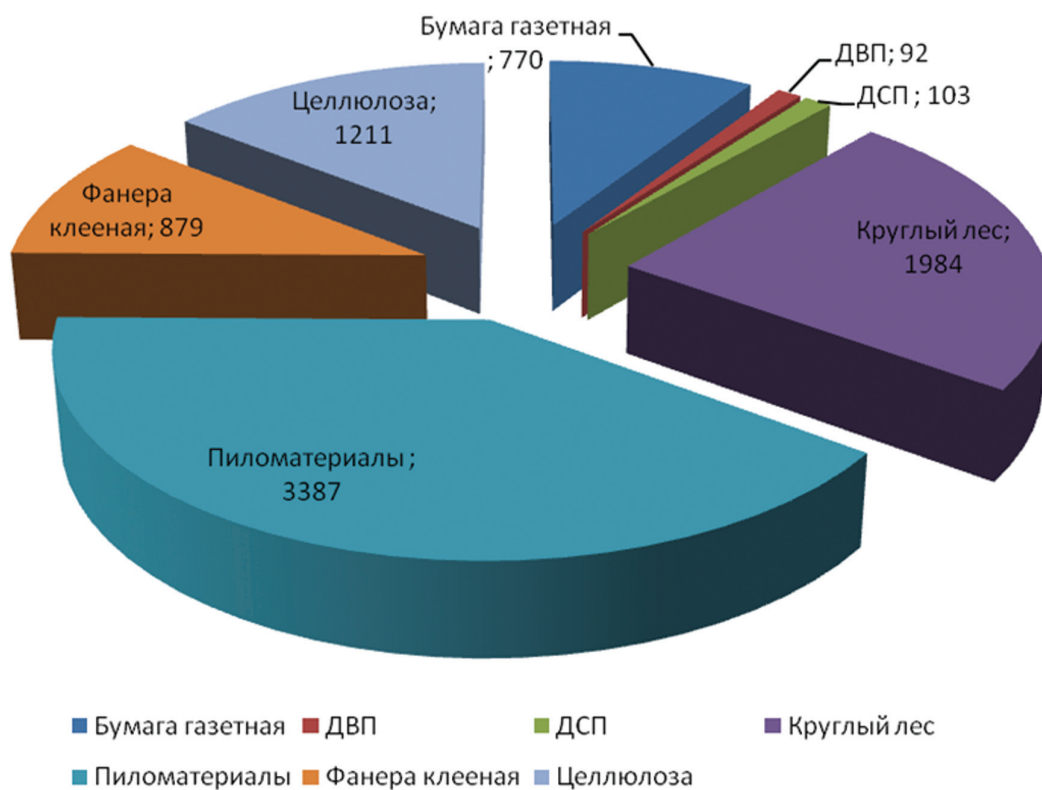


Рис. 1. Экспорт основных лесных и целлюлозно-бумажных товаров, млн долл. США, 2011г. Источник: Российский статистический ежегодник. – М.: Росстат, 2011

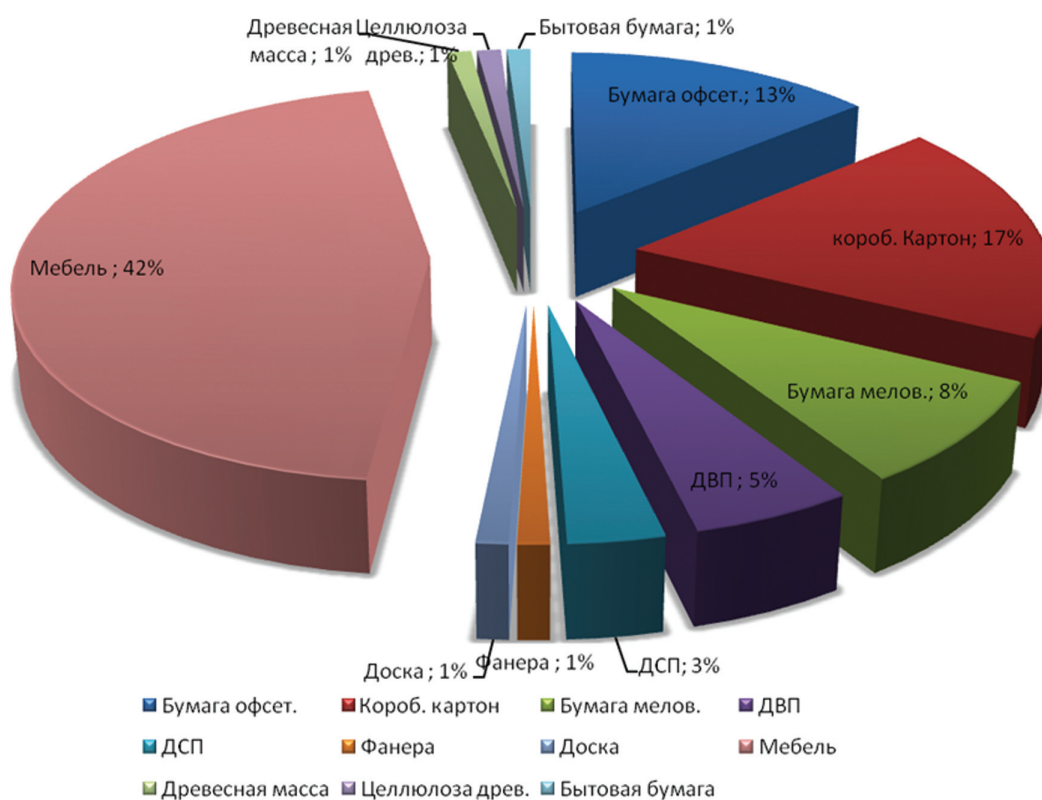


Рис. 2. Доля основных изделий из древесины в % от суммарной стоимости импорта лесных и целлюлозно-бумажных товаров, 2011г. Источник: Лес Онлайн Лесная промышленность, экспорт/импорт лесопроизводства, 15.02 2012

Низкая конкурентоспособность отечественных изделий деревообрабатывающей промышленности являет своим следствием рост импорта мебели, экологически чистых древесных плит и фанеры, что находит отражение в динамике стоимости импорта лесных товаров.

Стоимостной объем импорта мебели в 2011 г. составил 2675,5 млн долл. в целом по России, из него 95 % приходится на ввоз мебели из стран дальнего зарубежья, остальная часть – импорт из стран СНГ, который составил в отчетном году 145,6 млн долл.

В 2010 г. по сравнению с 1995 г. стоимость импорта лесных и целлюлозно-бумажных товаров выросла в 5,3 раза, а экспорта – в 2,3 раза. Таким образом, рост потребления в Российской Федерации продукции глубокой механической и химической переработки древесины шел главным образом за счет увеличения импорта продукции с высокой добавленной стоимостью, а не за счет развития импортозамещающих производств.

В 2007–2011 гг. наметилось ускорение темпов роста стоимости импорта лесных и целлюлозно-бумажных товаров при одновременном сокращении стоимости их экспорта. Столь существенные сдвиги в динамике экспорта и импорта лесных и целлюлозно-бумажных товаров привели к резкому ухудшению сальдо внешней торговли.

Без учета необработанной древесины сальдо внешней торговли лесными товарами в 2009 г. составило 46,8 %, а в 2011 г. – 62,0 % в сравнении с 1995 г.

Структура импорта лесных и целлюлозно-бумажных товаров в 2011 г. отражена на рис. 2.

Общей закономерностью динамики внешней торговли лесными товарами в 1995–2011 гг. являются более высокие темпы роста стоимости импорта в сравнении с соответствующим экспортом.

Негативное влияние сокращения доли экспорта лесных товаров с высокой добавленной стоимостью на сальдо внешней торговли

лесных товаров с высокой добавленной стоимостью усилилось ростом их доли в общей стоимости импорта. В структуре экспорта изделий из древесины доля товаров с высокой добавленной стоимостью имеет тенденцию к снижению

Валютная выручка в расчете на 1 м³ заготовленной древесины в России в 2009 г. составила 64,6 долл. США, что ниже в 3–5 раз в сравнении с Канадой, Германией, Швецией, Финляндией.

Темпы роста импорта лесных и целлюлозно-бумажных товаров значительно выше соответствующих показателей экспорта. Рост экспорта изделий из древесины с высокой добавленной стоимостью не представляется возможным без создания новой технологической базы в лесном секторе экономики, развития лесной инфраструктуры и формирования качественно новой институциональной инфраструктуры.

Сохранение сложившейся структуры и качества экспортируемых изделий из древесины представляет угрозу возникновения отрицательного сальдо международной лесной торговли и неуклонного роста доли импорта в потреблении изделий деревообработки и целлюлозно-бумажной промышленности с высокой добавленной стоимостью.

Повышение эффективности экспорта лесных целлюлозно-бумажных товаров, равно как и импортозамещение высококачественных видов бумаги, картона и других изделий из древесины, требует коренного совершенствования институциональной инфраструктуры и формирований конкурентной среды и мотивационных механизмов в лесном секторе экономики.

Сдерживающие факторы следует подразделить на первичные и вторичные. К первичным следует отнести: правовые нормы, регулирующие развитие экономики; инвестиционный климат, лесную политику и другие компоненты институциональной инфраструктуры; рыночные механизмы.

К вторичным факторам можно отнести: технологический уровень развития подотраслей лесопромышленного комплекса; конкурентоспособность лесных и цел-

люлозно-бумажных товаров на мировых рынках;

В этой связи следует отметить прежде всего гарантии прав собственности и создание благоприятного инвестиционного климата, определяющие предсказуемость будущего развития экономики, приток инвестиций и конкурентоспособность отечественных товаров и услуг на мировых рынках.

Библиографический список

1. Клейнхоф И.А. Стратегическое управление устойчивым развитием лесного сектора экономики: монография / И.А. Клейнхоф. – М.: МГУЛ, 2009.
2. Петров А.П. Плата за использование лесов – экономическая основа частно-государственного партнерства в лесном секторе / А.П. Петров // Лесной экономический вестник. – 2008. – № 1(55). – С. 12–20

ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЛЕСНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ

А.Э. КЛЕЙНХОФ, *проф. каф. экономики и организации внешних связей МГУЛ, д-р экон. наук*
caf-econvnesh@mgul.ac.ru

Переход к рыночной экономике потребовал систематического принятия управленческих решений, направленных на создание новых и трансформацию действующих подсистем и элементов институциональной инфраструктуры, формированию рыночных механизмов в лесном секторе экономики. Подобные решения, как правило, в той или иной мере затрагивают социальные интересы большинства населения. Просчеты и ошибки при принятии управленческих решений, как показал опыт 1990–2011 гг. в лесном секторе экономики, приводят к трудно преодолимым социально-экономическим и экологическим последствиям. Проведенные на начальном этапе перестройки институциональные реформы в России во многом усугубили экономические и социальные проблемы, обусловленные наследием директивно планируемой экономики. В качестве примера можно привести непродуманную поспешную приватизацию предприятий лесопромышленного комплекса.

В продолжение подобной политики рубки главного пользования передали убыточным леспромпхозам, для субсидирования которых была введена символическая плата за право пользования лесными ресурсами.

«Административное установление ставок платы за использование лесов опасно, прежде всего, непредсказуемостью решений, что имеет место в настоящее время, когда

минимальные ставки платы за древесину устанавливаются и меняются на федеральном уровне» [2, С. 15].

Символическая плата за право пользования лесными ресурсами не отвечает долгосрочным интересам не только государства, но и самих лесопромышленных предприятий. В настоящее время последствия подобной политики уже проявляются в виде обострения дефицита ресурсов экономически доступной высококачественной древесины, на что обращают внимание руководители крупных компаний лесной промышленности.

Убыточность многих леспромпхозов была обусловлена объективными причинами: слабо развитой инфраструктурой, недостаточной оснащенностью современной лесозаготовительной техникой; значительными затратами на содержание социальной сферы; отдаленностью от центров потребления лесных товаров и обусловленными этим обстоятельством высокими транспортными расходами. Вышеназванные проблемы лишь отчасти могли быть решены на уровне отдельных предприятий. В процессе перехода к рыночной экономике выявилась порочная практика решения отдельных вопросов реформирования управления лесами и лесным хозяйством без должного учета системных связей. Отрицательный эффект вышеназванных факторов усиливается монополизацией рынков лесных товаров (по данным Федеральной антимоно-

Динамика объемов производства основных видов лесобумажной продукции по РФ

Показатели	1990	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Заготовка древесины, млн м ³ *	303,8	167,9	185,0	186,3	206,1	162,1	158,9	175,5	196,7
Вывозка древесины, млн м ³ **	303,8	94,8	124,2	114,5	142,2	113,1	100,1	109,1	111,5
Пиломатериалы, млн м ³	75,0	20,0	22,0	22,1	23,2	21,6	19,0	19,0	20,2
Фанера, тыс. м ³	1597	1484	2556	2614	2763	2592	2083	2688	3003
Древесно-стружечные плиты, тыс. усл. м ³	5568	2335	3830	4717	5261	4974	3940	5430	6634
Древесноволокнистые плиты, млн усл. м ²	483,1	292,2	404,9	453,0	493,1	431,9	323,1	397,6	441,6
Целлюлоза по варке, тыс. т	7525	4960	6001	6008	5954	5913	5486,6	7284	7361
Бумага и картон, тыс. т	8325	5312	7126	7434	7559	7670	7331	7581	7602

Источник: Российский статистический ежегодник. – М.: Росстат, 2011 [2]

Состояние основного технологического оборудования на фанерных предприятиях

Наименование оборудования	Всего оборудования, ед.	Доля оборудования, превысившего амортизационные сроки эксплуатации, %
Лущильные станки	190	86,3
Сушильные станки	169	92,3
Клеильные прессы	138	92,8
Шлифовальные станки	39	84,6

Источник: данные Минпромторга России

польной службы России сегодня в регионах три, четыре фирмы контролируют основную долю лесопромышленного производства, а в целом по стране контроль такого уровня обеспечивает всего 13,5 % компаний). В результате мы имеем не соответствующую принципам рыночной экономики институциональную инфраструктуру; весьма неэффективный экономический механизм управления лесами; лесопромышленный комплекс, неспособный конкурировать с мировыми лидерами в области производства изделий из древесины с высокой добавленной стоимостью. В качестве обратной связи наблюдается технологическое отставание отечественного лесопромышленного комплекса от мировых лидеров, что находит отражение в низких темпах роста производства конкурентоспособных на мировых рынках изделий из древесины с высокой добавленной стоимостью. Объемы продаж отечественных изделий из древесины падают, тогда как импорт лесных товаров с высокой добавленной стоимостью даже в кризисный 2009 г. существенно вырос. В 2011 г. только применительно к фанерному производству

превзойден уровень 1990 г., тогда как объемы заготовки древесины по отношению составили 64,7 %, по вывозке древесины – 36,7 %, по производству пиломатериалов только 26,9 % от уровня 1990 г., табл.1.

В 2011 г. основное технологическое оборудование достигло почти полного износа, табл. 2.

Результатом этого является снижение производительности на предприятиях, увеличение времени простоя оборудования, снижение качества продукции. Темпы технологического обновления в целлюлозно-бумажной промышленности России в несколько раз меньше по сравнению с принятыми в мире стандартами, что является одним из главных препятствий для обеспечения конкурентоспособности отечественных лесобумажных товаров и причиной утраты ими конкурентных преимуществ на мировом рынке.

Мировой экономический кризис показал бесперспективность сырьевой модели развития лесного сектора экономики. В 2009 г. вследствие существенного спада объемов производства и экспорта пиломатериалов,

фанеры и других изделий из древесины деревообрабатывающая промышленность, вслед за лесозаготовительной промышленностью Российской Федерации, стала убыточной.

Вследствие несовершенной структуры производства и неудовлетворительного качества изделий из древесины в настоящее время Россия производит в 7–9 раз меньше добавленной стоимости в расчете на 1 м³ потребленного древесного сырья в сравнении с Финляндией, США, Канадой, Австрией, Швецией, Германией, Японией. В выше-названных странах действует эффективная система управления качеством, включающая сертификацию продукции лесного сектора экономики, а также национальная инновационная система, которая стимулирует повышение качества изделий и создания новых продуктов.

Отсутствие должного учета системных связей и долговременных последствий принимаемых управленческих решений применительно к лесному сектору экономики имеет место и в настоящее время.

В целях преодоления сырьевой направленности российского экспорта лесных товаров и повышения инвестиционной активности компаний лесной промышленности Правительством Российской Федерации в 2005 г. было принято решение о существенном повышении вывозных таможенных пошлин. (№ 41 от октября 2005 г.). В передовой статье Российской лесной газеты отмечалось, что по замыслу Правительства, повышение экспортных пошлин вернет круглые лесоматериалы отечественным лесопромышленникам и повысит их инвестиционную активность. Однако «беда России не в том, что она экспортирует круглый лес, а в том, что доходы от этого экспорта не превращаются в будущие инвестиции для развития деревообработки» [3]. Таможенные пошлины являются всего лишь одним из инструментов социально-экономической политики, направленной на инновационное развитие лесного сектора экономики. Имеется целый ряд факторов и условий, определяющих успех в решении данной проблемы, таких как борьба с коррупцией; защита прав собственности на

лесные ресурсы, включая борьбу с незаконными рубками леса; создание благоприятного инвестиционного климата; модернизация производства; совершенствование лесного законодательства; формирование конкурентных рынков лесных товаров и лесных ресурсов; совершенствование налоговой системы; создание правовой и экономической базы для развития малого и среднего бизнеса. Повышение таможенных пошлин вызвало острые дискуссии с участием лесопромышленников, лесоводов, представителей негосударственных организаций. Ключевое значение для решения данной проблемы имеет строительство новых мощностей по производству конкурентоспособных на мировых рынках изделий из древесины с высокой добавленной стоимостью. Повышение таможенных пошлин в условиях острой нехватки мощностей по производству конкурентоспособных на мировых рынках изделий из древесины может привести к резкому сокращению экспорта круглых лесоматериалов. В условиях слабого развития производства лесных товаров с высокой добавленной стоимостью повышение вывозных таможенных пошлин на круглые лесоматериалы стало одной из основных причин начавшегося в 2008 г. спада объемов лесозаготовок, производства пиломатериалов и фанеры. Сокращение объемов лесозаготовок, а соответственно и числа рабочих мест, не случайно произошло главным образом в центрах экспорта лесных товаров РФ. В Северо-Западном Федеральном округе объем заготовки древесины в 2008 г. упал, в сравнении с 2007 г., на 21 %, а в Хабаровском крае – на 21,4 %. Следовательно, повышение вывозных таможенных пошлин без должного учета системных связей с другими элементами стратегического управления, не только не обеспечило защиту национальных интересов, а привело к отрицательным социальным и экономическим последствиям. В этих условиях в 2009 г. решение о повышении таможенных пошлин было приостановлено. В 2010 г. в процессе ведения переговоров со странами ЕС о вступлении России в ВТО было достигнуто соглашение о постепенном снижении Россией вывозных пошлин на круглые лесоматериалы.

Повышение таможенных пошлин на круглые лесоматериалы повлекло сокращение объема экспортной выручки и сокращение платежей в федеральный бюджет. С другой стороны, введение минимальных и даже нулевых ставок таможенных пошлин с целью стимулирования роста производства лесных товаров с высокой добавленной стоимостью привело к прямо противоположным результатам. Так, установление низких таможенных пошлин на пиломатериалы с низкой степенью обработки предоставляет возможность участникам ВЭД экспортировать ценные породы древесины, которые далее используются за рубежом в качестве сырья для производства готовой продукции (в т.ч. паркета, мебели).

В действующем Таможенном законодательстве не закреплена обязанность участника ВЭД предъявлять в таможенные органы документы, подтверждающие легальность происхождения лесоматериалов, а также в настоящее время отсутствуют нормативные правовые акты, которые запрещали бы их вывоз за пределы РФ. Вышеотмеченное позволяет осуществлять таможенное оформление лесоматериалов, запрещенных к вырубке. Создание единой информационной системы учета производства лесоматериалов, их транспортировки, в том числе до пунктов пропуска через государственную границу Российской Федерации, затягивается на длительный период и находится, по информации Минэкономразвития России, на стадии подготовки и рассмотре-

ния федеральными органами исполнительной власти проекта Программы мероприятий по созданию государственной системы учета заготовленной древесины и информационной системы учета заготовленной древесины на 2010–2013 гг..

Российский опыт повышения таможенных пошлин на круглые лесоматериалы показал бесперспективность решения экономических проблем административным путем, без учета долговременных социальных, экономических, социальных и экологических последствий. Одним из путей совершенствования методологии принятия управленческих решений является творческое использование зарубежного опыта.

Германия и другие государства ЕС служат примером тщательной подготовки и последовательного проведения реформы управления лесами. Правовые, экономические и организационные вопросы реформы решают на уровне федеральных земель, что позволяет в должной мере учитывать природные, экономические, социальные и иные особенности каждой из них.

Библиографический список

1. Клейнхоф И.А. Стратегическое управление устойчивым развитием лесного сектора экономики: монография / И.А. Клейнхоф. – М.: МГУЛ, 2009.
2. Петров А.П. Плата за использование лесов – экономическая основа частно-государственного партнерства в лесном секторе / А.П. Петров // Лесной экономический вестник. – 2008. – № 1(55). – С. 12–20

ЛЕСНАЯ ПОЛИТИКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ЛУЧШЕ ПОЗДНО, ЧЕМ НИКОГДА

А.П. ПЕТРОВ, *проф. каф. государственного управления, права и рыночных отношений в лесном хозяйстве, ректор ФАУ ВИПКЛХ, д-р экон. наук*

petrov@vipklh.ru

Появление лесной политики в качестве инструмента для принятия политических решений в сфере использования, воспроизводства, охраны и защиты лесов явилось следствием международных процессов, начало которых было положено Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, состоявшейся в июне 1992 г. в

Рио-де-Жанейро. Эти процессы направлены на объединение усилий всех государств с целью создания новой модели взаимоотношений человека с природой – устойчивого экономического развития, которое применительно к лесам получило название «устойчивое лесопользование» (sustainable forest management).

Исходя из целей, поставленных мировым сообществом в сфере устойчивого управления лесами, каждая страна приняла на себя добровольные обязательства создать политические, экономические и социальные условия, обеспечивающие достижение названных целей.

Комплекс такого рода стратегических политических решений, принимаемых на национальном уровне через согласие государственных институтов, бизнеса и общества, называется лесной политикой.

Лесную политику в приведенном выше определении каждая страна разрабатывает и утверждает самостоятельно через принятие соответствующего законодательного или нормативного акта, руководствуясь, в первую очередь, национальными интересами, а также обязательствами, принятыми в ходе ее (страны) участия в международных переговорных процессах по лесам.

В начале 90-х гг. прошлого века большинство стран определили свое место в системе глобальных мер по реализации новой модели экономического развития, утвердив соответствующим образом свою национальную лесную политику.

К сожалению, в числе этих стран не оказалось Российской Федерации, которая в течение последних 20 лет проводит институциональные и экономические реформы в лесном секторе, не имея долговременных целей в развитии лесных отношений, согласованных со всеми их участниками.

Основной причиной сложившегося положения является то, что лесной сектор до сих пор не стал приоритетным объектом в развитии национальной экономики с точки зрения получения доходов, включая экспортные поступления. Известную роль в отсутствии должного внимания со стороны государства к развитию лесного сектора играет «кажущееся» изобилие воспроизводимых лесных ресурсов в сравнении с другими природными, трудовыми и инвестиционными ресурсами.

Следствием отсутствия в Российской Федерации национальной лесной политики являются:

– место РФ в конце первой десятки стран по объему производства продукции из древесины,

– нестабильность правового регулирования лесных отношений, когда за двадцатилетний период трижды менялось федеральное лесное законодательство,

– «неработающая» стратегия развития лесного комплекса РФ до 2020 г., разработанная без учета отраслевых и региональных приоритетов и принятия без какого-либо обсуждения и согласия всех участников лесных отношений;

– непригодность лесных планов субъектов Российской Федерации для осуществления контроля со стороны РФ за исполнением переданных регионам полномочий в сфере лесных отношений.

Несмотря на очевидную значимость лесной политики для создания эффективного лесного законодательства и формирования долгосрочного прогноза развития лесного сектора, этот вопрос в течение всего прошедшего двадцатилетнего периода оставался лишь предметом постоянных дискуссий в научной и околонуучной среде, результатом которых стали многочисленные публикации на эту тему.

И то, что сейчас Федеральное агентство лесного хозяйства берет на себя инициативу разработки лесной политики, можно только приветствовать. Но здесь при этом важно определиться с содержанием лесной политики, ее статусом, процедурами разработки и утверждения.

Исходя из имеющегося зарубежного опыта каркас лесной политики должен состоять из следующих четырех элементов, где необходимо принятие политических решений на федеральном уровне.

1. Права собственности на лесные земли.

Речь идет об условиях реализации положений статьи 9 Конституции РФ «Земля и другие природные ресурсы могут находиться в частной, государственной, муниципальной и иных формах собственности».

В лесной политике должны быть названы условия, при которых положения на-

званной статьи могут быть реализованы для передачи лесных земель в собственность субъектов РФ, юридических и физических лиц.

2. Институциональная организация государственного и хозяйственного управления лесами через процессы централизации (децентрализации) лесных отношений.

При разработке данного элемента политики важно учесть опыт распределения власти в сфере лесоправления как результат реализации принципа федерализма, установленного ст. 72 Конституции РФ «Вопросы владения, использования и распоряжения землей, недрами и другими природными ресурсами находятся в совместном ведении Российской Федерации и субъектов Российской Федерации».

Достаточно сказать, что за последние 20 лет лесные отношения развивались следующим образом:

– Основы лесного законодательства, принятые в 1993 г., полностью децентрализовали лесоправление с передачей распорядительных функций органам власти административных районов.

– Лесной кодекс 1997 г. передал распорядительные функции в системе лесоправления субъектам РФ, оставив законодательные и надзорные функции в распоряжении федеральных органов государственной власти.

– Федеральный закон от 22.08.04 № 122 осуществил полную централизацию лесоправления с передачей всех функций в управлении лесами федеральным органам власти.

– Лесной кодекс 2006 г. распределил полномочия в сфере лесных отношений, оставив за органами федеральной исполнительной власти только законодательные и нормативные функции.

Лесная политика должна предложить дальнейшие действия, направленные на развитие процесса централизации (децентрализации) в лесоправлении.

3. Государственно-частное партнерство в лесном секторе

В рыночной экономике государство как монопольный собственник лесов и час-

тный бизнес могут быть только партнерами. Управление лесами и частной лесной промышленностью нельзя осуществлять через единый орган исполнительной власти как на федеральном, так и региональном уровнях. Такие случаи неизвестны в зарубежной практике.

Аренда лесов как форма государственно-частного партнерства не оправдала возлагаемых на нее надежд, не сделав лесной сектор высокодоходным и инвестиционно привлекательным. На этом направлении необходимы новые институциональные решения.

4. Отраслевые и региональные приоритеты в развитии лесного сектора

Долгосрочные ориентиры в развитии и размещении производств должны устанавливаться с учетом:

– имеющихся конкурентных преимуществ, обусловленных спецификой сырьевого обеспечения отдельных отраслей,

– мер государственной поддержки, главной из которых должно стать стимулирование спроса на лесопroduкцию на внутреннем рынке.

Лесная политика должна занять особое место в иерархии правовых и нормативных документов, регламентирующих лесные отношения. Лесная политика обязана ставить задачи перед лесным законодательством, совершенствуя или заменяя последнее.

Лесную политику необходимо сделать базой для разработки и утверждения федеральной стратегии и региональных программ развития лесного сектора.

Для разработки и утверждения лесной политики следует с учетом зарубежного опыта принять следующие процедуры:

1. Решение о разработке национальной лесной политики принимают Президент РФ или Правительство РФ.

2. Разработка проекта национальной лесной политики поручается федеральному органу исполнительной власти в сфере лесных отношений.

3. Федеральный орган исполнительной власти формирует группу экспертов из

числа ученых, представителей органов государственной власти и бизнеса и устанавливает для нее техническое задание.

4. Проект национальной лесной политики проходит экспертизу, в том числе с участием зарубежных специалистов.

5. Национальная лесная политика принимается:

а) либо в виде законодательного акта Федеральным Собранием РФ,

б) либо в виде нормативного акта Правительством РФ.

Библиографический список

1. Лесной фонд России: справочник. – М.: ВНИИЦ–Лесресурс, 1999. – 650 с.
2. Кожухов, Н.И. Лесной сектор экономики России на рубеже 3-го тысячелетия / Н.И. Кожухов. – Пушкино: ВНИИЛМ, 1999 – 167 с.
3. Лесная биоэнергетика: учебное пособие / под ред. Ю.П. Семенова. – М.: МГУЛ, 2008. – 348 с.
4. Петров А.П. Плата за использование лесов – экономическая основа частно-государственного партнерства в лесном секторе / А.П. Петров // Лесной экономический вестник. – 2008. – № 1(55). – С. 12–20.

СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ НЕЛЕГАЛЬНЫХ РУБОК И ТЕНЕВОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЛЕСНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ РОССИИ

В.И. ОБЫДЕННИКОВ, *проф. каф. лесоводства и подсочки леса МГУЛ, д-р с.-х. наук,*

А.В. КОРОЛЬКОВ, *проф., декан ФЭСТ, д-р физ.-мат. наук,*

А.А. САВИЦКИЙ, *доц. каф. бухгалтерского учета, анализа и аудита предприятий МГУЛ, канд. экон. наук,*

А.В. РОДИН, *аспирант МГУЛ*

asavitskiy@mgul.ac.ru, caf-buhuch@mgul.ac.ru

Лесопромышленный комплекс (ЛПК) объединяет в себе лесозаготовительную промышленность (заготовка и вывоз леса); лесопильную промышленность (производство пиломатериалов); деревообрабатывающую промышленность (производство фанеры, стройматериалов, мебели, спичек); целлюлозно-бумажную промышленность; лесохимические предприятия (производство спирта, скипидара, канифоли, ацетона, клея, камфары). Он относится к добывающему и перерабатывающему сектору российской экономики, использующему лесные ресурсы с учетом сбалансированности экономических и экологических интересов государства.

Россия обладает наибольшим в мире лесным потенциалом, составляющим свыше 22 % мировой лесопокрытой площади и 21 % расчетного мирового запаса древесины. По имеющимся данным, общая площадь лесных массивов в России составляет 886,5 млн га, а запасы древесины достигают 80,7 млрд м³. Основные объекты ЛПК размещены в субъектах федерации, на территории которых производится заготовка и реализация древе-

сины или сопредельных с ними: в Республике Коми, Республике Карелия, Красноярском и Приморском Краях, Архангельской, Иркутской, Кировской областях.

Однако результаты использования столь мощного ресурсного потенциала нельзя назвать удовлетворительными. На фоне стабильного увеличения объемов лесозаготовок предприятиями ЛПК обеспечивается чуть более 2 % налоговых платежей промышленности в федеральный бюджет. Кроме того, многие предприятия ЛПК числятся хроническими должниками перед бюджетом. Нормы вырубki леса сегодня не выполняются ни в одном регионе России. В наиболее благополучных областях они достигают всего 70 %. Съем древесины с 1 гектара лесопокрытой площади в России в 10 раз меньше, чем в США, Швеции, Финляндии

В то же время, по оценкам экспертов, общие доходы российского лесного хозяйства при комплексном использовании его ресурсов могут достигать 100–150 млн долларов в год. Прибыльность нелегального лесозаготовительного бизнеса достигает 300 %. Как следс-

твие этого нередки конфликты из-за разделов сфер влияния, жертвами которых становятся работники лесхозов, включая директоров, представители администрации субъектов Федерации, контролирующие деятельность предприятий лесного комплекса.

Поэтому проблема охраны природных ресурсов и осуществления контроля за их рациональным использованием, направленным на обеспечение финансовой и экономической безопасности страны, актуальна как никогда.

Криминогенная ситуация в лесопромышленном комплексе на современном этапе обусловлена различными экономическими и политико-правовыми факторами, анализ которых позволит определить направления профилактической работы в отраслях ЛПК и разработать комплекс мер по его декриминализации.

Лесная промышленность представлена в народном хозяйстве 1826 лесхозами и около 4 тыс. предприятиями и организациями, на которых занято более 200 тыс. человек. Удельный вес ЛПК в промышленности России в настоящее время составляет 4 %, а в 45 субъектах Российской Федерации – от 10 до 50 %. Отрасль располагает 3 % основных фондов промышленности. Инвестиции в основной капитал за счет всех источников финансирования составляют около 4 % от суммы инвестиций, направленных в промышленность. К настоящему времени практически все предприятия лесопромышленного комплекса приватизированы и почти 95 % предприятий являются частными или со смешанной формой собственности. Значительная доля в приватизации лесопромышленного комплекса принадлежит иностранным инвесторам, которые предпочитают осуществлять портфельные инвестиции в добывающие отрасли.

Однако существование целого ряда объективных обстоятельств, создающих для ЛПК непреодолимые препятствия, повлияли на резкое снижение его рентабельности. Во-первых, из-за резкого снижения уровня прямых централизованных капиталовложений в ЛПК образовалось значительное отставание технического уровня лесопромышленных

предприятий, сопровождаемое как физическим, так и моральным износом основных фондов. Возрастной состав оборудования со сроком использования от 15–20 лет и более составляет от 50 до 90 % имеющегося парка. Исправить положение не позволяет тяжелое финансовое положение предприятий: рост кредиторской задолженности, неплатежи, невозможность привлечения банковских кредитов, обусловленного высокими ставками.

Во-вторых, ситуация осложняется сезонным характером работы лесопромышленного комплекса. Дело в том, что предприятия лесного комплекса, как большинство добывающих объектов, относятся к энергоемким производствам на всех этапах технологического цикла. Поэтому объемы собственных и приравненных к ним оборотных средств требуется поддерживать на уровне 40–50 % от выпускаемого объема продукции, а на предприятиях, осуществляющих сплав древесины, – до 90 %. До 1990 г. на эти цели предприятиями привлекались банковские кредиты под процентные ставки в размере 3 % годовых, что позволяло создавать 20 % годового объема заготовки древесины. Реформа банковской системы, сопровождаемая ростом ставок за пользование кредитами, сделала недоступным привлечение коммерческих кредитов, привела к прекращению заготовки древесины вахтовым методом, резкому сокращению межсезонных запасов до 5 % от годового объема вывозки при одновременном снижении объемов вывозки более чем в 2 раза.

В третьих, лесозаготовки искусственно ограничиваются из-за нерентабельности транспортировки лесопродукции железнодорожным и автомобильным транспортом. Необеспеченность отгрузки готовой продукции подвижным составом со стороны Министерства путей сообщения, в результате чего заявки на вагоны удовлетворяются лишь на 35–40 %, приводит к затовариванию, срыву сроков поставки по контрактам, особенно экспортным и, как следствие, потере клиентуры. Но главной причиной нерентабельности перевозки круглого леса на расстояния свыше 1000 км и пиломатериалов свыше 2500 км являются высокие железнодорожные тарифы.

Однако общий объем перевозок железнодорожным, речным и автомобильным транспортом лесных грузов в прошлом году составил приблизительно 49,6 млн м³, то есть всего около 60 % от общего объема вывоза древесины из регионов. Следовательно, часть леса перевозится по железной дороге нелегально путем сокрытия в учете транспортных организаций реальных объемов оказанных услуг.

Вывоз древесины с мест заготовки осуществляется в основном по лесовозным автомобильным дорогам. Из-за неравномерного покрытия территории страны транспортными сетями образовался резкий дисбаланс между европейской и азиатской частями России по объемам имеющихся ресурсов древесины и их фактическим использованием. Так, большая часть запасов нашей древесины расположена за Уралом, а основное ее потребление приходится на европейскую часть России и Балтийские государства, где сосредоточены лесоперерабатывающие мощности. В итоге запас спелых лесов европейско-уральской части России составляет 18 % от общего запаса спелых лесов страны, а заготавливается в этой части свыше 57 % от общего объема заготовок. В сравнении с другими регионами лучше освоена расчетная лесосека в Республике Карелия, Владимирской, Ленинградской областях, Чувашской республике и в Республике Марий Эл. Если использование расчетной лесосеки по этим регионам составило в среднем 24 % – 30 %, то в Сибири расчетные лесосеки освоены всего на 1–7 %.

Недостаточное использование расчетной лесосеки влечет снижение поступлений платежей за пользование лесным фондом.

Основным источником доходов государства от использования леса являются его поставки на экспорт. В 2010 г. объем внешнеторгового оборота в сфере лесной торговли составил 5,1 млрд долларов США (рост по сравнению с 2009 г. на 3,9 %), в том числе от экспорта лесопродукции – 4,3 млрд долларов США. При этом доля России в мировой торговле лесом составляет всего 2,3 %, что явно не соответствует лесосырьевому потенциалу нашей страны, обладающей более чем 20 % мировых лесных запасов.

Россия экспортирует лесопродукцию во множество стран: круглый лес – в 40 стран, пиломатериалы – в 52 страны, целлюлозно-бумажную продукцию – в 74 страны. Пиломатериалы поставляются, в основном, Великобритании, Италии, Нидерландам, Египту, Германии. При этом в Японию поставляется 34 % круглого леса и 12,5 % пиломатериалов от всего экспорта России, а спрос японской промышленности на круглый лес удовлетворяется Россией на 34,7 %. Финляндия импортирует круглый лес в объеме более 1/3 всего экспорта из России. Швеция покупает у России более 1,5 млн м³ круглого леса, или 24 % от своей потребности. Усилила свое влияние на российском рынке древесины Республика Корея.

С целью повышения доходности экспорта леса были увеличены вывозные квоты на лесопродукцию от общего уровня заготовки. Это привело к тому, что увеличился экспорт необработанной древесины из России, который на данный момент составляет 25,2 млн м³, то есть 18 % от официального объема заготовки древесины.

Подобная структура экспорта ЛПК сформировалась еще в 1998 г., когда стала преобладать продукция низкой степени переработки, поэтому доля круглого леса к 1999 г. достигла уже 70 % от всего экспорта древесины и изделий из нее. Кроме того, тогда же были повышены таможенные пошлины на вывоз лесопродукции глубокой переработки и понижены – на вывоз круглого леса. В результате непродуманности этих мер дальневосточные порты оказались заполнены необработанной древесиной, а зарубежные контрагенты снизили цены. В этой связи улучшение структуры экспорта леса имеет стратегическое значение для нашего государства.

Повышенным спросом у китайских коммерсантов пользуется лес-кругляк из-за низкой цены: 1 м³ отборного леса стоит не дороже полутора тыс. руб. Растущие потребности Китая в этом сырье позволяют получить немалую прибыль. Поэтому, несмотря на то, что потребности китайского национального рынка в древесине продолжают расти, Правительство Китая приняло решение приостано-

новить вырубку леса на территории страны и развивать только переработку. Не случайно, по данным Торгово-промышленной палаты Восточной Сибири, поток необработанной древесины в Китай только за последний год увеличился в три раза.

Западные импортеры также предпочитают вывозить российское сырье для переработки и ввозить затем в Россию мебельную продукцию, оконные рамы и двери. При этом наряду с Финляндией большой интерес к российскому лесу стали проявлять страны Балтии и Германия, хотя ранее наша продукция на Западе не котирировалась как несоответствующая международным стандартам.

Иностранные партнеры зачастую диктуют российским экспортерам свои условия. Показательно, что инвестиции в лесопромышленный комплекс и создание в России производств по переработке древесины не входит в планы иностранных партнеров, так как связано с крупными затратами, сложными технологиями и поддается финансовому контролю. Они стремятся сохранить технологическое отставание лесного комплекса, отводя России роль сырьевого придатка, что приводит к исчезновению ценных пород деревьев.

В последние годы наблюдается тенденция к увеличению объемов экспорта ценных пород леса. Специалисты, занимающиеся мониторингом и анализом лесного рынка Восточной Азии в экологической организации БРОК, считают, что Китай может все наличные запасы уссурийской древесины Приморья выбрать за пять лет. Кроме того, обозначилась проблема рационального использования запасов древесины. Ученые Дальневосточного отделения РАН утверждают, что «деловая» часть тайги сократилась до 12 млн га, а запасы древесины, годной для заготовок, составляют всего 1770 млн м³.

Переход к демонополизации экспорта леса, когда вместо единой организации «Экспортлес» возникло более 11 тыс. экспортеров, разрушило российское конкурентное превосходство, так как в этих условиях невозможно удерживать выгодные цены и отстаивать государственные интересы. Мелкие фирмы

стремятся продать за бесценок продукцию, чтобы быстрее вернуть деньги в производство. Экспортом занимаются тысячи фирм, как правило, реализующие лесопroduкцию по демпинговым ценам

Сложившаяся ситуация во многом обусловлена недостаточно эффективными мерами государственного регулирования ЛПК. Это отразилось не только на экспорте древесины, но и в целом на состоянии управления и функционирования комплекса, а также на социальной сфере жизни населения отдельных регионов. В первую очередь, серьезные проблемы в отрасли связаны с рассредоточением полномочий в сфере управления лесопользованием среди множества ведомств. В послеоктябрьский (с 1917 г.) период управление лесами в стране реорганизовывалось более 20 раз.

В настоящее время Федеральная служба лесного хозяйства упразднена, а ее полномочия переданы Минприроды России, где был создан соответствующий Департамент лесного хозяйства Минприроды.

Неудачные попытки стимулировать развитие ЛПК обусловлены общественно-политической и социально-экономической ситуацией в стране

Роль государства в создании условий развития ЛПК не должна ограничиваться финансовыми инъекциями. Прежде всего, оно должно заниматься разработкой законодательной базы, регламентирующей вопросы лесопользования.

Правовое регулирование охраны, использования и воспроизводства лесов осуществляется в соответствии с Лесным кодексом Российской Федерации (далее ЛК РФ) и подзаконными актами РФ (более 70 документов), устанавливающими правила рубки леса и иные требования ведения лесного хозяйства и лесопользования. Контроль за исполнением нормативных актов возложен на должностных лиц лесхозов субъектов РФ, в частности лесничих и их помощников. Деятельность, связанная с использованием лесным фондом, относится к виду деятельности, которая подлежит обязательному лицензированию. Лицензирование видов деятельности,

связанных с лесопользованием, а также контроль за соблюдением лицензиатами лицензионных требований и условий относится к компетенции Министерства природных ресурсов Российской Федерации (Постановление Правительства РФ от 25 сентября 2000 г. № 726 «Об утверждении Положения о Министерстве природных ресурсов Российской Федерации»).

Однако во всех этих нормативных актах содержатся нормы, обособленно регламентирующие те или иные аспекты деятельности лесопользователей с точки зрения природоохранных задач. При этом ни в одном из этих актов законодательно не закреплены требования к оформлению хозяйственной деятельности лесхозов. Кроме того, право заготовки может получить любой хозяйствующий субъект вне зависимости от специфики их деятельности. В связи с этим создаются условия бесконтрольного использования одного и того же объекта лесопользования несколькими пользователями.

Растущий спрос на древесину и продукты ее переработки на внутреннем и внешнем рынках позволяют получать неконтролируемые доходы. Это способствует высокой криминализации ЛПК, тенденции которой продолжают нарастать. Материальный ущерб от преступных посягательств измеряется миллионами долларов США. Дальнейшее развитие негативных процессов приобретает масштабы, представляющие угрозу экономической безопасности государства.

Мониторинг отчетности финансовых и контролирующих органов и природоохранных структур свидетельствуют о дальнейшем нарастании негативных процессов, связанных с криминализацией комплекса в целом, включая экспорт его продукции за рубеж.

Оценивая криминогенную обстановку в ЛПК, следует отметить, что среди прочих отраслей добывающего сектора по числу выявленных преступлений в 2008 г. занимает 11 место. Однако, если учесть, что за 4 года темпы роста этого показателя возросли в 2 раза, то можно прогнозировать постепенное перемещение ЛПК на лидирующие позиции. Прирост в 2 раза числа лиц, задержанных за

совершение этих преступлений в указанном периоде в сравнении с АППГ, подтверждает объективность этих оценок. Однако, как и по другим видам экономических преступлений, доля лиц, привлеченных к уголовной ответственности в ЛПК, составляет около 60 % от числа установленных.

Структура преступлений, совершаемых в ЛПК, сформировалась под влиянием рассмотренных социально-экономических и политико-правовых факторов.

Низкий жизненный уровень обитателей российской глубинки, составляющих трудовые ресурсы ЛПК, в сочетании с развалом экономики лесных регионов фактически лишили основную массу населения легальных источников заработка. Потеря управляемости и отсутствие действенного механизма надзора за законностью со стороны заинтересованных структур создали условия для роста теневого сектора в ЛПК. Поэтому в структуре преступлений в лесопромышленном комплексе преобладают преступления против собственности. Их доля в суммарном количестве преступлений, совершенных в ЛПК в 2009 г., составляет 41,3 %, в их числе кражи – 40,7 %, мошенничества – 27,7 % и присвоения – 31,7 %. Преступления в сфере экономической деятельности составляют 25,1 % от общего числа выявленных в ЛПК. В их числе лидируют факты незаконного предпринимательства и уклонения от уплаты налогов. Размер причиненного материального ущерба по преступлениям в ЛПК составил около 3,5 млрд руб.

Специфика экономических преступлений, совершаемых в ЛПК, связана с многоэтапностью действий, направленных на реализацию преступного умысла: поиск ценных лесных ресурсов, организация их заготовки и сбыта через многочисленных посредников. Это обуславливает стремление правонарушителей к объединению в устойчивые сообщества с целью совершения преступления.

Практика показывает, что значительная доля преступлений в ЛПК совершается группами, участники которых зачастую совершают преступные действия в отдаленных друг от друга районах в местах заготовки и

отгрузки леса, что позволяет им оставаться безнаказанными в течение длительного времени и причинять государству значительный материальный ущерб

Преступная деятельность нарушителей, как правило, маскируется под легальную и связана с исполнением служебных обязанностей большинства злоумышленников. Поэтому преступлениям в сфере ЛПК свойственна многоэпизодность. Совершаемые в ЛПК преступления основаны на реализации разработанных схем, состоящих из нескольких этапов, каждый из которых обособлен в пространстве и во времени, но направлен на трансформацию лесных ресурсов в финансовые потоки. Поэтому закономерно, что действия преступников подпадают под признаки, как правило, нескольких составов преступлений, предусмотренных УК РФ.

Судебная практика по ЛПК представлена решениями по привлечению к уголовной ответственности лесонарушителей за незаконную порубку лесного фонда (ст. 260 УК РФ) в совокупности с преступлениями, предусмотренными ст. ст. 327, 159, 160, УК РФ.

Наряду с отягченными совершаются должностные преступления, квалифицируемые как «Получение взятки» (ст. 290 УК РФ), «Злоупотребление должностными полномочиями» (ст. 285 УК РФ), «Превышение должностных полномочий» (ст. 286 УК РФ), «Служебный подлог» (ст. 292 УК РФ), «Злоупотребления должностными полномочиями» (ст. 201 УК РФ).

Это связано с тем, что к незаконной заготовке леса зачастую оказываются причастны должностные лица лесоохранных структур. Таковыми являются: лесничий, лесник. В соответствии с Положением «О лесной государственной охране РФ» (Постановление Правительства РФ № 850 от 27 июля 1998 г.) лесничие и их помощники являются должностными лицами государственного органа лесного хозяйства, осуществляющими руководство ведением лесного хозяйства в лесах лесничества, наделенными полномочиями государственных инспекторов в зоне деятельности лесничества по контролю за состоянием, использованием, охраной, защитой лесно-

го фонда и воспроизводством лесов с правом организации проведения работ по отводу, таксации и материально-денежной оценке лесосек, составлением протоколов (актов) о выявленных правонарушениях лесного законодательства, задержание в установленном порядке лиц, виновных в лесонарушениях с изъятием у них незаконно добытой продукции. Отдельно следует выделить группу специалистов лесхозов различного ранга, выполняющих административные функции и непосредственно не связанных с осуществлением заготовки леса: мастера лесхозов, бухгалтеры, директора.

Использование служебного положения в значительной степени повышает степень общественной опасности совершаемых преступлений. Лица, выполняющие управленческие функции, обладают профессиональными знаниями и опытом, хорошо знают не только технологию производства, но и особенности учета и контроля движения материальных ценностей, имеют широкий круг социальных и преступных связей, что позволяет тщательно спланировать совершение преступления, подобрать необходимых для участия лиц, разработать изощренные способы преступлений, ослабить систему хозяйственно-финансового контроля, действующего на предприятии, скрыть следы преступлений и пр. Около 39 % лиц, привлеченных к ответственности, являлись руководителями, а 41 % – служащими.

Развитию теневого рынка лесопroduкции во многом способствует низкий уровень социальной защищенности ее работников, зарплата которых несопоставима с долей возложенной на них ответственности. Самовольной порубке лесов способствует и тот факт, что большинство жителей территорий, прилегающих к лесным массивам, нигде не работают, а те, которые заняты в лесозаготовительных организациях, длительное время не получают заработную плату.

В результате прогрессируют преступления, связанные с самовольной, безбилетной рубкой древесины. Криминальные вырубки отмечены практически во всех регионах, где сосредоточены запасы лесных ресурсов. Такие преступления, помимо причинения су-

щественного материального ущерба, создают предпосылки для угрозы экологической безопасности. В 2008 г. объем незаконных порубок составил около 1 млн м³. Всего в течение 2009 г. зарегистрировано 8114 фактов незаконной порубки деревьев и кустарников (ст. 260 УК РФ). При этом их количество возросло на 8 % по сравнению с 2008 г. Наиболее тяжелое положение сложилось на предприятиях лесопромышленного комплекса Красноярского края, Иркутской, Амурской и Архангельской областей.

Проблема привлечения к ответственности за незаконную рубку леса основана на различных подходах к определению размера нанесенного материального ущерба. Так, при проверке фактов незаконной порубки, в том числе с установлением лесонарушителей, вменяется только ущерб, определяемый по расценкам на сорта и виды. Однако в соответствии с действующим законодательством ущерб, квалифицируемый по ст. 260 УК РФ, основан на применении установленных такс, определяемых в подзаконных нормативных актах. Согласно п. 72 Правил отпуска древесины на корню в лесах Российской Федерации, при расчете ущерба должна применяться кратная таксовая стоимость древесины – незаконно срубленной, уничтоженной или поврежденной до степени прекращения роста (Постановление Правительства РФ № 551 от 1.06.98 г.). В результате суммы ущерба занижаются и неверно оцениваются как малозначительные, и нарушители привлекаются не к уголовной, а к административной ответственности. Кроме того, ст. 260 УК РФ относится к категории преступлений небольшой тяжести, не предусматривающих лишения свободы и конфискацию орудий незаконной заготовки леса – бензопил, транспортных средств.

В течение последних четырех лет объем незаконно заготовленной древесины увеличился в 1,8 раза и составил 732 тыс. м³. Причины кроются в том, что контроль со стороны лесных хозяйств за выделенными под вырубку территориями в последнее время серьезно ослаблен. Лесная охрана лесхозов выявляет в основном уже свершившиеся факты незаконной порубки, гораздо реже удается

задержать нарушителей в момент непосредственной валки леса.

По статистике Федеральной службы лесного хозяйства России, от 50 до 70 % порубщиков-самовольщиков уходят не пойманными. А в случае задержания облагаются штрафами. Штрафы нарушителей не оказывают влияния, поскольку на «черном» рынке обращаются весьма значительные средства, не облагаемые налогами. Расчеты за нелегально вырубленный лес, как правило, ведутся наличными, в том числе в иностранной валюте. Неудивительно, что в лесах России идут варварские вырубki: браконьерствуют мобильные наемные бригады, использующие современную технику, вооруженное «прикрытие», контранаблюдение и радиосвязь.

Развитие негативных процессов стимулируется бурным развитием «черного рынка» лесопroduкции, повышенному интересу к его деятельности организованных преступных группировок.

Одной из причин криминализации ЛПК является доступность многочисленных посреднических структур к осуществлению экспортных операций с лесом и лесопroduкцией. По имеющимся данным только на территории Амурской области заготовкой древесины и ее продажей занимаются свыше 2600 предприятий различных форм собственности. В Приморском крае заготовкой, переработкой, реализацией леса и лесопroduкции занимается 618 предприятий различных форм собственности. Более 350 являются заготовителями древесины. Остальные осуществляют ее покупку и вывоз за рубеж, среди них 111 организаций принадлежат гражданам КНР. На долю фирм-однодневок и просто мелких нарушителей, которые занимаются вырубками не систематически, выпадает значительная часть незаконно заготовленной древесины, часть которой уходит и за рубеж. Китайские граждане, извлекающие сверхприбыль от экспортных поставок скупленного за бесценок леса, используют наличные расчеты, подставных физических и юридических лиц. Некоторые аналитики утверждают, что почти 40 % лесоэкспорта Приангарья приходится на криминальные структуры, получающие миллионы долларов, укрываемые от налогов.

В настоящее время существует немало фирм, которые лес не заготавливают, но успешно им торгуют. Ценную лиственницу и сосну им продают жители сел, зарабатывающие рискованным, но стабильным браконьерским промыслом. При этом первосортный пиловочник твердолиственных пород с диаметром ствола более 80 см браконьеры предпочитают реализовать за границу напрямую, без посредничества перекупщиков. Это связано с тем, что твердолиственная древесина в странах-импортерах продается с аукциона, и стоимость 1 м³ доходит до 800 долл., и поэтому даже небольшая партия приносит многократную прибыль. В прошлом году лесная промышленность России на 17,2 % увеличила выпуск обработанной древесины, возросла поставка кругляка за рубеж. Но официальные объемы заготовок леса если и выросли, то не намного. Таким образом, леспромхозы, пилорамы, мебельные цехи и экспортные компании снабжали сырьем крупные и мелкие браконьеры.

По закону предприятие, заключившее договор с комбинатом, обязано поставить туда определенный объем древесины, но если заготавливаемых ими объемов недостаточно, то поставщик имеет право докупить лес у населения. Бумагоделательный комбинат не принимает древесину без оформленных договоров, которые с частными лицами не заключаются. Система закупки сырья рассчитана на крупные организации. В то же время договоры оформляются с некими фирмами, которые, в свою очередь, и скупают лес у нарушителей и реализуют его комбинату. В итоге у пропускного пункта предприятия выстраивается целая очередь машин, везущих ворованный лес, который легко отличить по хлыстам, как попало нагруженным и не закрепленным. Однако документы у таких поставщиков оформлены безупречно, так как необходимые накладные выписаны фирмами-посредниками. Привлечь к ответственности такую фирму практически невозможно.

Действующим законодательством в целом предусмотрены широкие возможности приобретения права на заготовку леса. Крупные леспромхозы получают лесной фонд в

долгосрочную аренду на 49 лет. Малые предприятия приобретают участки на аукционах. Порубочные билеты и отвод участков оформляется детским садам, школам, лесохозяйственным кооперативам якобы на неотложные хозяйственные нужды. Местные жители приобретают лесорубочные билеты фактически за бесценок.

Лесное богатство страны конвертируется в доходы организованных преступных группировок, которые контролируют заготовку и перевозку древесины на экспорт. «Черный» рынок лесопродукции скоро сравняется по масштабам с легальным. При этом преступники уклоняются от уплаты таможенных платежей.

Совершение такого рода правонарушений также связано с тем, что действующее таможенное законодательство позволяет отправлять лесоматериалы за рубеж при наличии предоставления в качестве документов необходимых для таможенных целей, внешнеторговый контракт и документ, подтверждающий полномочия экспортера в отношении товара. При этом документы, подтверждающие законность приобретения леса, экспортер в таможенные органы предоставлять не обязан. При такой ситуации остается лишь вырубить или купить по низкой цене лес, обеспечить транспортировку документами прикрытия и заключить договор комиссии с подставным предприятием или частным предпринимателем.

Кроме того, ненадлежащий контроль со стороны таможенных органов при декларировании лесных грузов выражается в том, что сортность леса, его качество и внешнеэкономическая ценность определяется на добровольной основе экспортером леса и ведет к потерям больших сумм валютной выручки.. Здесь недобросовестными экспортерами задействован механизм занижения облагаемой платежами базы путем занижения в документах объема и недостоверного указания сортности. При этом на железнодорожный вагон загружают 70–90 м³ при норме в 53 м³ и вывозят незадекларированный лес сотнями м³. Для того чтобы установить истинную стоимость партии, у таможенных органов не хватает специалистов по досмотру.

Зачастую из-за границы не поступают значительные валютные средства за уже поставленный лес. Например, объемы непоступления выручки составляют примерно 30 % от всей суммы экспорта лесоматериалов. В денежном выражении это составляет порядка 30 миллионов американских долларов. Проследить движение таких теневых потоков довольно сложно. Особенно, если нет межгосударственных соглашений об оказании правовой помощи. Так, например, обстоит дело с Японией и Южной Кореей. Аналитики управления ФСНП по Архангельской области подтверждают, что на ее территории в последнее время активно создаются структуры (зачастую при участии представителей фирм из Москвы и Санкт-Петербурга), скупающие у леспромхозов неликвидное сырье, которое они доводят до международных стандартов и продают за рубеж. Однако при этом широко практикуется сокрытие экспортной выручки на счетах в зарубежных банках.

Анализ криминогенной ситуации в лесопромышленном комплексе позволяет выявить следующие закономерности:

– большинство экономических преступлений связано с таким экологическим преступлением, как незаконная порубка леса;

– масштабы вырубки и качественные параметры вырубемого леса находятся в прямой зависимости от внешнеторговой конъюнктуры мирового рынка лесного сырья;

– предметом преступлений, в основном, выступают объекты лесного фонда и продукция лесозаготовителей, а не лесопереработчиков;

– способы совершения преступлений основаны на несовершенстве действующего лесного законодательства и ослаблении контроля со стороны уполномоченных органов;

– степень криминализации лесного бизнеса достигла того уровня, когда дельцы теневого лесного бизнеса могут позволить лоббировать свои интересы на любом уровне, а также нейтрализовать любые попытки общественности или государственных органов ослабить их влияние.

Библиографический список

1. Уголовный Кодекс РФ.
2. Лесной Кодекс РФ.
3. <http://www.lesgazeta.ru>
4. Шейнгауз, 2005 г.
5. Уголовное право России. Части Общая и Особенная. Учебник/ Под ред. А.В. Бриллиантова. – М.: Проспект, 2009.

НЕЗАКОННОЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕ В РФ, ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ

В.И. ОБЫДЕННИКОВ, *проф. каф. лесоводства и подсочки леса МГУЛ, д-р с.-х. наук,*
 А.А. САВИЦКИЙ, *доц. каф. бухгалтерского учета, анализа и аудита предприятий МГУЛ,*
канд. экон. наук
 А.В. РОДИН, *аспирант МГУЛ*

Ситуация, сложившаяся в Российской Федерации в конце 20 века, вызвала к жизни многие изменения в законодательстве нашей страны.

В связи с глобальными социально-экономическими преобразованиями, ставшими характерной чертой российской действительности, наряду с прочими остро встал вопрос о правовом регулировании взаимоотношений человека и природы.

asavitskiy@mgul.ac.ru, caf-buhuch@mgul.ac.ru

Российская Федерация является одним из крупнейших производителей и экспортеров лесоматериалов в мире. Только по официальным данным Рослесхоза, в 2009 г. нелегально было заготовлено около 1,5 млн м³, по экспертным же оценкам, до 20 % заготовленной в нашей стране древесины имеет незаконное происхождение.

Проблемы экологической направленности стали все чаще проявляться в различ-

ных регионах России. Для России с богатейшими природными ресурсами проблемы, связанные с незаконным использованием ресурсов, стали выходить на первый план.

Законодательство зачастую просто не поспевает за новыми видами преступлений, возникающих в экологической сфере. Следовательно, и государство, не предугадав ситуации, несет огромные потери не только в экономическом, но и в экологическом плане.

Возможность довольно быстрого обогащения привлекает все больше и больше желающих, которые, пользуясь пробелами в далеко не совершенном российском законодательстве, пытаются получить от эксплуатации природы максимум прибыли. Для борьбы с подобным, практически безнаказанным незаконным «бизнесом» необходимо в самом ближайшем будущем предпринять ряд мер, которые смогут эффективно противодействовать этому явлению.

Однако здесь есть свои сложности. И это, прежде всего, выражается в том, что продолжают мероприятия по реорганизации министерств и ведомств, законодательство, регулирующее правоотношения в экологической сфере также находится в состоянии практически постоянного изменения.

Охрана леса законодательством осуществляется с появлением первых правовых актов на Руси. Упоминание о правилах пользования лесом и наказания за их нарушения можно найти еще в Русской Правде. Указы и Уложения XV в., охраняющие монастырские и пограничные леса, предусматривали ответственность за их порчу с наказанием «за непослушание» и возложением обязанности возмещения убытков.

Анализируя законодательство различных исторических периодов, следует признать, что только во времена Петра I строгая система мер за нарушение царских указов по вопросам лесных отношений (от крупных денежных штрафов до вечной каторги и даже смертной казни) свела к минимуму подобного рода преступления. Наряду с жесткостью наказания основную роль сыграла и четкая система контроля за наличием

царского клейма на комлях срубленных деревьев.

Важной причиной распространения нелегального лесопользования в России являются низкий жизненный уровень населения в лесных поселках; низкая заработная плата работников лесохозяйственных предприятий; правовая база лесопользования не является полной и часто изменяется. Но и те законы, которые существуют, уже достаточны для борьбы с этим нежелательным явлением в случае их строгого применения. Однако этого не происходит. Также к основным причинам следует отнести фактор «безнаказанности» лиц, осуществляющих незаконные рубки, она проявляется в том, что даже при задержании лиц, осуществляющих незаконную рубку леса и передачи дела в правоохранительные органы, в большинстве случаев следует отказ в возбуждении уголовного дела. Все это обусловлено прежде всего тем, что идет неправильный сбор улик и неверное оформление первичных документов из-за отсутствия достаточной процессуальной грамотности у работников лесничеств и сотрудников правоохранительных органов, занимающихся лесонарушениями. Одной из причин распространения нелегального лесопользования является отсутствие надлежащего, полного учета и мониторинга заготовки и переработки древесины, постоянное ослабление лесной охраны в течение всего переходного периода и практически полная ее ликвидация после 2004 г. При соответствующем выполнении лесной охраной ее функций, при предусматривавшемся всегда постоянном контроле лесопользователей в местах их деятельности, в первую очередь – лесозаготовителей на лесах, т.е. в точках превращения древесины как исходного природного ресурса в товар, нелегальное лесопользование никогда бы не получило такого широкого распространения.

Не делая однозначных выводов, подчеркнем, что проблема нелегальных рубок в России действительно существует, но она требует системного осмысления, выработки единого понимания проблемы государственными органами и общественными экологическими организациями.

Перечислим основные способы совершения экономических преступлений в лесопромышленном комплексе. Модификации способов совершения экономических преступлений в лесопромышленном комплексе основаны на особенностях технологического цикла заготовки леса и производства пиломатериалов, что позволяет обобщить практику преступных посягательств, сформировавшуюся с учетом региональной специфики. Систематизируя массив преступлений, следует отметить, что экономические преступления совершаются на всех стадиях производственного цикла:

- 1) получение права лесопользования;
- 2) выделение участка лесного фонда лесопользователям;
- 3) заготовка и транспортировка леса;
- 4) промышленная переработка;
- 5) осуществление посреднических операций, оформление и реализация экспортных контрактов;
- 6) таможенное оформление пересечения границы;
- 7) уплата налогов.

1. Получение права лесопользования.

В соответствии с действующим законодательством право на заготовку леса может быть предоставлено по результатам лесных аукционов, проводимых местной администрацией. Причем стоимость выставляемой на аукцион делянки (определенный по вырубке участок лесного фонда) оценивается с учетом ценности древесных пород и диаметру стволов. Средства, вырученные на аукционах, полностью поступают в бюджет, но чиновники, пренебрегая государственными интересами, вступают в сговор с лесопользователями с целью занижения определенных на аукционе сумм. Вознаграждение они получают не только денежными средствами, но и зачастую в виде имущества или стройматериалов. Из-за того, что действующим законодательством не предусмотрена система контроля за процедурой аукциона, документы по его результатам зачастую оформляются после его проведения «задним» числом.

Основным документом, предоставляющим право на заготовку леса, являются ле-

сорубочный ордер, билет, которые недобросовестными должностными лицами лесхозов передаются за взятку лицам, занимающимся незаконной заготовкой леса.

В основе экономических преступлений, совершаемых в ЛПК, лежит стремление заготовителей обойти установленные ограничения и превысить оплаченные объемы лесных ресурсов. Эту задачу злоумышленники решают путем подкупа сотрудников лесной охраны, либо на стадии выделения участка, либо в ходе транспортировки или складирования заготовленного леса.

2. Выделение участка лесного фонда лесопользователям. Характерно, что нарушения правил лесопользования, сопряженные с неправомерными действиями сотрудников лесхозов в пользу взяткодателей, совершаются в совокупности с превышением должностных полномочий. Вырубщики обычно с целью получения наибольшей выгоды оформляют документы на заготовку дешевых ресурсов (ветровала, лиственных пород) и в небольшом количестве, а, подкупив мастера леса, который обязан клеймить деревья, вырубает десятки кубометров товарного леса хвойных пород.

Порочная практика подкупа способствует втягиванию все новых сотрудников лесхозов, для которых взятки становятся постоянным источником доходов.

Но самыми многочисленными и многоэпизодными преступлениями в ЛПК являются деяния, совершаемые на этапе заготовки леса.

3. Заготовка и транспортировка леса. На этом этапе совершаются такие преступления, как незаконная рубка, незаконная предпринимательская деятельность, а также хищения, присвоения, большинство из которых сопряжены с использованием служебного положения в корыстных целях и легализацией незаконно полученных доходов.

а) Незаконная порубка леса. Незаконная порубка леса совершается без соответствующего разрешения (лесорубочного билета, ордера), а также с нарушением условий места, объема или сорта вырубленных деревьев. Способами порубки могут быть срубание, спиливание, выкорчевывание и т.д. Данный вид преступных посягательств причиняет

значительный ущерб экономике и ставит под угрозу экологическую безопасность. Незаконно полученная лесопродукция вывозится с территории лесного хозяйства и в дальнейшем реализовывается в различных регионах России. При этом расчет и обналичивание средств за лесопродукцию происходит путем создания и оформления документов от подставных фирм и фиктивных поставщиков.

Совершение этих действий невозможно без использования служебных полномочий. Такие преступления в основном совершаются должностными лицами органов лесного хозяйства и лесозаготовительных организаций. Таковыми являются: директор, его заместители, начальники производственных отделов леспромхоза, лесничие, а также члены комиссий по отводу-приемке лесосек – лесники, таксаторы, объездчики и т.п. Имеют место случаи, когда эти должностные лица вовлекают в свой преступный промысел лиц, находящихся от них в служебной зависимости. Нередки факты совершения преступлений работниками лесных хозяйств из-за боязни потерять работу и по принуждению со стороны их непосредственных руководителей.

При этом злоумышленники избирают один из двух основных способов:

- вообще не составляют документы об имевшем место лесопользовании;
- умышленно занижают стоимость лесопродукции при ее секвестрации, внося в товарно-сопроводительные документы заведомо ложные сведения.

б) Вырубка леса без получения лицензии. Заготовка леса нередко осуществляется в нарушение правил лицензирования, установленных для этого вида деятельности.

в) Кража лесоматериалов с территории лесопромышленных хозяйств. Подобные хищения связаны с незаконным изъятием лесопродукции со складов леспромхозов. В круг лиц, которые совершают хищения, входят, в основном, мастера леса, приемщики или заведующие складами, водители.

Похищенная продукция транспортируется чаще всего автомобильным транспортом, в ряде случаев железнодорожным транспортом, а затем реализуется.

г) Хищения лесоматериалов, сопряженные с созданием неучтенных излишков. Создание неучтенных излишков возможно на различных стадиях лесозаготовительного процесса: при отводе лесосек, разработке и заготовке леса, складировании, также при осуществлении целого ряда коммерческих операций, связанных с транспортировкой леса.

При этом используются в основном два приема хищения леса:

- древесина заготавливается и изымается без какого-либо отражения в официальных учетных документах;
- созданные излишки изымаются из числа учтенного и находящегося в ведении материально ответственных лиц лесоматериала с последующим составлением маскирующих эти операции фиктивных документов.

Маскировка создания неучтенных излишков леса, не находящихся отражение в учетных документах, осуществляется либо путем неправильного отражения в документах количества заготовленной и оприходуемой древесины, либо путем необоснованного списания заготовленной древесины на производственные потери и хозяйственные нужды предприятия.

Создание излишков лесопродукции и ее изъятие из числа учтенной путем составления фиктивных документов более характерно при транспортировке и сбыте лесоматериалов. В основном оно осуществляется за счет прямого недогруза лесоматериалов в вагоны или автомашины, отправляемые в адрес грузополучателей, а также за счет пересортицы леса. В частности, во время отгрузки вместо деловых сортов древесины отгружают мелкотоварник либо дровяное долготье, наиболее ценные хвойные породы заменяют лиственными и т.п.

В ходе транспортировки похищенного или незаконно заготовленного леса совершаются преступления, связанные с подкупом патрулирующих лесные дороги нарядов полиции, лесников, а также с подлогами (сопроводительные документы, удостоверения личности).

д) Легализация доходов, незаконно полученных от заготовки леса. Незаконно полученная лесопродукция вывозится с территории лесного хозяйства и в дальнейшем реализовывается в различных регионах России. Организуя

незаконную порубку леса, преступники либо вообще не составляют документы об имевшем место лесопользовании, либо умышленно занижают стоимость лесопродукции при ее секвестрации, внося в товарно-сопроводительные документы заведомо ложные сведения.

4. Промышленная переработка леса. Преступления на этой стадии сопряжены с хищением не только сырья, готовой продукции, но и денежных средств, в том числе выделяемых из бюджета.

а) Хищения продукции. Имеют место случаи причинения существенного материального ущерба не только государственным органам лесного хозяйства, но и коммерческим организациям различных организационно-правовых форм, занимающихся заготовкой и переработкой леса.

За последнее время достаточно массовыми явлениями в лесопромышленном комплексе продолжают оставаться хищения лесопродукции с предприятий по ее производству, которые все больше совершаются организованными группами, с использованием подложных документов и дальнейшей реализацией полученной продукции через сеть посреднических фирм.

б) Хищения денежных средств. Основными способами хищения денежных средств являются:

– Составление фиктивных договоров с подставными фирмами с последующим созданием путем приписок видимости их выполнения с последующим присвоением денежных средств, оформленных на их оплату. Зачастую оплата может осуществляться лесопродукцией. В этом случае присваиваются средства, вырученные от ее реализации.

– Путем оформления документов на непроизводившиеся подготовительные и вспомогательные работы, закупку фондов.

– Путем составления подложных документов, связанных с заготовкой и приобретением лесопродукции.

Практика показывает, что эти хищения обычно совершают лица, имеющие доступ к денежным средствам или наделенные распорядительными правами в их отношении: кассиры, бухгалтеры, материально ответс-

твенные лица предприятий ЛПК различного уровня, инженеры снабжения и другие.

в) Хищения денежных средств, выделенных из бюджета. В последнее время получил распространение такой способ хищения, как нецелевое использования денежных средств, выделенных на поддержку отрасли из бюджета, учитывая ее современное кризисное состояние.

Одним из вариантов посягательств на бюджетные средства является незаконное возмещение налога на добавленную стоимость.

г) Мошенничество, совершаемое путем оформления незаконного получения средств из бюджета в качестве возмещения НДС. Подобная комбинация предполагает заключение фиктивных экспортных поставок, изготовление и реализацию поддельных документов, подтверждающих вывоз леса за рубеж.

5. Осуществление посреднических операций, оформление и реализация экспортных контрактов.

а) Преднамеренное банкротство. Стремление отдельных руководителей к сиюминутной выгоде и реализации своих частных интересов в ущерб интересам государства и деревообрабатывающего предприятия к банкротству.

б) Злоупотребления служебными полномочиями. Согласно требованиям тарифного регулирования перевозка грузов, предназначенных для отправки за границу, облагается по железнодорожному тарифу, в три раза превышающему внутрироссийский. Поэтому недобросовестные экспортеры уклоняются от уплаты причитающихся сумм, используя фиктивные гарантийные письма, подтверждающие нахождение получателя груза на территории РФ.

г) Невозвращение из-за границы средств в иностранной валюте. Практика проведения проверок по фактам невозвращения валютной выручки из-за рубежа за экспортированный лес и пиломатериалы показывает, что в настоящее время злоумышленниками отработаны схемы, предполагающие сговор с зарубежными партнерами. При этом иностранными партнерами по предварительной договоренности с экспортером производится

фиктивная выбраковка поставленной продукции, о чем он письменно уведомляет российских поставщиков и отказывается от оплаты. На деле расчет осуществляется наличными после доставки леса за рубеж, а полученная выручка помещается на счета в офшорные банки.

Стандартным способом сокрытия реальной выручки является схема так называемых двойных контрактов, когда иностранный партнер в своих документах показывает реальные цены и объемы древесины, а российский – заниженные. Разница делится между участниками сделки. При этом свою долю прибыли отечественный предприниматель либо оставляет на зарубежных счетах, либо ввозит в Россию контрабандой. Экспортерами данного сырья выступают частные фирмы и предприниматели-перекупщики леса, которые скупают данный товар непосредственно у лесозаготовителей по бросовым ценам, а контракты на экспорт заключают по ценам значительно ниже мировых.

С целью уклонения от таможенно-банковского валютного контроля, злоумышленниками оформляются сделки от имени фирм-однодневок, зарегистрированных на лиц, постоянно находящихся на территории стран ближнего зарубежья.

6. Таможенное оформление пересечения границы.

а) Контрабанда, совершаемая путем недекларирования или недостоверного декларирования.

Перевозку древесины по крупным автомобильным трассам от промежуточных складов в порты или через сухопутные переходы в Китай осуществляют транспортные фирмы, официально привлекаемые для этих целей поставщиками леса. В этом случае груз сопровождается всеми необходимыми документами. Но так как большинство сотрудников таможенных органов визуально не могут определить вид вывозимой древесины, район ее заготовки, контрабандисты используют официально оформленные документы для перевозки древесины низкого качества или распространенных сортов, заменяя ее высококачественной и редкой, сохраняя объемы, указанные в документах.

В целях введения в заблуждение таможенных органов недобросовестными коммерсантами применяются декларирование грузов от имени подставных юридических лиц.

Недостоверное декларирование имеет место при перемещении грузов в режиме «временного вывоза с таможенной территории», когда на самом деле груз экспортируется за рубеж.

д) Контрабанда, совершаемая с обманным использованием. Вся нелегально заготовленная древесина из Приморского края почти полностью перевозится в Китай. При этом практически на каждую партию леса имеется пакет документов (сертификаты, лесорубочные билеты, накладные), которые внешне отвечают предъявляемым требованиям, а выявить подделку документов может только специалист лесного хозяйства. У лиц, задержанных с поличным, всегда имеются товарно-сопроводительные документы: лесорубочные билеты, изготовленные в Китае, сертификаты, заполненные чернилами-невидимками, которые через определенное время исчезают, вследствие чего бланк можно многократно использовать. Применяются и другие приемы совершения контрабанды.

7. Уклонение от уплаты налогов.

Совершение преступлений в лесопромышленном комплексе зачастую сопряжено с уклонением от уплаты налогов. Предприятия, осуществляющие различного рода деятельность в лесопромышленном комплексе, используют самые разнообразные схемы уклонения от уплаты налогов, в результате которых в бюджеты различных уровней не поступают значительные платежи:

а) уклонение от постановки на учет в налоговом органе. Отсутствие лицензирования в сфере переработки и реализации лесопродукции ведет к появлению на рынке частных предпринимателей, как правило, не состоящих на учете в налоговых органах;

б) грубое нарушение правил учета доходов и расходов и объектов налогообложения. Одним из наиболее распространенных вариантов уклонения от уплаты налогов с организаций является неотражение в бухгалтерской отчетности, балансах и расчетах по

налогам финансово-хозяйственных операций за отчетный период.

Существует и ряд других способов уклонения от уплаты налогов, в том числе такие, как неправомерное увеличение затрат на производство лесопродукции, занижение объемов поставок лесопродукции, перечисление денежных средств на счета третьих, зачастую специально созданных для этих целей «подставных» фирм, расчет неучтенными наличными денежными средствами.

Также в последнее время индивидуальные предприниматели предпочитают обрабатывать лес самостоятельно, не обращаясь на специализированные предприятия. Они стараются приобрести импортное оборудование, которое дает меньше отходов при переработке древесины. В отчетности же указывается более высокий процент отходов. Таким образом, из легального оборота выпадает значительное количество продукции.

Уклонение от налогообложения в ЛПК совершается как типичными для большинства отраслей способами, так и специфическими. Для проведения лесовосстановительных работ многие лесхозы специально нанимают рабочую силу, расплату с которыми осуществляют лесоматериалами. Полученную продукцию они продают лесхозам и деревоперерабатывающим предприятиям. Вырученные же средства налогообложению не подлежат.

В целях улучшения криминогенной обстановки в отрасли, усиления государственного контроля за деятельностью предприятий лесопромышленного комплекса необходимо реализовать комплекс мер, направленных на изменение сложившегося положения.

1. Совершенствование законодательства, регламентирующего лесопользование:

- разработать законопроекты, определяющие порядок организации лесопользования с учетом соблюдения государственных интересов;

- внести изменения в «Правила отпуска древесины на корню в лесах Российской Федерации», утвержденные постановлением Правительства Российской Федерации от 01.06.98 № 551, предусматривающие обязательную сертификацию лесных ресурсов;

- Лесной Кодекс РФ дополнить нормами, устанавливающими механизм обеспечения воспроизводства лесов, а также запрещающими передачу лесопользователями прав по лесопорубочным билетам по договорам подряда и в субаренду;

- законодательно установить обязательное лицензирование деятельности по переработке и реализации лесопродукции;

- руководящим структурам лесхозов и транспортных организаций совместно разработать пакет документов единой формы, подтверждающих законность ее приобретения и транспортировки;

- внести в порядке законодательной инициативы в Государственную Думу Федерального Собрания Российской Федерации предложения об изменении в сторону занижения объемов незаконной вырубке леса, за которые наступает уголовная ответственность по ст. 260 УК РФ («Незаконная порубка деревьев и кустарников»);

- при разработке проекта бюджета на предстоящий бюджетный период предусмотреть механизм использования средств, получаемых при взимании лесного налога, на социальную поддержку работников ЛПК.

2. Совершенствование системы контроля за деятельностью ЛПК.

- исполнительным органам власти усилить контроль за деятельностью Министерства природных ресурсов РФ и его территориальных органов, выдающих лицензии на право заниматься лесозаготовительной деятельностью, а также непосредственно контролирующей лесозаготовительную деятельность лесничих и лесничеств;

- рекомендовать Департаменту лесного хозяйства Минприроды России пересмотреть критерии отбора древесных пород, на который распространяется особый порядок заготовки с целью их ужесточения;

- для усиления государственного контроля за заготовкой, переработкой и реализацией лесопродукции, а также с целью устранения дисбаланса между объемами заготовленной и реально вывезенной древесины считаем необходимым рассмотреть воп-

росы создания единой информационной базы данных о деятельности отрасли;

- Департаменту экономики лесного комплекса Министерства экономического развития и торговли РФ разработать перечень технических стандартов, определяющих нормы отходов при переработке лесопродукции на отечественном и импортном оборудовании с целью контроля за фактическими объемами готовой продукции;

- на межведомственном уровне рассмотреть возможность введения:

- а) государственной регистрации контрактов (договоров) на поставку продукции, выполнение работ и услуг, подразделениями МНС России, осуществляющими функции агентов валютного контроля,

- б) государственной регистрации (учета) товарно-транспортных сопроводительных документов для усиления государственного контроля за объемами выполненных работ, услуг и объемами перевозимой продукции;

- налоговым органам в обязательном порядке организовать постоянный учет лиц, занимающихся реализацией древесины и изделий из нее.

3. Совершенствование организации и управления ЛПК.

Для стабилизации обстановки в лесной отрасли целесообразно:

- создать федеральный орган по управлению и координации деятельности лесопромышленного комплекса Российской Федерации;

- с участием МВД России создать межведомственные группы по пресечению противоправных действий, связанных с незаконным оборотом древесины. С этой целью эффективно проведение совместных рейдов лесников с работниками милиции на дорогах.

4. Совершенствование государственного регулирования экспорта лесопродукции

Для повышения эффективности экспорта лесопродукции и уменьшения объемов поставок на внешний рынок необработанной древесины необходимо реализовать комплекс мер тарифного и нетарифного регулирования.

А) Нетарифные меры:

- дополнить список лесоматериалов, экспорт которых подлежит лицензированию, видами, подвергшимся наибольшему истреблению, установить при выдаче лицензий на экспорт ценных пород обязательное согласование с органами управления лесным хозяйством в субъектах Российской Федерации;

- пересмотреть в сторону снижения экспортные квоты на необработанный лес (как хвойных, так и лиственных пород);

- внести изменения в ТН ВЭД РФ, направленные на присвоение отдельных таможенных коды каждой группе экспортируемых пород леса с точностью до 9-ти знаков;

- ввести запрет на вывоз ценных и исчезающих пород древесины;

- Минэкономики РФ определить шкалу минимальных контрактных цен на экспортируемые лесоматериалы с учетом их видов и степени обработки;

- предусмотреть проведение подразделениями ГТК России экспертизы контрактной стоимости леса и лесоматериалов в случае их декларирования по ценам заниженным в сравнении с мировыми.

Б) Тарифные меры:

- выйти с предложением в Правительство РФ о рассмотрении возможности повышения таможенных пошлин на необработанные виды лесопродукции для стимулирования заинтересованности предприятий в экспорте готовых пиломатериалов и изделий из древесины;

- установить дифференцированные таможенные пошлины по всей номенклатурной группе древесины.

5. Совершенствование оборота изъятой незаконно добытой древесины.

С целью недопущения получения неконтролируемого дохода лицами, реализующими изъятые лесопродукты, целесообразно предусмотреть комиссионную оценку стоимости изъятых незаконно заготовленных лесных ресурсов и брошенной древесины с участием независимого эксперта. Цена на момент продажи должна устанавливаться не ниже среднерыночной, сложившейся в регионе.

Предусмотреть, что до принятия решения соответствующим государственным органом о привлечении виновного лица к ад-

министративной или уголовной ответственности и о признании древесины бесхозной, реализация лесных ресурсов в случае невозможности осуществления дальнейшего их хранения возможна только с согласия органов, рассматривающих дело об административном правонарушении, органов предварительного следствия и суда.

В целях исправления ситуации, возникшей в области реализации прав на конфискованную незаконно добытую древесину необходимо принять Постановление Правительства Российской Федерации «Об утверждении Положения о порядке изъятия, учета, хранения и реализации незаконно заготовленных лесных ресурсов и не вывезенной в установленные сроки древесины». В этом нормативном акте следует установить обязательный перечень документов, необходимых для подтверждения законности ее

заготовки, переработки и реализации. Также следует определить места хранения изъятой древесины до решения вопроса по существу органом, производившим изъятие. Для реализации незаконно заготовленной и изъятой лесопродукции предусмотреть создание государственных унитарных предприятий. Определить порядок направления части средств от реализации изъятой и конфискованной лесопродукции на восстановление лесного фонда.

Библиографический список

1. Уголовный Кодекс РФ.
2. Лесной Кодекс РФ.
3. <http://www.lesgazeta.ru>
4. Комментарий к Уголовному кодексу РФ / Отв. ред. А.В. Бриллиантова. – М.: Юрайт, 2010.
5. Уголовное право России. Части Общая и Особенная. Учебник/ Под ред. А.В. Бриллиантова. – М.: Проспект, 2009.

КОМУ ВЫГОДНО ВХОЖДЕНИЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В СТРАХОВОЙ РЫНОК

А.П. ПЕТРОВ, проф. каф. государственного управления, права и рыночных отношений в лесном хозяйстве, ректор ФАУ ВИПКЛХ, д-р экон. наук

petrov@vipklh.ru

Гибель лесов на больших территориях в результате пожаров остро поставила вопрос о вхождении лесного хозяйства в страховой рынок. Рассматривая лесное хозяйство как объект страхования, следует отметить его особенности, объективно затрудняющие создание и реализацию механизма страхования и ограничивающие сферы предоставления страховых услуг.

Таковыми особенностями являются: монополия федеральной государственной собственности на земли лесного фонда; ведение лесного хозяйства на землях лесного фонда не собственником, а хозяйствующими субъектами, в основном арендаторами лесных участков, в условиях отсутствия в лесохозяйственном производстве продукции; длительный производственный цикл выращивания древесины в качестве основного экономического ресурса (около 100 лет), затрудняющий оценку затрат

и результатов и, как следствие, оценку наносимого лесам стихийными бедствиями ущерба.

С учетом названных особенностей объектами для предоставления страховых услуг в лесном хозяйстве могут быть:

1. Имущественный комплекс на балансе хозяйствующих субъектов, осуществляющих использование и воспроизводство лесов, где возможны материальные потери и финансовые убытки в результате стихийных бедствий (например лесных пожаров).

2. Персонал, занятый в органах государственного управления лесами, работающий в условиях, когда для работников существуют риски потери их здоровья и даже жизни при исполнении ими таких государственных функций, как противодействие лесонарушениям, предупреждение и борьба с нелегальными лесозаготовками и нелегальным оборотом древесины.

3. Лесоресурсный потенциал на землях лесного фонда, представленный древесиной, недревесными ресурсами, социальными и экологическими полезностями, который несет потери в результате трудно предсказуемых событий, какими являются лесные пожары, нападения вредителей, болезни леса, ураганные ветры, почвенная засуха, ледяная корка и др.

Для всех трех названных объектов, где присутствуют страховые риски, должны быть свои механизмы страхования, построенные на основе имеющегося зарубежного и отечественного опыта.

Если страхование имущественных комплексов, здоровья и жизни людей, находящихся на государственной службе, обеспечено существующими законами и нормативами, то вопрос страхования лесов в качестве федерального государственного имущества, которым в соответствии с Лесным кодексом 2006 г. управляют органы государственной власти субъектов РФ, следует рассматривать только в качестве постановочного, предварительно изучив для этой цели зарубежный опыт.

Реальность этого опыта такова, что леса, находящиеся в государственной собственности, ни в одной стране мира не являются объектом страхования. Следовательно, ущерб, наносимый лесам стихийными бедствиями, предупреждается или устраняется с привлечением средств бюджета, используя для этих целей разные формы финансирования.

Для лесов, находящихся в государственной собственности, средства бюджета рассматриваются в качестве единственно возможного контролируемого источника финансирования затрат в борьбе с лесными пожарами, нападениями вредителей, в устранении последствий ветровалов и других стихийных бедствий.

Для случаев, когда леса, находящиеся в государственной собственности, используются частным бизнесом на условиях концессий (Канада, страны с тропическими лесами), вопросы предупреждения стихийных бедствий, ликвидации их последствий регулируются сторонами исключительно через условия договоров, не прибегая к услугам третьих лиц (страховых компаний).

При частном лесовладении страхование лесов является добровольным. Решение, страховать на своем участке лес или нет, принимает лесовладелец, ориентируясь на наличие реальных рисков, обусловленных долгосрочными прогнозами пожарной опасности, нападения вредителей и возникновения других событий, оказывающих негативное воздействие на состояние лесов.

Изложенный выше зарубежный опыт и то, что лесные земли в составе государственного лесного фонда вместе с лесоресурсным потенциалом не имеют стоимостной оценки, делают бесперспективными попытки страховых компаний ввести лесное хозяйство в страховой рынок непосредственно через изъятие бюджетных средств у собственника лесов (Российской Федерации).

Понимая это, страховые компании пытаются привлечь к страхованию лесов частный бизнес в лице арендаторов лесных участков; причем речь уже идет о страховании рисков, вызванных невыполнением арендаторами лесных участков своих обязательств по восстановлению лесов, их охране и защите, внесению в бюджеты платы за использование лесов.

На наш взгляд, развитие страхования по данному направлению нельзя признать состоятельным как с правовой, так и с организационной точки зрения. Дело в том, что страховые компании не должны быть посредниками в регулировании конфликтных ситуаций в отношениях между сторонами договора аренды лесного участка, заменяя судебные или арбитражные процедуры.

Нельзя рассматривать в качестве инструмента страхования и создание всякого рода резервных (страховых) фондов, образуемых путем директивного изъятия дохода хозяйствующих субъектов с целью его последующего использования на заявленные цели.

Речь может идти о фондах воспроизводства лесов, создаваемых на региональном уровне за счет прибыли арендаторов лесных участков, или фондах для развития транспортной инфраструктуры.

Реальные возможности для вхождения лесного хозяйства в страховой рынок могут быть созданы только через экономическую

организацию лесохозяйственной деятельности, через признание лесохозяйственного производства предпринимательством, а его результатов – продукцией с приемкой и оплатой по договорным ценам.

Речь идет о признании готовой продукцией молодняков в возрасте их перевода в лесопокрытую площадь, созданных искусственным, естественным или комбинированным способами, и насаждений, пройденных рубками ухода.

Такое решение необходимо принять в первую очередь в отношении ведения лесного хозяйства на землях лесного фонда, переданных в аренду, где арендаторы лесных участков, восстанавливая и выращивая лес, становятся производителями лесохозяйственной продукции, а следовательно, возможными страхователями, заключающими со страховщиком договор лесохозяйственного страхования по аналогии, как это предусмотрено Федеральным законом от 25.07.2011 N 260-ФЗ для сельскохозяйственных товаропроизводителей.

При признании молодняков и лесных насаждений, пройденных рубками ухода, готовой лесохозяйственной продукцией страхование рисков обеспечивается включением в состав затрат на производство этой продукции отдельного элемента «страхование лесных рисков» с величиной, размер которой зависит от ущерба, наносимого лесу стихийными бедствиями или другими вероятностными событиями.

Арендатор лесного участка, выполнив работы по лесовосстановлению и уходу

за лесом, реализует продукцию государству на условиях государственного заказа, из полученного дохода перечисляет средства страховщику в соответствии с договором лесохозяйственного страхования.

В случае повреждения или гибели лесонасаждений страховщик возмещает арендатору лесного участка понесенные убытки.

Из сказанного выше очевидно, что вхождение лесного хозяйства в страховой рынок через признание в лесохозяйственном производстве продукции требует большой и длительной работы в области создания правового поля, обеспечивающего перевод лесохозяйственного производства на рыночную организацию.

До решения этой проблемы вхождение лесного хозяйства в страховой рынок может быть выгодно только страховщикам, лоббирующим свои интересы в федеральных органах законодательной и исполнительной власти.

Библиографический список

1. Лесной фонд России: справочник. – М.: ВНИИЦ-Лесресурс, 1999. – 650 с.
2. Кожухов, Н.И. Лесной сектор экономики России на рубеже 3-го тысячелетия / Н.И. Кожухов. – Пушкино: ВНИИЛМ, 1999 – 167 с.
3. Лесная биоэнергетика: учебное пособие / под ред. Ю.П. Семенова. – М.: МГУЛ, 2008. – 348 с.
4. Петров А.П. Плата за использование лесов – экономическая основа частно-государственного партнерства в лесном секторе / А.П. Петров // Лесной экономический вестник. – 2008. – № 1(55). – С. 12–20.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ

С.В. СТЕПАНОВ, *проф. каф. финансов МГУЛ, д-р экон. наук,*

М.А. БЫКОВСКИЙ, *доц. каф. технологии и оборудования лесопромышленного производства МГУЛ, канд. техн. наук,*

Т.В. ГАВРИЛОВА, *ст. преподаватель каф. финансов МГУЛ*

stepanov@mgul.ac.ru, bykovskiy@mgul.ac.ru, tgavrlova@mgul.ac.ru

Основной движущей силой роста производства является не только разработка новых технологий и сырьевая база, но и наличие возможностей развития энергогенериру-

ющих мощностей. Если рассмотреть общий объем производимой электроэнергии в мире по видам энергоресурсов, то преобладающая их доля в общем объеме (более 30 %) попада-

ет на нефтепродукты, более 25 % – на каменный уголь, 20 % – природный газ, которые принято относить к ископаемым источникам энергии (рис. 1).

Более того, нефтепродукты и каменный уголь являются основными источниками загрязнения окружающей среды. Мировое сообщество было вынуждено обратить на это пристальное внимание, результатом чего является подписание Киотского протокола в 1997 г., к которому в 1999 г. присоединилась и Россия. Промышленно развитые страны, участники протокола, вынуждены следить за количеством выбросов CO₂ в атмосферу, что вызывает необходимость развития альтернативное энергетике из возобновляемых источников энергии.

Одним из ярких представителей такого рода энергоресурсов является древесное сырье (рис.2).

На древесное сырье возлагаются большие надежды из-за их легкодоступности и широкого распространения (рис. 3)

Наибольший удельный вес (63 %) в экономически доступном ресурсе приходится на дрова топливные, 15 % – крона, 12 % – отходы лесопиления, прочие виды древесной биомассы (ресурсы фанерного, тарного производства и ЦБК) занимают менее 5 % каждый.

Количество необходимой энергии для получения биотоплива невелико, около 3 % от его теплотворной способности. Уголь и газ требуют до 6 %

Россия, как ведущий производитель и поставщик энергоресурсов на территории Евразии, обладает практически неограниченным потенциалом для производства такого вида энергоносителей.

Виды древесного топлива принято подразделять: топливная древесина (дрова), измельченное древесное топливо (топливная щепа, измельченные древесные отходы лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств), прессованное древесное топливо (топливные брикеты, гранулы)

К примеру, производство топливных гранул в России только начинает зарождаться. В настоящее время в стране производят-

ся пеллеты исключительно промышленного назначения. Однако внутренний рынок России уже активно формируется и расширяется. Топливные гранулы уже используются для отопления коттеджей, коммунальных котельных и являются прекрасным заменителем других видов топлива, особенно в тех местах, где отсутствует магистральный природный газ. Основное производство топливных гранул сосредоточено в Северо-Западном регионе, благодаря близости к основным европейским рынкам сбыта и морским портам. Постепенный перевод котельных европейских стран на гранулы ставит перед ними проблему гарантированной и бесперебойной поставки этого вида топлива, а это невозможно без импорта. Например, изменение вывозных пошлин на круглый лес из России приведет к тому, что Финляндия будет размещать лесопильные производства в приграничных с ней территориях России и Ленинградской области, что уже происходит. Значительно увеличится выход субпродуктов глубокой деревопереработки, и это неизбежно приведет к увеличению выпуска уплотненного топлива. Неизбежный рост тарифов на энергию и традиционные топливные ресурсы, связанные дальнейшей интеграцией России в мировое экономическое сообщество, а также вхождением в ВТО и ратификацией Россией Киотского протокола будет способствовать росту внутреннего спроса на топливные гранулы. В этой связи Россия, обладающая крупнейшим в мире запасом лесных ресурсов, имеет реальный шанс стать одним из крупнейших поставщиков биологического топлива.

Еще каких-то пять лет назад с Европой торговали средние предприятия-пионеры биотопливной отрасли России. Им на смену пришли гиганты: ДОК «Енисей» (Красноярский край), «Лесозавод 25» (Архангельская область), завод в Тверской области. Также в России работает несколько десятков других производителей, которые активно занимаются производством и экспортом биотопливной продукции. На европейском же пространстве рынок промышленных гранул монополизирован пятью

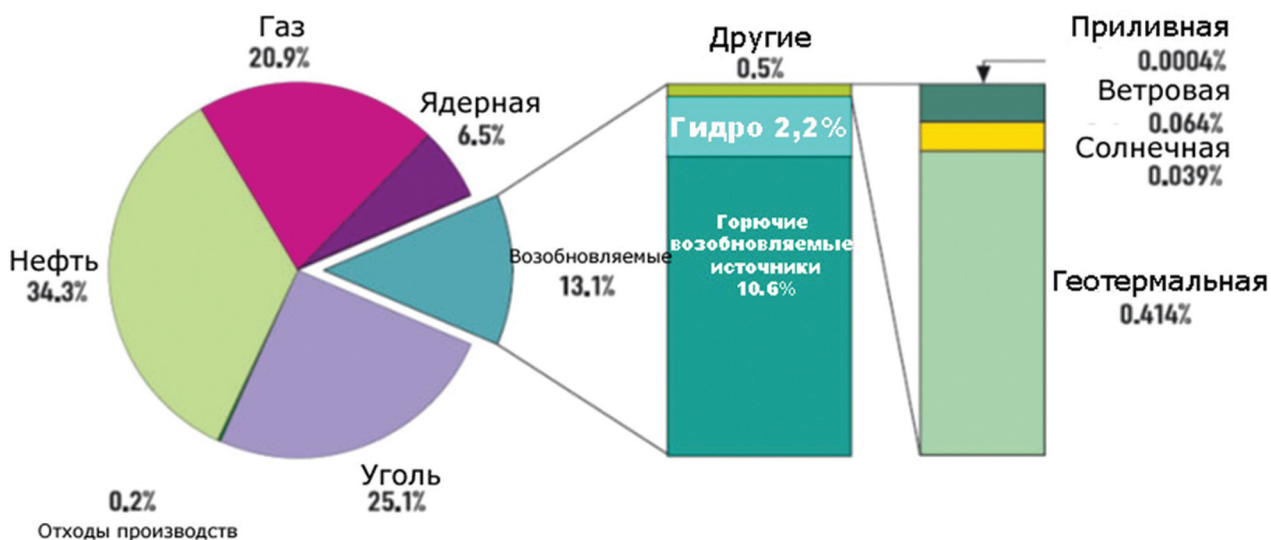


Рис. 1. Доли различных видов энергии в мировом потреблении

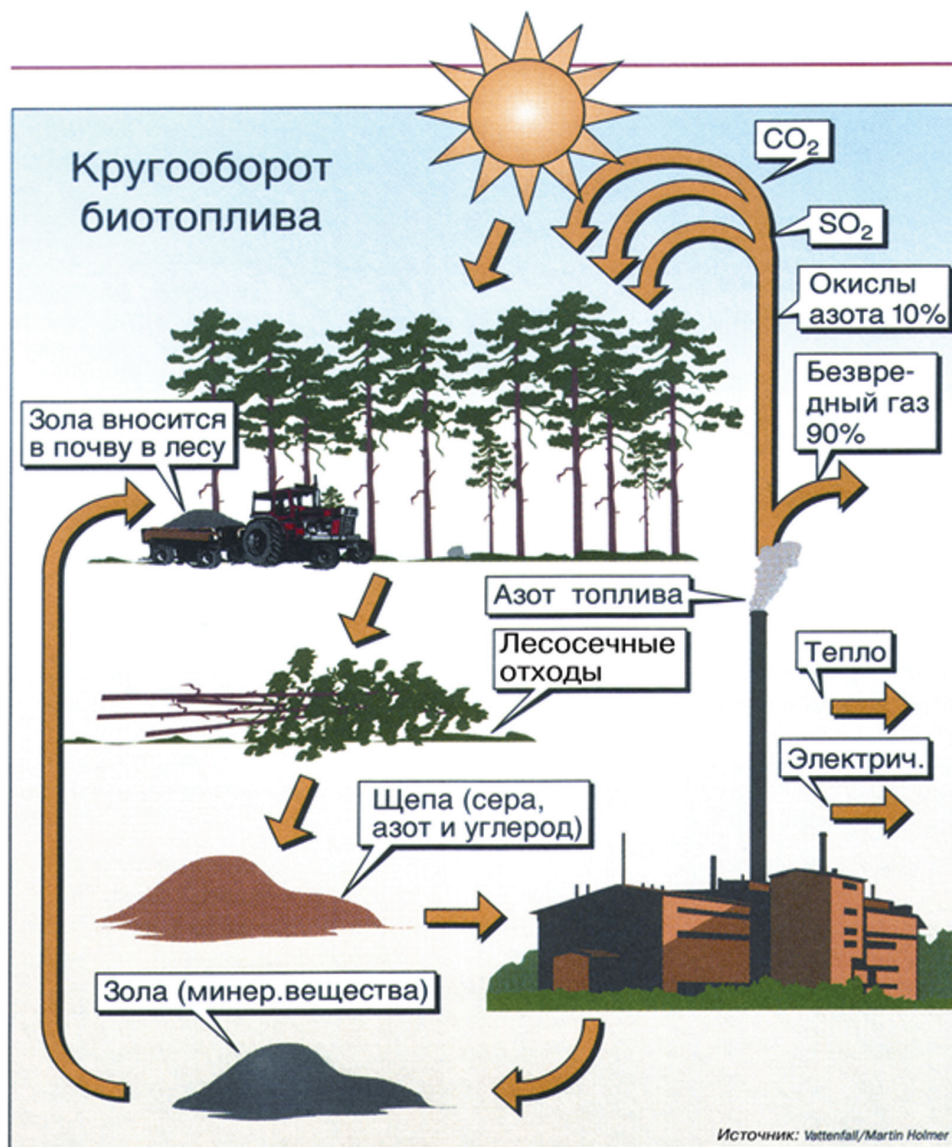


Рис. 2. Кругооборот биотоплива

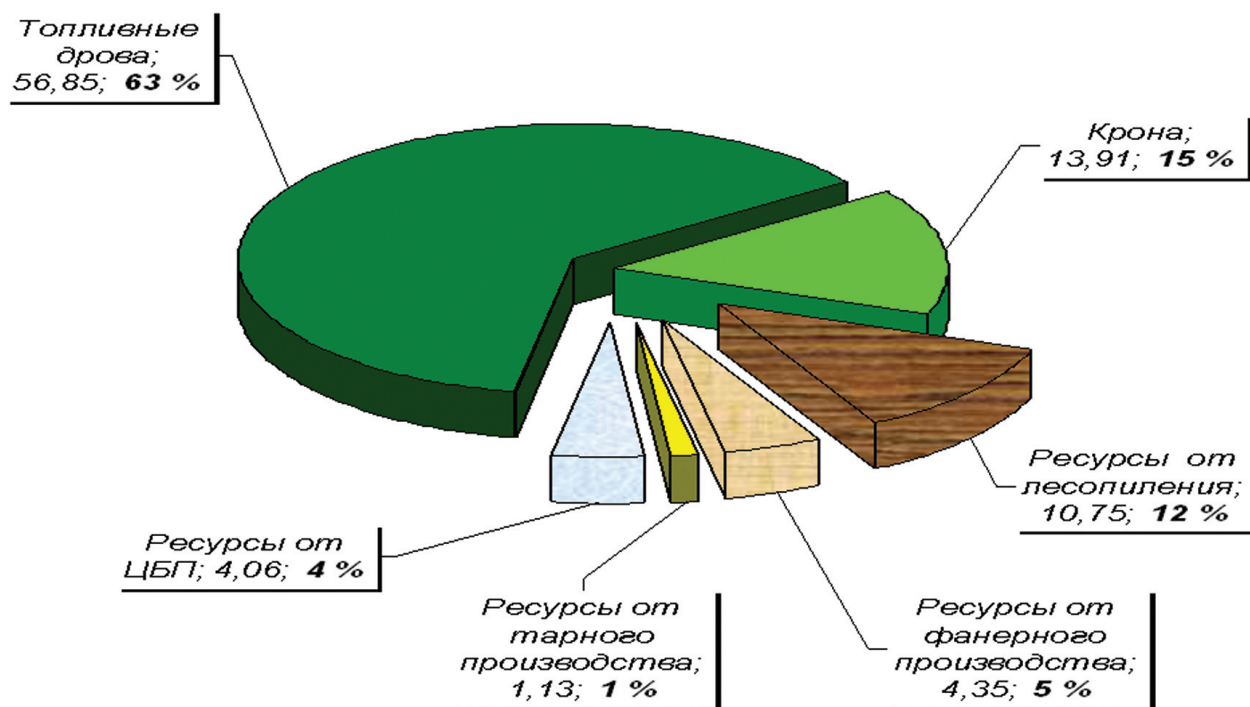


Рис. 3. Доли видов древесной биомассы в экономически доступном ресурсе

крупными энергетическими компаниями, которые диктуют и цены, и технические требования к продукции. В 1993 г. было решено ввести систему тендеров. Сейчас Еврокомиссия (ЕК) требует от стран установить национальные уровни производства биотоплива и объявляет международные тендеры для удовлетворения этих уровней. На настоящий момент Франция и Италия установили такие квоты. В Германии, например, недопустимы смеси биотоплива, а чистое – не облагается налогом. Австрия и Швеция разработали специальную законодательную базу для биотоплива. Великобритания начиная с 1 апреля 2002 г. ввела частичное освобождение

от налогов для производителей биотоплива, согласно которому налог снижается на 0,3 евро/л. Эта директива уже привела к инициации значительного числа проектов по производству биодизельного топлива.

«Белая книга ЕС по стратегии в области энергетики» (1997 г.) указывала на необходимость повышения доли биотоплива на транспорте. Необходимо было обеспечить поставки дополнительного количества жидкого биотоплива, так как цены на нефть непредсказуемы и в долгосрочной перспективе ископаемое топливо закончится. Поэтому приоритетом было снижение стоимости производства биотоплива в Европе. Второй шаг – разработка налоговых льгот субсидий на производство биотоплива. «Зеленая книга ЕС» (2000 г.) подчеркивала важность биомассы для обеспечения надежности энергоснабжения. Отмечалось, что огромный потенциал лесного и сельского хозяйства не используется. Уже давным-давно научно доказано, что использование биомассы приводит к снижению выбросов парниковых газов на 40–80 % по сравнению с ископаемыми топливами, улучшает местную экологическую обстановку и создает дополнительные рабочие места. Финальный отчет по Зеленой книге (2002 г.)

Т а б л и ц а

Производственная программа предприятия

Наименование продукции	Годовой объем производства
Лесозаготовки, тыс. м ³	92,3
1. Клееные конструкции из древесины, тыс. м ³	18,0
2. Погонажные изделия, тыс. м ³	10,0
3. Заготовки для поддонов, тыс. м ³	14,1
4. Пеллеты, тыс. т	9,5
5. Щепа технологическая, тыс. м ³	24,0
6. Дрова для населения, тыс. м ³	9,0

добавлял, что в долгосрочно перспективе технически возможно заменить 20 % дизельного топлива и бензина на биотопливо к 2020 г., если будут приняты соответствующие политические меры. В 2003 г. была принята Директива, устанавливающая цели замещения жидкого топлива биотопливом – 2 % к 2005 г. и 5,75 % к 2010 г.

Основными целями развития лесной промышленности в России являются: полное удовлетворение потребностей внутреннего рынка в высококачественной и конкурентоспособной лесобумажной продукции российского производства; поэтапная интеграция России в мировой рынок лесобумажной продукции: рациональное и наиболее полное использование лесного потенциала страны за счет роста объемов производства продукции, повышения конкурентоспособности лесопромышленного производства, оптимизации его структуры, вовлечения в производство низкокачественной и лиственной древесины. Концепция инвестиционного проекта ООО «Осенцовский ДОК» разработана на базе правил рационального экономического поведения коммерческих организаций, направленного на достижение целей и задач проекта в области освоения лесов. Цели и задачи инвестиционного проекта отражают цели и задачи в области освоения лесов, установленные лесным законодательством Российской Федерации.

Основной целью Концепции инвестиционного проекта является модернизация деревообрабатывающего производства, направленная на увеличение производственных мощностей и организацию комплексной переработки древесного сырья и отходов. Достижение обозначенной цели Концепция предполагает через *решение* следующих *задач*:

- организация рационального использования лесов;
- увеличение производственных мощностей и организация комплексной переработки древесного сырья и отходов.

В рамках реализации инвестиционного проекта планирует организовать лесозаготовки в объеме 92,3 тыс. м3 и наладить

выпуск продукции глубокой механической переработки: клееных конструкций из древесины, погонажных изделий, заготовки для поддонов, пеллет и щепы технологической. Для комплексной переработки древесного сырья отходы производства планируется использовать для производства тепловой и электрической энергии. Производственная программа предприятия представлена в таблице.

Проведенный маркетинговый анализ рынка лесобумажной продукции и прогноз макроэкономического окружения в регионах интересов на долгосрочную перспективу позволяют сделать вывод о том, что потенциальный спрос на целевых рынках сбыта планируемых к выпуску видов продукции позволит реализовать весь объем произведенной продукции.

Библиографический список

1. Боголюбов С.А. Актуальные проблемы экологического права / С.А. Боголюбов – М.: Юрайт. – Серия: Магистр, 2011 г.
2. Альтернативные источники энергии. Практические конструкции по использованию энергии ветра, солнца, воды, земли, биомассы (Образование и использование): справочник. – М.: Экономика, 1983.
3. Вторичные материальные ресурсы лесной и деревообрабатывающей промышленности. (Образование и использование): справочник. – М.: Экономика, 1983. – 224 с.
4. Левин, А.Б. Современное состояние энергетического хозяйства ЛПК России / А.Б. Левин, В.С. Суханов // Дерево. Ru. – 2008. – № 4, 5.
5. Левин, А.Б. Топливный ресурс лесной биоэнергетики РФ / А.Б. Левин // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2009. – № 3(72). – С. 30–37.
6. Лесная биоэнергетика: учебное пособие / под ред. Ю.П. Семенова. – М.: МГУЛ, 2008. – 348 с.
7. Лесной фонд России: справочник. – М.: ВНИИЦ-Лесресурс, 1999. – 650 с.
8. Ракитова, О.С. Где искать отходы / О.С. Ракитова // The Bioenergy international -Международная биоэнергетика. – 2008. – № 2, июнь. – С. 18-19.
9. Холодков В.С. Определение ресурсов древесного топлива, образующихся при рубках главного пользования / В.С. Холодков // Вестник МАНЭБ. – 2008. – Т. 13. – № 2. – 245 с.
10. Давыдова С.Л. Экологические проблемы нефтепереработки / С.Л. Давыдова, В.В. Тепляков. – М.: РУДН, 2010.
11. <http://www.rosleshoz.gov.ru/media/appearance/43>.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ В ШВЕЦИИ, ФРАНЦИИ И ЛАТВИИ

М.В. ЛОСЕВ, *проф. каф. экономики и организации на предприятиях деревообрабатывающей и лесохимической пром-сти, д-р экон. наук*

losev@mgul.ac.ru

В качестве примера полного разграничения функции управления лесами и производственной функции являются такие страны, как Швеция, Франция, Латвия.

В Латвийской Республике в результате реприватизации лесов на долю государственной собственности приходится примерно половина общей площади лесных земель. Заготовку лесоматериалов, переработку древесины и экспорт лесных товаров осуществляют частные фирмы. В настоящее время функции государственного управления лесами всех форм собственности осуществляют два департамента Министерства сельского хозяйства Республики, а также Государственная служба лесного хозяйства. Соответствующие структурные подразделения Министерства сельского хозяйства осуществляют разработку лесной политики и необходимых для ее реализации правовых норм. Государственная лесная служба осуществляет контроль за соблюдением лесного законодательства в лесах всех форм собственности, а также оказывает услуги (в основном платные) частным лесовладельцам. В целях использования частной инициативы весь комплекс мероприятий по заготовке лесоматериалов, воспроизводство лесных ресурсов, охрану лесов и их защиту от вредителей и болезней осуществляют коммерческие структуры. Причем акционерному обществу, которое выполняет весь комплекс мероприятий по воспроизводству лесных ресурсов, передано такое важное право собственности на леса, как продажа древесного запаса на корню частным структурам. Согласно действующему экономическому и лесному законодательству органы государственного управления лесами не имеют надлежащие права на получение от частных структур информации не только об издержках на заготовку лесоматериалов, но и на мероприятия по воспроизводству лесных ресурсов. Таким

образом, органы государственного управления лесами не располагают необходимой информацией для определения лесной ренты, управления финансовыми потоками в сфере лесопользования и воспроизводства лесных ресурсов применительно к государственным лесам. Более того, даже ни одна из частных структур не имеет всю необходимую информацию для расчета издержек целостного процесса лесопользования и воспроизводства лесных ресурсов, или по объему хозяйственной деятельности. В соответствии с современной теорией менеджмента исчисление себестоимости по объему хозяйственной деятельности объединяет в ядро целое несколько прежде самостоятельных видов анализа.

В Латвии сформировался развитый, конкретный рынок лесных товаров, а соответственно и лесных ресурсов. Цены на древесный запас на корню, хотя еще значительно отстают от их уровня в США, Финляндии и других развитых странах, но они существенно выше в сравнении с Россией. Применительно к государственным лесам арендная плата составила в среднем 6,42 долл./м³, а на торгах попенная плата достигла 10,36 долл./м³. Под влиянием растущих объемов экспорта древесины и ее изделий цены на древесный запас на корню имеют тенденцию к росту. Так, только за первый квартал 2001 г. арендная плата в среднем по государственным лесам повысилась на 4,5 %, а цены на аукционах – на 18 % в сравнении с 2000 г. Причем, доля продаж древесного запаса на корню с торгов в общем объеме лесопользования неуклонно растет. Формированию конкурентной среды способствует значительная доля (около 50 %) частных лесовладений. Однако Государственная лесная служба Латвии в настоящее время даже не располагает всей необходимой информацией для оценки производительности всех факторов лесохозяйственного произ-

водства. Вся информация, характеризующая издержки на заготовку лесоматериалов и воспроизводство лесных ресурсов, находится в распоряжении частных фирм. В соответствии с действующим экономическим и лесным законодательством вышеназванная информация может быть объявлена коммерческой тайной. Таким образом Государственная Лесная Служба Латвии не может получить исходные данные, необходимые для расчета лесной ренты и определения эффективности всей хозяйственной деятельности применительно к государственным лесам.

Следует однако иметь в виду, что действующая в Латвийской Республике система экономических отношений между собственником лесов – государством и лесопользователями формировалась поэтапно. На первом этапе лесопользование в государственных лесах осуществлялось на основе лицензирования прав на заготовку определенного объема лесоматериалов в рамках неистощительного размера лесопользования. Держатели лицензий проводили в основном лесовосстановительные мероприятия, а другие работы по воспроизводству лесных ресурсов, их противопожарной охране и защите лесов от вредителей и болезней, осуществляли преимущественно государственные лесничества. Подобная система управления лесами и лесным хозяйством вполне себя оправдывает в странах с абсолютным преобладанием частных лесовладений, в таких как Швеция. В качестве примера полного разграничения функции управления лесами и производственной функции являются такие страны, как Швеция, Латвия.

В настоящее время функции государственного управления лесами всех форм собственности осуществляют два департамента Министерства сельского хозяйства Республики, а также Государственная служба лесного хозяйства. Соответствующие структурные подразделения Министерства сельского хозяйства осуществляют разработку лесной политики и необходимых для ее реализации правовых норм. Государственная лесная служба осуществляет контроль за соблюдением лесного законодательства в лесах всех форм

собственности, а также оказывает услуги (в основном платные) частным лесовладельцам. В целях использования частной инициативы весь комплекс мероприятий по заготовке лесоматериалов, воспроизводство лесных ресурсов, охрану лесов и их защиту от вредителей и болезней осуществляют коммерческие структуры. Причем акционерному обществу, которое выполняет весь комплекс мероприятий по воспроизводству лесных ресурсов, передано такое важное право собственности на леса, как продажа древесного запаса на корню частным структурам. Согласно действующему экономическому и лесному законодательству органы государственного управления лесами не имеют надлежащих прав на получение от частных структур информации не только об издержках на заготовку лесоматериалов, но и на мероприятия по воспроизводству лесных ресурсов. Таким образом органы государственного управления лесами не располагают необходимой информацией для определения лесной ренты, управления финансовыми потоками в сфере лесопользования и воспроизводства лесных ресурсов применительно к государственным лесам. Более того, даже ни одна из частных структур не имеет всей необходимой информации для расчета издержек целостного процесса лесопользования и воспроизводства лесных ресурсов, или по объему хозяйственной деятельности. В соответствии с современной теорией менеджмента исчисление себестоимости по объему хозяйственной деятельности объединяет в ядро целое несколько прежде самостоятельных видов анализа.

В Латвии сформировался развитый, конкретный рынок лесных товаров, а соответственно и лесных ресурсов. Цены на древесный запас на корню, хотя еще значительно отстают от их уровня в США, Финляндии и других развитых странах, но они существенно выше в сравнении с Россией. Применительно к государственным лесам арендная плата составила в среднем 6,42 долл./м³, а на торгах попенная плата достигла 10,36 долл./м³. Под влиянием растущих объемов экспорта древесины и ее изделий цены на древесный запас на корню имеют тенден-

цию к росту. Так, только за первый квартал 2001 г. арендная плата в среднем по государственным лесам повысилась на 4,5 %, а цены на аукционах – на 18 % в сравнении с 2000 г. Причем доля продаж древесного запаса на корню с торгов в общем объеме лесопользования неуклонно растет. Формированию конкурентной среды способствует значительная доля (около 50 %) частных лесовладений. Однако Государственная лесная служба Латвии в настоящее время даже не располагает всей необходимой информацией для оценки производительности всех факторов лесохозяйственного производства. Вся информация, характеризующая издержки на заготовку лесоматериалов и воспроизводство лесных ресурсов, находится в распоряжении частных фирм. В соответствии с действующим экономическим и лесным законодательством вышеназванная информация может быть объявлена коммерческой тайной. Таким образом Государственная лесная служба Латвии не может получить исходных данных, необходимых для расчета лесной ренты и определения эффективности всей хозяйственной деятельности применительно к государственным лесам.

Следует однако иметь в виду, что действующая в Латвийской Республике система экономических отношений между собственником лесов – государством и лесопользователями формировалась поэтапно. На первом этапе лесопользование в государственных лесах осуществлялось на основе лицензирования прав на заготовку определенного объема лесоматериалов в рамках неистощительного размера лесопользования. Держатели лицензий проводили в основном лесовосстановительные мероприятия, а другие работы по воспроизводству лесных ресурсов, их противопожарной охране и защите лесов от вредителей и болезней, осуществляли преимущественно государственные лесничества. Подобная система управления лесами и лесным хозяйством вполне себя оправдывает в странах с абсолютным преобладанием частных лесовладений, в таких как Швеция.

В условиях преобладания государственных лесов важнейшей функцией госу-

дарственных органов управления лесами и лесным хозяйством является реализация прав собственности, таких как изъятие и распределение лесной ренты.

Анализ экономических отношений между лесным хозяйством и лесопользователями в зарубежных странах позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Система экономических отношений между лесным хозяйством и лесопользователями носит динамический характер. Основной тенденцией в начале XXI века является стремление к максимально возможному использованию частной инициативы с тем, чтобы повысить эффективность лесопользования и воспроизводства лесных ресурсов. Однако реализация подобной задачи требует обязательного учета прав собственности на лесные ресурсы.

2. В большинстве зарубежных стран абсолютно преобладающей формой собственности на лесные ресурсы является частная. В этих условиях вполне оправданным является ограничение функций государственного управления лесами законодательной инициативой и надзором за соблюдением лесного законодательства применительно к лесам всех форм собственности. Подобная система управления лесами характерна для Швеции, Австрии, Франции, Латвии.

Применительно к государственным лесам это означает не что иное, как безвозмездную передачу важнейших прав собственности частным лесопользователям. При этом имеется в виду: право на получение собственником лесной ренты; управление воспроизводством лесных ресурсов с целью повышения его эффективности; право на получение информации, характеризующей эффективность лесопользования и воспроизводства лесных ресурсов. Нельзя не обратить внимание на отсутствие у частных фирм, осуществляющих заготовку и воспроизводство лесных ресурсов, заинтересованности в решении перспективных задач, связанных с приумножением лесного капитала, долговременным сбалансированием спроса и предложения лесных товаров и услуг.

Применительно к развитым странам мира вышеотмеченные недостатки смягчаются наличием конкурентных рынков лесных товаров, что обуславливает достаточно высокие цены на древесный запас на корню, позволяющие возмещать затраты на уровне простого воспроизводства лесных ресурсов и получить часть лесной ренты.

3. Применение в условиях России канадской модели, как показал опыт российских реформ, создает дополнительные проблемы, связанные с отсутствием гарантированных прав собственности, механизмов их реализации, отсутствием эффективно функционирующей рыночной экономики в лесном хозяйстве.

В Канаде, где абсолютно преобладающая доля лесов является государственной собственностью, экономические отношения между лесным хозяйством и лесопользователями строятся на основе лицензирования (а не аренды лесов как нередко пишут в специальной литературе) прав пользования лесными ресурсами, главным образом, древесными. Нельзя не отметить, что все ведущие лесные экономисты Канады единодушно отмечают существенные недостатки канадской модели, основные из которых по их мнению практически не могут быть устранены. При этом имеется в виду прежде всего не заинтересованность держателей лицензий в улучшении качественного состава и повышении продуктивности лесов. Второй серьезной проблемой является формирование конкурентных рынков лесных ресурсов. В Канаде крупные лесопромышленные фирмы, как правило, имеют право пользования лесосырьевыми ресурсами на огромной территории лесных земель, измеряемой сотнями и даже тысячами квадратных километров. В этих условиях неизбежно административное регулирование попенной платы.

Нельзя не обратить внимание на существенные различия в системах экономических отношений между лесным хозяйством и лесопользователями в Канаде и в Российской Федерации, которые усиливают недостатки канадской модели. В Канаде основная часть лесов является собственностью провинций и в целом обеспечивается баланс их

прав и ответственности за лесопользование и воспроизводство лесных ресурсов. Важное значение имеет моральная и материальная мотивация канадских специалистов результатами своей деятельности, что является одним из наиболее слабых звеньев российской модели управления лесами. В Канаде нет такой существенной разницы в уровнях оплаты труда между лесным хозяйством и частными предприятиями, являющимися держателями лицензий (арендаторами). В России лесхозы практически не в состоянии возместить арендатору затраты на мероприятия по воспроизводству лесных ресурсов, как это требуют арендные договора. В этих условиях весьма проблематично требовать от арендаторов качественного выполнения лесохозяйственных мероприятий.

Необходимо отметить, что лицензирование прав пользования лесными ресурсами (аренда лесов) не получило развития ни в одной стране, кроме Канады. Более того, экономисты лесного и сельского хозяйства зарубежных стран единодушно считают, что аренда лесных и сельскохозяйственных земель не обеспечивает эффективное их использование и воспроизводство. Экономисты Западной Европы считают, что аренда лесных земель несовместима с неистощительным многоцелевым лесопользованием.

4. Применительно к условиям России значительный интерес представляет опыт Германии. Немецкая система обеспечивает максимально возможное изъятие лесной ренты в пользу собственника – государства, что имеет исключительно важное значение на современном этапе перехода российского лесного сектора к рыночным отношениям.

С учетом вышеотмеченного необходимо подробно исследовать альтернативные формы экономических отношений между лесным хозяйством и лесопользователями. При этом следует иметь в виду, что разграничение функции управления лесами и производственной функции не следует понимать в буквальном смысле. Производственные функции, связанные с планированием и организацией мероприятий по воспроизводству лесных ресурсов, являются неотъемлемой

частью управления лесами. Однако вышеотмеченные производственные функции осуществляются в основном на уровне лесничеств, тогда как на более высоких ступенях управления осуществляется контроль за выполнением плановых мероприятий.

Библиографический список

1. Лесной сектор экономики России за 30 лет // Россия в окружающем мире. Аналитический ежегодник. – М.: МНЭПУ, 2007.
2. Смушкин, З.Д. Концепция стратегии развития ЛПК РФ до 2020 г. /З.Д. Смушкин.– Сыктывкар, 2008.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ В США И КАНАДЫ

М.В. ЛОСЕВ, *проф. каф. экономики и организации на предприятиях деревообрабатывающей и лесохимической пром-сти, д-р экон. наук*

losev@mgul.ac.ru

Зарубежные страны накопили богатый опыт формирования рыночных отношений в лесном хозяйстве, критическое использование которого может свести к минимуму ошибки при проведении экономических реформ в России. К сожалению, до сих пор уроки зарубежного опыта нами усвоены неудовлетворительно. Прежде всего, необходимо иметь в виду, что не существует такого явления, как единственно правильная система экономических отношений между лесным хозяйством и лесопользователями. Нам необходимо формировать систему экономических отношений в лесном хозяйстве, отвечающую поставленным задачам. К сожалению, до сих пор цели экономической реформы в лесном хозяйстве четко не определены.

С учетом отмеченного при оценке зарубежного опыта необходимо выявить положительные и отрицательные стороны сложившихся в зарубежных странах систем экономических отношений в лесном хозяйстве.

Фундаментальное значение для формирования экономических отношений в лесном хозяйстве имеют отношения собственности. В настоящее время не только в развитых странах, но и в ряде бывших социалистических стран права собственности на лесные ресурсы четко определены и защищены соответствующими правовыми нормами и независимой судебной системой. В условиях переходного периода необходимо извлечь уроки из опыта зарубежных стран с тем, что-

бы не повторить их просчеты и недостатки, такие как передача лесных земель в частную собственность без надлежащей правовой базы, необходимой для оптимального сочетания общественных и частных интересов; образование неоправданно большого числа мелких и частных лесовладений; образование нерационального с позиции достижения общенациональных социальных и экологических целей соотношения различных форм лесной собственности; недоучет перспектив развития экологической ситуации на глобальном, национальном и региональном уровнях; переоценка доходов от приватизации лесов в сравнении с возможными будущими затратами государства на расширение площади государственных лесов и (или) на стимулирование частных лесовладельцев в удовлетворении общественных потребностей в нерыночных полезностях леса.

Отношения собственности на лесные ресурсы в мире носят динамический характер. Развитие социальной рыночной экономики и резко обострившийся за последние годы экологический кризис на региональном, национальном и глобальном уровнях привели к необходимости существенного изменения отношений собственности на природные ресурсы, в том числе лесные. В этой связи следует отметить: ограничение права частной собственности на лесные земли; создание правовой базы для участия общественности в принятии решений, связанных с использованием и воспроизводством лесных ресурсов всех

форм собственности. Конкретные ограничения прав собственности на лесные ресурсы непосредственно вытекают из целей лесной политики, при обосновании которой учитываются место и роль лесного сектора в решении социально-экономических и экологических задач; соотношение различных форм владения и пользования лесными ресурсами; динамический баланс спроса и предложения лесных товаров и нерыночных полезностей леса. Основные общие для развитых стран ограничения прав собственности на лесные земли направлены на регулирование купли-продажи лесных земель, их трансформации под другие виды землепользования, ограничение размеров и технологии лесопользования в соответствии с лесоводственными и экологическими требованиями, обеспечение права граждан на посещение лесов всех форм собственности в целях рекреации, а также некоммерческой заготовки пищевых продуктов, лекарственного сырья, декоративных растений и некоторых других лесных ресурсов.

Ограничения на свободную куплю-продажу лесных земель носят антимонопольный характер и, кроме того, направлены на предотвращение спекуляции земельными участками, совершенствование структуры земельной собственности, сохранение оптимального числа мелких владельцев и сельскохозяйственных угодий.

Однако ограничения прав собственности не могут быть беспредельными, так как они сковывают частную инициативу и могут привести к потере заинтересованности лесовладельцев в повышении эффективности использования и воспроизводства лесных ресурсов. Кроме того, регулирование рыночной экономики неизбежно связано с значительными затратами, необходимыми для содержания бюрократического аппарата. Поэтому весьма важно, чтобы потери для общества, связанные с вмешательством в рыночные отношения, не превышали полученные с их помощью экономические и экологические выгоды. В противном случае общество только потеряет, так как затраты на регулирование рыночных отношений покрывают налогоплательщики. Правовое регулирование рыночной экономи-

ки оправдано только в той мере, в какой реализация государственной лесной политики невозможна с помощью экономических и информационных мероприятий.

Ограничения прав собственности на лесные ресурсы автоматически приводят к ограничению свободы выбора объемов, способов и технологии лесозаготовок, а соответственно и к росту издержек производства.

В этих условиях меры государственного регулирования развития лесного сектора сочетаются с поощрительными мероприятиями и компенсационными выплатами. В настоящее время в большинстве стран Западной Европы законом предусмотрены компенсационные выплаты частным лесовладельцам, обеспечивающим средозащитные и социальные услуги лесов в общественных интересах. Рынок не может эффективно функционировать без надлежащей системы информации, включающей данные об объемах и ценах продаж древесного запаса на корню, транспортные тарифы, нормативы издержек на заготовку древесины и воспроизводство лесных ресурсов.

Система экономических отношений в лесном хозяйстве формируется в зависимости от преобладающей формы собственности на лесные ресурсы, социально-экономической модели рыночной экономики, роли лесов в экономике страны и другими факторами. Поэтому анализ зарубежного опыта нами проведен на примере стран, различающихся по вышеназванным и другим критериям, а именно: США, Канады, Германии, Швеции, Латвии.

Опыт США. По ресурсному и научно-техническому потенциалу лесного комплекса эта страна является ведущей лесной державой, оказывающей решающее влияние на конъюнктуру мировых лесных рынков. США являются мировым лидером в сфере производства, потребления и международной торговли лесобумажными товарами. На долю США приходится одна треть суммарной стоимости (в экспортных ценах) мирового объема.

В целях экологизации жизнедеятельности людей США наращивают объемы ле-

созаготовок, а также расширяют импорт лесопродукции. В США на долю частных лесов приходится 72 % общей площади лесов, государственных – 26,3 %, других форм общественной собственности – 1,5 %.

Средняя площадь лесовладения колеблется от 8 га в густонаселенных районах Атлантического побережья, а в Северных – более 135 га.

Среди рассматриваемых стран США отличаются наиболее либеральным характером экономики. В США, где государственные леса составляют примерно одну треть общей их площади, управление лесами, организация лесопользования и воспроизводства лесных ресурсов – прерогатива Федеральной Лесной службы. При этом имеется в виду планирование лесопользования и воспроизводства лесных ресурсов на национальном уровне, организация выполнения и контроля за соблюдением лесного законодательства в лесах всех форм собственности. Экономические отношения между собственником государственных лесов в лице Федеральной Лесной службы и лесопользователями строятся на принципах рыночной экономики.

Применительно к национальным лесам США продажа древесного запаса на корню включает два этапа: планирование лесопользования и аукцион. В процессе планирования лесопользования определяют объемы рубок главного пользования и их территориальное размещение с учетом спроса на другие ресурсы и полезности леса. После этого осуществляется отбор группы специалистов для проведения аукциона. Состав этой группы определяется таким образом, чтобы иметь представителей разных специальностей: лесоводов, технологов, экологов, инженеров по транспорту и пр. В зависимости от многообразия лесных ресурсов в группу могут быть привлечены и другие специалисты. Результатом деятельности группы специалистов являются альтернативные варианты лесопользования. Право выбора оптимального из них предоставляется должностному лицу Лесной службы. Перед началом аукциона специалисты Лесной службы определяют минимальную или «справедливую» цену. Под

«справедливой рыночной стоимостью» понимают максимально возможную цену на конкретном аукционе с двумя или более покупателями. Для определения стартовой цены за древесный запас на корню Лесной службой США используются два метода – по остаточной стоимости и на основании сделок.

По методу остаточной стоимости попенная плата исчисляется как разность между ценой на продукцию конечного потребления и издержками на заготовку, транспортировку и переработку. Применение этого метода предполагает в качестве необходимых условий наличие конкурентного рынка на продукты конечного потребления, а также надежную информацию о сделках на рынках целлюлозно-бумажных товаров. При отсутствии вышеназванных предпосылок этот метод не может дать обоснованную величину попенной платы.

В последние годы в основном применяется метод, основанный на анализе результатов сделок по продаже древесного запаса на корню, совершенных за предыдущий период. Для прогноза цены за древесный запас на корню применительно к будущим сделкам применяют статистические методы, оценки имеющейся базы данных, включая регрессионный анализ. При этом учитываются местоположение участков лесосечного фонда, их качественные характеристики (породный состав, диаметр на высоте груди по породам, товарно-сортиментный выход), технология лесозаготовок, расстояние трелевки, концентрация запаса, общий объем древесного запаса на корню по каждой сделке.

Метод оценки цены древесного запаса на корню на основе сделок за предыдущий период себя оправдывает при наличии конкурентного рынка. Однако и этот метод не исключает корневую цену «ниже стоимости». При этом имеется в виду, что Лесная служба (равно как и другой продавец) несет издержки на подготовку и проведение аукционов в строгом соответствии с действующим законодательством, а также отвечает за воспроизводство лесных ресурсов и развитие инфраструктуры. Поэтому в некоторых штатах США продажа древесного запаса на

корню из государственных лесов в случаях, если попенная плата не покрывает затраты на воспроизводство лесных ресурсов, запрещена лесным законодательством.

В США проводят два вида аукционов – устный и с запечатанным предложением цены. На устном аукционе покупатель начинает, по крайней мере, с минимальной заявочной цены. Процедура продолжается до тех пор, пока один из покупателей не предложит больше, чем кто-либо другой, желающий платить.

На аукционе с запечатанным в конверте предложением цены все предложения цены затем открываются в одно и то же время. Запечатанному предложению с самой высокой ценой отдается право на заготовку древесины на выставленном на аукционе участке.

Таким образом, государственная политика ценообразования в США направлена на формирование конкретных рынков древесного запаса на корню, а также изделий из древесины. Федеральные и региональные органы управления США довольно успешно пресекают случаи нарушения условий свободной конкуренции, образования монопольных рынков, включая рынки целлюлозно-бумажных товаров. Не случайно поэтому среди всех развитых стран США выделяется более высоким уровнем и степенью дифференциации попенной платы в зависимости от местоположения и качества древесного запаса.

В США имеют место различные формы экономических отношений между лесным хозяйством и лесопользователями, в том числе и контрактная форма организации выполнения лесохозяйственных мероприятий. Лесной Службе США и связанными с ней контрактами доступен широкий выбор типов контрактов, обеспечивающих необходимую гибкость. Типы контрактов варьируют с фиксированной ценой, в которых контрактор несет всю ответственность за расходы и собственную прибыль (или убыток) до контрактов с фиксированной прибылью, в которых контрактор несет минимальную ответственность за понесенные им расходы, а договорная прибыль или вознаграждение твердо установлены. Между этими полюсами располагается

целый ряд стимулирующих типов контрактов, в которых ответственность контрактора за продукцию, его расходы и доходы приспособлены к конкретным обстоятельствам и условиям неопределенности.

Процедура получения и обработка предложений и цен при переговорных торгах совершенно аналогична той, что применяется в процессе закрытых торгов. Чиновник по контрактам обычно проводит письменное или устное обсуждение со всеми претендентами, представившими конкурентоспособные предложения. По завершении обсуждения он рассылает претендентам запрос на уточненные и доработанные предложения и присуждает контракт победителю без дополнительных переговоров.

Двухступенчатые закрытые торги являются комбинацией открытых и закрытых торгов. Их целью является разработка упрощенных и понятных участникам торгов требований с таким расчетом, чтобы победитель мог быть выявлен впоследствии в ходе закрытых торгов. Этот метод особенно полезен, когда требуется разработка сложных технических решений.

Процесс переговоров состоит из оценки технической и деловой частей предложения, переговоров, дальнейшего обсуждения и присуждения контракта (USDA FS 1996). Этот процесс занимает минимум 30 дней.

Конечная цель процесса переговоров состоит в присуждении контракта тому кандидату, чьи технические предложения наиболее приемлемы, а соотношение затрат и выгод предпочтительнее с точки зрения лесоводственных целей. Критическим фактором является совмещение стоимостных и технических оценок. Технические преимущества рассматриваются с точки зрения приемлемости затрат и получаемых при этом выгод.

Лесохозяйственные контракты по результатам работ объединяют несколько типов лесохозяйственных и других работ в один многолетний контракт. Такие контракты теоретически могут включать всевозможные комплексы и циклы лесохозяйственных работ, начиная от лесокультурной деятельности и рубок ухода и кончая мониторингом.

Лесокультурные контракты по результатам работ обычно заключают на 3–5 лет и предусматривают подготовку почвы, посадку, дополнение, осветление, защиту от повреждений дикими животными. Другие опробованные Лесной Службой возможности включают комплекс работ по производству коммерческих и некоммерческих рубок, сбор лесных семян, выращивание посадочного материала, лесной мониторинг. Среди контрактов по конечным результатам наибольшее распространение получили лесокультурные контракты на проведение мероприятий.

Важную роль в целостной системе экономических отношений в лесном хозяйстве играет налоговая система. Применительно к лесному сектору налоговая система призвана выполнять следующие основные задачи в целях повышения благосостояния общества: стимулирование частных лесовладельцев в увеличении предложения лесных ресурсов путем улучшения качественного состава и повышения продуктивности лесов; привлечение капитала в развитие лесного сектора из других отраслей; компенсация частных лесовладельцев за обеспечение средозащитных и социальных услуг; создание равных условий хозяйствования для лесовладельцев с учетом длительных сроков окупаемости инвестиций применительно к лесному сектору.

В лесном секторе применяются две категории налогов: имущественный и подоходный. Имущественный налог находится в юрисдикции штатов, но федеральные органы власти осуществляют надзор за его разработкой и исполнением. Имущественный налог может быть установлен в целом на лесные земли и древесный запас или раздельно. В качестве налогооблагаемой базы для имущественного налога служит кадастровая оценка лесных земель и древесного запаса. В этих условиях возникает проблема экономической заинтересованности в приумножении лесного капитала с тем, чтобы увеличить размер и качественную структуру лесопользования в будущем. В последние годы порядок взимания имущественного налога с лесных земель и древесного запаса видоизменен, так как ин-

вестиции в приумножении лесного капитала отличаются длительным сроком окупаемости, но приводили к увеличению налоговых платежей сразу после проведения соответствующих мероприятий. В разных штатах применяются различные меры, направленные на устранение или хотя бы смягчение вышеуказанного недостатка налога на лесное имущество. В их числе следует отметить отложение налоговых платежей до момента наступления эффекта в виде прироста лесопользования в результате мероприятий по улучшению качественного состава и повышению продуктивности лесов.

При определении подоходного налога различают доходы, обусловленные лесным имуществом (лесным капиталом) и остальные виды доходов. Налог на доходы, обусловленные мероприятиями по повышению продуктивности лесов взимается лишь с момента получения дополнительного размера лесопользования. Налог на остальные виды доходов лесовладельцев взимается по прогрессивной шкале.

В США официальные категории представителей общественности включают: правительственные агентства, правительства коренных народов, выборных чиновников на федеральном, штатном и местном уровнях, неправительственные организации, гражданские группы, образовательные учреждения, отдельные лица. Для каждой лесной административной единицы составлен список «ключевых лиц для контактов», которые получают письма, уведомления, публикации новостей. Цели вовлечения общественности в работу Лесной службы США могут быть разными, начиная от информирования и вплоть до непосредственного участия в принятии решений, связанных с ограничением рубок главного пользования и т.п.

Опыт Канады. Канада – единственная из развитых стран мира, где абсолютно преобладающая доля лесов находится в общественной собственности. Государственные леса занимают 94,5 % всей лесной площади и около 91 % продуктивных лесов. В отличие от России в Канаде государственные леса являются собственностью провинций.

Действующая система арендных отношений сложилась в пору, когда в лесном фонде Канады преобладали естественные спелые и перестойные насаждения, а фактическая рубка леса применительно к большинству провинций была значительно ниже в сравнении с расчетной лесосекой неистощительного пользования. По мере истощения запасов спелых лесов рентабельность лесозаготовок снижается, что побуждает арендаторов экономить затраты даже на простое воспроизводство лесных ресурсов. Выявилась тенденция сведения лесохозяйственной деятельности до минимума, предусматриваемого условиями арендного договора. Возникла необходимость усиления мер государственного регулирования, включая обязательные требования к объемам и качеству воспроизводства лесных ресурсов.

В Канаде доминирующими являются две формы владения общественными лесами, а именно, соглашения об управлении (в отечественной литературе эту форму владения лесами обычно называют арендой лесов) и лицензии на заготовку древесины. Отличительной чертой соглашений об управлении является баланс прав держателя лицензии на заготовку древесины с его обязанностями по ведению хозяйства в этих лесах. Как правило держатели лицензий имеют исключительное право на заготовку древесины на территории, указанной в лицензии, причем их права ограничиваются использованием определенным ресурсом леса, чаще всего древесиной. В обмен на эти права соглашения предписывают их обладателям выполнение широкого круга обязанностей по управлению лесами, включая лесную инвентаризацию, планирование лесного хозяйства и лесозаготовок, строительство и содержание дорог, лесовосстановление, защиту леса от вредителей и болезней.

Держатели лицензий обязаны платить попенную плату за заготовленную древесину, а в ряде провинций – ежегодную арендную плату в расчете на единицу площади лесных земель, указанную в лицензии.

Другая широко распространенная форма получения права на заготовку лесных ресурсов – лицензии на определенный объем

заготовки древесины, обычно в течение календарного года.

Следует отметить, что в целях государственного регулирования деятельности лесного сектора в целом в ряде случаев лицензии на заготовку древесины выдаются с обязательным условием целевых поставок древесного сырья конкретным лесопромышленным фирмам.

В долгосрочную аренду леса обычно передаются крупным целлюлозно-бумажным и деревообрабатывающим фирмам. Продолжительность аренды лесов на 20–25 лет установлена исходя из сроков окупаемости капитальных вложений на развитие деревоперерабатывающей и лесозаготовительной промышленности. Однако при этом следует иметь в виду, что всякое ограничение сроков аренды создает у арендатора заинтересованность в откладывании затрат на транспортное освоение территории, а также улучшение качества лесосечного фонда на более позднее время и в досрочное получение эффекта. В Канаде принято считать, что 20–25 лет является максимальным сроком для амортизации производственных фондов и таким образом стимулируется создание производственных мощностей по заготовке и переработке древесного сырья.

С позиций окупаемости мероприятий по улучшению качественного состава и повышению продуктивности лесов целесообразно установить более длительный срок аренды. Однако с увеличением сроков аренды одновременно ослабляется государственный контроль над распределением и использованием лесных ресурсов, снижаются возможности оперативного реагирования на изменение спроса на ресурсы и полезности леса на внутренних и внешних рынках лесных товаров, а также на рынке труда.

В течение многих лет в Канаде практиковалось прямое государственное регулирование попенной платы. Подобный подход преследовал цель повышения конкурентоспособности канадских лесопромышленных фирм на мировых рынках, прежде всего на рынках США. Однако в конце 80-х после обращения США с иском в международ-

ный суд Канада вынуждена была заплатить крупный штраф за применение демпинговых цен. Более того, искусственно заниженные цены в условиях прогрессивной шкалы налогообложения в значительной мере способствовали техническому отставанию канадских лесопромышленных фирм, утере ими конкурентных позиций на мировых рынках.

Необходимо однако обратить внимание на экономические условия формирования попенной платы в Канаде. Право на пользование древесиной в государственных лесах передается в основном крупным лесопромышленным фирмам на условиях долгосрочных лицензий. На их долю приходится абсолютно преобладающая часть заготавливаемой древесины. Так, например, в провинции Онтарио на долю 9 целлюлозно-бумажных и 6 лесопильных компаний приходится 69 % всей площади лесов (181 тыс. км²), отданной в долгосрочную аренду по лицензии. Без торгов с их наличием конкурентов невозможно выявить рыночную стоимость древесного запаса на корню. В условиях весьма ограниченного рынка древесного запаса на корню правительства провинции должны определять попенную плату в административном порядке.

В Канаде попенную плату устанавливают правительства провинции и пересматривают каждые 3 месяца с учетом конъюнктуры на внутренних и внешних рынках целлюлозно-бумажных товаров. Вся страна разделена на 28 тарифных зон. В отдельных провинциях определение ставок попенной платы имеет свои особенности. Так, в Британской Колумбии, где сосредоточены основные мощности по переработке древесного сырья, применяется система оценки сравнительной стоимости древесины. Основными ее элементами являются: индивидуальный индекс сто-

имости древостоя, базовая ставка, средний индекс стоимости древостоя, предписанная минимальная ставка (с учетом затрат на воспроизводство лесных ресурсов). Одни элементы определяются расчетным путем, другие – в административном порядке. Данные о рыночной стоимости древесины и объемах сделок публикуются ежеквартально. Затраты на заготовку древесины определяются в соответствии с инструкцией, утвержденной Министерством лесов провинции, и периодически им контролируется.

Нельзя не обратить внимание на существенные различия в системах экономических отношений между лесным хозяйством и лесопользователями в Канаде и в Российской Федерации, которые усиливают недостатки канадской модели. В Канаде основная часть лесов является собственностью провинций и в целом обеспечивается баланс их прав и ответственности за лесопользование и воспроизводство лесных ресурсов. Важное значение имеет моральная и материальная мотивация канадских специалистов в результатах своей деятельности, что является одним из наиболее слабых звеньев российской модели управления лесами. В Канаде нет такой существенной разницы в уровнях оплаты труда между лесным хозяйством и частными предприятиями, являющимися держателями лицензий.

Арендная плата устанавливается на основе попенной платы, а в ряде провинций включает также и земельную ренту и лесохозяйственный налог.

Библиографический список

1. Лесной сектор экономики России за 30 лет, аналитический ежегодник «Россия в окружающем мире» – М.: МНЭПУ, 2007.
2. Смушкин, З.Д. Концепция стратегии развития ЛПК РФ до 2020 г. /З.Д. Смушкин.– Сыктывкар, 2008.

Воронин Ф.Н., Дроздов И.И., Мерзленко М.Д., Пучков С.В. ЛЕСНЫЕ КУЛЬТУРЫ В ГОСУДАРСТВЕННОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ».

В статье отражена лесокультурная деятельность национального парка с середины 19 века до настоящего времени.

Ключевые слова: лесные культуры, лесовосстановление, посадочный материал.

Voronin F.N., Drozdov I.I., Merzlenko M.D., Puchkov S.V. FOREST CULTURES IN THE STATE NATIONAL PARK «ELK ISLAND».

In article lesokulturny activity of national park from the middle of the 19th eyelid is reflected so far.

Key words: forest cultures, reforestation, landing material.

Ефимов С.В., Чернышенко О.В., Кирпичева Л.Ф., Дацюк Е.И. КРЫМСКИЕ ПОПУЛЯЦИИ ИРИСА КАРЛИКОВОГО (*IRIS PUMILA* L.): РАСПРОСТРАНЕНИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ.

Проведено изучение крымских популяций ириса карликового (*Iris pumila*), отобраны и описаны декоративные формы. В результате полученных полевых данных и гербарных сборов уточнено распространение *I. pumila* на полуострове Крым. Изучены макро- и микроморфологические признаки ириса карликового. При помощи световой и электронной сканирующей микроскопии изучена структура поверхности пыльцевых зерен и семян *Iris pumila*. Полученные результаты по морфологии *I. pumila* согласуются с данными большинства систематиков рода о выделении его в отдельную серию или ряд Pumilae.

Ключевые слова: род ирис, популяция, морфология, ультраскульптура, пыльцевые зерна, семена.

Efimov S.V., Chernyshenko O.V., Kirpicheva L.F., Datsuk E.I. THE STUDY OF THE CRIMEAN IRIS PUMILA L. POPULATION: DISTRIBUTION AND MORPHOLOGICAL FEATURES.

The study of the Crimean population of *Iris pumila* was carried out, its ornamental forms were selected and described. The distribution of *I. pumila* on the Crimean peninsula was specified as a result of received field data and study on the Crimean peninsula. Micro- and macro-morphological features were investigated. The structures of the surfaces of pollen grains and seeds were studied using light and scanning electron microscopes. The obtained results agree with the data of most taxonomists on the isolating of *I. pumila* to the separate Pumilae series.

Key words: Genus *Iris* L., population, morphology, ultrastructure, pollen grains, seeds.

Храмова М.И., Брынцев В.А., Храмова О.Ю. ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ РОСТА И РАЗВИТИЯ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА ИНТРОДУКЦИОННЫХ КУЛЬТУР СОСНЫ КЕДРОВОЙ СИБИРСКОЙ В НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ.

В статье приведены результаты сезонной динамики роста и развития семенного потомства интродукционных культур сосны кедровой сибирской. Оценены адаптивные возможности отдельных семей и деревьев, проведен отбор наиболее продуктивных из них для создания семенных плантаций в регионе интродукции.

Ключевые слова: интродукция, сосна кедровая сибирская, сеянцы, фенология.

Hramova M.I., Bryntsev V.A., Hramova O.U. FEATURES OF SEASONAL DYNAMICS OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF SEED POSTERITY INTRODUKTSIONNY OF CULTURES OF THE PINE CEDAR SIBERIAN IN THE NIZHNIY NOVGOROD REGION.

In article results of seasonal dynamics of growth and development of seed posterity интродукционных культур of a pine of the cedar Siberian are resulted. Adaptive possibilities of separate families and trees are estimated, selection of most productive of them for creation seed plantations in introduction region is led.

Key words: Introduction, pine cedar, seedlings, phenology.

Бурова Н.В., Тараканов А.М., Дроздов И.И., Кононов О.Д., Гельфанд Е.Д. ВЛИЯНИЕ ОПУШЕЧНОГО ЭФФЕКТА НА СОСТОЯНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ЛЕСНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗОВ.

В статье приведены результаты исследования экотонных сообществ в ельниках. Выявлены особенности изменения освещенности, температуры почвы, состава и структуры экотонных комплексов на границе леса и луга, леса и вырубки.

Ключевые слова: экотон, опушечный эффект, экологические факторы, ельники, вырубка.

Burova N.V., Tarakanov A.M., Drozdov I.I., Kononov O.D., Gelfand E.D. INFLUENCE OF OPUSHECHNY EFFECT ON THE CONDITION OF SEPARATE COMPONENTS OF WOOD BIOGEOCENOSES.

In article results of research of ecotone communities in fir groves are resulted. Features of change of light exposure, temperatures of soil, structure and structure of ecotone complexes on border of wood and a meadow, wood and cutting down are revealed.

Key words: Ecotone, edge effect, ecological factors, fir grove, cutting down.

Киселева В.В., Коротков С.А., Истомин Н.А., Стоноженко Л.В. К СТРУКТУРЕ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ЕЛИ НА ПРОБНЫХ ПЛОЩАДЯХ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ЛОСИНЫЙ ОСТРОВ».

Рассмотрено распределение деревьев ели по диаметрам и высотам на постоянных и временных пробных площадях в разных типах леса национального парка «Лосиный Остров». По типу структуры насаждения объединены в 4 группы: формирующиеся ельники; ельники, состоящие из 1 элемента леса; ельники с преобладанием старшего поколения и ельники с преобладанием молодого поколения. Каждой из этих групп соответствует свой диапазон редуционных чисел, который можно считать интегральным показателем структуры ценопопуляции. В чистых ельниках отмечены наибольшие повреждения от короеда-типографа.

Ключевые слова: ельники, устойчивость, ранговая структура, редуционные числа, национальный парк «Лосиный Остров».

Kiseleva V.V., Korotkov S.A., Istomin N.A., Stonozhenko L.V. TO THE STRUCTURE OF SPRUCE COENOPOPULATIONS ON PERMANENT OBSERVATION PLOTS OF THE NATIONAL PARK LOSINY OSTROV.

The distribution of spruce trees by diameter and height in different forest types is examined for permanent and temporal observation plots of the National Park Losiny Ostrov. The forests are divided into 4 groups by their structure: spruce forest at the stage of formation, forests consisting of one forest element, forests with the predomination of elder tree generations, and those with the predomination of young trees. Each group is characterized by a specific interval of differences of relative diameters, which can be regarded as an integral indicator of coenopopulation structure. This value is usually minimal in pure stands; the latter proved to be the most damaged by cambium beetle.

Key words: spruce forests, stability, rank structure, reduction values, National Park Losiny Ostrov.

Пальчиков С.Б., Орлов С.В. ЛЕСОТАКСАЦИОННАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НАСАЖДЕНИЙ ПРИ ВЫБОРОЧНЫХ РУБКАХ.

Приводятся результаты лесотаксационной оценки древесины, получаемой при выборочных рубках в насаждениях. Установлено, что характер динамики товарной структуры насаждений по различным регионам имеет свои особенности, определяемые степенью пораженности гнилевыми заболеваниями и целевыми задачами их формирования. Исследования подтверждают необходимость разработки специальных сортиментных и товарных таблиц для оценки древесины, получаемой от выборочных рубок в насаждениях естественного происхождения.

Ключевые слова: древесина, насаждения, сортаменты, таблицы.

Palchikov S.B., Orlov S.V. MARKETABLE EVALUATION FORESTS AFTER CLEANING CUTTING.

Results of marketable evaluation of the wood that is received after cleaning cutting in forests are described in this article. It was fixed that dynamics character of marketable structure forests in various regions has some features. That features are determined by a degree of rot attack and target problems forests formation. Researches confirm the necessity of development special assortment tables and tables for marketable evaluation of the wood that is received from cleaning cutting in the natural forests.

Key words: marketable, wood, forests, assortments, tables.

Дроздов И.И., Смирнова М.Ю., Приставко И.А., Приставко А.А., Избовин С.М. ИНТРОДУЦЕНТЫ В ЛЕСАХ ЗЕЛЕННОЙ ЗОНЫ Г. БРЯНСКА.

В данной статье рассматривается целесообразность внедрения хвойных интродуцентов в зеленую зону г. Брянска, их роль в расширении и улучшении породного состава ландшафтных культур зеленой зоны.

Ключевые слова: интродуценты, зеленая зона, ландшафтные культуры.

Drozдов I.I., Smirnova M.U., Pristavko I.A., Pristavko A.A., Izbovin S.M. EXOTIC SPECIES OF CONIFERS IN THE GREEN ZONE OF BRYANSK.

This article discusses the feasibility of the introduction of exotic species of conifers in the green zone of Bryansk, their role in the expansion and improvement of species composition of landscape crop green zone.

Key words: exotic species of conifers, green zone, landscape crop.

Санаев В.Г., Степанов И.М., Запруднов В.И., Панферов В.И., Галкин Ю.С., Бурков В.Д. УСКОРЕННОЕ ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЛЕСА СРЕДСТВАМИ РОССИЙСКОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ДЗЗ И ВЫВОД ИХ НА ЛИДИРУЮЩИЕ ПОЗИЦИИ В МИРЕ: РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ.

В статье предлагается решение следующей проблемы. Все работы по аэрокосмическому мониторингу леса выполняются пока с использованием космических снимков, получаемых с зарубежных космических аппаратов, таких как Quick Bird, Iconos и др. Технические характеристики перспективных отечественных космических аппаратов «Ресурс-П» пока уступают зарубежным аналогам. Это отставание сохранится в ближайшей перспективе. Поэтому у отечественных потребителей космических снимков нет острой потребности в приобретении снимков, получаемых с отечественных космических аппаратов. Сделать конкурентоспособными снимки, полученные российской космической системой ДЗЗ, можно будет исключительно путем кардинального улучшения потребительских качеств отечественных систем аэрокосмического мониторинга. Этого можно достичь путем максимальной автоматизации всех процессов аэрокосмического мониторинга леса в создаваемой Глобальной мониторинговой аэрокосмической системе лесного хозяйства (ГЛОМАС-ЛЕС).

Ключевые слова: аэрокосмический мониторинг леса, технические качества систем аэрокосмического мониторинга, потребительские качества систем аэрокосмического мониторинга.

Sanaev V.G., Stepanov I.M., Zaprudnov V.I., Panferov V.I., Galkin Y.S., Burkov V.D. ACCELERATED INNOVATION DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES AEROSPACE MONITORING OF FOREST BY MEANS OF THE RUSSIAN SPACE SYSTEMS SENSING AND DISPLAYS THEM ON THE WORLD LEADER : SOLUTION OF THE PROBLEM.

The article proposes a solution of the problem. All work on aerospace monitoring of forests carried out so far with the use of satellite imagery, obtained from foreign satellites such as the Quick Bird, Iconos and other technical characteristics of promising domestic spacecraft “Resurs-P” while inferior to foreign analogues. This gap will continue in the near future. Therefore, the domestic consumers of satellite images

is no urgent need for the acquisition of images obtained with domestic satellites. Make competitive imagery Russian space system of remote sensing, will be exclusively by means of a radical improvement in consumer qualities of domestic aerospace monitoring systems. This can be achieved through maximum automation of all processes of aerospace monitoring of forests in the emerging Global Aerospace Monitoring System of Forestry (GLOMAS-LES).

Key words: aerospace monitoring of forests, technical qualities of aerospace monitoring systems, consumer qualities of aerospace monitoring systems.

Суханов В.С. О РАЗВИТИИ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕСОЗАГОТОВОК В РОССИИ.

Доминировавшая в России на протяжении нескольких десятков лет хлыстовая технология лесозаготовок в последние годы стала вытесняться «скандинавской» сортиментной технологией.

Дается анализ условий, при которых хлыстовая и сортиментная технологии дают наилучшие результаты. На примере отечественного и зарубежного опыта приводятся доказательства, что для условий России, лесозаготовители которой работают в лесах, не пройденных рубками ухода, наиболее эффективной является хлыстовая технология, которую по мере развития энергетики на древесном топливе целесообразно заменять на технологию заготовки и вывозки древесины деревьями (с кроной).

Ключевые слова: лесозаготовительная промышленность, сортиментная технология, хлыстовая технология, леса, пройденные рубками ухода.

Sychanov V.S. DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES IN RUSSIA LOGGING.

Dominated in Russia for several decades Whiplash harvesting technology in recent years has been replaced by «Scandinavian» CTL technologies.

The analysis of the conditions under which the Whiplash and CTL technologies give the best results. On the example of domestic and foreign experience provides evidence that conditions in Russia, where loggers working in the woods, not passed by thinning, Whiplash is the most effective technology that is as energy development, wood-burning technology, it is advisable to replace the piece of wood and removal of trees (with crown).

Key words: forestry industry, CTL technology Whiplash Technology, forests, logging, driven care.

Сиротов А.В., Селиванов К.В. К ВОПРОСУ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДИЗЕЛЕЙ ЛЕСНЫХ МАШИН.

В статье рассматривается техническое диагностирование применительно к технике лесного комплекса. Указана специфика работы техники в лесном комплексе. Приведены принципы возможных технических воздействий на машины, выделяются наиболее эффективные.

Ключевые слова: диагностика, диагностирование, лесной комплекс, отказ, технический параметр.

Sirotoy A.V. Selivanov K.V. ABOUT DIAGNOSTICS OF DIESELS IN FOREST MACHINES.

The article studies technical diagnostics of machines in forest complex. The article describes specific work of mechanisms in forest complex, states principles of possible technical influence on mechanisms and highlights the most effective ones.

Key words: diagnostics, diagnostication, forest complex, failure, technical parameter.

Винокуров В.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА САМОЗАТАЧИВАЮЩИХСЯ КУЛЬТИВАТОРНЫХ ЛАП С ПИЛООБРАЗНЫМ ЛЕЗВИЕМ.

В статье изложены результаты экспериментальных исследований самозатачивающихся культиваторных лап с пилообразным лезвием.

Ключевые слова: культиваторные лапы, почва, растения, самозатачивание.

Vinocurov V.N. INVESTIGATION AND TILLING OF THE ORIGINAL PAWS CULTIVATION THE TILLING EDGE.

The article present the results experimental studies of the original paws cultivation the tilling edge.

Key words: cultivation paws, soil, plant.

Цыпцын Е.А., Носихин А.С. МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ ТРЕНИЯ ПРИ ОБКАТКЕ ДВИГАТЕЛЕЙ.

Приведены теоретические положения по ускорению приработки деталей во время обкатки двигателей, результаты износных испытаний прирабатываемых деталей двигателя Д-180, описание нового обкаточно-тормозного стенда модульного типа и его систем.

Ключевые слова: трибология, приработка, обкатка, стенд, двигатель, износ, присадки.

Сурсун Е.А., Nosikhin A.S. METHODS AND MEANS OF FORMATION OF SURFACES OF A FRICTION AT A RUNNING IN OF ENGINES.

Are given: the theoretical position to accelerate the break-in details during the running of engines and the results of tests burnished parts of the engine D-180, a description of a new break-in-brake tester module type and its systems.

Key words: tribology, bedding, running, stand, drive, wear, additives.

Носихин А.С. МОДУЛЬНЫЙ ОБКАТОЧНО-ТОРМОЗНОЙ СТЕНД ДЛЯ ОБКАТКИ ДИЗЕЛЕЙ.

Статья содержит описание нового обкаточно-тормозного диагностического стенда, предназначенного для технологической обкатки двигателей внутреннего сгорания мощностью до 160 кВт и измерения их технических показателей при испытании.

Ключевые слова: обкатка, приработка, обкаточно-тормозной стенд, рекуперация электроэнергии.

Nosikhin A.S. THE MODULAR DIAGNOSTIC TESTER FOR A RUNNING IN OF DIESEL ENGINES.

Paper contains the description of the new brake diagnostic stand intended for a technological running in of internal combustion engines by capacity to 160 kw and measurements of their technical indicators at test.

Key words: running in, extra earnings, the diagnostic tester, brake stand, power recuperation.

Герц Э.Ф., Мехренцев А.В., Якимович С.Б. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ РАБОТЫ СИСТЕМ МАШИН «ХАРВЕСТЕР-ФОРВАДЕР» ПО КРИТЕРИЯМ ПЛОЩАДИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОРИДОРОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ.

Приведена методика сравнения технологических схем разработки лесосек системой машин «харвестер–форвардер» по критериям производительности и доли площади пасечных волоков. Приведены результаты сравнительных расчетов.

Ключевые слова: технологические схемы и приемы, системы машин «харвестер–форвардер», эффективность, сохранение подроста и продуктивности лесной среды, производительность.

Gerc E.F., Mehrencev A.V., Yakimovich S.B. THE EVALUATION COMPARATIVE SCHEMES WORK SYSTEM OF MACHINES «HARVESTER-FORVADER» FOR CRITERIA AREATECHNOLOGY OF THE CORRIDORS AND PERFORMANCE.

The method compares the technological schemes cutting areas system of machinery «harvester-forwarder» in the performance criteria and the proportion the area of beekeeping trail. Shows the results of comparative calculations.

Key words: technological schemes and techniques, the system of machines «harvester-forwarder», efficiency, conservation of undergrowth and productivity the forest environment, performance.

Рыбин Б.М., Санаев В.Г., Кириллов Д.В. К ВОПРОСУ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ НЕРОВНОСТЕЙ ДРЕВЕСИНЫ.

Рассмотрены параметры шероховатости для оценки высоты единичных выступов и глубины единичных впадин. Предложена методика оценки точности определения параметров шероховатости, предусматривающих определение полной высоты выступов и глубины впадин контролируемого профиля.

Ключевые слова: точность определения параметров шероховатости поверхности, единичные выступы, единичные впадины.

Rybin B.M., Sanaev V.G., Kirillov D.V. TO THE QUESTION OF THE CHOICE OF ROUGHNESS PARAMETERS FOR THE ESTIMATION OF WOODS ROUGHNESSES.

Roughness parameters for an estimation of height of individual ledges and depth of individual hollows are considered. The technique of an estimation of accuracy of definition of roughness parameters providing definition of full height of picks and full depths of valleys of a controllable profile is offered.

Key words: accuracy of definition of roughness parameters, individual picks, individual valleys.

Рыбин Б.М., Завражнова И.А., Пищик И.И. ВЛИЯНИЕ МАКРОГЕОМЕТРИИ КОНТРОЛИРУЕМОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПОКРЫТИЯ НА ПОКАЗАНИЯ БЛЕСКОМЕРОВ.

Приведены результаты оценки блеска покрытий на покоробленных поверхностях щитовых деталей различными блескомерами.

Ключевые слова: макрогеометрия покрытия, стрела прогиба, блескомер.

Rybin B.M., Zavrazhnova I.A., Pishchik I.I. THE INFLUENCE OF A CONTROLLED MACROGEOMETRY COATING SURFACE ON THE TESTIMONY OF BLESKOMER.

The results of evaluation of gloss coating on the warped surfaces of various parts of shield bleskomer.

Key words: macrogeometry coating, deflection, bleskomer.

Пищик И.И. НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДОВ ДАТИРОВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ.

В статье идет речь о задачах строительства, архитектуры и реставрации, которые ранее не могли быть решены. Теперь их решение позволяет экономить время и значительные средства.

Ключевые слова: архитектура, реставрация, древесина.

Pishchik I.I. NEW POSSIBILITIES of METHODS of DATING WOOD.

In article there is a speech about problems of construction, architecture and restoration which couldn't be solved earlier. Now their decision allows to save time and considerable means.

Key words: architecture, restoration, wood.

Рыкунин С.Н., Владимирова Е.Г. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО РАСКРОЮ БЕРЕЗОВЫХ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ЗАГОТОВКИ.

В работе описывается эксперимент по раскрою березовых пиломатериалов на заготовки. Приводится описание имитации поперечного раскроя пиломатериалов на заготовки по фотографиям и паспортам. Описано, как на основании данных о коэффициенте выхода основной заготовки строятся графики зависимости и уравнения нахождения коэффициента выхода основной заготовки и коротких заготовок свободной длины в зависимости от группы качества пиломатериалов. По уравнениям проводится расчет выхода основной заготовки.

Ключевые слова: раскрой, береза, AutoCAD, пиломатериалы, заготовки, выход основной заготовки, выход коротких заготовок.

Rikynin S.N., Vladimirova E.G. EXPERIMENTAL RESULTS FOR BIRCH SAWN TIMBER CUTTING ON WORKPIECES.

This paper describes an experiment about cutting birch sawn timber on workpieces. Described the simulating of cross-cut timber on workpieces, according to the data of photographs and timber passports. Presented how to construct a graphs and equations for finding out the yield factor of main workpiece and short workpieces, depending on the timber quality. According to the equations giving the yield calculation of the main workpiece.

Key words: cutting, birch, AutoCAD, sawn timber, workpieces, main workpiece yield, short workpieces yields.

Рыкунин С.Н., Владимирова Е.Г. ОПТИМИЗАЦИЯ РАСКРОЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ НА ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ЗАГОТОВКИ.

В работе формулируется задача оптимизации планирования раскроя пиломатериалов на термически модифицированные и немодифицированные заготовки. Для формирования модели в явном виде необходимо иметь спецификации пиломатериалов и заготовок, численные значения коэффициентов объемного выхода заготовок, планируемых к выработке из пиломатериалов, затраты, связанные с закупкой пиломатериалов, их модифицированием, а также затраты на производство заготовок на участке раскроя. С учетом решений модели оптимизации рассчитывается оптимальное соотношение термически модифицированных и немодифицированных заготовок для получения наибольшей суммарной прибыли.

Ключевые слова: планирование раскроя, термически модифицированные пиломатериалы, заготовки, суммарная прибыль.

Rikynin S.N., Vladimirova E.G. OPTIMIZATION OF SAWN TIMBER CUTTING ON THERMALLY MODIFIED WORKPIECES.

In this paper we formulate the optimization problem of planning of sawn timber cutting on the thermally modified and unmodified workpieces. To form a model in an explicit form, you must have the specification of timber and workpieces, the numerical values of the coefficients of volume yield of workpieces that are planned for the cutting from the sawn timber, the costs associated with the purchase of timber and their modification, as well as the cost of producing workpieces on the cutting area. The optimal ratio of thermally modified and unmodified workpieces calculated to receive the highest accumulated profit.

Key words: cutting, thermally modified timber, workpieces, accumulated profit.

Рыкунин С.Н., Владимирова Е.Г. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТЕРМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ И НЕМОДИФИЦИРОВАННЫХ ЗАГОТОВОК.

В работе приводятся особенности раскроя термически модифицированных и немодифицированных заготовок, задача оптимизации планирования раскроя пиломатериалов на термически модифицированные и немодифицированные заготовки. Дается исследование влияния доли термически модифицированных заготовок в общем объеме заготовок на прибыль при раскрое пиломатериалов. Из представленных материалов следует, что не все пиломатериалы экономически выгодно подвергать термической модификации.

Ключевые слова: пиломатериалы, заготовки, термически модифицированные заготовки, спецификация, план раскроя, суммарная прибыль.

Rikynin S.N., Vladimirova E.G. DETERMINATION OF SAWN TIMBER VOLUMES FOR THERMALLY MODIFIED AND UNMODIFIED WORKPIECES PRODUCTION.

The paper presents the features of the thermally modified and unmodified timber cutting, the optimization problem of sawn timber cutting on the thermally modified and unmodified workpieces. Study of

the correlation between the thermally modified and unmodified workpieces volume ratio on the accumulated profit. Of the submissions it is seen that not all sawn timber is economically value to heat treat.

Key words: sawn timber, workpieces, thermally modified workpieces, cutting plan, an accumulated profit.

Ерхова О.И. ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЗОЛА ДОСОК ПРИ РАСКРОЕ БРЕВЕН ОВАЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ.

В статье исследовано влияние на параметры обзола досок овальности сечений бревна и других факторов при докритической и сверхкритической кривизне бревен. В результате исследования выявлены рекомендации по ориентированию бревен овального сечения перед распиловкой при докритической кривизне. Выполнен анализ изменения обзола досок от угла поворота бревна при сверхкритической кривизне.

Ключевые слова: параметры обзола досок, овальность сечений бревен, кривизна бревен.

Erkhova O.I. RESEARCH WANE BOARDS WHEN CUTTING LOGS OVAL CROSS SECTION.

The paper investigated the influence of the parameters wane boards oval logs, and other factors in the subcritical and supercritical curvature of the logs. The study identified recommendations for the orientation of logs before sawing oval at subcritical curvature. The analysis of changes wane boards on the rotation angle beams with supercritical curvature.

Key words: options of wane boards, oval sections of logs, the curvature of the logs.

Ермоченков М.Г., Семенов Ю.П., МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ, ПРОТЕКАЮЩИХ В ДРЕВЕСИНЕ ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ МОДИФИЦИРОВАНИИ.

В статье приведена математическая модель тепломассообмена в древесине при тепловом воздействии. Модель описывает процессы, протекающие в древесине как на этапе сушки, так и на этапе термического модифицирования. Приведены результаты исследования зависимости прочностных и цветовых свойств древесины от степени ее термической деструкции. Проведена проверка адекватности предложенной математической модели.

Ключевые слова: математическая модель, модифицирование, термическая деструкция, древесина, свойства.

Ermochenkov M.G., Semenov Y.P., MATHEMATICAL MODELING PROCESS TAKES PLACE IN WOOD THERMAL MODIFICATION

The article presents a mathematical model of heat and mass transfer in wood during thermal exposure. The model describes the processes occurring in the wood, both at the stage of drying, and at the stage of thermal modification. The results of investigation of the dependence of the strength properties of wood and color on the degree of thermal degradation. Checked the adequacy of the proposed mathematical model.

Key words: a mathematical model, modification, thermal degradation, wood, properties.

Запруднов В.И., Щербаков А.С. МЕТОДЫ РАСЧЕТА И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОЧНОСТИ И ДЕФОРМАЦИИ ДРЕВЕСНО-МИНЕРАЛЬНОГО КОМПОЗИТА.

Приведены основы теории прогнозирования физико-механических свойств древесно-минерального композита.

Ключевые слова: прочность и деформации древесно-минерального композита.

Zaprudnov V.I., Scherbakov A.S. METHODS FOR CALCULATING AND FORECASTING STRAINS OF WOOD-MINERAL COMPOSITE.

The fundamentals of the theory of forecasting physical and mechanical properties for wood-mineral composite are given.

Key words: strength and strain of wood and mineral composite.

Запруднов В.И., Щербаков А.С. НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОЕ СОСТОЯНИЕ ТРЕХСЛОЙНЫХ ДЕРЕВЯННЫХ КОНСТРУКЦИЙ С МАТЕРИАЛОМ СРЕДНЕГО СЛОЯ ИЗ ФИБРОЦЕМЕНТНОЙ МАССЫ.

Приведены теоретические исследования трехслойных несущих конструкций стен (панелей) деревянных зданий, у которых обшивки выполнены из древесно-плитных материалов (ДСП, ДВП, ЦСП, фанеры и др.), несущий каркас из древесины, а материал среднего слоя из фиброцементной массы.

Ключевые слова: трехслойные деревянные конструкции, фиброцементная масса, прочность и деформации.

Zaprudnov V.I., Scherbakov A.S. STRESS AND STRAIN BEHAVIOUR OF THREE-LAYERED WOOD CONSTRUCTION WITH THE FIBER-REINFORCED CEMENT PULP AS A MIDDLE LAYER MATERIAL.

Theoretical researches of three-layered load-carrying structures for walls (panels) of timber buildings having the boarding made of wood board materials (chipboard, fiberboard, cement board, plywood, etc.), wood carrying frame and fiber-reinforced cement pulp as a middle layer material are given.

Key words: three-layered wood constructions, fiber-reinforced cement pulps, strength, and strains.

Иванов Г.А., Шиповский А.А., Иванов К.А., Шумбасов В.В. ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЕРЕВА НА СОБСТВЕННУЮ ФОРМУ И ЧАСТОТЫ КОЛЕБАНИЙ СТВОЛА ДЕРЕВА.

В статье приведен вывод уравнений для вычисления собственных частот форм колебаний стволов деревьев и уравнений для описания первой и второй собственных форм колебаний. В графической форме показано влияние параметров ствола дерева: диаметра на уровне груди, высоты дерева, коэффициента формы ствола, плотности древесины ствола и модуля упругости первого рода древесины стволов деревьев на характер зависимости частоты от параметра. Зависимость частоты от параметра показана для стволов березы и ели с конкретными параметрами.

Ключевые слова: ствол, собственная частота колебаний ствола дерева, первая и вторая форма колебаний ствола дерева.

Ivanov G.A., Shipovsky A.A., Ivanov K.A., Shumbasov V.V. THE DEPENDANCE OF THE TREE PARAMETERS ON THE PROPER FORMS AND EIGENFREQUENCIES OF THE VIBRATION OF THE TREE TRUNK.

The article presents the derivation of equations for the eigenfrequencies computing modes of vibration of the tree trunks and equations for description of the first and the second proper modes of vibration. The influence of the tree trunk parameters are shown in graphical form: diameter at breast height, tree height, coefficient of the tree trunk forms, wood compactness of the tree trunks and coefficient of elasticity of the first kind of wood depending on the nature of the frequency of a parameter. Dependence of frequency of parameters is used for for the birch trunks and spruce with specific parameters.

Key words: trunk, eigenfrequency of vibration of tree trunk, the first and the second form of the vibration of the tree trunk.

Куницкая О.А., Шапиро В.Я., Бурмистрова С.С., Григорьев И.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПРЕССОВАНИЯ И ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ПРОПИТАННЫХ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

В статье разработана математическая модель, позволяющая на стадии предварительных теоретических оценок определить оптимальные параметры процесса уплотнения пропитанной древесины в процессе ее прессования, обезвоживания и сушки.

Ключевые слова: модифицирование древесины, пропитка, обезвоживание, уплотнение, прессование.

Kunitskaja O.A., Shapiro V.J., Burmistrova S.S., Grigorev I.V. MODEL OF PROCESSES OF PRESSING AND DEHYDRATION OF THE IMPREGNATED WOOD MATERIALS.

The abstract: in paper the mathematical model allowing on a stage of preliminary theoretical estimations is developed to define optimum parameters of process of condensation of an impregnated wood during its pressing, dehydration and drying.

Key words: inoculation of wood, impregnating, dehydration, condensation, pressing.

Амалицкий В.В., Амалицкий В.В. ОТ СИСТЕМЫ АТТЕСТАЦИИ ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ УРОВНЮ ДО СИСТЕМЫ ПОДТВЕРЖДЕНИЯ СООТВЕТСТВИЯ ТРЕБОВАНИЯМ БЕЗОПАСНОСТИ.

В статье приведено описание различных методов оценки качества машин и оборудования, в различное время применявшихся в нашей стране.

Ключевые слова: безопасность, сертификат соответствия, технический регламент, деревообрабатывающее оборудование.

Amalitsky V.V., Amalitsky V.V. FROM SYSTEM OF CERTIFICATION FOR THE TECHNOLOGICAL LEVEL TO SYSTEM OF CONFIRMATION OF COMPLIANCE TO SAFETY REQUIREMENTS.

The article describes various methods for assessing the quality of machinery and equipment at various times used in our country.

Key words: security, certificate of conformity, technical regulations, woodworking equipment.

Рубинштейн А.И. О РЯДАХ ПО МУЛЬТИПЛИКАТИВНЫМ ОРТОНОРМАЛЬНЫМ СИСТЕМАМ.

Получены достаточные условия выполнения равенства Парсеваля для перестановок мультипликативных систем.

Ключевые слова: равенство Парсеваля, мультипликативная ортонормальная система, перестановка ортонормальной системы.

Rubinstein A.I. ABOUT SERIES OF MULTIPLICATIVE ORTHONORMAL SYSTEMS.

Established the sufficiently conditions of fulfillment Parseval's equality for rearrangement of multiplicative orthonormal systems.

Key words: Parseval's equality, multiplicative orthonormal system, rearrangement of an orthonormal system.

Харченко В.Н., Полуэктов Н.П., Усатов И.И., Царьгородцев Ю.П. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЙ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК С ВЫСОКОПЛОТНОЙ ПЛАЗМОЙ.

Плазменная технология получения наноструктурных пленок с заданными физическими свойствами вызывает необходимость контроля параметров разряда. Микроструктура и свойства пленок зависят от теплового потока на ее поверхность. Приведен метод определения тепловых потоков на осаждаемую пленку. Разработана автоматизированная система оперативного контроля этого параметра. Дано описание алгоритмов программного обеспечения системы и аппаратной реализации.

Ключевые слова: диагностика плазмы, тепловые потоки в плазме.

Kharchenko V.N., Poluektov N.P., Usatov I.I., Tsar'gorodsev Yu.P. AN AUTOMATED SYSTEM FOR CONTROL OF PLASMA PARAMETERS IN NANOFILMS DEPOSITION.

Plasma deposition of nanostructured films with prescribed physical properties requires precise control of the discharge parameters. The microstructure and properties of the films depends on the energy flux. We

presents method for determining the heat flux to deposited film. An automated system for tracking this parameter is developed. The software algorithms and hardware implementation of this system are described.

Key words: plasma diagnostics, thermal streams in plasma.

Бурков В.Д., Леонов Л.В., Черемисин М.В., Шалаев В.С. МЕТОД МОНИТОРИНГА ЛЕСОВ НА ОСНОВЕ ДИСТАНЦИОННО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ВЫДЕЛОВ.

Проведен анализ текущего положения спутникового мониторинга лесов при решении острых отраслевых задач. Обозначены основные направления исследований лесов с помощью методов ДЗЗ. Приведены основные вегетационные индексы, применяемые на практике при обработке данных дистанционного зондирования. Предложена концепция мониторинга лесов на основе дистанционно-ориентированных выделов (ДОВ). Рассматривается модель формирования ДОВ.

Ключевые слова: лесоустройство, государственная инвентаризация лесов, дистанционный спутниковый мониторинг, кластерный анализ, вегетационные индексы.

Burkov V.D., Leonov L.V., Cheremisin M.V., Shalaev V.S. METHOD OF FORESTRY MONITORING BASED ON REMOTE SENSING ORIENTED SELECTED.

Analysis of the current status of satellite monitoring of forest industry in solving critical problems are performed. Main directions of research forests using remote sensing techniques are carried. The basic vegetation indices used in practice in the processing of remotely sensed data are provides. The concept of forestry monitoring based on a distance-oriented selected (DOS) are offered. The model of DOS are considered.

Key words: forest management, the state forest inventory, remote satellite monitoring, cluster analysis, vegetation indices.

Дорошенко В.А., Усачев М.С. СТРУКТУРНЫЙ СИНТЕЗ ПРОЦЕССОРНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМЕРОВ ОБЪЕКТОВ.

В статье предложен метод выбора операторных уравнений и структуры процессорных средств измерения размеров на основе функции расстояния между множествами, позволяющий выполнить формализованный переход от параметров и признаков технологического процесса к структурным схемам процессорных измерителей размеров объектов.

Ключевые слова: процессорные средства измерения, операторные уравнения, показатели эффективности, матрица расстояний, эталонные множества, обыкновенные измерения, итеративные измерения, построчные кластеры.

Doroshenko V.A., Usachev M.S. STRUCTURAL SYNTHESIS OF THE PROCESSING MEANS FOR MEASURING THE SIZE OF OBJECTS.

The method of operator equations choice and the structure of the processing means for measuring an object, based on the function of the distance between the sets, which allows to carry out the formal transition from same parameters and characteristics of the technological process to the structural patterns of processing measurement instruments to determine object sizes, has been proposed in this article.

Key words: processing means of measurement, the operator of the equation, performance indicators, distance matrix, the reference set, standard measurement, iterative measurements, line-clusters.

Шимкович Д.Г. ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ ПРИ КОЛЕБАНИЯХ ГРУЗА НА КАНАТЕ.

В статье произведен анализ закономерностей процесса колебаний груза на канате при работе грузоподъемных кранов на основе двухмассовой модели с учетом влияния начальных условий на возможные значения динамических нагрузок. Приведен обзор имеющихся справочных и нормативных материалов по значениям коэффициентов динамичности. Выполнен динамический расчет тестовых конечно-элементных моделей консольных стрел с грузом на канате и без каната при разгоне/торможении.

нии в процессе поворота стрел как пример обоснования коэффициента динамичности для конкретной конструкции.

Ключевые слова: грузоподъемный, кран, нагрузки, раскачивание груза, канат.

Shimkovich D.G. DYNAMIC LOADINGS AT CARGO OSCILLATIONS ON THE ROPE.

In article the analysis behavior of oscillations of cargo on a rope is made at work of load-lifting cranes on the basis of two-mass model taking into account influence of initial conditions on possible values of dynamic loadings. The review of available help and standard materials on values of dynamic factors is resulted. Dynamic calculation of test finite-elements models of console booms with cargo on a rope and without a rope is executed at acceleration/braking in the process of turn of booms as an example of a substantiation of dynamic factor for a concrete design.

Key words: load-lifting, crane, loadings, cargo rocking, rope.

Кожевников Д.А., Угрюмов С.А. ОБОСНОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ПЛИТ НА ОСНОВЕ СОВМЕЩЕННЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ.

Выполнен технико-экономический анализ реконструкции производства древесно-стружечных плит на частичный выпуск композиционных плит на основе совмещенного наполнителя на основе костры льна и древесной стружки. Рассчитана калькуляция себестоимости продукции, представлены основные технико-экономические показатели производства композиционных плит.

Ключевые слова: композиционные материалы, совмещенный наполнитель, костра льна, рентабельность, себестоимость, экономическая эффективность, срок окупаемости.

Kozhevnikov D.A., Ugrymov S.A. ECONOMIC EFFICIENCY RATIONALISATION OF MANUFACTURES OF COMPOSITE BOARD BASED ON MIXED FILLER.

The technical and economic analysis of a production efficiency of composite board based on mixed filler based on awn flax and wood chips for the partial release is made. The product costing is calculated, the performance ratio of manufacture of composite board are presented.

Key words: composite material, mixed filler, awn flax, profitability, product cost, cost efficiency, period of repayment.

Лучкина В.В. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННОГО РЫНКА «ЗЕЛЕНОГО» ДОМОСТРОЕНИЯ.

В статье рассматривается инновационное направление «зеленого» домостроения. Проведен анализ современного положения рынка, выгод «зеленого» домостроения и перспектив развития этого направления в России.

Ключевые слова: «зеленое» домостроение, сертификация, инновации.

Luchkina V.V. PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE INNOVATIVE MARKET OF «GREEN» HOUSING CONSTRUCTION.

In article the innovative direction of «green» housing construction is considered. The analysis of modern position of the market, benefit of «green» housing construction and prospect of development of this direction in Russia is carried out.

Key words: «green» housing construction, certification, innovations.

Антонов А.В., Войтюк М.М., Фроловичев В.Н. ЛЕСНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА В СИСТЕМЕ СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ.

В статье рассматриваются вопросы роли и значения лесной инфраструктуры в системе сельских территорий, оценки ее социально-экономического потенциала и выбора приоритетных направлений развития.

Ключевые слова: многоуровневость и полифункциональность лесной инфраструктуры, стратегическое развитие лесной инфраструктуры, стратегическое планирование лесной инфраструктуры.

Antonov A.V., Voytyuk M.M., Frolovichev V. N. WOOD INFRASTRUCTURE IN SYSTEM OF RURAL TERRITORIES.

In article questions of a role and value of wood infrastructure in system of rural territories, an assessment of its social and economic potential and a choice of the priority directions of development are considered.

Key words: mnogourovnevost and polyfunctionality of wood infrastructure, strategic development of wood infrastructure, strategic planning of wood infrastructure.

Антонов А.В., Войтюк М.М., Фроловичев В.Н. ЛЕСНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА СЕЛЬСКИХ ТЕРРИТОРИЙ КАК ФАКТОР РАЗВИТИЯ РЕГИОНА.

В статье рассматриваются вопросы развития лесной инфраструктуры в системе сельских территорий с позиций ее участия в социально-экономическом развитии региона.

Ключевые слова: лесная инфраструктура сельских территорий, институциональная среда лесной инфраструктуры, социально-экономический потенциал лесной инфраструктуры.

Antonov A.V., Voytyuk M.M., Frolovichev V.N. WOOD INFRASTRUCTURE OF RURAL TERRITORIES AS FACTOR OF DEVELOPMENT OF THE REGION.

In article questions of development of wood infrastructure in system of rural territories from positions of its participation in social and economic development of the region are considered.

Key words: wood infrastructure of rural territories, institutional environment of wood infrastructure, social and economic potential of wood infrastructure.

Балов А.В., Манукян А.Г., Савицкий А.А. ПРОГНОЗНЫЙ АНАЛИЗ ОБОРОТНЫХ АКТИВОВ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ДЕЛОВОЙ СРЕДЫ И РИСКА.

Прогнозирование является одним из важнейших направлений аналитической работы, которое позволяет планировать деятельность предприятий более эффективно, оценивать целесообразность принятия управленческих решений, предупреждать негативное влияние факторов и их последствия. Существует достаточно большое количество методик и подходов, направленных на повышение эффективности использования оборотных активов предприятий.

Ключевые слова: оборотные активы, риски, метод прогнозирования, лесной сектор экономики.

Balov A.V., Manukyan A.G. Savitski A.A. PROGNOSTIC ANALYSIS OF CURRENT ASSETS IN A CHANGING BUSINESS ENVIRONMENT AND RISK.

Forecasting is one of the most important areas of analysis, which allows companies to plan activities more effective, to evaluate the appropriateness of management decisions, and prevent negative impact of factors and their consequences. There are quite a number of techniques and approaches aimed at improving the efficiency of current assets of enterprises.

Key words: current assets; risks; method; prediction; forest sector of economics.

Клейнхоф А.Э. ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ ТОРГОВЛИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЛЕСНЫМИ И ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫМИ ТОВАРАМИ.

Проведен анализ основных тенденций развития международной торговли лесными и целлюлозно-бумажными товарами Российской Федерации. Выявлены ключевые факторы и условия, препятствующие

ющие росту эффективности экспорта лесных товаров, а также импортозамещение высококачественных изделий деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности. Разработаны предложения по совершенствованию институциональной инфраструктуры и формированию конкурентной среды в сфере лесопользования и воспроизводства лесных ресурсов.

Ключевые слова: экспорт, импорт, лесная политика, институциональная инфраструктура, мотивационные механизмы, эффективность, ценообразование,

Kleinhof A.E. THE MAIN TRENDS AND PROSPECTS IN INTERNATIONAL TRADE OF WOOD AND FIBER PROCESSING PRODUCTS.

This article discuss the main problems in international trade of wood and fiber processing products. The main obstacles in the development of forest product export and import has been identified. Finally, recommendations for the development of international trade of wood and fiber processing products has been elaborated.

Key words: forest policy, export, import, efficiency, pricing, competitiveness, institutional environment.

Клейнхоф А.Э. ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДОЛОГИИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ЛЕСНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ.

Проведен критический анализ методологии принятия управленческих решений применительно к лесному сектору экономики. Проведен ретроспективный анализ ключевых управленческих решений, дана оценка их социально-экономических последствий. Разработаны предложения по совершенствованию методологии принятия управленческих решений в лесном секторе экономики.

Ключевые слова: методология, управленческие решения, институциональная инфраструктура, мотивационные механизмы, эффективность, системный подход.

Kleinhof A.E. IMPROVEMENT OF THE METHODOLOGY OF DECISION MAKING PROCESS AS APPLIED THE FOREST SECTOR.

This article discusses the main problems of the improvement of decision making process as applied to the forest sector. Retrospective analysis of decision making process in forest sector has been made, their social-economic consequences were estimated. Finally recommendations for the critical use of foreign experience and improvement methodology of decision making process has been elaborated.

Key words: methodology of decision making process, forest sector, forest policy, competitiveness, institutional environment, systems approach.

Петров А.П. ЛЕСНАЯ ПОЛИТИКА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ЛУЧШЕ ПОЗДНО, ЧЕМ НИКОГДА.

В рамках отсутствия в Российской Федерации национальной лесной политики, Федеральным агентством лесного хозяйства принято решение по его разработке. Лесная политика должна содержать комплекс стратегических политических решений, принимаемых на национальном уровне через согласие государственных институтов, бизнеса и общества.

Ключевые слова: лесная политика, право собственности, устойчивое экономическое развитие, институциональная организация государственного и хозяйственного управления лесами, государственно-частное партнерство.

Petrov A.P. WOOD POLICY OF THE RUSSIAN FEDERATION: BETTER LATE, THAN NEVER.

Federal Forestry Agency is developing of forest policy. It is important to determine the forest policy content, status, development and approval procedures.

Key words: forest policy, sustainable forest management, public-private partnership.

Обыденников В.И., Корольков А.В., Савицкий А.А., Родин А.В. СОВРЕМЕННЫЕ ВОПРОСЫ НЕЛЕГАЛЬНЫХ РУБОК И ТЕНЕВОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ В ЛЕСНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ РОССИИ.

В настоящее время криминогенная ситуация в лесопромышленном комплексе на современном этапе обусловлена различными экономическими и политико-правовыми факторами, анализ которых позволит определить направления профилактической работы в отраслях ЛПК и разработать комплекс мер по его декриминализации.

Ключевые слова: незаконный оборот древесины, криминогенная ситуация, незаконные рубки, лесопользование, порождение коррупции.

Obydennikov V.I., Korolkov A.V., Savitsky A.A., Rodin A.V. MODERN QUESTIONS OF ILLEGAL CABINS AND A SHADOW LESOPOLZOVANIYE IN WOOD SECTOR OF ECONOMY OF RUSSIA.

Now the criminogenic situation in timber processing complex at the present stage is caused by the various economic and political and legal factors which analysis will allow to define the directions of preventive work in branches of LPK and to develop a package of measures on its decriminalization.

Key words: illicit trafficking in wood; criminogenic situation; illegal cabins; lesopolzovaniye; corruption generation.

Обыденников В.И., Савицкий А.А., Родин А.В. НЕЗАКОННОЕ ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЕ В РФ, ЕГО ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ И ПУТИ ИХ ПРЕОДОЛЕНИЯ.

Для России с богатейшими природными ресурсами и поставкой сырья на мировой рынок, проблемы, связанные с незаконным использованием ресурсов, стали выходить на первый план. Возможность довольно быстрого обогащения привлекает все больше и больше желающих, которые, пользуясь пробелами в далеко не совершенном российском законодательстве, пытаются получить от эксплуатации природы максимум прибыли.

Ключевые слова: незаконный оборот древесины, незаконные рубки, лесопользование, порождение коррупции, незаконное использование ресурсов.

Obydennikov V.I., Savitsky A.A., Rodin A.V. AN ILLEGAL LESOPOLZOVANIYE TO THE RUSSIAN FEDERATION, ITS ECONOMIC CONSEQUENCES AND WAYS OF THEIR OVERCOMING.

For Russia with the richest natural resources and being raw materials to the world market, the problems connected with illegal use of resources, began to leave into the forefront. Possibility of quite fast enrichment, involves more and more wishing which, using gaps in far not the perfect Russian legislation, try to receive from nature operation a profit maximum.

Key words: illicit trafficking in wood, illegal cabins, lesopolzovaniye, corruption generation, illegal use of resources.

Петров А.П. КОМУ ВЫГОДНО ВХОЖДЕНИЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В СТРАХОВОЙ РЫНОК.

Реальные возможности для вхождения лесного хозяйства в страховой рынок могут быть созданы только через экономическую организацию лесохозяйственной деятельности, через признание лесохозяйственного производства предпринимательством, а его результатов – продукцией с приемкой и оплатой по договорным ценам. Речь идет о признании готовой продукцией молодых насаждений в возрасте их перевода в лесопокрытую площадь, созданных искусственным, естественным или комбинированным способами, и насаждений, пройденных рубками ухода. Такое решение необходимо принять в первую очередь в отношении ведения лесного хозяйства на землях лесного фонда, переданных в аренду, где арендаторы лесных участков, восстанавливая и выращивая лес,

становятся производителями лесохозяйственной продукции, а следовательно, возможными страхователями. Вхождение лесного хозяйства в страховой рынок через признание в лесохозяйственном производстве продукции требует большой работы в области создания правового поля. До решения этой проблемы вхождение лесного хозяйства в страховой рынок может быть выгодно только страховщикам.

Ключевые слова: страхование, собственность на леса, производственный цикл.

Petrov A.P. THE SILVICULTURAL OPERATION INSURANCE.

Opportunities for entry of forestry in the insurance market can only be created through the economic organization of forest management, through the recognition of forestry production business. The entry of forestry in the insurance market through the recognition of forestry production process requires a great deal of work in creating the legal field. Prior to resolve this problem, the occurrence of forest management in the insurance market can be profitable only to insurers.

Key words: forestry, insurance, market, economic, organization, forest management, payment.

Степанов С.В., Быковский М.А., Гаврилова Т.В. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОГО ПРОЕКТА КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ДРЕВЕСНОГО СЫРЬЯ.

Основной движущей силой роста производства является не только разработка новых технологий и сырьевая база, но и наличие возможностей развития энергогенерирующих мощностей. В статье проводится анализ доли различных видов энергии в мировом потреблении, доли видов древесной биомассы в экономически доступном ресурсе, приводятся основные цели инвестиционного проекта, направленного на модернизацию деревообрабатывающего производства с целью увеличения производственных мощностей и организации комплексной переработки древесного сырья и отходов.

Ключевые слова: пеллеты, биотопливо, древесные гранулы, топливные ресурсы.

Stepanov S.V., Bykovskiy M.A., GavriloVA T.V. CHARACTERISTICS OF REALIZATION INVESTMENT PROJECT ABOUT COMPLEX PROCESSING OF WOOD MATERIALS.

The main motivative power of growth is not only development of new technologies and source of raw materials, but availability of development energy powers. In this article conducted analysis the part of different forms of energy in world consumption, the part of sorts wood biomass in economics accessible resource, conducting the main aims of investment project, aimed at modernization of woodworking production for the increasing production capacity and organization complex processing of wood raw material and waste.

Key words: wood pellets, bio-fuel, wood pellets, fuel resources.

Лосев М.В. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ В ШВЕЦИИ, ФРАНЦИИ И ЛАТВИИ.

В качестве примера полного разграничения функции управления лесами и производственной функции являются такие страны, как Швеция, Франция, Латвия.

В Латвийской Республике в результате реприватизации лесов на долю государственной собственности приходится примерно половина общей площади лесных земель. Заготовку лесоматериалов, переработку древесины и экспорт лесных товаров осуществляют частные фирмы. В настоящее время функции государственного управления лесами всех форм собственности осуществляют два департамента Министерства сельского хозяйства республики, а также Государственная служба лесного хозяйства. Соответствующие структурные подразделения Министерства сельского хозяйства осуществляют разработку лесной политики и необходимых для ее реализации правовых норм. Государственная лесная служба осуществляет контроль за соблюдением лесного законодательства в лесах всех форм собственности, а также оказывает услуги (в основном платные) частным лесовладельцам.

Ключевые слова: лесное хозяйство, экономические отношения, финансирование.

Losev M.V. THE ECONOMIC RELATIONS IN FORESTRY IN SWEDEN, FRANCE AND LATVIA.

As an example of complete differentiation of function of management the woods and production function are such countries, as Sweden, France, Latvia.

In the Latvian Republic as a result of re-privatization of the woods about a half of total area of wood lands is the share of a share of state ownership. Preparation of forest products, processing of wood and export of the wood goods are carried out by private firms. Now functions of public administration by the woods of all forms of ownership are carried out by two departments of the Ministry of Agriculture of the Republic, and also Public service of forestry. The relevant structural divisions of the Ministry of Agriculture carry out development of wood policy and rules of law necessary for its realization.

Key words: Forestry, economic relations, financing.

Лосев М.В. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ В США И КАНАДЫ.

Зарубежные страны накопили богатый опыт формирования рыночных отношений в лесном хозяйстве, критическое использование которого может свести к минимуму ошибки при проведении экономических реформ в России. К сожалению, до сих пор уроки зарубежного опыта нами усвоены неудовлетворительно. Прежде всего необходимо иметь в виду, что не существует такого явления, как единственно правильная система экономических отношений между лесным хозяйством и лесопользователями. Нам необходимо формировать систему экономических отношений в лесном хозяйстве, отвечающую поставленным задачам. К сожалению, до сих пор цели экономической реформы в лесном хозяйстве четко не определены.

Ключевые слова: лесное хозяйство, экономические отношения, финансирование.

Losev M.V. THE ECONOMIC RELATIONS IN FORESTRY IN THE USA AND CANADA.

Foreign countries stored a wide experience of formation of the market relations in forestry which critical use can minimize mistakes at carrying out economic reforms in Russia. Unfortunately, still lessons of foreign experience are acquired by us unsatisfactorily. First of all, it is necessary to mean that there is no such phenomenon, as only correct system of the economic relations between forestry and lesopolzovatel. It is necessary for us to form system of the economic relations in forestry, answering to objectives. Unfortunately, still the purposes of an economic reform in forestry accurately aren't defined.

Key words: Forestry, economic relations, financing.