



ВЕСТНИК МОСКОВСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА ЛЕСА

ЛЕСНОЙ ВЕСТНИК

Научно-информационный журнал

2012 г. № 2(85)

**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 20.03.2012.
Тираж 500 экз.
Заказ №
Объем 29,5 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

| | | |
|---|---|-----|
| Обыдёнников В.И., Тибуков А.В. | <i>Современное значение типологии вырубок для лесной науки и практики</i> | 4 |
| Лаур Н.В., Царев А.П. | <i>Происхождение, распространение, систематика и некоторые подходы при селекции <i>Pinus sylvestris</i> L.</i> | 8 |
| Лаур Н.В. | <i>Плюсовые деревья и насаждения Карелии</i> | 14 |
| Лаур Н.В., Махрова Т.Г. | <i>Создание лесосеменных плантаций ели в Республике Карелия</i> | 23 |
| Танюкевич В.В., Ивонин В.М. | <i>Особенности хода роста основных пород лесных полос в Ростовской области</i> | 27 |
| Алейников А.А., Лазников А.А. | <i>Популяционная структура древесных видов разновозрастных елово-пихтарников Северного Предуралья</i> | 32 |
| Итешина Н.М., Касимов А.К., Данилова Л.Н. | <i>Динамика темнохвойных лесов на востоке Русской равнины</i> | 38 |
| Кулаков В.Ю., Матвеев С.М. | <i>Сукцессионная динамика дуба черешчатого (<i>quercus robur</i> L.) и пород-спутников на склонах разных экспозиций западного Кавказа (по данным радиального прироста)</i> | 42 |
| Сурсо М.В. | <i>Микрофенология весеннего развития пыльцы сосны обыкновенной (<i>Pinus sylvestris</i> L.) и лиственницы сибирской (<i>Larix sibirica</i> ledeb.) в северной подзоне тайги</i> | 46 |
| Ставникова Л.В., Степень Р.А. | <i>Аэрогенное загрязнение Красноярска выбросами автотранспорта</i> | 50 |
| Тарханов С.Н., Бирюков С.Ю. | <i>Состояние ассимиляционного аппарата и рост длиннохвойной и короткохвойной форм сосны северной тайги в условиях атмосферного загрязнения</i> | 54 |
| Дружинин Ф.Н. | <i>Восстановление ельников равномерно-постепенными рубками</i> | 58 |
| Дружинин Ф.Н. | <i>Восстановление ельников длительно-постепенными рубками</i> | 62 |
| Дымов А.А., Лаптева Е.М., Милановский Е.Ю. | <i>Изменение почв и почвенного органического вещества в процессе естественного лесовозобновления после рубки сосняка бруснично-зеленомошного</i> | 67 |
| Закамский В.А. | <i>Разработка лесосек равномерно-постепенно деланочным методом на особо охраняемых территориях</i> | 72 |
| Абсальмов Р.Р., Петров А.А., Закиров Р.Р., Журавлев С.С. | <i>Удмуртский метод разработки лесосек узкими лентами – один из путей осуществления концепции устойчивого управления лесами в Удмуртской Республике</i> | 76 |
| Федотов Г.Н., Шалаев В.С. | <i>Органо-минеральные образования в почвах и пути улучшения почвенных свойств</i> | 80 |
| Плакса С.А., Плакса Д.С. | <i>Бонитировка охотничьих угодий лесного фонда Дагестана и метод определения их естественной производительности</i> | 88 |
| Золотаревский А.А., Рожко А.А., Курамшин В.В. | <i>Перспективы переработки неликвидной древесины в лесопарковом поясе города Москвы</i> | 97 |
| Стоноженко Л.В., Коротков С.А., Иванов Н.Г. | <i>Закономерности распространения пороков древесины в ельниках Московской области и их влияние на сортиментно-сортную структуру</i> | 99 |
| Мерзленко М.Д. | <i>Летопись уникального объекта лесокультурной деятельности</i> | 103 |
| Лесоинженерное дело | | |
| Васильев В.В. | <i>Обоснование инерционных характеристик плотов, содержащих плоские сплотовые единицы стабилизированной плавучести</i> | 107 |
| Афоничев Д.Н. | <i>Математическая модель торможения автопоезда, учитывающая влияние воздушной среды</i> | 113 |
| Рыбников П.С. | <i>Потери времени лесовозными автопоездами на развороты в пределах лесосек</i> | 116 |
| Лощенов П.Ю. | <i>Оценка эксплуатационной надежности гидроприводов лесных машин</i> | 120 |
| Левушкин Д.М. | <i>Ресурсное обеспечение в условиях вероятностного характера дорожного строительства лесовозных автомобильных дорог</i> | 123 |

| | | |
|--|---|-----|
| Левушкин Д.М. | <i>К вопросу оптимизации ремонтных работ дорожных покрытий лесовозных автомобильных дорог</i> | 127 |
| Деревообработка и химические технологии | | |
| Тарасов С.М., Азаров В.И., Иванова А.М. | <i>Модификация аминокальдегидных олигомеров современными поверхностно-активными веществами</i> | 130 |
| Панов Н.Г., Питухин А.В., Рожков С.С., Цветков В.Е., Санаев В.Г., Фирюлина О.В. | <i>Древесно-стружечные плиты на основе карбамидоформальдегидной смолы, модифицированной наноразмерным шунгитом</i> | 135 |
| Кожевников Д.А., Угрюмов С.А. | <i>Технология производства древесных плит на основе совмещенных наполнителей</i> | 139 |
| Рябков В.М., Рябков С.В., Козлова Е.Б. | <i>Рациональные параметры запасов стружки в производстве древесно-стружечных плит</i> | 145 |
| Свешников А.С., Угрюмов С.А. | <i>Технология производства композиционной фанеры</i> | 148 |
| Шуханьова И., Горбачева Г.А. | <i>Влияние термической обработки на плотность и разбухание древесины бука лесного (<i>Fagus sylvatica L.</i>)</i> | 154 |
| Шуханьова И., Горбачева Г.А. | <i>Влагопоглощение термомодифицированной древесины бука лесного (<i>Fagus sylvatica L.</i>)</i> | 159 |
| Шарапов Е.С., Торопов А.С., Чернов В.Ю. | <i>Результаты экспериментальных исследований свойств древесины круглых лесоматериалов по радиусу ствола</i> | 162 |
| Попов В.М., Шендриков М.А., Латынин А.В., Посметьев В.В., Иванов А.В. | <i>Моделирование процесса склеивания древесины электрообработанным клеем</i> | 168 |
| Амалицкий В.В., Полосухин К.А. | <i>Влияние заточки по боковой грани на качество заточки твердосплавной круглой пилы</i> | 172 |
| Математическое моделирование | | |
| Дорошенко В.А., Друк Л.В., Усачев М.С. | <i>Формирование системы нечеткого логического вывода для синтеза распределенных систем управления</i> | 175 |
| Дорошенко В.А., Друк Л.В., Усачев М.С. | <i>Структурная модель синтеза технологической структуры распределенной системы управления</i> | 180 |
| Гоголев А.В. | <i>Оптимизационная математическая модель задачи оперативного управления изготовлением корпусной мебели в гибкой производственной системе (ГПС) единичного и мелкосерийного производства</i> | 184 |
| Гоголев А.В. | <i>Оптимизация оперативного управления изготовлением корпусной мебели в гибкой производственной системе (ГПС) единичного и мелкосерийного производства</i> | 188 |
| Экономика | | |
| Хунагова Р.А., Хуажев О.З. | <i>Экономические тенденции регионального развития лесного сектора экономики Краснодарского края</i> | 192 |
| Кислухина И.А. | <i>Исследование государственной политики в сфере лесных отношений, сформировавшейся в результате принятия нового Лесного кодекса РФ</i> | 196 |
| Забродская Н.Г. | <i>Стратегия и критерий эффективного устойчивого развития компаний, корпораций, регионов, социально ориентированного государства</i> | 205 |
| Русский язык и литература | | |
| Щербаков С.А. | <i>Образ леса-дома в лирике Сергея Клычкова</i> | 215 |
| | <i>100 лет со дня рождения профессора Борис Абрамовича Таубера (1912 – 1991)</i> | 222 |

СОВРЕМЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТИПОЛОГИИ ВЫРУБОК ДЛЯ ЛЕСНОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ

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

tibukov_av@mail.ru

Учение о типах вырубок, как и учение о типах леса, возникло в России. Типология вырубок, разработанная академиком И.С. Мелеховым, имеет более чем полувековую историю [7]. В лесоводственно-биогеоценотическом и лесоводственно-географическом плане становление и развитие типологии вырубок следует рассматривать как очередной этап глубоких исследований процессов возобновления и формирования леса после рубки [6, 8, 9, 11]. И.С. Мелехов рассматривал и лес, и вырубку как природное единство или биогеоценоз, в котором растительность, фауна и микроорганизмы, почва и атмосферные факторы находятся в тесном взаимодействии [8, 7]. В связи с огромной важностью начального этапа становления лесной растительности в нашей стране широко осуществляется комплексное изучение природы вырубок, ее влияния на возобновление и дальнейшее формирование насаждений [8, 10, 15]. Значительное внимание при этом уделяется изучению живого напочвенного покрова, его индикаторной и эдификаторной роли в различных экологических условиях. Живой напочвенный покров на площадях сплошных рубок является наиболее наглядным внешним показателем почвенно-климатических условий и представляет собой результат взаимодействия всех факторов среды [7]. По мнению И.С. Мелехова, «в растительном покрове необходимо выделять такие явления, происходящие после рубки, которые, наглядно отражая определенный этап в изменении экологических условий, имеют наибольшее значение для практики...» [8, с.101].

Так, разные виды напочвенного покрова неодинаково влияют на лесорастительные условия сплошных вырубок. Например, большинство видов вейника создают сильное задернение поверхности почвы после сплошных рубок, затрудняющее возобновление хвойных пород, а иван-чай узколистый

способствует образованию благоприятных условий для лесовозобновления. Заросли последнего образуют благоприятные микроклиматические условия для появления всходов, роста самосева и подроста, а отмершая надземная часть иван-чая, быстро разлагаясь, улучшает структуру почвы.

Одним из важнейших индикаторов заболачивания почвы является сфагновый мох, который в то же время служит эдификатором лесорастительных условий, т.е. способствует прогрессивному заболачиванию. Следовательно, преобладающие виды живого напочвенного покрова являются одновременно индикаторами и эдификаторами лесорастительных условий на площадях сплошных рубок. Поэтому И.С. Мелехов рекомендовал называть типы вырубок по преобладающему виду живого напочвенного покрова, при этом название типа вырубки отражает не только растительный покров, но и все остальные компоненты биогеоценоза: животные и микроорганизмы, почва и микроклимат, взаимосвязанные между собой и влияющие друг на друга.

Известно, что для успешного возобновления леса необходимы две группы условий: наличие благоприятных экологических условий для появления всходов, роста и развития подроста и наличие достаточного количества высококачественных семян. На вырубках с благоприятными условиями при различном количестве источников обсеменения возможен целый спектр возобновления – от полноценного до недостаточного. Поэтому на вырубках одного и того же типа могут образовываться разные типы возобновления и типы формирования леса.

Типология вырубок является, прежде всего, современной научной и практической основой лесовозобновления. Это можно продемонстрировать на примере, который приводил И.С. Мелехов при чтении лекций по

лесоводству студентам лесохозяйственного факультета. В качестве объекта исследований служил бор брусничный (по В.Н. Сукачеву) или бор свежий (по П.С. Погребняку), расположенный в северной тайге европейской части России. На этом объекте были изучены лесорастительные условия и возобновление под пологом леса, на вырубке без воздействия огня и на вырубке, пройденной палом. На этих трех участках один и тот же тип лесорастительных условий – А₂. В соответствии со схемой формирования типов рубок после сплошной рубки в сосняке брусничном в северной и средней тайге европейской части нашей страны образуется луговиковый тип рубки, а при воздействии низового пожара – кипрейно-паловый тип [9].

На рубках луговикового типа луговик извилистый (*Deschampsia flexuosa*) как эдификатор среды создает сильное задернение почвы, способствует образованию мощного слоя подстилки и тем самым формирует неблагоприятные условия для возобновления сосны.

На рубках кипрейно-палового типа иван-чай узколистный (*Chamerion angustifolium*) не создает заметного задернения, опад из отмерших частей растения хорошо разлагается, тем самым повышая плодородие почвы. Условия для возобновления сосны на таких участках создаются благоприятные.

Следовательно, лесорастительные условия для возобновления сосны на всех трех участках – под пологом леса, на вырубке без воздействия огня и на вырубке, пройденной низовым пожаром – неодинаковы, хотя по классификации П.С. Погребняка на этих участках один и тот же тип леса. Согласно классификации И.С. Мелехова, как было отмечено выше, после сплошной рубки формируются луговиковый и кипрейно-паловый типы рубок с противоположными условиями для возобновления главной породы. Дальнейший рост и развитие подроста сосны напрямую зависит от влияния живого напочвенного покрова рубки: луговик действует угнетающе на жизненное состояние сосны, увеличение количества соснового подроста замедлено; кипрей не оказывает негативного влияния на

сосну, за исключением очень обильного проективного покрытия, предохраняет всходы и самосев сосны от заморозков. Таким образом, дальнейшее формирование насаждения происходит по-разному и в различные сроки.

Теоретическое значение типологии рубок как научной основы лесовосстановления состоит прежде всего в том, что это учение позволяет более корректно (по сравнению с типологией П.С. Погребняка) устанавливать тип лесорастительных условий на площадях сплошных рубок.

Практическое значение типологии рубок состоит в том, что, зная возможные изменения экологических условий формирования того или иного типа рубки после сплошной рубки в исходном типе леса и последующие этапы возобновления леса, можно намечать оптимальные или хозяйственно целесообразные решения по лесовосстановлению. В частности, если на месте сосняка брусничного после рубки формируется луговиковый тип рубки, то необходимо планировать лесные культуры, а при прохождении низового пожара после рубки можно рассчитывать на естественное возобновление главной породы.

Типология рубок представляет научный и практический интерес и при разработке лесоводственно-экологических требований к работе лесозаготовительных машин на лесосеках без подроста. Методический подход к обоснованию критериев такой оценки работы техники при сплошных рубках основан на использовании показателей состояния лесной экосистемы с учетом мозаичности растительного покрова. Особое значение для установления критериев имеют входные показатели – степень минерализации и плотность верхнего слоя почвы, существенно влияющие на выходные данные экосистемы: типы рубок, начальный и последующие этапы формирования типов леса.

При проведении сплошных рубок на лесосеках без подроста, отнесенных к участкам с последующим способом возобновления, следует допускать образование фрагментов типов рубок с благоприятными условиями для возобновления и формирования парцелл растительных сообществ с преобладанием глав-

ной породы таких размеров и встречаемости по площади, которые позволили бы обеспечить необходимую встречаемость самосева и подростка для полноценного и своевременного восстановления леса на вырубке [9]. А.И. Бузыкин и Л.С. Пшеничникова [1] относят аналогичные парцеллы к микросистемам с «откликающимися» хорошей возобновляемостью и ростом поселившегося самосева.

Формализовать лесоводственно-экологические требования к работе лесозаготовительной техники на лесосеках без подростка труднее, чем в насаждениях с подростом [15,16]. Сложность решения этой задачи состоит в том, что мы имеем дело не с реальным (до рубки), а с будущим (последующим) возобновлением леса, которое прогнозируется сразу же после рубки с определенной достоверностью. Прогноз основан на состоянии лесорастительных условий фрагментов вырубки, формировании в них парцелл растительных сообществ при достаточном количестве источников семян. Поэтому для объективной оценки работы лесозаготовительной техники необходимы строго научные данные о характере повреждения почвенного покрова в разных эколого-географических условиях в связи с применением различных машин и технологий, о природе типов вырубок и развитии парцелл, об их влиянии на появление всходов и формировании самосева и подростка.

Такие сведения по ряду регионов имеются и могут быть использованы в практике лесоводственно-экологической экспертизы работы лесозаготовительных машин, но иногда возникают затруднения в определении и выделении фрагментов вырубок и парцелл с разным состоянием экологических условий. Это связано с отсутствием приборов для установления плотности почвы в полевых условиях, определения возможной степени ее задернения, т.е. получение непосредственной информации. В таких случаях для определения экологического состояния фрагментов вырубок или парцелл в качестве прищепок могут быть использованы экспериментальные или научные сведения из литературных и других источников, касающихся элементов лесосек и вырубок с благоприятными или

неблагоприятными условиями для возобновления леса. Например, в ельнике черничном свежем и близком к нему ельнике кисличном зоны смешанных лесов Русской равнины после сплошной рубки всю поверхность вырубок следует отнести к неблагоприятной для возобновления главной породы из-за сильного задернения ситником и вейником как на поврежденной, так и на неповрежденной почве [14, 15]. В сосняке брусничном и близких к нему по экологическим условиям типах леса средней и южной тайги Сибири поврежденная поверхность почвы за исключением магистральных волоков, погрузочной площадки и лесовозных усов, в связи с незначительным задернением, сравнительно благоприятна для возобновления главной породы [13].

При определении размера главного пользования (рубки спелых и перестойных лесных насаждениях) не учитывается безлесный этап после сплошной рубки – тип вырубки. На это впервые обратил внимание проф. А.В. Вагин. Без учета безлесного этапа после рубки невозможно с достаточной определенностью прогнозировать динамику леса и, следовательно, объективно определить размер главного пользования лесом. Типология вырубок позволяет достаточно корректно решить такую сложную проблему. Для этого необходимо использовать региональные схемы формирования типов вырубок, разработанные на научно-методическом подходе акад. И.С.Мелехова [7].

Наиболее эффективны мероприятия по сохранению и восстановлению дикорастущих ягодников брусники и черники в тех случаях, когда они планируются и осуществляются не только с учетом типа леса, но и формирующихся типов вырубок. При оценке пожарной опасности на вырубках используется критерий горимости всего диапазона типов вырубок определенных природных зон. В последнее время теоретическая и практическая значимость типологии вырубок возрастает в связи с задачами возобновления леса на гарях, механизации лесокультурных работ, выбора лесозаготовительной техники и технологии лесосечных работ, таксации вырубок, их сельскохозяйственного освоения и т.д.

Для теории и практики лесного хозяйства имеют важное значение географические аспекты типологии вырубок. К настоящему времени разработан ряд региональных схем формирования типов вырубок в связи с исходными типами леса для европейской части России [9, 11, 19], Урала [2, 3, 4, 15], Западной [5, 13] и Восточной Сибири [10, 17, 18] и Дальнего Востока [6, 12, 16]. Такие схемы являются современной научной и практической основой лесовосстановления. Значительно возросла изученность типов вырубок, в т.ч. образованных после работы агрегатной лесозаготовительной техники [15, 17]. Для отдельных регионов достоверно установлена причинно-следственная связь между степенью воздействия лесозаготовительной техники на компоненты лесного биогеоценоза (подрост, почву, живой напочвенный покров) и формирующимся типом вырубки.

Типология вырубок позволяет при проведении лесовосстановительных мероприятий своевременно использовать положительные и свести к минимуму отрицательные последствия рубок. Таким образом, учение о типах вырубок И.С.Мелехова направлено на поддержание и повышение устойчивости лесов, которую Г.Ф. Морозов считал «верховным» принципом лесоводства [8]. И в свою очередь, типология вырубок является лесоводственной основой устойчивого ведения лесного хозяйства.

Библиографический список

1. Бузыкин, А.И. Дифференциация микроэкологических условий почвенного субстрата леса / А.И. Бузыкин, Л.С. Пшеничникова // Формирование лесных экосистем в условиях интенсивной лесозаготовки. – Новосибирск: «Наука», сибирское предприятие РАН, 1998. – С. 103–109.
2. Зубарева, Р.С. Типологическая классификация вырубок темнохвойной тайги Среднего Урала / Р.С. Зубарева // Лесной журнал. – 1961. – № 5. – С. 32–35.
3. Кожухов, Н.И. Формирование кипрейных вырубков в ельниках Среднего Урала / Н.И. Кожухов // Повышение продуктивности лесов. – М.:МЛТИ, 1968. – Вып. 23. – С. 156–160.
4. Корконосова, Л.И. Вейниковые рубки севера Пермской области / Л.И. Корконосова, Н.И. Кожухов // Некоторые вопросы типологии леса и вырубок. – Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1972. – С. 104–107.
5. Крылов, Г.В. Лесовосстановительные процессы в таежной зоне Западной Сибири / Г.В. Крылов, В.П. Демиденко // Всесоюзная научная конференция «Проблемы лесовосстановления»: тезисы докладов пленарного заседания и секции естественного возобновления. – М., 1974. – С. 37–39.
6. Манько, Ю.И. Типы вырубков в пихтово-еловых лесах Сихотэ-Алиня / Ю.И. Манько // Лесной журнал. – 1969. – № 2. – С. 168–169.
7. Мелехов, И.С. О теоретических основах типологии вырубков / И.С. Мелехов // Лесной журнал. – 1958. – № 6. – С. 164–173.
8. Мелехов, И.С. Лесоводство: учебник, 3-е изд., испр. и доп. / И.С. Мелехов. – М.: МГУЛ, 2005. – 324 с.
9. Мелехов, И.С. Руководство по изучению концентрированных вырубков / И.С. Мелехов, Л.И. Корконосова, В.Г. Чертовской. – М.: Наука, 1965. – 180 с.
10. Михеев, Н.И. Типы сосновых вырубков Западного Приангарья / Н.И. Михеев // Лесное хозяйство. – 1965. – № 9. – С. 21–24.
11. Нилов, В.Н. Типы вырубков южнотаежных лесов Вологодской области / В.Н. Нилов // Некоторые вопросы типологии леса и вырубков. – Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1972. – С. 133–170.
12. Обыденников, В.И. Типы вырубков в лесах западных склонов Буреинского хребта / В.И. Обыденников // Лесное хозяйство. – 1970. – № 8. – С. 18–21.
13. Обыденников, В.И. Типы вырубков и возобновление в северотаежных сосняках Западной Сибири / В.И. Обыденников // Повышение продуктивности лесов и улучшение ведения лесного хозяйства: науч. тр. МЛТИ. – М.1981. – Вып. 120. – С. 22–27.
14. Обыденников, В.И. Географические особенности последствий сплошных рубок с использованием агрегатной техники / В.И. Обыденников // Лесное хозяйство. – 1996. – № 5. – С. 20–22.
15. Обыденников, В.И. Методический подход к лесоводственно-экологической оценке работы лесозаготовительных машин при сплошных рубках / В.И. Обыденников // Лесоведение. – 2003. – № 3. – С. 41–45.
16. Обыденников, В.И. Типы вырубков и возобновление леса / В.И. Обыденников, Н.И. Кожухов. – М.: Лесная промышленность, 1977. – 176 с.
17. Обыденников, В.И. Последствия использования агрегатной техники в сосняках Забайкалья / В.И. Обыденников, Л.Н. Рожин // Лесной журнал. – 1995. – № 2–3. – С. 7–11.
18. Рылков, В.Ф. Основные типы вырубков в Забайкалье (временное руководство) / В.Ф. Рылков. – Чита, 1982. – 9 с.
19. Чертовской, В.Г. Долгомошные рубки, их образование и облесение / В.Г. Чертовской. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 135 с.

ПРОИСХОЖДЕНИЕ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, СИСТЕМАТИКА И НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ СЕЛЕКЦИИ *PINUS SYLVESTRIS* L.

Н.В. ЛАУР, доц. каф. лесного хозяйства ПетрГУ, канд. с.-х. наук,
А.П. ЦАРЕВ, проф. каф. лесного хозяйства ПетрГУ, д-р с.-х. наук,

laur@psu.karelia.ru; tsarev@psu.karelia.ru

Сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L. Свиду ее широкой распространенности и огромном значении привлекала интерес бесчисленного количества исследователей. Она имеет множество местных и ряд латинских синонимических наименований. Среди них можно отметить следующие.

Латинские синонимы: *Pinus densiflora* f. *sylvestriformis* Taken. *Pinus hamata* (Steven) Sosn. *Pinus sylvestris* var. *lapponica* и др.

Обычные и местные наименования в разных странах: Scots pine (Великобритания), Бел бор (Болгария), Gemeine Kiefer, Weisskiefer (Германия), skovfyr (Дания), furu (Норвегия), Sosna zwyczajna (Польша), белы бор (Сербия), Scotch pine (США), Сосна звычайна (Украина), mänty (Финляндия), pin sylvestre (Франция), tall (Швеция).

Торговые наименования: Сосна, Softwood, Nadelholz, Kiefernholz, Deal, Redwood, Red deal, Yellow deal, Scots pine, Swedisch redwood и др.

Происхождение

В своей капитальной сводке опубликованных палеоботанических и палеогеографических данных (в том числе русских и советских исследователей: Т.Н. Байковской, Н.А. Болховитиной, Л.И. Буданцева, Е.В. Вульфа, Л.В. Голубевой, М.Г. Горбунова, Б.Ф. Добрынина, П.И. Дорофеева, Е.Д. Заклинской, В.В. Зауэр, Н. Кара-Мурза., М.Н. Караваева, Н.И. Катц, Б.П. Колесникова, В.С. Корниловой, А.Н. Криштофовича, Н.И. Кузнецова, В.П. Малеева, М.Ф. Нейбурга, М.И. Нейштадта, И.В. Палибина, Н.И. Свешниковой, М.А. Седовой, В.Н. Сукачева, С.П. Сулова, А.Л. Тахтаджяна, Б.А. Тихомирова, А.А. Чигуряевой, И.А. Шилкиной, О.Н. Щекиной и др.) по соснам Н.К. Мирон [8] отмечает, что представители этого рода достоверно обитали в Юрском периоде (ис-

копаемые останки были найдены в восточной Сибири, Приморском крае, на острове Шпицберген, на французском побережье пролива Ла-Манш и на севере Франции, и, возможно, в штате Орегон США). Более ранние находки требуют дополнительного исследования и подтверждения.

В меловом периоде род *Pinus* разделился на два подрода (*Diploxylon* и *Haploxylon*) и широко заселил Северное полушарие. Сосны мелового, как и последовавшего за ним третичного периода, населяли в основном северные регионы полусферы земли, но уже в это время начали мигрировать на юг и более плотно заселять северные широты.

Ископаемые остатки *P. sylvestris* отмечены лишь в плиоценовых отложениях третичного периода на юге Европы, но не обнаружены в третичных отложениях на территории современного ареала сосны обыкновенной на севере Европы, Западной и Центральной Сибири и на северо-востоке Азии (Л.Ф. Правдин, 1964).

Четвертичное оледенение погубило все виды сосен, проживавших на данной территории, но часть из них сохранилась в отдельных местах-убежищах (рефугиумах). Отсюда они заселяли территории, освободившиеся ото льда в постгляциальный период. Пионерами такого заселения в Америке были *P. banksiana* (и в меньшей степени *P. strobus* и *P. resinosa*) на востоке и *P. contorta* на западе. В Старом Свете пионерным видом в постгляциальный период была *P. sylvestris* (и в отдельных местах *P. sibirica*) – [8].

Современный ареал

Многими исследователями отмечено, что на развитие современного ареала сосны обыкновенной решающее влияние оказал ледниковый период. Основываясь на работе Френцеля (Frenzel), Л.Ф. Правдин пишет, что

лесная растительность северной Евразии в период максимального оледенения сохранялась в небольших рефугиумах юга Европы, Карпат, Средней России, Среднего и Южного Урала, в Казахской горной области и Средней Сибири. При этом названные рефугиумы между Карпатами на западе и Средней Сибирью на востоке не представляли собой обширных лесов, а лишь группы изолированных небольших рощ в пределах, захвативших все пространство тундры и холодной степи. Отмечается, что даже среднесибирская лесная область была пронизана степями и тундрами.

Frenzel, 1960 (цит. по Л.Ф. Правдину, 1964) дает следующий расчет времени происхождения сосны обыкновенной. Максимум последнего ледникового периода был за 18 тыс. лет до нашего летоисчисления. Вплоть до позднегляциального периода существовали чрезвычайно суровые климатические условия. Максимум постгляциального теплого периода был за 4 тыс. лет. То есть на протяжении 14 тыс. лет лесная растительность продвигалась очень медленно и только за последние 4–6 тыс. лет, с началом быстрого распада ледника, захватила занятую во время постгляциального периода область. Следовательно, если восстановление леса происходило от многочисленных, но большей частью малых рефугиумов, то в пределах такого небольшого времени происходило полное восстановление типов растительности и типов ландшафтов в северной Евразии. Эти расчеты показывают, что возраст современного ареала сосны обыкновенной может исчисляться периодом в 4–6 тыс. лет.

При этом многочисленные рефугиумы сосны в ледниковый период можно объединить по сходству в две большие группы: западную и восточную. Развитие сосны в этих очагах протекало независимо, под влиянием факторов внешней среды и естественного отбора. Специфическими для каждого названного очага были на западе – более влажный и теплый морской климат, на востоке – континентальный и более засушливый. Кроме того, на расселение сосны из названных двух очагов на территории Сибири оказывала влияние

и вечная мерзлота. Нельзя также упускать из виду, что миграция сосны обыкновенной на ее новые рубежи, как и возвращение на прежние местообитания, происходила неоднократно и носила волнообразный характер.

Как пишет Л.Ф. Правдин (1964), современный ареал сосны обыкновенной на евразийском материке простирается от 70 до 37° с. ш. и от 7° з. д. до 126° в. д. Ссылаясь на Биркенгофа, он отмечает, что северная граница ареала начинается от северо-западного побережья Норвегии (Порсангер–Фьорд, 70°20' с. ш.) и проходит на восток по 69-й параллели до Белого моря у Мурманска. Далее граница идет параллельно берегу моря, постепенно спускаясь к полярному кругу, идет вдоль него, отклоняясь то вверх, то вниз, выходит к устью реки Печоры немного южнее Нарьян-Мара и пересекает Урал на широте полярного круга. Реку Обь граница пересекает на 66° с. ш. Водораздел между бассейнами рек Оби и Енисея граница ареала пересекает на 66–67° с. ш.; далее, пересекая реку Пур и Таз на широте полярного круга, поднимается к северу, пересекая Енисей на 69° с. ш. И далее у реки Пясины выходит на 70° с. ш. На этой широте сосна достигает крайней северной границы и далее идет на восток, пересекая реки Оленек и Лену примерно на этой широте, значительно севернее с. Жиганска доходит до южных склонов Верхоянского хребта и спускается далее на юг, охватывая весь бассейн р. Алдан, выходя к Охотскому морю на 60° с. ш. По долине р. Амгунь граница выходит на р. Зею, откуда идет на юго-запад.

Южную границу ареала составляют изолированные между собой острова сосновых лесов, которые заходят в северную Монголию. Здесь граница ареала выходит на р. Онон по 50° с. ш. и идет далее на Запад, в Забайкалье. Спускаясь южнее этой широты, граница сосны выходит в истоки рек Большого и Малого Енисея (Балгазикский бор, севернее хребта Танну-Ола).

Далее на запад южная граница сосны выходит на р. Бухтарму (Восточно-Казахстанская обл.), охватывает островные сосновые леса в Казахстане по линии Семипалатинск, Каракалинск, южнее Кокчетав,

Кустаная и далее на Южный Урал к Челябинску, по 52° с. ш. Дальше граница переходит в европейскую часть России по направлению к Стерлитамаку и Бузулуку, к Жигулям и вдоль Волги к Саратову, на юг Воронежской области (Хреновской бор – самый южный естественный бор России), к г. Славянску (Украина), несколько южнее Днепропетровска, направляясь на запад примерно по 48°40' с. ш. До среднего Буга у Каменец-Подольска. Далее граница идет по северному склону Подольской нагорной равнины, по Карпатам, заходит в Болгарию, Македонию, Сербию и Далмацию, идет до Венеции, Ломбардских и Лигурских Аппенин, спускаясь до 44° с. ш. По приморским Альпам граница доходит до Оверни, на Пиренеи до Каталонии, где сосна встречается в виде отдельных насаждений в горах Арагонии и Валенсии, достигая на западе предельного распространения в Сьерра-Неваде, на 37° с. ш.

Западная граница ареала идет от Сьерра-Невады на север, примерно по 10° в. д., через Антильские горы и провинцию Леон, проходит в Шотландию и далее идет в северо-западную Норвегию по западному побережью Скандинавского полуострова, поднимаясь до 70° с. ш.

Кроме того, необходимо отметить местонахождения сосны обыкновенной на Кавказе, в Крыму, Малой Азии и в Иране, а также изолированные островные боры и отдельные деревья, часто заходящие за линию границ главным образом по песчаным наносам в поймах рек.

Характерными для юга России, Украины и Казахстана островными борами являются боры меловой сосны, Хреновской бор, Бузулукский бор, Притобольские боры, островные боры Северного Казахстана (Казахский мелкосопочник), ленточные боры Алтайского края среди Кулундинских степей, ленточные Минусинские боры среди степей Минусинской впадины, Балгазикский бор в степях Тувы, Ононский бор в Агинских степях Читинской области и др. К изолированным местообитаниям сосны обыкновенной относятся ее местонахождения в Крыму и на Кавказе. Сосна, произрастающая изолирован-

ными участками в горных районах Восточной Сибири и Забайкалья на южных склонах, имеет также островной характер распространения среди лиственничной и сосны кедровой тайги.

Крайние пункты местонахождений сосны обыкновенной отстоят на 133° по долготе и более 30° по широте. В горных районах сосна достигает больших абсолютных высот: на Кавказе и в Испании поднимается до 2100 м над ур. моря, в Швейцарских Альпах – до 1800 – 1950 м, в Карпатах, на Высоких Татрах отдельные экземпляры встречаются на высоте 1465 м, в Вогезах – 1200 м, в Южной Норвегии – 940 м, в горах Кркношу – 800 м, в Красных Горах – 600 м, в Швеции и Финляндии – 300 – 250 м, на Кольском полуострове 250 м, на крайних северных границах распространения 200 – 225 м. В средней и южной части Восточной Сибири сосна поднимается в горы до 800 – 1000 м над ур. моря.

Систематика и подвиды

Систематика рода *Pinus* несмотря на более чем 250-летнюю историю исследований филогении сосен еще не получила всеобщего признания. Многие исследователи, используя известные результаты таксономии, придерживаются того мнения, что род *Pinus* делится на два подрода: *Haploxyylon*, или *Strobus*, и *Diploxyylon*, или *Pinus*. Обычное их название «мягкие» («белые») и «твердые» сосны соответственно. Это деление базируется на наличии в листьях одного или двух проводящих пучков. В подроде *Haploxyylon* почти все виды имеют по 5 хвоинок, а в подроде *Diploxyylon* виды имеют 2, 3 или 5 хвоинок в пучке. Кроме того, выделяют группу сосен *Dusamporinus*, к которой принадлежит один вид, а именно *Pinus krempfii*. (R. D. Burdon, 2002; K. Klinka, 2002; и др.).

Однако сказать, что указанное подразделение рода принимается всеми исследователями, нельзя. Анализ систематики рода *Pinus*, проведенные разными авторами, показывают, что такой крупный (более 110 видов), довольно древний (ископаемые останки разных видов рода найдены в Юрском, Меловом и Третичном периоде) и широко распростра-

ненный (Евразия, Северная Океания, Северная и Центральная Америка, Северная Африка) род требует длительных и разнообразных исследований для построения его естественной эволюционной системы (Л. Ф. Правдин, 1964; N. T. Mirov, 1967; R. A. Price a. o., 1998; A. Farjon, 2005 и др.).

Указанные авторы, анализируя работы предшественников (Linneaus, 1753; Dugamel du Monceau, 1755; Endlicher, 1847; Engellmann, 1880; Mayr, 1890; Koehne, 1893; Shaw, 1914; Pilger, 1926; Novak, 1930; Duffild, 1952; Gaussen, 1955; Little&Critchfield, 1969; Van der Burgh, 1973 и др.), сопоставляя ранее предложенные системы и сверяя их с новыми данными, дискутируя друг с другом в отношении используемых методов и полученных результатов, каждый раз все более уточняли имеющиеся до них системы и приводили их во все большей мере к естественному виду.

И если первая классификация, опубликованная К. Линнеем в 1753 г., включала всего 5 сосен: *Pinus sylvestris* L., *P. pinea* L., *P. taeda* L., *P. cembra* L. и *P. strobus* L., то в последующих классификациях число видов увеличивалось весьма значительно (максимальное число видов – 152 – выделил Розл (Roehl, 1857, цит. по N. T. Mirov, 1967). Последняя по времени опубликования филогенетическая система рода *Pinus* предложена Aljos Farjon (2005).

Представленная схема, как это уже было ранее (R. A. Price a. o., 1998), делит род Сосна на два подрода, называемых теперь не *Haploxylon* и *Diploxylon*, а, соответственно, *Strobus* и *Pinus*, каждый из которых содержит по две секции. Секции, в свою очередь, делятся на подсекции (всего 12 и одна группа). В подроде *Strobus* выделены секции *Parrya* с четырьмя подсекциями (*Nelsoniae* – 1 вид, *Balfouriana* – 3 вида, *Rzhedowskiana* – 3 вида и *Cembroides* – 6 видов) и *Quinquefolius* с тремя подсекциями (*Strobi* – 21 вид, *Gerardiana* – 3 вида и *Krempfiana* – 1 вид). Всего в подроде включено 38 видов. В подроде *Pinus* выделены секции *Pinus* с двумя подсекциями ((*Pinaster* – 9 (включая, вероятно, ошибочно пропущенную *P. pinaster*) и *Pinus* – 17 видов)) и *Trifolius* с тремя подсекциями (*Contortae* – 4

вида, *Ponderosae* – 14 видов и *Australes* – 22 вида) и одной неформальной группой «сосен с закрытыми шишками» из 4 видов. Таким образом, в подроде включено 70 видов. А всего в систему А. Фарiona (A. Farjon) включено 108 видов. Большинство из них североамериканского происхождения. При этом многие виды (*pallasiana*, *sosnovski*, *eldarica*, *pityusa* и др.), фигурирующие в сводках наших отечественных исследователей, здесь по тем или иным мотивам опущены.

В соответствии с системой А. Фарiona сосна обыкновенная *Pinus sylvestris* L. относится к подсекции *Pinus* секции *Pinus* подрода *Pinus*.

Разными исследователями у сосны обыкновенной выделяется разное число подвидов. Наиболее обстоятельная работа в этом отношении проведена Л.Ф. Правдиным (1964). Им выделено 5 подвидов, или географических рас сосны обыкновенной: сосна обыкновенная лесная, сосна крючковатая, сосна лапландская, сосна сибирская и сосна степная. Этой классификации придерживался и А.В. Побединский (1979). Внутри каждого подвида выделяются климатические экотипы и почвенные или эдафические экотипы, например, сосна меловая и сосна болотная.

Полиморфизм и селекция

Сосна обыкновенная является очень полиморфным видом. Из большого количества форм, описанных Л.Ф. Правдиным (1964), 31 выделены по форме кроны и ствола, 9 – по строению корки, 21 – по размерам и окраске хвои, 12 – по окраске стробилов и строению шишек, 3 – по качеству древесины и 5 – по цвету семян. Дальнейшие уточнения формового разнообразия показаны П.И. Молотковым и И.Н. Патлаем (P.I. Molotkov, I.N. Patlaj, 1991).

Однако эти классификации не исчерпывают всего многообразия форм сосны обыкновенной. Каждый древостой состоит из множества деревьев, различающихся морфологическими, анатомическими, физиологическими и другими признаками. Среди них встречаются формы, обладающие ценными

свойствами, которые могут стать объектом отбора.

Долгое время селекция сосны обыкновенной развивалась по пути отбора плюсовых деревьев без их генетической оценки. Выяснилось, что далеко не все плюсовые деревья передают хозяйственно ценные признаки потомству. Это объясняется очень высоким уровнем гетерозиготности по количественным признакам, а также тем, что сами эти признаки находятся под сильным влиянием окружающей среды.

И хотя создание продуктивных насаждений посадочным материалом, выращенным из семян, полученных на лесосеменных плантациях, где сосредоточены клоны плюсовых деревьев, остается главным направлением разведения сосны обыкновенной, требуются исследования по оценке плюсовых деревьев, испытанных по потомству.

Обнадеживающие результаты получены при отборе лучших популяций.

Интересные результаты получены также при межвидовой и внутривидовой гибридизации. Опыты с сосной проводились в разных странах, начиная с 1927 г. Их результаты оказались противоречивы. Однако исследования, выполненные в США, показали, что наиболее успешными быстрорастущими комбинациями сосны об. являются следующие гибриды:

- (*P. densiflora* × *P. sylvestris*) ×
× (*P. densiflora* × *P. sylvestris*),
- *P. densiflora* × (*P. densiflora* × *P. sylvestris*),
- (*P. densiflora* × *P. sylvestris*) × *P. densiflora*,
- *P. sylvestris* × (*P. densiflora* × *P. sylvestris*).

Сложное скрещивание гибридов первого поколения с родительскими формами: сосна обыкновенная × (*сосна густоцветная* × *сосна обыкновенная*) дало потомство, которое в культурах на 10–15 % по высоте превышало родителей (П.И. Молотков, И.Н. Патлай, 1990, G. Kosinski, 1991).

Высокий эффект получен также на Камышинском опорном пункте (Г.П. Озолин и др., 1978). Отмечено, что гибрид (*сосна обыкновенная* × *сосна крымская*) достиг в 18-летнем возрасте 9,7 м, в то время как у *сосны обыкновенной* высота была равна 8,2 м.

На Украине выявлены географические формы, которые при скрещивании между собой или с местными плюсовыми деревьями в потомстве проявляют гетерозис. К ним относятся полоцкие, брянские, тамбовские, саратовские, украинские экотипы. Хорошо выраженный гетерозис проявило потомство от скрещивания полоцкого и саратовского экотипов. При скрещивании внутри вида иногда появляются перспективные комбинации по качеству древесины, засухоустойчивости, повышению смолопродуктивности, жизнестойкости и иммунитета.

Не рекомендуется скрещивать слишком отдаленные по происхождению климатипы.

Для получения хозяйственно значимых форм проводились также исследования у сосны обыкновенной с использованием химических мутагенов и лучевого воздействия. Более интересные результаты получены при применении химических супермутагенов. Так, при воздействии на семена раствором этиленimina в концентрации 0,01 % получен мутант, обладающим ярко выраженным гетерозисом (П.И. Молотков, И.Н. Патлай, 1990).

Заключение

Сосна обыкновенная является одной из самых ценных основных лесобразующих пород России, СНГ и стран Западной Европы. В силу этого ей уделяется значительное внимание при исследовании происхождения, современного ареала и проведению селекционных работ с целью получения продуктивных, устойчивых и высокоценных форм.

В целом можно отметить следующие особенности современного ареала сосны обыкновенной: 1) по сравнению с ареалами других видов сосен, произрастающих как в Евразии, так и в Северной Америке, он является наиболее обширным; 2) он простирается в лесной, таежной, лесостепной и степной зонах, т. е. является интразональным; 3) наблюдается изолированное или островное произрастание сосны обыкновенной на юге.

Селекции сосны обыкновенной посвящено множество исследований. Сосна

обыкновенная является весьма полиморфным видом. Начиная с выявления влияния географического происхождения на рост и развитие ее семенного потомства, исследования показывали наличие значимых наследуемых различий у множества внутривидовых форм. Учет этих различий позволит более эффективно вести хозяйство на сосну. Однако ввиду сложности объекта результаты селекции сосны обыкновенной являются довольно скромными.

Более успешными оказались исследования климатипов и частично эдафотипов. Практическое использование формового разнообразия и искусственно полученных форм еще очень незначительно. Кроме того, как у всех перекрестно опыляющихся пород, для сосны обыкновенной важно разработать эффективные и экономичные методы вегетативного размножения. Это позволит значительно упростить внедрение отобранных ценных ее генотипов в практику.

В заключение можно отметить следующие мероприятия, необходимые для улучшения создаваемых насаждений:

- в каждом регионе должны культивироваться потомства деревьев, показавшие лучшие результаты по материалам испытаний;

- необходимо провести дальнейшие исследования для выявления как лучших материнских деревьев, так и лучших пар для создания плантаций более высоких порядков;

- поскольку такие исследования требуют больших затрат (отчуждение площадей, операционные затраты, содержание научного, инженерного и вспомогательного персонала, оборудование, материалы и др. расходы), без участия лесопромышленного комплекса в их покрытии получение значимых результатов не представляется возможным;

- интерес же к подобным работам у лесопромышленного комплекса может появиться только при создании экономических условий, при которых будет более выгодно заботиться о будущих поколениях людей и вести устойчивое хозяйство. К сожалению, избытка таких условий у нас в стране пока не наблюдается;

- в период до создания более благоприятных условий для развития генетико-селекционных исследований целесообразно было бы более рационально распорядиться тем богатством, которое имеется в распоряжении регионов;

- главное, что необходимо сделать – это сохранить выделенные объекты генетико-селекционного комплекса, а также более тщательно соблюдать рекомендации как имеющиеся в распоряжении регионов, так и изложенные в существующих работах по эксплуатации уже созданных лесосеменных плантаций первого порядка.

Библиографический список

1. Побединский, А.В. Сосна / А.В. Побединский. – М.: Лесная пром-сть, 1979. – 125 с.
2. Молотков, П.И. Стратегия селекции и семеноводства сосны обыкновенной / П.И. Молотков, И.Н. Патлай // Лесн. генетика, селекция и физиология древес. растений. – М., 1990, Доп. вып. – С. 9–16.
3. Озолин, Г.П. Селекция древесных пород для защитного лесоразведения / Г.П. Озолин, Г.Я. Матис, И.В. Калинина. – М.: Лесная пром-сть, 1978. – 153 с.
4. Burdon R. D. An introduction to Pines / R. D. Burdon // Pines of Silvicultural Importance – Compiled from Forestry Compendium, CAB International. – CABI Publishing: Printed and bound in the UK by Biddles Ltd, Guildford and King's Linn. – 2002. – P. x-xxi.
5. Farjon A. Pines – Drawings and Descriptions of the Genus *Pinus*. Second edition. Leiden-Boston: Brill, 2005. – 300 p., il.
6. Klinka K. *Pinus albicaulis* Engelm. / K. Klinka // Pines of Silvicultural Importance – Compiled from Forestry Compendium, CAB International. – CABI Publishing: Printed and bound in the UK by Biddles Ltd, Guildford and King's Linn. – 2002. – P. 1-9.
7. Kosinski G. Hybridization// *Genetics of Scots Pine/ Developments in Plant Genetics and Breeding 3*. Edited by M. Giertych and C. Matyas. Amsterdam: Elsevier, 1991. – P. 183–189.
8. Mirov N. T. The Genus *Pinus*. New York: The Ronald Press Company, 1967. – 602 p., il.
9. Molotkov P.I., Patlaj I.N. Systematic position within the genus *Pinus* and intraspecific taxonomy// *Genetics of Scots Pine/ Developments in Plant Genetics and Breeding 3*. Edited by M. Giertych and C. Matyas. Amsterdam: Elsevier, 1991. – P. 31–40.
10. Price R. A., Liston A., Strauss S. H. Phylogeny and systematic of *Pinus* // *Ecology and Biogeography of Pinus* / Edited by Richardson D. M. Cambridge University Press, 1998. – P. 49–68.

ПЛЮСОВЫЕ ДЕРЕВЬЯ И НАСАЖДЕНИЯ КАРЕЛИИ

Н.В. ЛАУР, доц. каф. лесного хозяйства ПетрГУ, канд. с.-х. наук

laur@psu.karelia.ru

Повышение продуктивности, качества и устойчивости лесов, усиление их средообразующих функций – важнейшие задачи научного и практического ведения лесного хозяйства. Одним из путей решения этих задач, наряду с учетом условий местопроизрастания и применением новых технологий, является использование наследственного компонента фенотипов лесных древесных растений при лесовосстановлении.

Согласно Лесному кодексу РФ, при воспроизводстве лесов должны использоваться улучшенные и сортовые семена лесных растений, а при отсутствии таковых – нормальные. Соответственно эффективность ведения лесного семеноводства определяется долей улучшенных семян в общем объеме семян лесных растений, используемых при воспроизводстве лесов. В РФ эффективность лесного семеноводства в течение последних десятилетий находится на крайне низком уровне. При воспроизводстве лесов практически не используют сортовые семена лесных растений, а доля улучшенных, заготовленных на лесосеменных объектах, составляет около 2,5 % (по мелкохвойным) от общего объема семян. В странах Европы данный показатель составляет в среднем 20 %, а в Скандинавских странах – до 90 % по основным лесобразующим породам.

От того, в какой степени деятельность по воспроизводству лесов обеспечена семенами с улучшенными наследственными свойствами, зависят показатели продуктивности, качество и устойчивость лесов будущего. Данная отрасль лесного хозяйства имеет стратегическое значение для РФ, поскольку, с учетом продолжительности роста основных лесобразующих пород, наследственные качества семян в значительной степени определяют полезные свойства создаваемых насаждений через 50–100 лет. Необходимо также отметить, что в результате недооценки этого направления развития лесного хозяйс-

тва в последние двадцать лет в ближайшие годы возможно резкое ухудшение обеспечения качественными семенами лесовосстановления. Речь может уже идти не о решении задач по повышению продуктивности, качества, устойчивости и средообразующих функций создаваемых лесных насаждений за счет использования улучшенных семян. В ряде регионов можно ожидать дефицит даже нормальных семян, необходимых для обеспечения искусственного лесовосстановления и лесоразведения.

В Республике Карелия в 70–80-е и в начале 90-х годов прошлого столетия был создан один из крупнейших в стране региональный лесной генетико-селекционный комплекс. К сожалению, негативные процессы деградации лесного семеноводства в стране не обошли и Карелию, и многое из ранее созданного приходит в упадок. В связи с этим становится актуальным обобщение наработанного опыта по созданию здесь лесного генетико-селекционного комплекса, анализ достоинств и недостатков проведенной работы и разработка прогнозных решений для его восстановления и развития. Данная статья посвящена истории лесной селекции и состоянию плюсовых деревьев и насаждений Карелии.

Краткая история и особенности создания объектов лесного генетического комплекса

Становление современной лесной генетики и селекции относят к началу XX века. Большое значение имели работы проф. Оппермана (Дания), пятидесятилетние опыты которого показали, что прямой или искривленный ствол, грубое или тонкое ветвление у бука и дуба – наследственны. К аналогичным выводам в отношении разных типов сосен пришел швейцарский профессор Бургер, посвятивший этому исследованию 20 лет. Профессор Денглер (Германия) на опыте десятилетних работ по скрещиванию сосен

различных типов и разного происхождения установил наследственные формы ствола и ветвления. В 1912 и 1913 гг. Цедербаум (Австрия) опубликовал данные о наличии наследственных типов ветвления у обычной сосны и дал представление об узко- и ширококронных типах у черной австрийской сосны. Опыты С. Ларсена, заложенные в 1930 г. (Дания), сделали существенный вклад в представление о наследственных вариациях у ели, лиственницы, ольхи и других древесных пород. Хейкинхеймо и М. Ларсен раскрыли генетическую природу одной из форм березы, имеющей ценную поделочную древесину. Исследования шведских ученых Нильсона-Эле, Сильвена, Йонсона, Андерсона и других дали многое для развития теории улучшения лесных пород и показали возможности ее применения. Б. Линдквист (Швеция) работал над вопросами наследственной обусловленности форм ствола и ветвления у различных древесных пород Швеции. В 1934–1935 г. он провел такое исследование в отношении сосны [10].

Анализ результатов перечисленных работ позволил выдвинуть следующее основное теоретическое положение, что некоторые с лесоводственной точки зрения наиболее важные признаки, такие как быстрый рост, форма ствола и ветвления, подчиняются наследственной изменчивости. Этим и воспользовалась практика.

В 1934 г. в Дании предложено создание лесосеменных садов (плантаций) с высадкой в них привитых саженцев лесных древесных пород.

В Швеции впервые начали проводить селекционную инвентаризацию лесов. Шведские леса эксплуатируются издавна и к первой половине 20-го столетия были значительно расстроены. Систематический выбор в прошлом наиболее ценной древесины привел к тому, что с течением времени среди лесных насаждений стали преобладать малоценные, состоящие из деревьев с незначительным приростом и плохими формами ствола и кроны. Неплановая рубка означала негативную селекцию, которая в ряде районов привела к вырождению лесов. В лесах по северо-западному побережью Балтийского моря стала

господствовать ширококронная сосна некоего среднего типа, лесоводственная ценность которого ниже средней для внутренних частей страны. Еще сильнее оказалось вырождение сосны в сельскохозяйственных районах южной и средней Швеции. У сосен стволы имели неправильную форму, кроны сильно ветвились, ветви грубые и искривленные. В связи с ограниченным применением еловой древесины вырождение ельников выражено в меньшей степени. При заготовке березы выбирались наиболее ценные формы, вследствие чего многие элитные формы березы были совершенно истреблены. Дуб также вырубался издавна, местами имелись признаки его вырождения. Известно, что большое значение для определения наследственных качеств искусственно разводимых лесов имеют семена. Сбор семян с «плохих» деревьев является первой опасностью, он приводит к размножению малоценных лесов. При создании лесных культур в Швеции в прошлом была допущена серьезная ошибка: при сборе семян не контролировалось качество материнских насаждений, шишки собирали в основном со свободно стоящих деревьев, которые обильно плодоносят. Использование такого семенного материала в еще большей степени, чем непродуманная рубка, явилось причиной вырождения сосновых насаждений. Именно это положение взято за основу при разработке мероприятий по восстановлению и улучшению лесов. В Швеции с 1940 г. начаты работы по селекционной инвентаризации лесов, отбору лучших – «плюсовых» деревьев, закладке лесосеменных плантаций, испытанию потомств плюсовых деревьев с целью отбора элитных деревьев-маточников. Именно в Швеции предложено классифицировать лесные насаждения на три группы, основным признаком которых являлась ценность их для заготовки семян: плюсовые, нормальные и минусовые. Здесь же впервые дано понятие «плюсового» и «элитного» дерева [10].

В Финляндии селекционная инвентаризация лесов начата в 1947 г. К 1960 г. было отобрано 2212 шт. плюсовых деревьев, в т. ч. сосны – 832 шт., ели – 432 шт., лиственницы – 238 шт., березы – 234 шт., ольхи – 43 шт., то-

поля – 140 шт. и др. хвойных пород – 212 шт.; др. лиственных пород – 81 дерево. К 1961 г. отобрано 2653 шт. плюсовых деревьев. К 1963 – 2931 шт. плюсовых деревьев и 2600 га плюсовых насаждений. К 2000 г. – 13,7 тыс. шт. плюсовых и элитных деревьев. В стране активно ведутся работы по гибридизации и сортоиспытанию, заложены лесосеменные плантации второго поколения [6].

В бывшей Чехословакии оценку проводили на основании «Директив для апробации лесных насаждений и отборных деревьев» (1966), классификация насаждений с 1971 г. входила в общий план лесоустройства, ее планировали закончить к 1980 г. Оценке подлежали все автохтонные насаждения старше 50 лет и высокопродуктивные устойчивые насаждения интродуцированных пород. К 1972 г. апробировано 112,5 тыс. га насаждений, преимущественно хвойных пород. Основные критерии отбора плюсовых деревьев – подходящее происхождение, высокая продуктивность, хорошее качество ствола, устойчивость. Учитывали также плодоношение и качество семян. Отобрано плюсовых деревьев – 2744 шт., плюсовых насаждений – 2140 га.

В Румынии к 1972 г. было отобрано 1090 плюсовых деревьев сосны обыкновенной, черной, веймутовой, лиственницы, пихты дугласовой и дуба. Основным критерий отбора – превосходство по росту и качеству, устойчивость.

В Болгарии к 1971 г. отобраны и включены в национальный реестр семенные базы насаждений высокой производительности площадью 18,1 тыс. га, в т.ч. 7,2 тыс. га – хвойных пород. Возраст насаждений 60–140 лет. Отобрано 2245 плюсовых деревьев. В качестве плюсовых отбирали самые быстрорастущие, устойчивые и высококачественные.

В Польше селекционную инвентаризацию насаждений ведут с 1960 г., когда впервые выделили 1515 га семенных насаждений сосны. В 1963 г. начата оценка насаждений ели, пихты, лиственницы, дуба, бука, ольхи черной, ясеня и березы. К 1972 г. отобрано 4970 га плюсовых насаждений, в них проведена селекционная инвентаризация и селек-

ционные рубки, также отобраны плюсовые деревья, которые апробирует комиссия под руководством одного и того же человека, что обеспечивает правильность оценки.

В бывшей ГДР требования к плюсовым деревьям – высокий прирост, устойчивость, прямоствольность, тонкие сучья, однородность и большая плотность древесины, урожайность. Например, для ели установлены следующие критерии отбора: бонитет в зависимости от места произрастания от I до III,5; превосходство по сравнению с одновозрастными господствующими соседними деревьями по высоте 5 % и выше, по диаметру – 10 % и выше; минимальная плотность древесины – 0,40 г/см³; средняя или высокая интенсивность семеношения; диаметр кроны не более 20 % от длины ствола; прямой здоровый ствол, здоровая крона; косослой не более 2 см на 1 м длины ствола [5].

Аналогичные работы практически одновременно начали проводить в Англии, Германии, Венгрии, Канаде, США и др. странах.

В настоящее время в Швеции, Финляндии, Норвегии практически перешли на использование плантационных семян при создании культур. Повышенное внимание лесной селекции придают в Латвии, Литве, Эстонии, Белоруссии и Украине.

Обстоятельный обзор развития лесной селекции в России дал А.И. Ирошников, 1967 [8]. Он отмечает, что к началу XX в. в лесоводстве накопилось множество фактов, свидетельствующих о неоднородности древесных пород, а также об изменчивости и продуктивности лесных культур в зависимости от происхождения семян.

В России заготовку семян более или менее организованно начали производить с 1845 г. В 1869 г. было утверждено положение о сборе семян, в 1886 г. установлены проценты всхожести семян некоторых пород. В нескольких лесных хозяйствах с 1850 г. проводили фенологические наблюдения (дуб, бук) и определяли урожайность сосны (В.Д. Огиевский, 1898; А.Н. Соболев, 1908) [9]. В 1877 г. А.Ф. Баталиным была организована научно-исследовательская семенная контрольная станция, в 1910 г. в Санкт-Петербурге – се-

менная станция для обслуживания лесного хозяйства.

Одно из первых упоминаний о необходимости ведения лесосеменного дела в послереволюционный период прозвучало в 1921 г. на Всероссийской лесной конференции. В докладах лесоводов сказано о необходимости возобновления работ по облесению вырубок и сбору семян древесных и кустарниковых пород, правильной организации лесосеменного дела, проведении фенологических наблюдений.

В 1925 г. Н.П. Кобранов написал о трех крупных этапах селекционной работы: массовом и индивидуальном отборах и создании новых форм древесных растений.

Среди специальной литературы по лесосеменному делу тех лет следует отметить «Лесное семеноведение» и «Лесные культуры, ч. I: Лесное семенное дело» и «Лесное семеноводство» А.П. Тольского (1923, 1932, 1950) и «Лесосеменное дело» В.Г. Каппера (1934).

Большой вклад в развитие и внедрение в практику методов селекции лесных древесных пород внесли Н.С. Нестеров, В.Д. Огиевский, Н.В. Сукачев, О.Г. Каппер, А.В. Альбенский, П.Л. Богданов, М.М. Вересин, С.С. Пятницкий, А.С. Яблоков, Л.Ф. Правдин, Е.П. Проказин, А.Я. Любавская, А.И. Ирошников и др. [8].

В 1938 г. Главлесоохраной при СНК СССР издано «Наставление по сбору, обработке, хранению и транспортировке семян древесных и кустарниковых пород». В 1947 г. Центральной контрольной станцией лесных семян Минлесхоза СССР выпущено пособие «Лесосеменное дело». В нем сформулированы основные задачи лесосеменного дела, главной из которых является полное обеспечение лесокультурных работ высококачественным лесосеменным материалом, в первую очередь местного происхождения. В 1963 г. вступили в действие первое «Наставление по лесосеменному делу», 1965 г. – «Основные положения по лесному семеноводству в лесах СССР» (1965), на основании которых в России начата селекционная оценка лесов и другие работы. В 1969 г. вышло «Положение о лесосеменных станциях ГК Лесного

хозяйства СМ СССР», в котором разработано положение об организации Всесоюзной лесосеменной станции и зональных лесосеменных станций.

В 1971 г. в Воронеже был создан Центральный научно-исследовательский институт лесной генетики и селекции, который возглавил селекционно-генетическую работу в стране.

В нашей стране за основу при проведении селекционных работ принята разработанная в Швеции «плюсовая селекция». Значительно позже, чем в европейских странах (в 1970-е гг.), работы эти все-таки были начаты, причем сразу в очень больших объемах. Были разработаны «Указания о порядке отбора и учета плюсовых деревьев и насаждений ПЛСУ и плантаций в лесном хозяйстве» (1972), «Указания по разработке проектов организации объектов ПЛСБ на селекционной основе» (1986). «Указания по лесному семеноводству в РФ», 2000 [7].

Проектные институты проводили отбор лесосеменных объектов в масштабе страны. К 1980 г. селекционной инвентаризацией пройдено 14 млн 118 тыс. га насаждений, отобрано 18,3 тыс. плюсовых деревьев [1]. К 1983 г. проинвентаризировано – 19,3 млн га лесов. Во всех регионах страны были запроектированы и заложены тысячи гектаров укрупненных лесосеменных плантаций, десятки тысяч га постоянных лесосеменных участков (ПЛСУ).

На 1.01.09 г. в России, по данным «Рослесозащиты», аттестовано 36,6 тыс. шт. плюсовых деревьев, 15,3 тыс. га плюсовых насаждений, заложено 6658 га лесосеменных плантаций, 24,4 тыс. га постоянных лесосеменных участков, 907 га испытательных культур, 948 га географических культур, отобрано 205 тыс. га генетических резерватов. В последние годы средняя заготовка с объектов лесосеменной базы составляет около 65 т семян в год (13 % всего семенного фонда). Мелкохвойных ежегодно заготавливают около 9 тонн (от 5,5 до 12 т), в том числе категории «улучшенные» – около 3,1 т в год (1 %).

Прогноз по заготовке семян на ближайшие годы следующий: заготовка семян с

лесосеменных плантаций – в среднем 3,6 т в год (0,5 % от всего семенного фонда), из них мелкохвойных – 2,7 т (2,5 % от всего семенного фонда мелкохвойных); с постоянных лесосеменных участков – около 70 т в год (10,5 % от всего семенного фонда), в т. ч. мелкохвойных – 6,8 т (6,5 %).

Лесная селекция в Карелии

За прошедшие 40 лет в стране созданы и аттестованы объекты лесосеменной базы, накоплен большой опыт работ, имеются серьезные научные исследования. Свою долю, и достаточно заметную, внесла в развитие единого генетико-селекционного комплекса России и Карелия.

В Карелии вопросами лесной селекции занимались ученые Института леса Карельского научного центра Российской академии наук, Лесной опытной станции ЛенНИИЛХа, Петрозаводского селекционно-семеноводческого центра, Петрозаводского государственного университета. Научными работниками разработаны первые региональные методики; в опытном порядке проводился отбор плюсовых деревьев, прививка; на подвойных культурах была заложена плантация сосны в питомнике «Вилга» Петрозаводского лесхоза.

Практической деятельностью по отбору, аттестации, проектированию и созданию объектов лесосеменной базы занимались специалисты производственных лесосеменных станций, Карельского проектного селекционно-семеноводческого центра и Всесоюзного института «Рослесхоз» («Союзгипролесхоз»).

Начало создания постоянной лесосеменной базы на государственной основе в Карелии можно отнести к 1975 г., когда была создана Петрозаводская лесная семеноводческая производственная станция. Спустя три года была организована Олонецкая лесная семеноводческая производственная станция. Петрозаводская станция курировала лесосеменное дело в 21 лесохозяйственном предприятии, Олонецкая – в 16 лесхозах. Работники станций занимались аттестацией объектов постоянной лесосеменной базы, заготовкой черенков с плюсовых деревьев, проведением прививочных работ и выращиванием экзотов

в селекционных отделениях теплиц, гибридизацией сосны и карельской березы, созданием и инвентаризацией лесосеменных плантаций, культурами и заказниками карельской березы, вели документацию по единому генетико-селекционному комплексу (ЕГСК) республики и др. Работы по созданию лесосеменной базы осуществляли на основании проектов, разработанных Всероссийским проектным институтом «Союзгипролесхоз» («Росгипролес»). Минлесхозом КАССР и его правопреемниками утверждались хоздоговорные темы с Московским лесотехническим институтом, Ленинградской лесотехнической академией, Карельским научным центром. Кураторами являлись Всесоюзная лесосеменная станция Центрлессема (г. Пушкино) и Ленинградская зональная лесная лесосеменная станция.

Для регламентации географического и экологического ареала (границ переброски) семян при искусственном лесовосстановлении в России в 1982 г. разработано «Лесосеменное районирование основных лесообразующих пород в СССР» [3]. В Карелии для сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) определены два лесосеменных района – *Карельский* с подрайонами *Северокарельским* (севернее 64°30' с. ш.) и *Центральнокарельским* (между 63° и 64°30' с. ш.) и *Южнокарельский* (южнее 63° с. ш.). Лесосеменное районирование ели европейской (*Picea abies* Karst) примерно совпадает с районированием сосны. Лесосеменной район лиственницы Сукачева (*Larix sukaczewii* Dyl.) – *Северодвинский*. Лесосеменные районы и подрайоны отличаются продолжительностью вегетационного периода, среднегодовой температурой воздуха, количеством осадков. Для каждого из них характерны преобладающие типы леса, средний класс бонитета, периодичность семеношения для каждой породы, средний балл семеношения и возможные поставщики семян из ближайших регионов.

В 1985 г. Минлесхоз КАССР был расформирован. Большинство лесхозов передали в «Кареллеспром», в т. ч. передали Олонецкую лесосеменную станцию. В «Кареллеспроме» в 1991 г. был создан Лесоводственный центр (расформирован в 1993 г.).

В системе лесного хозяйства, в Лесохозяйственном производственном объединении (ЛХПО), осталось 4 лесхоза: Петрозаводский, Заонежский, Спасогубский и Прионежский, в т. ч. в составе Петрозаводского лесхоза – Петрозаводская лесосеменная станция. В 1990 г. на базе Петрозаводской лесосеменной станции и почвенно-химической лаборатории был создан Карельский производственный селекционно-семеноводческий центр. В этом же году была организована Карельская зональная лесосеменная станция. В 1994 г. на базе Карельского лесохозяйственного семеноводческого центра, Карельского отделения института «Союзгипролесхоз», и бывшего отдела строительства Минлесхоза КАССР был организован Карельский проектный селекционно-семеноводческий центр, в составе которого был и отдел селекции. В 2008 г. Карельский проектный селекционно-семеноводческий центр расформирован, часть документации и архивов при этом утрачена.

В настоящее время вопросами селекции занимается Карельская лесосеменная станция филиала ЦЗЛ Ленинградской области ФГУ «Рослесозащита». В ее функции, в частности, входит: организация, координация и методическое обеспечение работ по созданию и использованию объектов ЕГСК; ведение государственных реестров; учет и паспортизация объектов ПЛСБ; оперативный учет работ по созданию селекционно-семеноводческих объектов, уходу за ними и заготовке семян с объектов ПЛСБ.

Объекты лесного селекционно-семеноводческого комплекса Карелии

По состоянию на 01.01.11 г. в Единый генетико-селекционный комплекс республики включено 1832 шт. плюсовых деревьев; 520,03 га плюсовых насаждений; 478,45 га лесосеменных плантаций; 35,4 га испытательных культур; 26,9 га (68 климатипов) географических культур; 6091 га генетических резерватов (8 резерватов).

Селекционная инвентаризация. Первоначально при лесоустройстве выделяли «элитные» насаждения. Селекционная инвентаризация лесов в республике начата в 1972 г.

Московским филиалом института «Союзгипролесхоз» и проведена в 20 лесхозах. На 1.01.83 г. в Карелии селекционной инвентаризацией пройдено 41,4 тыс. га лесов.

Плюсовые деревья. Отбор плюсовых деревьев начат Институтом леса в 60-е годы прошлого века. В 1972 г., с началом проектных работ в республике, институтом «Союзгипролесхоз» в реестр включены 212 плюсовых деревьев, в т. ч. 69 – отобранных Институтом леса. В дальнейшем отбором занимались специалисты Петрозаводской и Олонецкой лесосеменных станций и Карельского селекционного центра, Московского и Карельского филиалов института «Союзгипролесхоз» («Росгипролес»), Ленинградской зональной лесосеменной станции. К 1978 г. было аттестовано 740 шт. плюсовых деревьев, к 1983 – 1601 шт., к 2001 – 2019 шт. (рис. 1, 2) [5].

На 1.01. 10 г. в Карелии числится 1832 плюсовых дерева, в т. ч.: сосны обыкновенной – 1303 шт., сосны скрученной – 14 шт., ели – 419 шт., лиственницы – 27 шт., карельской березы – 69 шт. В основном деревья отобраны в Южнокарельском лесосеменном районе.

В Карелии за 40 лет всего было аттестовано 2521 шт. плюсовых деревьев, из них на 01.01.10 г. 689 шт. (27 %) списаны (табл. 1).

Основные причины списания сосны и ели следующие: работы по отбору плюсовых деревьев в республике проводили специалисты различных организаций в течение длительного периода, за это время показатели отбора неоднократно менялись; часть деревьев не найдена (утрачены схемы привязки или деревья не были оформлены в натуре); вывалились после рубок главного пользования; вырублены; списаны по результатам лесопатологического обследования. Основные причины списания плюсовых деревьев карельской березы – самовольные рубки; лиственницы Сукачева и пихты – несоответствие требованиям.

Одним из недостатков при отборе плюсовых деревьев в России и Карелии является также то, что не учитывалось качество древесины по плотности.

Аттестация и списание плюсовых деревьев в Карелии

| № | Порода | Всего аттестовано, экз. | Списано в 1972–2009 гг., экз. | Процент списанных | Числится на 01.01.10 г., экз. |
|---------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------------|-------------------|-------------------------------|
| 1 | Сосна обыкновенная | 1710 | 407 | 24 | 1303 |
| 2 | Сосна скрученная | 14 | – | – | 14 |
| 3 | Ель европейская | 592 | 173 | 29 | 419 |
| 4 | Лиственница | 34 | 7 | 21 | 27 |
| 5 | Пихта | 4 | 4 | 100 | – |
| 6 | Карельская береза | 167 | 98 | 59 | 69 |
| Всего по республике | | 2521 | 689 | 27 | 1832 |

Примерные показатели отбора плюсовых насаждений в Карелии по возрасту и классу бонитета

| Лесосеменной район, подрайон | Возраст рубки главного пользования, лет | Предпочтительный возраст отбора, лет | Бонитет, класс |
|---|---|--------------------------------------|----------------|
| Карельский: а). Северокарельский | 141 | 110–130 (100–140) | III |
| Карельский: б). Центральнокарельский | 121 | 100–110 (90–120) | II (III) |
| Южнокарельский | 101 | 80–90 (60–100) | I-a – I |



Рис. 1. Плюсовое дерево ели в Кривецком лесничестве Республика Карелия. Фото автора



Рис. 2. Плюсовое дерево сосны в Петрозаводском лесничестве. Республика Карелия. Фото автора

Лесопокрытая площадь Карелии и площадь плюсовых насаждений на 01.01. 11 г., тыс. га

| № | По возрастной структуре | Хвойные | В т.ч. плюсовых | Лиственные | В т.ч. плюсовых |
|---|-------------------------|---------|------------------|------------|-------------------|
| 1 | Всего, в том числе | 8181,3 | 0,518 (0,0063 %) | 1098,2 | 0,002 (0,00018 %) |
| 2 | Средневозрастные | 1617,2 | 0,048 | 483,0 | – |
| 3 | Приспевающие | 600,5 | 0,100 | 132,1 | – |
| 4 | Спелые и перестойные | 2720,3 | 0,370 | 315,1 | 0,002 |

Плюсовые деревья в свое время являлись маточниками для заготовки привойного материала для лесосеменных плантаций, из семян выращивали подвойный материал и создавали испытательные культуры плюсовых деревьев для исследований на общую и специфическую комбинационную способность. Но и в настоящее время они представляют большую ценность, т.к. отобраны по всей территории Карелии и являются лучшими представителями в своих регионах. Особенно важно, что при рубках главного пользования они были сохранены. Кроме того, разработан и используется метод определения генотипа деревьев по ДНК, и с помощью его можно восстановить утраченные схемы смешения клонов или выявить нарушения при посадке на шести функционирующих лесосеменных плантациях Карелии.

Плюсовые насаждения. Основная цель отбора плюсовых насаждений – сохранение лучшего генофонда. При селекции на быстроту роста их, в основном, отбирают в приспевающих, реже – средневозрастных или спелых насаждениях (табл. 2).

В Карелии на 01.01.10 г. аттестовано 520 га плюсовых насаждений, в т. ч.: сосны – 364 га; ели – 152 га; лиственницы – 2 га и ольхи черной – 2 га. По регионам распределение неравнозначное: в Карельском лесосеменном районе отобрано 15,3 % всех насаждений (Северокарельский подрайон – 8,8 %; Центральнокарельском – 6,5 %), в Южнокарельском – 84,7 %. Плюсовые насаждения подобраны в большинстве лесхозов Карелии (за исключением 4-х северных: Калевальском, Костомукшском, Кемском, Юшкозерском) и на Валааме. Около 10 % ранее отобранных плюсовых насаждений списаны в 2007 г., в основном по несоответствию требованиям отбора [5].

Значение плюсовых насаждений трудно переоценить, т. к. это лучший генофонд республики, отобранный за десятилетия. Леса Карелии планомерно вырубают. Всегда можно провести дополнительный отбор плюсовых деревьев, если есть где его проводить. Лучшие, плюсовые насаждения, должны быть в каждом лесхозе, для всех пород лесобразователей и во всех основных типах леса. Площадь их следует увеличивать, т. к. именно они могут стать основной базой для обеспечения лесовозобновления местными семенами высокого качества.

По состоянию на 1.01. 11 г. в Карелии приспевающих, спелых и перестойных насаждений хвойных пород – 3320,8 тыс. га (спелых и перестойных хвойных насаждений 2720,3 тыс. га – 29,3 % от лесопокрытой площади, приспевающих 600,5 тыс. га – 6,5 % от лесопокрытой площади). Площадь отобранных плюсовых насаждений явно недостаточна – всего 0,5 тыс. га. В первую очередь это связано с тем, что необходимо проведение не только предварительных камеральных, но и полевых работ с привлечением знающих специалистов.

В Карелии покрытые лесной растительностью земли занимают 9279,5 тыс. га, из них насаждения с преобладанием хвойных пород – 8181,3 тыс. га (88,2 %), в т.ч. с преобладанием сосны – 6015,3 тыс. га (64,8 %), ели – 2164,7 тыс. га (23,3 %), лиственницы и кедра – 1,3 тыс. га (0,1 %). Насаждения с преобладанием мягколиственных пород занимают 1098,2 тыс. га (11,8 %), в т. ч. с преобладанием березы – 1016,3 тыс. га (10,9 %), осины – 61,7 тыс. га (0,6 %), ольхи серой и черной – 20,1 тыс. га (0,3 %). Средний возраст древостоев на 1.01.2001 г. – 75 лет, на 1.01.2003 г. – 73 г., на 1.01.2006 г. – 76 лет, на 1.01.2009 г.

– 72 года, на 1.01.10 г. – 71 год, на 01.01.11 – 72 года.

В табл. 3 приведено соотношение между лесопокрытой площадью по хвойным и лиственным породам и площадью отобранных за 1972–2008 гг. плюсовых, т. е. лучших насаждений республики. Доля имеющихся плюсовых насаждений столь незначительна, что никакого сомнения о необходимости их сбережении не может и быть. Однако же в 1979 – 1983 гг. (Приказ МЛХ РСФСР № 412 от 16.11.79 г., Постановление СМ КАСССР № 295 от 29.07.81 г., Приказ МЛХ РСФСР № 137 от 25.05.83 г. «О выделении ПН в семенные заказники») плюсовые насаждения были отнесены к заказникам. В 2007–2009 гг. проведена инвентаризация «Особо охраняемых природных территорий» регионального значения Карелии, целью которой было определить их соответствие природоохранительным критериям, оценить их состояние. По результатам инвентаризации Министерством сельского, рыбного хозяйства и экологии РК были подготовлены проекты нормативных актов по приведению в соответствие с действующим законодательством актов о создании ООПТ (т. к. большинство ООПТ созданы в 1970–1990 гг. прошлого столетия). В результате данной работы, в частности, исключены из списка «Особо охраняемых природных территорий» заказники плюсовых насаждений (52 участка) [2].

Между тем, среди плюсовых насаждений есть уникальные. Например, даже в бывшем Пяозерском лесхозе (Северокарельский лесосеменной подрайон) аттестовано плюсовое насаждение сосны – II бонитета. В Сумском лесхозе (Центральнокарельский лесосеменной подрайон) 95-летний сосняк (промежуточный между I и II бонитетом), в котором отобраны плюсовые деревья высотой до 32 м. В южных лесхозах отобраны ПН высокого уровня в Кондопожском, Пряжинском, Олонецком, Лахденпохском, Питкярантском и др. лесхозах. В Суоярвском лесхозе аттестовано ПН лиственницы I бонитета, в котором отобраны ПД возрастом 85 – 89 лет, высотой до 35 м, диаметром ствола до 52 см, объемом ствола – до 3,19 м³.

При рубке главного пользования вокруг плюсовых насаждений не оставляют буферную зону, в результате ельники вываливаются, а в сосняках выпадают самые высокие деревья – плюсовые.

При лесоустройстве в плюсовых насаждениях проектируют рубки изреживания, в которых зачастую нет нужды. Более того, как правило, в этих насаждениях отобраны плюсовые деревья. При испытании плюсовых деревьев по семенному потомству в качестве контроля используют семена со случайных деревьев, растущих вокруг каждого плюсового. После проведения рубок ухода (в т. ч. удаления минусовых деревьев) средний контрольный образец семян теряет достоверность.

Выводы

1. В Карелии за 40 лет проведена большая работа, аттестовано 1,8 тыс. шт. плюсовых деревьев и 0,5 тыс. га насаждений, большинство которых уникальны.

2. Плюсовые деревья были внесены в Государственный реестр, плюсовые насаждения – зачислены в список ботанических заказников республиканского уровня (в 2009 г. из заказников исключены) и исключены из рубки.

3. С расформированием в 2008 г. Карельского селекционного центра не только практически прекратились работы на селекционных объектах, но и сами они могут быть вырублены или списаны. Особенно непредсказуема сохранность плюсовых деревьев и насаждений при аренде.

4. Для сохранения уникального генофонда лесов Карелии необходимо принятие соответствующих защитительных законов и восстановление селекционной службы республики.

Библиографический список

1. Воробьев, Г.И. Селекция, генетика и семеноводство как основа высокопродуктивных лесов / Г.И. Воробьев // Селекция, генетика и семеноводство древесных пород как основа создания высокопродуктивных лесов. Тезисы докладов на Всесоюзном научно-техническом совещании (Ленинград, 1–5 сентября 1980 г.), часть 1: – М.: ГК СССР по лесному хозяйству, 1980. – С. 5–8.

2. Государственный доклад о состоянии окружающей среды Республики Карелия в 2010 г.: – Петрозаводск: Министерство по природопользованию и экологии РК, АУ «Издательский Дом «Карелия», 2011. – С. 292.
3. Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 368 с.
4. Материалы Карельского проектного селекционно-семеноводческого центра за 1975 – 2008 гг.
5. Проказин, Е.П. Создание лесосеменных плантаций в странах – членах СЭВ / Е.П. Проказин, И.Н. Чеботарев. – М.: Госкомитет лесного хозяйства СМ СССР, 1972. – 39 с.
6. Туртиайнен, М. Заготовка и переработка семян / М. Туртиайнен, А. Юнтунен. – АО Форелия: Лесная служба Финляндии (перевод с финского серии пленок), 2000. – 60 с.
7. Указания по лесному семеноводству в РФ. – М.: ФС ЛХ России, 2000. – 197 с.
8. Царев, А.П. Селекция и репродукция лесных древесных пород / А.П. Царев, С.П. Погиба, В.В. Тренин. – М.: ЛОГОС, 2001. – 503 с.
9. Яблоков, А.С. Селекция древесных пород / А.С. Яблоков. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 487 с.
10. Lindquist V. Forstgenetik in der schwedischen Waldbaupraxis. Radebene und Berlin: Neumann Verlag, 1954. – 156 s.

СОЗДАНИЕ ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЙ ЕЛИ В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИЯ

Н.В. ЛАУР, доц. каф. лесного хозяйства ПетрГУ, канд. с.-х. наук,

Т.Г. МАХРОВА, ст. преподаватель каф. селекции, генетики и дендрологии МГУЛ

laur@psu.karelia.ru; mathilda2604@mail.ru

В Карелии лесосеменные плантации (ЛСП) закладывают с 1975 г. Всего их в республике шесть, в т. ч. четыре укрупненных. Пять из шести плантаций создавались по проектам московского филиала института «Союзгипролесхоз» (современное – «Росгипролес»), в т. ч. все четыре укрупненных.

Практически во всех регионах России плантации начали создавать одновременно – в 70-е годы. В Карелии в течение 1973–1977 гг. были разработаны проекты Петрозаводской, Олонецкой, Лахденпохской и Заонежской плантаций, затем, в 90-е годы, начато создание Ладвинской и Питкярантской плантаций (табл. 1).

По проектным расчетам ЛСП должны были обеспечить семенами лесовосстановление республики на 15 %.

Всего на 01.01.10 года в Карелии заложено 379,95 га плантаций (6 плантаций), в т. ч. 372,55 га укрупненных (4 плантации). Все плантации ориентированы в первую очередь на выращивание сосны, на втором месте – ель, на третьем – карельская береза. Посадка ели запроектирована на трех из шести плантаций. Проектами предусматривалось создание ЛСП ели только клоновым материалом. Из запроектированных 100,9 га ели

фактически на 01.01.10 года посажено 54,6 га, в т.ч. 41,1 га – привитым материалом и 12,5 га – семенным (табл. 2). Посадочный материал для лесосеменных плантаций выращивали в селекционных отделениях базисных питомниках Петрозаводского и Олонецкого лесхозов.

В табл. 3 приведены данные по общему состоянию ЛСП ели в республике. Ель, выращенная из семян плюсовых деревьев, растет лучше, чем привитая.

Состояние полей ели хорошее и удовлетворительное. На Петрозаводской ЛСП наблюдаются регулярные массовые поражения молодых побегов ели поздними весенними заморозками, что является одной из причин низкой приживаемости прививок, многие живые прививки угнетены. Также единично встречаются еловый пилильщик-ткач и листовертка Ратцебурга. На Лахденпохской ЛСП списано 2,3 га ели (2007 г.), из-за недостаточности ухода погибли молодые посадки. На части полей Лахденпохской ЛСП встречаются еловые хермесы, вызывающие усыхание побегов.

Нами проведены исследовательские работы на Петрозаводской укрупненной ЛСП.

Петрозаводская лесосеменная плантация находится на территории Шуйского лесничества Петрозаводского лесхоза. Про-

Проектные показатели лесосеменных плантаций

| Наименование | Начало освоения по проекту, год | Освоение ЛСП начато, год | Общая площадь, га | Продуцирующая площадь, га |
|----------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------------------|
| Петрозаводская | 1976 | 1975 | 238,0 | 208,1 |
| Олонецкая | 1076 | 1977 | 209,0 | 188,3 |
| Лахденпохская | 1974 | 1978 | 139,0 | 118,8 |
| Заонежская | 1978 | 1978 | 126,0 | 111,7 |
| Ладвинская | 1990 | 1994 | 108,0 | 89,6 |
| Питкярантская | без проекта | 1990 | 40,0 | 32,0 |
| Итого | | | 860,0 | 748,5 |

Т а б л и ц а 2

Создание плантаций ели европейской

| Наименование | Проектная продуцирующая площадь, га | В т.ч. проектная продуцирующая площадь ели, га | Заложено на 01.01.10 ели, га |
|----------------|-------------------------------------|--|------------------------------|
| Петрозаводская | 208.1 | 14.1 клон | 8.9 |
| Архив клонов | 6.6 | 0.4 клон | 0.1 (0.4) |
| Олонецкая | 188.3 | 26.5 клон | 14.8 |
| Лахденпохская | 118.8 | 60.3 клон | 30.9 |
| Итого | 515.2 | 100.9 клон | 54.6 |

Т а б л и ц а 3

Состояние плантаций ели на 01.01.10 года

| Наименование | Посадочный материал | Площадь, га | Состояние плантации |
|----------------|---------------------|-------------|---------------------|
| Петрозаводская | привитой | 8.9 | удовлетворительное |
| Архив клонов | – « – | 0.4 | – « – |
| Олонецкая | – « – | 14.8 | – « – |
| Лахденпохская | – « – | 18.4 | – « – |
| | семенной | 12.5 | хорошее |

ект освоения плантации разработан в 1974 г. Общая площадь плантации по проекту составила 238,0 га, в том числе полезная – 208,0 га, на 01.01.07 года освоено 149,7 га.

Лесосеменная плантация занимает западный – юго-западный склон возвышенности. Самая высокая точка первого участка 55,4 м, второго участка – 44,2 м. Почвы представлены промытыми, сильно завалуненными песками, супесями, реже суглинками с малым расстоянием до уровня грунтовых вод.

Работы по закладке плантации ели европейской начались в 1975 г. Планировалось заложить 13,7 га полей и 0,4 га архива клонов. По проекту закладка должна была осуществляться тремя способами: 1) привитыми трехлетними саженцами, выращенными в закрытом грунте – 8,1 га (59 %); 2) двухлетними саженцами, выращенными из семян плю-

совых деревьев в закрытом грунте – 2,4 га (17,5 %); 3) прививками, выполненными на подвойных культурах – 3,2 га (23,5 %). Фактически при закладке плантации ели использовали только первый способ, то есть вся посадка проведена привитыми саженцами.

Процент приживаемости клоновых посадок ели был низок (до 40 %). Дополнение проводилось неоднократно, но из-за регулярного повреждения и гибели прививок от поздних весенних заморозков оказалось практически безрезультатным. Например, после очередного дополнения, проведенного в 1988 г. на участке № 1 (посадка 1976–1977 гг.), приживаемость осталась практически на том же уровне (2003 г. – 42,5 %).

В настоящее время ель на ЛСП представлена на двух полях №7 и №8 площадью 0,4 и 8,9 га соответственно.

Посадка елового поля № 8 в 1976–1981 годах

| Год посадки | Посажено, га | Списание 1990 года | Причины списания |
|-----------------------|--------------|--------------------|-----------------------|
| 1976 | 0,7 | 0,7 | приписка по площади |
| 1977 | 7,0 | 1,2 | частично погибли |
| 1980 | 3,0 | 3,0 | погибли от заморозков |
| 1981 | 2,6 | 2,6 | погибли от заморозков |
| На 01.01.82 | 13,3 | 7,5 | |
| Числилось на 01.01.82 | 5,8 | | |

Поле № 7 – коллекционно-клоновый участок ели (архив клонов), площадь по проекту – 0,4 га, числится на 0.1.01.10 года 0,1 га (по отчетным документам), фактическая площадь – 0,4 га. Посадка рядовая, 5x5 м, количество рядов – десять. В 1989 г. после проведения инвентаризации и необходимых дополнений архив клонов аттестован. Уходы в междурядьях проводятся, общее состояние удовлетворительное. Заготовка черенков и шишек не велась.

В Карелии отобрано 592 плюсовых дерева ели (с учетом списанных). При таком количестве плюсовых деревьев и схеме посадки 5x5 м общая площадь архивов клонов ели должна была бы составить 29,6 га (по 10 рамет от каждого плюсового дерева, архив в двух повторностях). В действительности единственный архив клонов создан в одной повторности на Петрозаводской ЛСП, в нем представлено потомство 24 плюсовых деревьев, что составляет всего 4 % от общего числа плюсовых деревьев ели, отобранных в республике.

На еловом поле Петрозаводской ЛСП произрастает клоновое потомство 159 плюсовых деревьев ели. В архиве клонов этой плантации должно было быть представлено потомство всех деревьев. Расчетная площадь архива плантации по ели должна составлять 8 га (по 10 рамет, в двух повторностях). В настоящее время в архиве произрастает 14 % от количества клонов, представленных на плантации.

Всего в архиве было посажено 137 растений. По результатам проведенной нами в 2009 г. инвентаризации, число прижившихся прививок на 2003 г. составило 71 шт. (52 %), на 2009 г. – 56 шт. (40,1 %), в том числе бирки сохранились у 28 шт. (20,4 %). Архив клонов дополнялся нерегулярно, т.к. заготовка черен-

ков ели после посадки елового поля проводилась редко и в незначительном количестве.

Средняя высота привитых деревьев на 2009 г. по нашим данным составляет 6,1 м, она варьирует от 2,5 до 9 м. Такое расхождение по высоте вызвано тем, что на участке проводится дополнение. Средний диаметр привитых растений на 2009 г. – 11,2 см, он варьирует от 3 до 21 см.

Состояние привитых деревьев в основном удовлетворительное. По данным перечета 2009 г. усохшие, угнетенные, медленно растущие, стелющиеся прививки встречаются единично. У 36 прививок гребенчатый тип ветвления (26 %).

Часть прививок семеносит (по данным перечета 2009 г. семеношение 49 % деревьев можно было оценить на 1–2 балла по шкале Каппера). Сбор шишек не ведется. В настоящее время требуется дополнение (59 %).

Поле №8 по состоянию на 01.01.10 года – площадью 8,9 га.

Посадку ели на этом поле проводили с 1976 по 1981 гг. Всего на 1.10.1982 г. числилось 13,3 га (табл. 4).

По результатам всесоюзной инвентаризации 1990 г. из 13,3 га списано 7,5 га, осталось 5,8 га. Причины списания следующие – 0,7 га елового поля было фактически занято под испытательные культуры сосны; 6,8 га – частично погибли (около 3 га, в т. ч. из-за строительства дорог, карьера и мелиорации) либо практически полностью погибли от поздних весенних заморозков.

Поле № 8 делится на два участка. Участок № 1 создан в 1976–1977 гг. на площади 5,2 га. Схема посадки по проекту должна была составлять 5x5 метров, фактически сажали по схеме 5x8 метров, что могло быть

вызвано только нехваткой привитого посадочного материала. За основу взята 20-клоновая схема. Посадку проводили привитыми двух-трехлетними саженцами, выращенными в закрытом грунте селекционного отделения питомника «Вилга» Петрозаводского лесхоза. Перед посадкой проводилась частичная подготовка почвы (с корчевкой). Прививки сажали в ямы 30x30x50 см под лопату. Количество посадочных мест при посадке в 1976–1977 гг. (250 шт. прививок на 1 га) должно было составить 1300 шт. Учтено прививок по состоянию на 1988 г. – 1101 шт. (приживаемость – 85 %). На 2004 г. приживаемость составила только 42 %. Бирки с номерами клонов имелись у 345 прививок (27 %).

Еловое поле запроектировано в пониженном месте, поэтому часть прививок (видимо, в основном рано распускающиеся формы) погибла – в 1990 г. списано 1,9 га. Требовались дополнение и частичная реконструкция полей, что не было выполнено.

В 2009 г. нами на участке №1 заложена проба площадью 1 га, всего учтено 250 шт. прививок. Приживаемость прививок, по нашим данным, составила 36,9 %. Средняя высота привитых растений – 10,6 м, она варьирует от 5,9 до 13,5 м. Средний диаметр 20,9 см, он варьирует от 8 до 32,5 см. 90,4 % прививок находятся в хорошем состоянии, 9,3 % – в удовлетворительном. К настоящему времени бирки на участке №1 не сохранились, достоверной схемы нет. Прививки переросли – высота деревьев достигает 13,5 м, что исключает заготовку шишек даже в урожайный год. Обрезку крон не проводили ни разу, мотивируя тем, что урожайность снизится. Впрочем, и без обрезки урожайность на участке №1 всегда отсутствовала или была незначительной (не выше 1 балла).

Общее состояние участка №1 неудовлетворительное, как из-за отсутствия схемы посадки, так и из-за низкой урожайности и невозможности вести сбор шишек. Тем не менее, если восстановить схему посадки путем анализа по ДНК RAPD-методом, участок можно сохранить в качестве архива клонов.

Участок №2 площадью 5,6 га был посажен в 1980–1981 гг. При проектирова-

нии допущена серьезная ошибка – посадка в соответствии с проектом проведена в пониженном, морозобойном месте с близким залеганием грунтовых вод, что недопустимо для создания ЛСП ели. Как следствие, прививки ели плохо росли из-за переувлажненности почвы, а также повреждались заморозками. Так же, как и при создании участка №1, не была учтена фенологическая форма ели по распусканию хвои. Из-за регулярных поздних весенних заморозков прививки постоянно и сильно обмерзали. Редкая посадка (5x8 м) усугубила положение. Дополнение, проведенное в 1988 г., оказалось безрезультатным. Прививки практически полностью погибли.

В 1994 г. проведена реконструкция участка №2 на площади 3,0 га. Схема посадки была оставлена прежняя – 5x8 метров, посадочный материал – привитые трехлетние саженцы, выращенные в закрытом грунте. Посадку вели по 25-ти клоновой схеме. Учитывая то, что участок находится в пониженном месте, посадку проводили с использованием эффекта «шубы». На заросшем лиственной порослью участке, предназначенном под посадку, кусторезом «Пихкала» прочистили коридоры шириной 1 м, междурядья составляли 7 м. В прочищенные ряды были высажены 843 прививки от 159 плюсовых деревьев. Процент первоначальной приживаемости составил 90,5 % (2001 г.).

Ель, выращиваемая «под шубой», не страдала от заморозков. Через несколько лет произвели прочистку междурядий и прививки стали подмерзать. Из-за отсутствия опыта вырубку междурядий провели преждевременно. По состоянию на 2003 г., после проведения дополнений приживаемость составила 97 %. Редко посаженные прививки и сейчас повреждаются поздними весенними заморозками. По данным перечета 2007 г., приживаемость прививок составила 70,9 %, при этом у 38,8 % растений были утрачены бирки. Средняя высота прививок 1,9 м, она варьирует от 0,1 до 5,8 м. Такое различие по высоте может быть объяснено не только проведением дополнений на этом участке, но также наличием стелющихся прививок. Средний диаметр 2,1 см, он варьирует от 0,5 до 5 см. Гребенчатым типом

ветвления обладают 17,2 % прививок. 93,4 % прививок находились в хорошем и удовлетворительном состоянии. Несмотря на это, семеновали менее половины прививок (48,4 %) на уровне 1–2 баллов по шкале Каппера.

Нами в 2009 г. проведена инвентаризация участка № 2. При этом выполнен сплошной пересчет. Приживаемость прививок составила 67,6 %. Всего учтено 570 живых прививок. Состояние 6 прививок (1 %) оценивается как отличное, 542 (95 %) – как удовлетворительное и хорошее, 22 (4 %) – сомнительное. Средняя высота 3,4 м, варьирует от 0,4 до 5 м; средний диаметр 4,4 см, он варьирует от 1 до 10 см.

При инвентаризации учитывалось состояние прививок по положению стволика относительно земли. Выяснилось, что пряморастущих деревьев – 76 %, имеющих отклонения – 21 %, стелющихся прививок оказалось 4 %. Наклонное положение стволиков, вероятно, можно объяснить нарушением технологии прививок (в качестве привоя использовались побеги третьего и больших порядков).

Часть прививок вступила в стадию семеношения. В 2009 г. шишки, в основном единичные, имелись у 14 %. Согласно расчетам проекта, плантация ели должна вступить в стадию семеношения в третьей пятилетке, в возрасте 10–15 лет, запланированная урожайность семян должна составлять 2 кг с гектара. Фактически из-за незначительности урожая шишки ели не собираются.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. При проектировании елового поля № 8 участок подобран неверно – в морозобой-

ном месте с близко залегающими грунтовыми водами. Массовая гибель посаженных прививок вызвана, в первую очередь, регулярными поздними весенними заморозками.

2. В условиях Карелии для ели предпочтительна схема посадки 5x5 м.

3. Выращивание привитого материала ели «под шубой» хорошо себя зарекомендовало.

4. Предпочтительно вести заготовку черенков с плюсовых деревьев поздно распускающейся формы.

5. Участок № 1 поля № 8 находится в неудовлетворительном состоянии. Утрачена документация, на прививках нет бирок, приживаемость составляет около 36,9 %

6. Участок № 2 поля № 8 находится в удовлетворительном состоянии. Требуется дополнение и уход в междурядьях.

7. Архив клонов находится в удовлетворительном состоянии. Необходимо провести 59 %-е дополнение, а также проводить ежегодные научные наблюдения.

Библиографический список

1. Лаур, Н.В. Лесосеменные плантации Карелии. Селекционно-генетические исследования древесных растений в Карелии / Н.В. Лаур. – Петрозаводск: Институт леса КФ АН СССР, 1987. – С. 130–134.
2. Материалы Карельского селекционного производственного центра. – Петрозаводск, 1974. – 2008.
3. ОСТ 56-74-84 Плантации лесосеменные сосны, ели, лиственницы и дуба. Отраслевой стандарт. М., 1996, с. 18.
4. Проект Петрозаводской лесосеменной плантации. – М., 1974. – Ч. 1–2.

ОСОБЕННОСТИ ХОДА РОСТА ОСНОВНЫХ ПОРОД ЛЕСНЫХ ПОЛОС В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В.В. ТАНИЮКЕВИЧ, доц. каф. лесоводства и лесных мелиораций НГМА, канд. с.-х. наук,
В.М. ИВОНИН, проф. каф. лесоводства и лесных мелиораций НГМА, д-р с.-х. наук

vadimlug79@mail.ru

Ростовская область – один из главнейших агропромышленных субъектов аридного пояса России, где системы лесных полос достаточно успешно противостоят деградации агроландшафтов. Разделение территории ре-

гиона на части, характеризующиеся своеобразием природных ландшафтов, особенностями выращивания и эффективностью лесных полос, позволило обосновать лесомелиоративное районирование (рисунок).

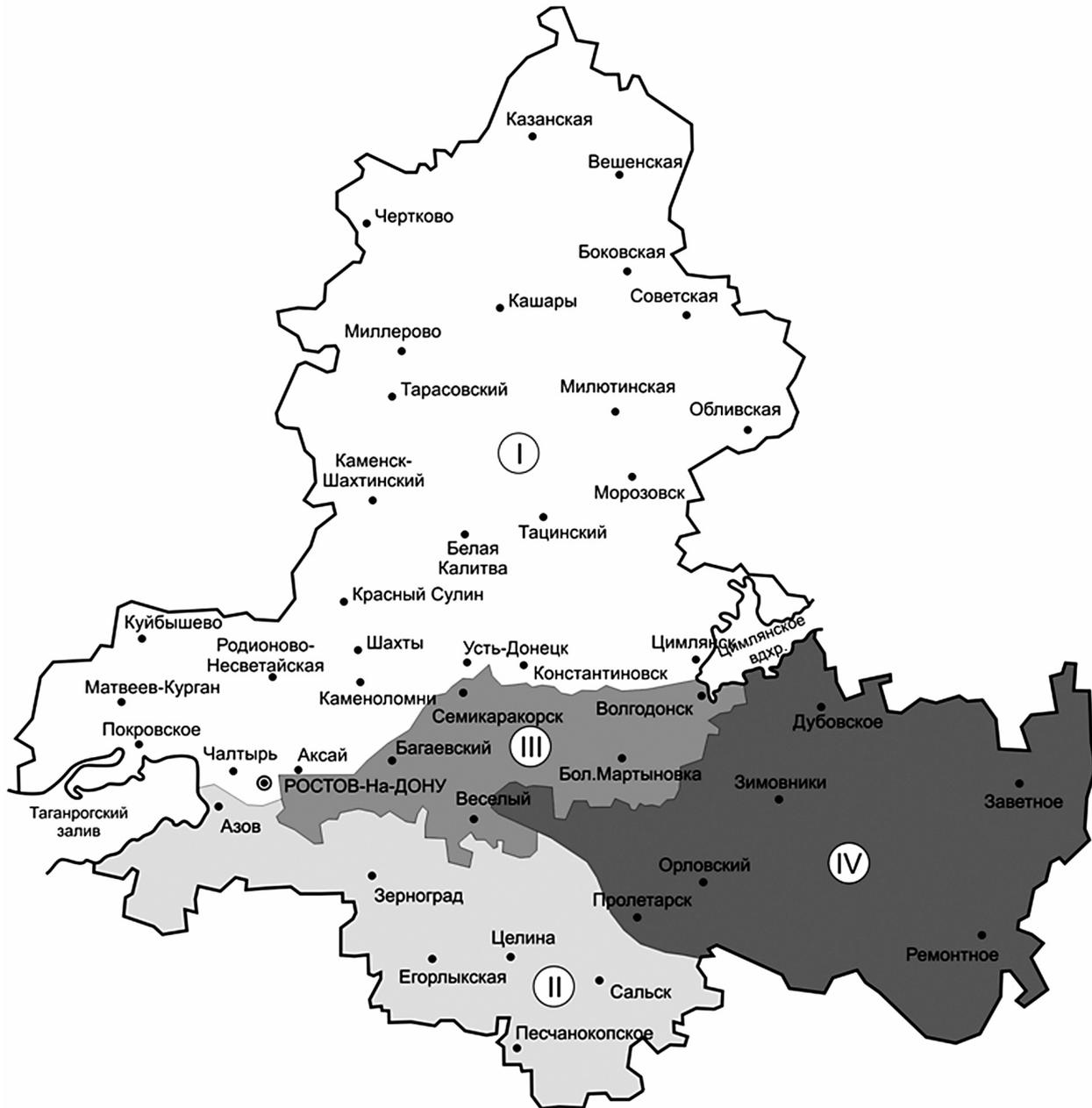


Рисунок. Схема лесомелиоративного районирования Ростовской области [1]: I – Доно-Донецкий лесомелиоративный район (ЛМР); II – Приазовский ЛМР; III – Нижне-Донской ЛМР; IV – Сальско-Манычский ЛМР

Доно-Донецкий ЛМР занимает 51 % площади сельхозугодий области и 52,6 % пашни. Защитная лесистость сельхозугодий равна 3,4 %, пашни – 2,5 %. Основная трудность выращивания лесных полос в этом районе – размещение их в рельефе. Лесные полосы преимущественно созданы из следующих пород: дуб низкоствольный, ясень, робиния, гледичия, вяз приземистый и тополь.

Приазовский ЛМР занимает 16,8 % сельхозугодий (защитная лесистость 2,9 %)

и 21,4 % пашни (защитная лесистость 3,2 %). Здесь создание лесных полос особых трудностей не вызывает. Основными породами лесных полос являются дуб низкоствольный, ясень, робиния, гледичия, вяз приземистый.

Нижне-Донской ЛМР занимает 7,2 % площади сельхозугодий и 7,3 % – пашни. Защитная лесистость сельхозугодий равна 1,5 %, пашни – 1,9 %. Трудности выращивания лесных полос связаны с засолением, переувлажнением и заболачиванием почв.

Основные породы лесных полос: ясень, робиния, гледичия, вяз приземистый и тополь.

Сальско-Манычский ЛМР охватывает 25 % площади сельхозугодий и 18,7 % пашни. Защитная лесистость сельхозугодий равна 2,4 %, пашни – 2,6 %. Трудности выращивания лесных насаждений определяются засушливостью климата, пониженным плодородием каштановых и светло-каштановых почв, наличием солонцеватых и солонцовых комплексов. Лесные полосы созданы, в основном, из ясеня, робинии и вяза приземистого.

Ведение хозяйства в лесных полосах на землях сельскохозяйственного назначения Ростовской области, их лесоинвентаризацию затрудняет отсутствие систематических сведений об особенностях хода роста основных лесобразующих пород по лесомелиоративным районам и соответствующих таблиц хода роста.

Целью наших исследований 2006–2010 гг., являлось изучение особенностей хода роста и составление соответствующих таблиц по лесомелиоративным районам. При этом использовали следующие методики.

На основании материалов единовременной инвентаризации защитных лесонасаждений на землях сельскохозяйственного назначения Ростовской области, проведенной с нашим участием (2006 г.), для анализа выбрали типичные лесные полосы со средними параметрами для условий соответствующих ЛМР: по породному составу, возрасту, конструкции, виду, таксационным показателям, сохранности лесонасаждения и т.д. Выборку лесополос провели с помощью ПК, по лесомелиоративным районам. Характерные таксационные особенности лесных полос уточнили собственными полевыми данными.

Анализировали полезащитные и прибалочные лесные полосы агроландшафтов Ростовской области на площади 162911,61 га (98,8 % общей площади лесных полос). Не анализировали лесные полосы на площади 1898,25 га (1,2 %), созданные из пород, не рекомендованных для производства [1]. Местонахождение типичных лесных полос устанавливали в ходе полевых обследований

насаждений, при этом использовали картографический материал, полученный с помощью ГИС «ObjectLand 2.6».

В выбранных типичных лесных полосах определяли их вид и закладывали временные пробные площади тренировочного вида, ориентируясь на ОСТ 56-69-83 [2] и принимая во внимание особенности таксации лесных полос [1]. На пробных площадях проводили пересчетную таксацию деревьев, по результатам которой определяли средние высоты и диаметры, густоту, запас и состав насаждений.

Полученные данные использовали для выбора модельных деревьев, после разделки стволов, по известным методикам, изучали их ход роста [3, 4]. Материал обрабатывали с помощью специализированной программы «Wood», а также применяли регрессионный анализ с получением уравнений связи. При этом, с помощью ПК (*Microsoft Office Excel 2003*), прогнозировали ход роста пород до принятого возраста естественной спелости.

Для Доно-Донецкого ЛМР уравнения связи возраста (n , лет) с высотой (H , м) и диаметром на высоте груди (d , см) представлены для пород:

– дуб низкоствольный

$$H = -0,0015n^2 + 0,2898n \text{ при } R^2 = 0,998, (1)$$

$$d = -0,0025 n^2 + 0,4212n \text{ при } R^2 = 0,993; (2)$$

– ясень

$$H = -0,0029n^2 + 0,3486n \text{ при } R^2 = 0,995, (3)$$

$$d = -0,0032n^2 + 0,4016n \text{ при } R^2 = 0,998; (4)$$

– робиния

$$H = -0,0029n^2 + 0,3898n \text{ при } R^2 = 0,993, (5)$$

$$d = -0,0028n^2 + 0,407n \text{ при } R^2 = 0,995; (6)$$

– гледичия

$$H = -0,0032n^2 + 0,3784n \text{ при } R^2 = 0,993, (7)$$

$$d = -0,004 n^2 + 0,4739n \text{ при } R^2 = 0,995; (8)$$

– вяз

$$H = -0,0041n^2 + 0,3975n, \text{ при } R^2 = 0,997, (9)$$

$$d = -0,0047n^2 + 0,4793n, \text{ при } R^2 = 0,992; (10)$$

– тополь

$$H = -0,008n^2 + 0,6411n \text{ при } R^2 = 0,992, (11)$$

$$d = -0,009n^2 + 0,680n \text{ при } R^2 = 0,992; (12)$$

В уравнениях (1) – (12) принято, что R^2 – коэффициент детерминации.

Анализируя уравнения (1) – (12), заключаем, что до возраста спелости (31–

40 лет) максимальным ростом по высоте и диаметру отличается тополь, достигая соответствующих показателей 12,8 м и 12,9 см. В возрасте более 40 лет тополь суховершинит и отпадает. Дуб низкоствольный в возрасте спелости (81–90 лет) достигает соответственно 13,9 м и 17,7 см. Среди прочих пород наилучшие показатели роста отмечены для робинии: в возрасте спелости (61–70 лет) она соответственно достигает 13,1 м в высоту и 14,8 см в диаметре.

Для Приазовского ЛМР соответствующие регрессионные уравнения имеют вид:

– дуб низкоствольный

$$H = -0,0016n^2 + 0,3166n \text{ при } R^2 = 0,998, (13)$$

$$d = -0,0024 n^2 + 0,4523n \text{ при } R^2 = 0,992; (14)$$

– ясень

$$H = -0,0031n^2 + 0,4127n \text{ при } R^2 = 0,995, (15)$$

$$d = -0,0036n^2 + 0,4732n \text{ при } R^2 = 0,995; (16)$$

– робиния

$$H = -0,004n^2 + 0,5315n \text{ при } R^2 = 0,992, (17)$$

$$d = -0,0038 n^2 + 0,5085n \text{ при } R^2 = 0,991; (18)$$

– гледичия

$$H = -0,0037n^2 + 0,4259n \text{ при } R^2 = 0,998, (19)$$

$$d = -0,0045n^2 + 0,5176n \text{ при } R^2 = 0,995; (20)$$

– вяз

$$H = -0,0041n^2 + 0,4578n \text{ при } R^2 = 0,993, (21)$$

$$d = -0,0046 n^2 + 0,5058n \text{ при } R^2 = 0,995; (22)$$

По уравнениям (13) – (22), дуб в возрасте спелости достигает высоты 15,5 м и диаметра 21,3 см. Робиния по высоте (17,6 м) превышает дуб, но по диаметру не превышает 17 см. Худшие показатели роста отмечены для вяза и гледичии. Вяз в возрасте спелости (41–50 лет) достигает высоты 12,6 м и диаметра 13,8 см; гледичия (60–70 лет) – соответственно 12,2 м и 14,9 см.

В Нижне-Донском ЛМР соответствующие модели связи имеют следующую структуру:

– ясень

$$H = -0,0035n^2 + 0,3983n \text{ при } R^2 = 0,994, (23)$$

$$d = -0,0035n^2 + 0,4177n \text{ при } R^2 = 0,997; (24)$$

– робиния

$$H = -0,0034n^2 + 0,4185n \text{ при } R^2 = 0,993, (25)$$

$$d = -0,0037 n^2 + 0,4664n \text{ при } R^2 = 0,991; (26)$$

– гледичия

$$H = -0,0033n^2 + 0,3969n \text{ при } R^2 = 0,995, (27)$$

$$d = -0,0047n^2 + 0,5093n \text{ при } R^2 = 0,997; (28)$$

– вяз

$$H = -0,0047n^2 + 0,4503n \text{ при } R^2 = 0,998, (29)$$

$$d = -0,0059n^2 + 0,5363n \text{ при } R^2 = 0,993; (30)$$

– тополь

$$H = -0,0131n^2 + 0,8495n \text{ при } R^2 = 0,977, (31)$$

$$d = -0,0129n^2 + 0,8297n \text{ при } R^2 = 0,998. (32)$$

При анализе соотношений (23–32) заключаем, что в условиях Нижне-Донского ЛМР тополь, при достижении возраста естественной спелости, характеризуется высотой 13,7 м и диаметром 13,2 см. Робиния и гледичия (51–60 лет) характеризуются средними высотами 12,9 – 11,8 м и диаметрами 14,7–13,8 см. Ясень в возрасте спелости имеет высоту 11,3 м и диаметр 12,5 см. Вяз в 31–40 лет достигает высоты 10,5 м и диаметра 12,0 см.

В Сальско-Манычском ЛМР уравнения связи возраста с высотой и диаметром стволов древостоев имеют вид:

– ясень

$$H = -0,0018n^2 + 0,2547n \text{ при } R^2 = 0,997, (33)$$

$$d = -0,0023n^2 + 0,3271n \text{ при } R^2 = 0,998; (34)$$

– робиния

$$H = -0,0019n^2 + 0,2648n \text{ при } R^2 = 0,991, (35)$$

$$d = -0,0021n^2 + 0,2998n \text{ при } R^2 = 0,997; (36)$$

– вяз

$$H = -0,0027n^2 + 0,2914n \text{ при } R^2 = 0,993, (37)$$

$$d = -0,005 n^2 + 0,5146n \text{ при } R^2 = 0,994. (38)$$

Решение уравнений (33) – (38) привело к заключению, что робиния и ясень в возрасте спелости (51–60 лет) достигают высоты около 9 м и диаметра 10,4–11,3 см. Вяз в возрасте спелости (31–40 лет) характеризуется средней высотой 7,3 м и диаметром 12,6 см.

Полученные данные позволили исследовать ход роста основных пород лесных полос по запасу стволовой древесины (таблица). Эти материалы были использованы при составлении таблиц хода роста основных пород лесных полос по ЛМР Ростовской области [5].

По данным таблицы видно, что наиболее продуктивные лесные полосы в Доно-Донецком ЛМР формируют дуб, робиния, гледичия и ясень. Здесь лесные полосы из вяза приземистого и тополя менее долговечны, а значит, и менее перспективны. В Приазовском ЛМР также наиболее перспективны по продуктивности лесные полосы из дуба, робинии и ясеня, наименее перспективны вя-

Ход роста основных пород лесных полос по запасу

| Возраст насаждения, лет | Порода | | | | | |
|----------------------------|---------|---------|----------|-------|-----------------|--------|
| | дуб н/с | робиния | гледичия | ясень | вяз приземистый | тополь |
| Доно-Донецкий ЛМР | | | | | | |
| 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 3 |
| 10 | 4 | 4 | 6 | 4 | 6 | 14 |
| 15 | 10 | 12 | 15 | 10 | 14 | 32 |
| 20 | 19 | 23 | 28 | 19 | 26 | 56 |
| 25 | 29 | 32 | 38 | 27 | 40 | 81 |
| 30 | 44 | 46 | 54 | 38 | 54 | 102 |
| 35 | 61 | 63 | 71 | 50 | 68 | 115 |
| 40 | 79 | 80 | 86 | 62 | 79 | 117 |
| 45 | 99 | 96 | 99 | 72 | 86 | – |
| 50 | 119 | 111 | 110 | 81 | 89 | – |
| 55 | 138 | 124 | 116 | 87 | – | – |
| 60 | 156 | 135 | 117 | 90 | – | – |
| 65 | 173 | 141 | – | – | – | – |
| 70 | 186 | 144 | – | – | – | – |
| 75 | 197 | – | – | – | – | – |
| 80 | 205 | – | – | – | – | – |
| 85 | 208 | – | – | – | – | – |
| Приазовский ЛМР | | | | | | |
| 5 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | нет |
| 10 | 5 | 9 | 10 | 7 | 8 | |
| 15 | 14 | 23 | 24 | 19 | 20 | |
| 20 | 28 | 45 | 46 | 36 | 38 | |
| 25 | 41 | 65 | 57 | 51 | 55 | |
| 30 | 62 | 95 | 80 | 74 | 78 | |
| 35 | 86 | 128 | 104 | 99 | 100 | |
| 40 | 114 | 161 | 126 | 124 | 120 | |
| 45 | 144 | 192 | 145 | 147 | 136 | |
| 50 | 176 | 220 | 158 | 168 | 147 | |
| 55 | 208 | 242 | 165 | 184 | – | |
| 60 | 239 | 257 | 166 | 194 | – | |
| 65 | 268 | 265 | – | 199 | – | |
| 70 | 295 | – | – | – | – | |
| 75 | 318 | – | – | – | – | |
| 80 | 337 | – | – | – | – | |
| 85 | 352 | – | – | – | – | |
| Нижне-Донской ЛМР | | | | | | |
| 5 | нет | 1 | 1 | 1 | 2 | 5 |
| 10 | | 6 | 7 | 5 | 8 | 23 |
| 15 | | 16 | 17 | 12 | 18 | 52 |
| 20 | | 30 | 32 | 23 | 32 | 87 |
| 25 | | 42 | 44 | 31 | 48 | 116 |
| 30 | | 60 | 60 | 44 | 65 | 133 |
| 35 | | 79 | 79 | 57 | 78 | 134 |
| 40 | | 98 | 95 | 69 | 88 | – |
| 45 | | 115 | 107 | 80 | – | – |
| 50 | | 129 | 115 | 88 | – | – |
| 55 | | 138 | 119 | 92 | – | – |
| 60 | 144 | – | 93 | – | – | |

| Возраст насаждения, лет | Порода | | | | | |
|----------------------------|---------|---------|----------|-------|-----------------|--------|
| | дуб н/с | робиния | гледичия | ясень | вяз приземистый | тополь |
| Сальско-Манычский ЛМР | | | | | | |
| 5 | нет | 1 | нет | 1 | 1 | нет |
| 10 | | 2 | | 2 | 4 | |
| 15 | | 4 | | 4 | 10 | |
| 20 | | 7 | | 8 | 18 | |
| 25 | | 10 | | 11 | 26 | |
| 30 | | 14 | | 17 | 35 | |
| 35 | | 20 | | 22 | 44 | |
| 40 | | 25 | | 29 | 51 | |
| 45 | | 30 | | 35 | – | |
| 50 | | 34 | | 40 | – | |
| 55 | | 38 | | 44 | – | |
| 60 | | 41 | | 47 | – | |

зовые насаждения. Породный состав лесных полос Нижне-Донского ЛМР и Сальско-Манычского ЛМР ограничен. В первом случае из него исключен дуб низкоствольный, во втором – дуб, гледичия и тополь. Минимальная продуктивность лесных полос отмечена в Сальско-Манычском ЛМР. Продуктивность лесных полос тесно связана с их мелиоративной способностью.

Библиографический список

- Ивонин, В.М. Адаптивная лесомелиорация степных агроландшафтов: монография / В.М. Ивонин, В.В. Танюкевич, Н.Е. Лобов. – Новочеркасск: НГМА, 2009. – 284 с.
- ОСТ 56-69-83. Площадки пробные лесоустойчивые. Метод закладки. – М., 1984. – 58 с.
- Грошев, Б.И. Лесотаксационный справочник: справочное издание / Б.И. Грошев, С.Г. Синицын, П.И. Мороз и др. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 288 с.
- Изюмский, П.П. Таксация тонкомерного леса: научное издание / П.П. Изюмский. – М.: Лесная пром-сть, 1972. – 88 с.
- Ивонин, В.М. Таблицы хода роста основных пород лесных полос Ростовской области (рекомендации лесоустойчивому) / В.М. Ивонин, В.В. Танюкевич. – Новочеркасск: НГМА, 2010. – 25 с.

**ПОПУЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА ДРЕВЕСНЫХ
ВИДОВ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЕЛОВО-ПИХТАРНИКОВ
СЕВЕРНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ**

А.А. АЛЕЙНИКОВ, *научный сотрудник Центра по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, канд. биол. наук,*
А.А. ЛАЗНИКОВ, *студент лесохозяйственного факультета БрГИТА*

Исследованиями последних десятилетий [7, 15, 18, 21] показана необходимость популяционного подхода к изучению структурно-функциональной организации лесных экосистем. Несмотря на значительное число работ, посвященных среднетаежным лесам [4, 11, 16, 17], в литературе отсутствуют сведения о популяционной структуре основных лесобразователей с учетом естественной дифференциации деревьев в сообществах. Кроме того, в последнее время постепенно происходит переосмысление традиционных подходов к лесопользованию и разработка новых способов, позволяющих более глубоко проникнуть в природные механизмы функционирования лесных экосистем. В связи с этим особую актуальность приобретают популяционные исследования состава и стро-

ения естественных лесов, длительное время не испытывавших антропогенного воздействия. Наиболее крупный массив таких лесов сохранился на юго-востоке республики Коми, в Печоро-Илычском заповеднике.

Цель работы – изучить структуру ценопопуляций древесных видов елово-пихтарников крупнопоротниковых Печоро-Илычского заповедника. В работе проанализированы основные популяционные характеристики: размерная, возрастная, онтогенетическая и виталитетная структуры части ценопопуляций деревьев, которая относится к древостою.

В качестве модельного массива выбран бассейн реки Большая Порожня, правого притока реки Печоры (60°02' с. ш. и 58°59' в. д.). По лесорастительному районированию Урала [20] эта территория относится к Западно-Уральской предгорной увалисто-равнинной провинции Уральской горно-увалисто-равнинной области. В геоморфологическом отношении водосбор этой реки расположен в пределах денудационно-тектонических возвышенностей, низкогорных и среднегорных массивов. Преобладают кислые кристаллические почвообразующие породы [12]. Климат исследуемого района умеренно континентальный со сложным ходом годовых погодных явлений. Он формируется под воздействием западного переноса воздушных масс и частного вторжения с севера вдоль горных хребтов холодного арктического воздуха. Среднегодовая температура воздуха равна -0,4° С. Период с отрицательными температурами воздуха длится 175–185 дней. Средняя температура января -15,0–17,5°С, июля +15,5–16,5°С. Продолжительность безморозного периода 80–110 дней. Вегетационный период длится 140–150 дней, период активного роста растительности – 90–100 дней. Сумма температур выше + 5°С – 1600–1800, выше + 10°С – 1300–1420°С. Средняя сумма осадков за год – 627 мм. Снежный покров устанавливается в конце октября – начале ноября и держится около 180–190 дней. Увлажнение избыточное, ГТК по Т. Г. Селянинову равен 1,5–1,8 [3, 5]. Предварительный анализ исторических данных показал, что территория модельного бассейна несколько послед-

них столетий была мало освоена. Сплошные рубки отсутствовали полностью, местным населением проводились только выборочные рубки кедра сибирского и ели сибирской на участках, прилегающих к Печоре и вдоль наиболее крупных (судоходных) притоков.

С 2009 г. нами начаты исследования популяционной структуры древесных видов в разных типах леса [1, 19]. Одни из наименее изученных на исследуемой территории – темнохвойные леса с абсолютным доминированием папоротника *Dryopteris dilatata*. Маршрутные исследования позволили уточнить границы этих сообществ. Оказалось, что елово-пихтарники крупнопоротниковые занимают обширные хорошо дренированные участки в верхних частях склонов и на водоразделах. При этом самый крупный массив расположен на левом берегу реки Большая Порожня, а более мелкие массивы – на правом.

Материалы и методы

Для изучения структуры и состава древесной синузии пихто-ельника крупнопоротникового на правом берегу реки Большая Порожня заложена постоянная пробная площадь площадью 1 га (50 × 200 м). Абсолютная высота – 340–345 м над у.м., склон слабополгий (уклон 1°) восточной экспозиции. В межкрупных пространствах этого сообщества преобладают подзолы иллювиально-железистые на элюво-делювии горных пород [6].

На пробной площади проведен сплошной перебор древостоя, в который включены деревья с $D_{1,3м} > 2$ см. Общее число деревьев переборного диаметра $n = 1171$. Для определения абсолютного возраста проведено кернение 376 деревьев ели и пихты. Большая часть деревьев оказалась с сердцевинной гнилью. Виталитетная структура древесных видов определялась по трехбалльной шкале с учетом внешних признаков растения. Так, балл 1 присваивался растениям нормальной жизненности, балл 2 – пониженной, балл 3 – низкой [10]. Онтогенетическое состояние каждого дерева определялось с учетом его жизненного состояния (виталитета).

Для особей нормальной и пониженной жизненности использовалась традиционная

схема онтогенеза, включающая имматурные особи второй подгруппы (im2), виргинильные первой (v1) и второй (v2) подгрупп, а также генеративные молодые (g1), зрелые (g2) и старовозрастные (g3) [8, 14, 21]. Для особей низкой жизненности применялась упрощенная схема, по которой выделялись имматурные (im), виргинильные (v) и генеративные (g) особи.

Результаты и обсуждение

В лесном покрове модельного бассейна елово-пихтарники крупнопоротниковые занимают хорошо дренированные участки водоразделов и верхних частей склонов. Дешифрирование космоснимков разного пространственного разрешения (Landsat, Iconos) показало, что площадь изучаемого сообщества около 35 га.

Древесный ярус сложен несколькими видами: елью сибирской (*Picea obovata*), пихтой сибирской (*Abies sibirica*), кедром сибирским (*Pinus subirica*) и березой пушистой (*Betula pubescens*). Единично встречается древовидная рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*). По сумме площадей поперечного сечения в древесном ярусе преобладает пихта и ель, значительно меньше кедр и березы. Состав древостоя: 4,9П 3,0Е 2,0К 0,1Б. По числу стволов также доминируют пихта и ель, а вот тонкомерной березы в три раза больше, чем крупных деревьев кедр (табл. 1). Преобладание конкурентных темнохвойных видов в составе древостоя и полное отсутствие реактивных светлохвойных (сосны и лиственницы) еще раз подтверждает, что последнее массовое нарушение этого участка было очень давно.

Древостой очень неравномерен как по сомкнутости, так и по структуре. Распределение деревьев групповое, сомкнутость древесного полога небольшая (0,3–0,4). В целом древесная синузия характеризуется вертикальной сомкнутостью и отсутствием четких ярусов, что значительно затрудняет использование стандартных методик [2, 13] для определения таксационных показателей. Внутри- и межвидовая конкуренция, свойственная таким лесам, приводит к сильным различиям в основных морфологических характеристиках деревьев.

Пихта сибирская в изучаемом сообществе наиболее многочисленна и по числу стволов и по сумме площадей поперечного сечения (СПП) (табл. 1). По всей видимости, экологические условия сообщества оптимальны для произрастания этого вида, что подтверждается значительными размерами деревьев (табл. 2). Распределение деревьев по диаметру – левостороннее с максимумом на ступенях толщины 6 см. Определение абсолютного возраста ($n = 47$) показало, что ценопопуляция пихты, входящая в древостой, абсолютно разновозрастная, так как одновременно присутствуют несколько возрастных поколений (диапазон возраста от 24 до 247 лет). Онтогенетический спектр – полночленный, с максимумом на молодых генеративных особях. Зрелых и старых генеративных деревьев значительно меньше, что объясняется постепенным снижением с возрастом устойчивости деревьев к грибным заболеваниям. Присутствие и высокая численность имматурных и виргинильных деревьев пихты свидетельствует о непрерывном устойчивом обороте поколений (рис. 1).

Анализ виталитетного спектра показал, что в древостое преобладают особи пихты пониженной (44 %) и нормальной (37 %) жизненности. Значительно меньше особей низкой жизненности (19 %) (табл. 2). Пораженность грибными заболеваниями пихты достаточно высока. Среди 193 проанализированных деревьев пихты стволовая гниль обнаружена у 44,5 % деревьев. При этом доли зараженных и здоровых деревьев разного жизненного состояния отличаются. Наибольшая доля пораженных оказалась среди деревьев нормальной жизненности (среди 93 исследованных деревьев нормальной жизненности с гнилью оказались 52 %). Высокая доля (48 %) пораженных деревьев и среди особей пониженной жизненности, немного меньше (33 %) – среди деревьев низкой жизненности. Сухостойные деревья отмечены во всех ступенях толщины, что свидетельствует о равномерном отпаде в течение всей жизни. Больше всего усыхает деревьев небольшого диаметра (8 см), что, по всей видимости, связано с их угнетением и самых крупных деревьев (>30 см) – из-за грибных патогенов (рис. 2).

Некоторые характеристики ценопопуляций древесных видов елово-пихтарника крупнопоротникового

| Вид | Живые деревья | | | Сухостойные деревья | |
|-----------------|---------------|-------------------|------------------------|---------------------|-------------------|
| | шт./га | S, м ² | диапазон возраста, лет | шт./га | S, м ² |
| Пихта сибирская | 542 | 15,4 | 24–247 | 91 | 4,0 |
| Ель сибирская | 381 | 9,5 | 50–213 | 69 | 5,3 |
| Кедр сибирский | 17 | 6,2 | >450 | 1 | 0,5 |
| Береза пушистая | 53 | 0,4 | >200 | – | – |
| Итого | 993 | 31,4 | | 161 | 9,8 |

Примечание: *Класс возраста – 40 лет. **Более точно определить невозможно из-за стволовой гнили

Размерная структура ценопопуляций основных видов деревьев с учетом жизненного состояния

| Вид | Число измеренных деревьев, шт. | Диаметр, мм | | | Высота, м | | | S, м ² |
|-----------------|--------------------------------|-------------|-------|-------|-----------|-------|-------|-------------------|
| | | мин. | макс. | сред. | мин. | макс. | сред. | |
| Пихта сибирская | 534 | 26 | 516 | 159,3 | 1,5 | 28,7 | 10,7 | 15,4 |
| нормальная | 198 | 26 | 516 | 236,1 | 2,0 | 28,7 | 15,6 | 10,6 |
| пониженная | 235 | 27 | 347 | 130,8 | 1,8 | 20,6 | 9,0 | 4,2 |
| низкая | 101 | 30 | 293 | 75,2 | 1,5 | 23,2 | 4,9 | 0,6 |
| Ель сибирская | 378 | 10 | 561 | 141,5 | 2,0 | 30,0 | 8,8 | 9,5 |
| нормальная | 107 | 10 | 561 | 236,7 | 2,0 | 30,0 | 14,8 | 6,3 |
| пониженная | 156 | 11 | 341 | 120,9 | 2,0 | 20,5 | 8,0 | 2,4 |
| низкая | 115 | 14 | 264 | 80,8 | 2,0 | 14,0 | 4,4 | 0,8 |
| Кедр сибирский | 17 | 30 | 975 | 628,9 | 3,4 | 28,0 | 21,5 | 6,2 |
| нормальная | 11 | 359 | 952 | 695,5 | 20,7 | 28,0 | 24,3 | 4,4 |
| пониженная | 5 | 67 | 975 | 602,0 | 3,9 | 24,9 | 18,8 | 1,8 |
| низкая | 1 | 30 | 30 | 30,0 | 3,4 | 3,4 | 3,4 | 0,0 |
| Береза пушистая | 53 | 28 | 349 | 76,9 | 1,5 | 18,2 | 6,7 | 0,4 |
| нормальная | 16 | 32 | 349 | 96,4 | 3,8 | 16,4 | 7,7 | 0,2 |
| пониженная | 26 | 28 | 191 | 69,8 | 1,9 | 18,2 | 6,9 | 0,1 |
| низкая | 11 | 33 | 158 | 65,1 | 1,5 | 10,4 | 4,6 | 0,0 |

Ель сибирская содоминирует в сообществе по числу стволов и по СПП (табл. 1). Для ели так же, как и для пихты, это оптимальные условия произрастания – высота отдельных деревьев достигает 30 метров, а диаметр превышает 50 см (табл. 2). В целом, распределение по диаметру деревьев левостороннее, с максимумом на ступенях толщины 4 и 6 см. Возрастная структура абсолютно разновозрастная, так как в сообществе присутствуют виды всех возрастных классов (диапазон абсолютного возраста от 50 до 213), что подтверждает устойчивый поток поколений. Онтогенетический спектр этой части ценопопуляции, вошедшей в древостой, полночленный, с господством зрелых генера-

тивных особей. Как видно из рис. 1, численность имматурных особей второй подгруппы больше, чем таких же особей пихты.

В виталитетном спектре ели преобладают особи пониженной жизнестойкости (42%). Доли особей низкой и нормальной жизнестойкости примерно одинаковы (30 % и 28 % соответственно) (табл. 2). Вполне возможно, что такое соотношение особей разной жизнестойкости нормально для поддержания устойчивости популяции. Среди проанализированных 143 деревьев со стволовыми гнилями оказалось только 9,8 %. Это в 5 раз меньше, чем у пихты. В отличие от ценопопуляции пихты здесь иное соотношение пораженных и здоровых деревьев каждого жизненного состояния. На-

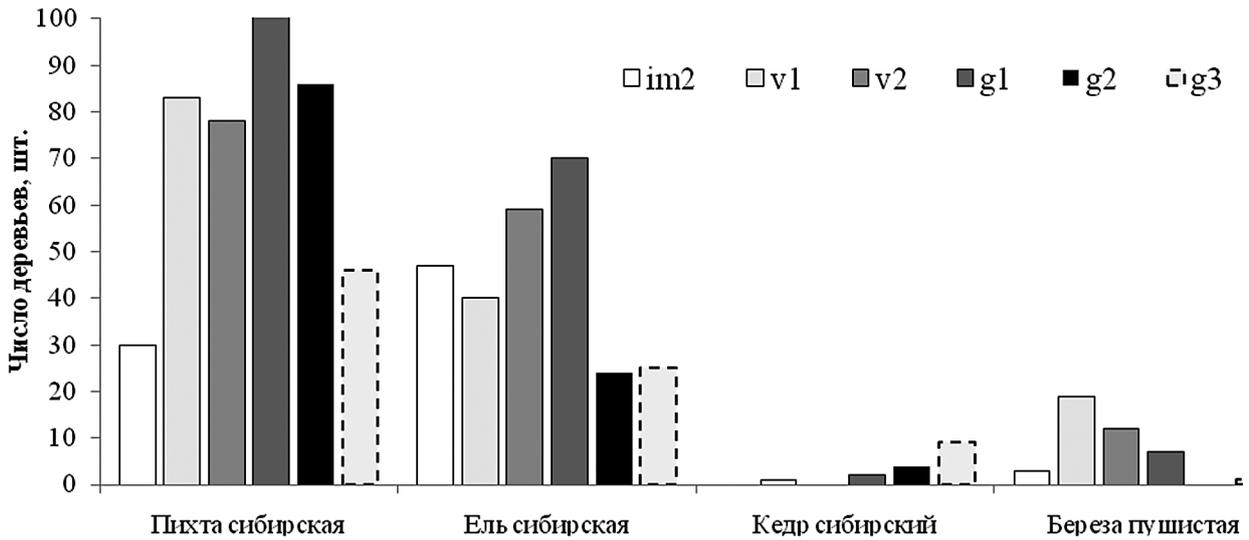


Рис. 1. Онтогенетические спектры видов древесной синусии елово-пихтарника крупнопоротникового. Онтогенетические состояния: im2 – имматурное второе подгруппы, v1 – виргинильное первой подгруппы, v2 – виргинильное второй подгруппы; g1 – молодое генеративное, g2 – зрелое генеративное; g3 – старое генеративное

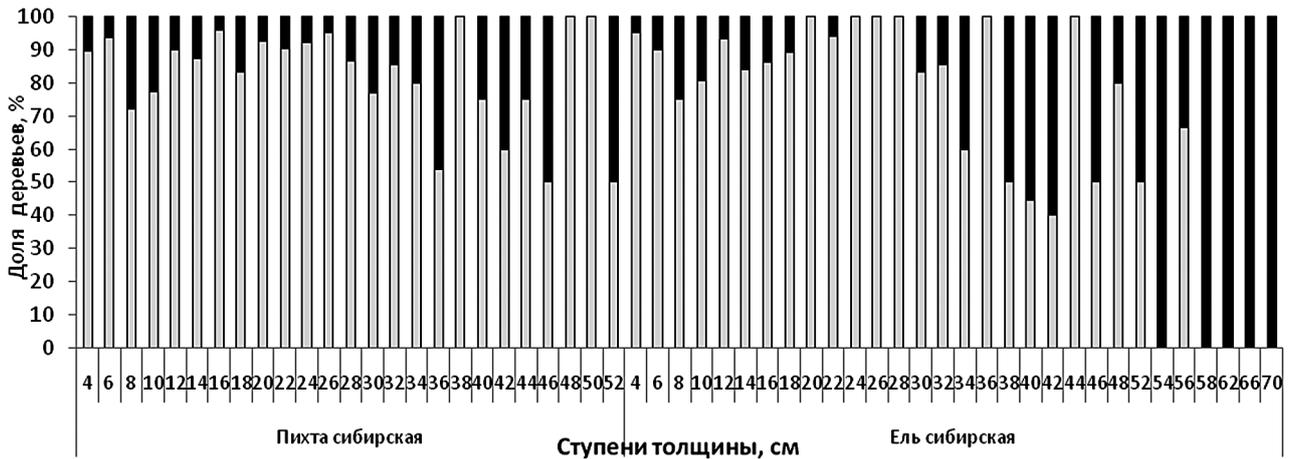


Рис. 2. Доля живых (светлые столбики) и мертвых (черные столбики) деревьев ели и пихты в каждой ступени толщины

ибольшая доля пораженных деревьев (17 %) среди особей нормальной жизненности, среди деревьев пониженной и низкой жизненностей доли пораженных примерно одинаковы (7 % и 8 % соответственно) (рис. 2).

Значительно меньше в сообществе особей *кедра сибирского* (табл. 1). Деревья кедр – самые крупные в изучаемом сообществе (табл. 2). Распределение деревьев по диаметру – правостороннее. Возрастная структура, как и у остальных хвойных видов – абсолютно разновозрастная (диапазон возрастов более 400 лет). Но при этом ценопопуляция кедр имеет фрагментарный регрессивный спектр с малой плотностью особей, и она представлена, в ос-

новном, старыми генеративными растениями (73 %). Полностью отсутствуют виргинильные растения второй подгруппы и молодые генеративные, следовательно, ценопопуляция кедр регрессивная (рис. 1).

У исследованных видов преобладают деревья нормальной жизненности, значительно меньше – пониженной и только одно дерево – низкой. Видимо, для анализа виталитетной структуры ценопопуляции кедр недостаточно данных. Все старые генеративные особи поражены сердцевинной гнилью. Такая онтогенетическая структура могла сформироваться только после мощного однократного воздействия, например ветровала, в результате кото-

рого были созданы условия для успешного приживания и роста кедр. В последующие столетия нарушения отсутствовали и возобновление кедр было затруднено.

Береза пушистая в изучаемом сообществе немногочисленна. По числу стволов она превосходит кедр в 3 раза, а по сумме площадей поперечного сечения березы меньше всего (табл.1). Это связано с преобладанием тонкомерных особей. Вполне возможно, что такая численность березы оптимальна в условиях длительного отсутствия воздействия экзогенных факторов.

Онтогенетический спектр ценопопуляции березы полночленный, левосторонний с господством виргинильных особей, но при этом он сильно отличается от спектров пихты и ели малой плотностью особей (рис. 1).

Виталитетный спектр березы в этом сообществе близок к спектру ели: преобладают особи пониженной жизненности (49 %), меньше – нормальной (30 %) и совсем немного – низкой (21 %) (табл. 2).

Заключение

Разностороннее исследование популяционной структуры древесной синузид елово-пихтарника крупнопоротникового позволяет получить более содержательную характеристику современного состояния ценопопуляций древесных видов и прогнозировать дальнейшее развитие сообщества. Разнообразие возрастных и онтогенетических спектров связано с биологическими особенностями каждого вида и конкретными фитоценоотическими условиями. Для более глубокого понимания структурно-функциональной организации необходимо детальное исследование особенностей возобновления каждого вида с учетом микросайтной организации сообщества.

Полученные результаты позволяют сделать прогноз развития этого сообщества. С большой долей вероятности можно сказать, что без воздействия экзогенных факторов ценопопуляции ели и пихты будут существовать стабильно. Однако вполне возможно, что в скором времени может увеличиться доля ели и уменьшиться доля пихты. Доля кедр будет постепенно сокращаться, в результа-

те чего кедр либо совсем уйдет из сообщества, либо его плотность будет минимальной (1–2 ос./га). Ценопопуляция березы останется малочисленной, но устойчивой во времени.

Аналогичные выводы можно сделать и по виталитетной структуре древостоя. Сложное вертикальное строение древесного полога приводит к естественной дифференциации деревьев по скорости роста и морфологическим характеристикам. Скорее всего, для таких сообществ вполне закономерно преобладание особей пониженной и нормальной жизненностей, а также значительная доля участия особей низкой жизненности.

Работа выполнена при финансовой поддержке фонда РФФИ (проект № 10-04-00355) и Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Научные основы сохранения биоразнообразия России».

Библиографический список

1. Алейников, А.А. Состав и строение древостоев сфагновых ельников в верховьях реки Печора (Печоро-Ильчский заповедник) / А.А. Алейников // Известия Самарского НЦ РАН. – 2011. – Т. 13(39). – № 1(4). – С. 960–964.
2. Анучин, Н.Д. Лесная таксация / Н.Д. Анучин. – М., 1982. – 552 с.
3. Атлас Республики Коми по климату и гидрологии. – М., 1997. – 116 с.
4. Бобкова, К.С. Коренные еловые леса предгорного ландшафтного района Печоро-Ильчского заповедника / К.С. Бобкова, Э.П. Галенко, С.В. Загирова и др. // Труды Печоро-Ильчского заповедника. – 2005. – Вып. 14. – С. 19–25.
5. Бобрецов, А.В. Природные условия Печоро-Ильчского заповедника / А.В. Бобрецов, В.В. Теплов // Закономерности полувекковой динамики биоты девственной тайги Северного Предуралья. – Сыктывкар, 2000. – С. 6–21.
6. Бовкунов, А.Д. Основные типы почв темнохвойных лесов нижнего участка бассейна реки Большая Порожня (приток р. Печора) // А.Д. Бовкунов, А.А. Семиколенных, А.А. Алейников, В.Г. Ухтомский // Труды Печоро-Ильчского заповедника. Сыктывкар. – 2010. – Вып. 16. – С. 23–31.
7. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. – М.: Наука, 2004. – Кн. 1. – 479 с; Кн.2. – 575 с.
8. Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений. Деревья и кустарники. – М.: Прометей, 1989. – 106 с.

9. Дыренок, С.А. Структура и динамика таежных ельников / С.А. Дыренок. – Л., 1984. – 175 с.
10. Злобин, Ю.А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста: монография / Ю.А. Злобин. – Сумы, 2009. – 263 с.
11. Коренные еловые леса Севера: биоразнообразие, структура, функции. – СПб., 2006. – 337 с.
12. Ильчуков, С.В. Ландшафты Печоро-Илычского биосферного заповедника / Труды Печоро-Илычского заповедника / С.В. Ильчуков. – Сыктывкар, 2010. – Вып. 16. – С. 68–83.
13. Лесотаксационный справочник для северо-востока европейской части СССР / Отв. сост. Г.С. Войнов. – Архангельск, 1986. – 357 с.
14. Методические подходы к экологической оценке лесного покрова в бассейне малой реки / Под ред. Л.Б. Заугольной, Т.Ю. Браславской. – М.: Товарищество научных изданий. КМК, 2010. – 383 с.
15. Оценка и сохранение биоразнообразия лесного покрова в заповедниках Европейской России. – М.: Научный мир, 2000. – 185 с.
16. Пахучий, В.В. Девственные леса Северного Приуралья / В.В. Пахучий. – СПб.: Наука, 1999.
17. Перспективы исследования девственных лесов Печоро-Илычского государственного природного заповедника. Материалы научно-методологического семинара. – Сыктывкар, 2002. – 60 с.
18. Смирнова, О.В. Методология исследования популяционной организации и сукцессионной динамики лесных экосистем (биогеоценозов) / О.В. Смирнова, Н.А. Торопова, Д.Л. Луговая и др.; отв. ред. Л.Б. Заугольная, Т.Ю. Браславская // Методические подходы к экологической оценке лесного покрова в бассейне малой реки. – М.: 2010. – С. 20–40.
19. Смирнова, О.В. Пространственная неоднородность почвенно-растительного покрова темнохвойных лесов Печоро-Илычского заповедника / О.В. Смирнова, А.А. Алейников, А.А. Семиколенных и др. // Лесоведение. – 2011. – № 6. – С. 67–78.
20. Смолоногов, Е.П. Комплексное районирование Урала / Е.П. Смолоногов // Леса Урала и хозяйство в них. – Екатеринбург: УГЛТА, 1995. – Вып. 18. – С. 24–41.
21. Сукцессионные процессы в заповедниках России и проблемы сохранения биологического разнообразия / Под ред. О.В. Смирновой, Е.С. Шапошниковой. – СПб. – 549 с.

ДИНАМИКА ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ НА ВОСТОКЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ

Н.М. ИТЕШИНА, доц. каф. лесоводства и лесных культур Ижевской ГСХА, канд. с.-х. наук,
А.К. КАСИМОВ, проф. каф. лесоводства и лесных культур Ижевской ГСХА, д-р с.-х. наук,
Л.Н. ДАНИЛОВА, асп. каф. лесоводства и лесных культур Ижевской ГСХА

n.iteshina@yandex.ru

Темнохвойные леса с преобладанием ели в древесном ярусе произрастают в умеренном поясе северного полушария и занимают значительную часть Европы, Азии и Северной Америки. В России еловые леса распространены от западных границ до восточных и формируют облик ландшафта таежной зоны. На рубеже XX–XXI вв. среди основных лесобразующих пород ель занимала площадь 76,1 млн га, или 15,4 % площади всех хвойных древостоев [1]. В Удмуртской Республике еловые насаждения находятся на первом месте по площади, которая составляет 792,6 тыс. га, или 38,4 % площади покрытых лесом земель [2].

По территории республики проходит граница смыкания ареалов двух видов ели: европейской (*Picea abies*) и сибирской (*P. obovata*), поэтому наблюдается большое

количество переходных форм и постепенно ель европейская сменяется гибридной елью финской (*Picea x fennica*). Из хвойных вечнозеленых деревьев семейства сосновых наряду с елью произрастают сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*) и сосна кедровая сибирская (*P. Sibirica*), пихта сибирская (*Abies sibirica*), а из летнезеленых – лиственница сибирская (*Larix sibirica*). Из листопадных широко представлены виды из семейства березовых. Наибольшее распространение получили береза повислая (*Betula pendula*) и береза пушистая (*B. pubescens*), осина (*Populus tremula*), по поймам рек – ольха серая (*Alnus incana*) и черная (*Al. glutinosa*), многочисленно семейство ивовых (около 10 видов *Salix*). В южных районах совместно с елью произрастают дуб черешчатый (*Quercus robur*), клен остролистный (*Acer platanoides*), из ильмо-

вых – вяз гладкий (*Ulmus laevis*) и шершавый (*U. qlabra*) [3].

Известно, что состояние лесных экосистем во многом зависит от климатических условий региона, а дифференциация тепла по земному шару определяет продуктивность лесной растительности, ее распределение по лесорастительным зонам с привязкой к планетарным термическим поясам. На основании ст. 15 Лесного кодекса, в соответствии с Приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 28 марта 2007 г. № 68 «Об утверждении перечня лесорастительных зон и лесных районов Российской Федерации» леса республики относятся к двум зонам, что обусловлено большой протяженностью территории с севера на юг. Северная часть расположена в южно-таежном лесном районе европейской части Российской Федерации таежной лесорастительной зоны, южная часть – в хвойно-широколиственном лесном районе европейской части РФ зоны хвойно-широколиственных лесов. Согласно лесорастительному районированию территории России по С.Ф. Курнаеву [4], исследуемый район относится к подзоне южной тайги и северной подзоне зоны смешанных лесов в Унжинско-Камском и Ветлужско-Приуральском округах провинции восточной части Русской равнины Евразийской области лесов умеренного пояса.

Ель как наиболее устойчивая и оптимальная древесная порода для климатических и растительных условий востока Русской равнины является преобладающей в лесах естественного происхождения и главной – в культурах, создаваемых лесными предприятиями. Освоение технологии создания еловых культур в республике начато с 1954 г. В 60-х гг. посадки еловых культур стали носить массовый характер, а с 1972 г. еловые культуры начали преобладать над культурами других пород [5]. В 2007 г. доля лесных культур ели составила 97 % от общего объема искусственного лесовосстановления.

По данным П.А. Соколова, А.А. Петрова (2004), в насаждениях темнохвойной тайги республики преобладают ельники зеленомошной группы типов леса, в том числе ельники кисличные (28,4 %), ельники чер-

ничные (13,4 %). Из других групп типов леса наибольшая доля в общей площади ельников приходится на широколиственные – 22,8 %, снытьевые – 17,5 % и липняковые – 10,9 %. Приручьевые, долгомошные, сфагновые и травяно-болотные типы леса занимают менее 10 % площади. Основные массивы ельников сосредоточены в северных и центральных районах – Глазовском (10,5 %), Игринском (9,8 %), Кезском (7,3 %) и Селтинском (7,2 %). На юге республики их представленность меньше (от 1–2 % до 5–6 %).

Динамика состава лесобразующих пород длительное время характеризовалась уменьшением доли ели в структуре лесов и увеличением мягколиственных пород. Так, по данным Генерального межевания (начало XIX в.), в структуре земельных угодий леса занимали 74,4 %, в то время как сейчас лесистость составляет 46,4 %, т.е. площадь лесов за последние два столетия уменьшилась в 1,6 раза и в основном за счет темнохвойной тайги [7]. По данным В.Я. Колданова (1966), в лесах Удмуртской Республики смена пород проходила с интенсивностью вырубki хвойного леса. За двадцатилетний период с 1936 по 1956 г. удельный вес хвойных пород снизился на 23,2 %. Лиственные насаждения занимали в 1936 г. – 166,4 тыс. га, в 1956 г. – 485,5 тыс. га соответственно, а к 1998 г. их площадь увеличилась более чем в 4,2 раза и достигла 717,5 тыс. га [5]. В последние десятилетия отмечается увеличение площадей хвойных пород в 1,4 раза (табл. 1).

Приостановить смену пород в лесах позволили принятые меры по сохранению подростa и искусственному лесовосстановлению. По исследованиям В.Я. Колданова (1966) и с учетом данных Воронежской экспедиции Агрореспекта, обследовавшей в 1956 г. 185,5 тыс. га вырубok предыдущего десятилетия, 20,4 % их площади возобновилось хвойными породами, 21,2 % – с недостаточным количеством хвойных, 27 % – березой и осинкой, 27,8 % не возобновилось вообще или недостаточно. В настоящее время коэффициент смены пород значительно уменьшился, что свидетельствует о положительном процессе хода смены пород в лесах республики.

**Динамика лесного фонда Удмуртской Республики
(в числителе – тысяч гектар; в знаменателе – процент)**

| Год учета | Покрытая лесом площадь | | |
|-----------|------------------------|-----------------------|----------------------|
| | Всего | в том числе | |
| | | хвойных | лиственных |
| 1936 | <u>1291,4</u> 100 | <u>1125,0</u> 87,1 | <u>166,4</u> 12,9 |
| 1945 | <u>1423,0</u> 100 | <u>1192,4</u> 83,7 | <u>230,6</u> 16,2 |
| 1956 | <u>1348,8</u> 100 | <u>863,3</u> 64 | <u>485,5</u> 36 |
| 1961 | <u>1398,0</u> 100 | <u>818,5</u> 58,5 | <u>579,5</u> 41,5 |
| 1966 | <u>1376,2</u> 100 | <u>750,7</u> 54,5 | <u>625,5</u> 45,5 |
| 1975 | <u>1419,5</u> 100 | <u>755,9</u> 53,3 | <u>663,6</u> 46,7 |
| 1985 | <u>1432,5</u> 100 | <u>786,2</u> 54,9 | <u>646,4</u> 45,1 |
| 1993 | <u>1445,4</u> 100 | <u>832,5</u> 57,6 | <u>612,9</u> 42,4 |
| 1998 | <u>1492,1</u> 100 | <u>774,6</u> 51,9 | <u>717,5</u> 48,1 |
| 2003 | <u>1918,3</u> 100 | <u>1094,0</u> 57,1 | <u>824,3</u> 42,9 |
| 2006 | <u>1940,7</u> 100 | <u>1118,8</u> 57,6 | <u>821,9</u> 42,4 |
| 2008 | <u>1936,5</u> 100 | <u>1123,0</u> 58,0 | <u>813,5</u> 42,0 |

**Динамика породного состава лесов Удмуртской Республики
с 1965 г. по 2008 г. в тысячах гектар**

| Преобладающая порода | Годы учета | | | | | | | Разница | |
|-----------------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|-------|
| | 1965 | 1976 | 1986 | 1988 | 1998 | 2006 | 2008 | (+,–) | % |
| Сосна | 184,0 | 253,8 | 263,5 | 266,1 | 258,1 | 332,0 | 330,4 | +146,4 | +44,3 |
| Ель, пихта | 565,7 | 498,5 | 518,8 | 524,6 | 511,9 | 786,8 | 792,6 | +226,9 | +28,6 |
| Итого хвойные | 750,2 | 755,9 | 786,2 | 794,7 | 774,6 | 1118,8 | 1123,0 | +372,8 | +33,0 |
| Твердолиственные | 4,9 | 4,7 | 1,8 | 1,9 | 2,2 | 4,2 | 4,4 | –0,5 | –11,4 |
| Береза | 393,9 | 454,6 | 473,2 | 467,1 | 532,1 | 612,6 | 608,2 | +214,3 | +35,2 |
| Осина | 122,4 | 108,5 | 88,2 | 86,0 | 90,7 | 93,2 | 90,5 | –31,9 | –35,2 |
| Липа | 93,8 | 82,9 | 70,8 | 69,0 | 78,2 | 81,8 | 79,8 | –14,0 | –17,5 |
| Ольха | 14,2 | 11,6 | 11,4 | 11,2 | 13,5 | 30,1 | 29,2 | +15,0 | +51,3 |
| Итого мягколиственные | 624,7 | 658,9 | 644,5 | 636,2 | 715,3 | 817,7 | 809,1 | +184,4 | +22,7 |
| Всего | 1379,8 | 1419,5 | 1432,5 | 1432,8 | 1492,1 | 1940,7 | 1936,5 | +556,7 | +28,7 |

Динамика породного состава лесов за период с 1965 г. по 2008 г. представлена в табл. 2.

Тенденция сокращения лесопокрытых площадей, занятых елью, особенно быс-

тро нарастала в 60-е годы прошлого столетия. Так, если в 1945 г. еловые насаждения занимали 80,9 % площади покрытых лесом земель, то к середине 60-х гг. доля еловых лесов в общей лесопокрытой площади сни-

Распределение площади ельников по группам возраст, процент

| Период учетных работ, г. | Группа возраста | | | | | Средний возраст, лет |
|--------------------------------|-----------------|-----------|------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|
| | молодняки | | средневозрастные | приспевающие | спелые и перестойные | |
| | I класса | II класса | | | | |
| 1976 | 22,0 | 11,0 | 14,0 | 16,0 | 37,0 | 68 |
| 1998 | 25,3 | 21,1 | 13,6 | 17,5 | 22,6 | 58 |
| 2008 | 28,1 | 17,3 | 25,1 | 15,9 | 13,6 | 48 |

зилась до 40 %, а в настоящее время составляет лишь 38,4 %. Значительное сокращение площадей темнохвойных лесов и увеличение лиственных в лесном фонде Удмуртии произошло вследствие продолжительных сплошных рубок и интенсивного лесопользования в прошлые годы. Негативные изменения происходили в течение длительного периода нарастающей эксплуатации ельников вплоть до конца 70-х гг. прошлого столетия. До этого периода площадь, покрытая еловыми лесами, планомерно снижалась, и на их месте с нарастающим итогом появлялись лиственные. Согласно «Основным положениям организации и ведения лесного хозяйства Удмуртской АССР» (1976), средний состав лесного фонда по породам был 38Е1Л18С27Б9Ос6Лп1Ол. Доминировали ель, сосна, береза, осина, липа, местами незначительно присутствовали ольха, лиственница и пихта. В хвойно-широколиственных лесах в составе древостоев встречались дуб, клен. Еловые древостои без примеси других пород в основном произрастали в подзоне южной тайги. В зоне смешанных лесов ель чаще формировала древостои с участием в составе лиственных пород – березы, осины, липы [3].

К концу 80-х годов прошлого столетия средний породный состав лесного фонда по занимаемой площади соответствовал 34Е17С1П36Б6Ос5Лп1Ол, а к началу текущего столетия соотношение пород выглядело следующим образом: 36Е17С34Б6Ос5Лп1Ол (40Е18С1П28Б6Ос6Лп1Ол – по запасу). В настоящее время в лесном фонде региона хвойные преобладают и составляют 58,0 %, в том числе ельники – 38,4 %. Это в значительной степени достигнуто благодаря эффективному искусственному лесовосстановлению, содействию естественному возобновлению, приме-

нению системы выборочных, постепенных рубок и сохранению подроста при рубках.

Динамика возрастной структуры еловых лесов проявляется в том, что ранее, до середины 70-х гг., более половины площадей (53 %) с преобладанием ели было в приспевающих, спелых и перестойных насаждениях. В настоящее время такой повышенный показатель характерен для молодняков и средневозрастных насаждений. За анализируемый период площадь в молодняках увеличилась с 33,0 % до 45,4 %, а в средневозрастных насаждениях – 14,0 % до 25,1 % соответственно. При этом, как уже отмечалось, прослеживается тенденция уменьшения площадей, занятых спелыми, перестойными ельниками (13,6 %). Практически неизменным осталось распределение по площади приспевающих насаждений (табл. 3). Средний возраст древостоев ели уменьшился с 68 до 48 лет.

Результаты анализа таксационных показателей насаждений показали, что их динамика имела положительную направленность по производительности лесов, оставалась стабильной по полноте, но ухудшалась по возрастным показателям. Так, средний класс бонитета еловых насаждений повысился с II,6 до II,1. В настоящее время в лесном фонде преобладают насаждения I – III классов бонитета, при этом доля ельников I класса бонитета составляет 19,6 %, II – 50,6 %, III – 26,4 % соответственно [3]. Насаждения низших классов бонитета (IV–V) произрастают на незначительных площадях.

Полнота древостоев практически не изменилась и составляет 0,6–0,7. В таких среднеполнотных насаждениях складывается благоприятная среда для успешного предварительного естественного возобновления темнохвойных пород.

Процесс накопления насаждениями биомассы типичен для лесорастительных условий рассматриваемого региона. Среднегодовой прирост ели за анализируемый период увеличился в 1,4 раза (с 2,5 м³/га до 3,7 м³/га). Однако следует отметить, что запас древостоев ели за период с 2003 г. по 2008 г. уменьшился с 130,74 млн м³ до 128,59 млн м³ за счет спелых и перестойных насаждений. Это обусловлено освоением расчетной лесосеки. В возрастном отношении преобладающие запасы отмечаются в средневозрастных древостоях (34 %). На приспевающие, спелые и перестойные древостои приходится 26 % и 24 % соответственно.

В целом, в последние годы прослеживается положительная динамика нарастания площадей с преобладанием хвойных, отмечено улучшение основных таксационных показателей. Такая тенденция позволит снять обоснованную в недавнем прошлом тревогу об истощении ресурсов еловых насаждений, снижении общего лесосырьевого потенциала

региона, приведет к целенаправленному восстановлению лесов темнохвойной формации в изучаемом регионе.

Библиографический список

1. Леса России. – М.: ВНИИЛМ, 2003. – 43 с.
2. Лесной план Удмуртской Республики. – Ижевск, 2008.
3. Касимов, А.К. Восстановление ельников Предуралья (на примере Удмуртской Республики) / А.К. Касимов, В.А. Галако, Н.В. Духтанова. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 142 с.
4. Курнаев, С.Ф. Лесорастительное районирование СССР / С.Ф. Курнаев. – М.: Наука, 1973. – 203 с.
5. Итешина, Н.М. Сравнительная оценка производительности древостоев сосны и ели в зависимости от почвенно-гидрологических условий в Среднем Предуралье: дис. ... канд. с.-х. наук. / Н.М. Итешина. – Екатеринбург, 2004. – 162 с.
6. Соколов, П.А. Таксация ельников Прикамья (на примере Удмуртии) / П.А. Соколов, А.А. Петров. – Ижевск: РИО ИжГСХА, 2004. – 272 с.
7. Туганаев, В.В. Общие сведения о лесе / В.В. Туганаев // Леса Удмуртии. – 1997. – С. 21–34.
8. Колданов, В.Я. Смена пород и лесовосстановление / В.Я. Колданов. – М.: Лесная пром-сть, 1966. – 165 с.

СУКЦЕССИОННАЯ ДИНАМИКА ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (QUERCUS ROBUR L.) И ПОРОД-СПУТНИКОВ НА СКЛОНАХ РАЗНЫХ ЭКСПОЗИЦИЙ ЗАПАДНОГО КAVKAZA (ПО ДАННЫМ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА)

В.Ю. КУЛАКОВ, *асп. каф. экологии, защиты леса и лесного охотоведения ВГЛТА*,
С.М. МАТВЕЕВ, *проф. каф. лесоводства ВГЛТА, д-р биол. наук*

kulakov152@list.ru; lisovod@bk.ru

На Западном Кавказе в связи со сложностью рельефа и особенностями природных условий дубравы выполняют значительную водоохранную и защитную роль, способствуют сохранению разнообразия и устойчивости природно-территориальных комплексов.

Наиболее биологически устойчивы и продуктивны смешанные насаждения из дуба и пород-спутников [1–4]. В то же время при совместном произрастании дуб постепенно теряет главенствующее положение и уступает место породам-спутникам, происходит нежелательная с лесоводственной точки зрения сукцессия [2, 5].

На Западном Кавказе совместно с дубом черешчатым (*Quercus robur* L.) произрастают граб кавказский (*Carpinus betulus* L.), бук кавказский (*Fagus orientalis* L.), клен остролиственный (*Acer platanoides* L.), ясень обыкновенный (*Fraxinus excelsior* L.) и др. породы. В сукцессионной смене дуба основная роль принадлежит грабу кавказскому [5], который при взаимодействии со средой обитания преобразовывает лесорастительные условия (повышается влажность почвы и воздуха, снижается амплитуда колебаний температур и пр.), что, в свою очередь, приводит к оптимизации условий для появления здесь сильного конкурента – бука кавказского семенного происхождения [6].

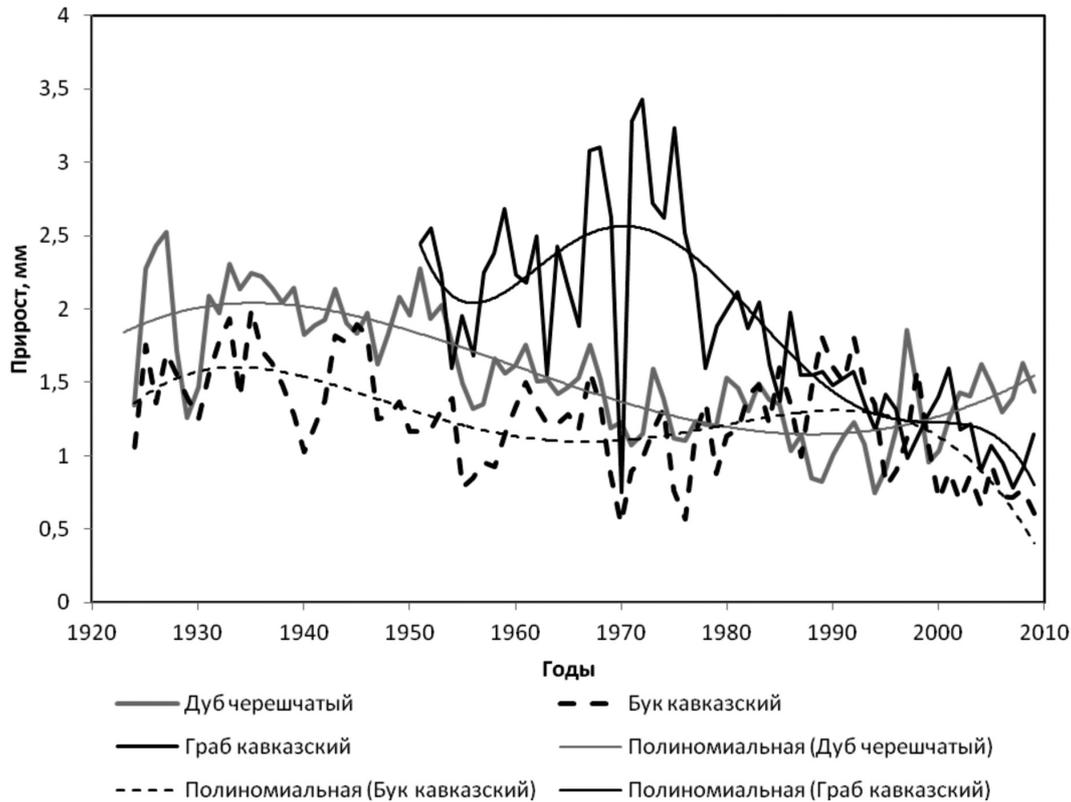


Рис. 1. Динамика среднего радиального прироста дуба черешчатого, бука кавказского и граба кавказского на южной экспозиции склона

В связи с вышеизложенным, безусловно, актуальной является лесоводственная характеристика совместного произрастания дуба черешчатого, граба кавказского и бука кавказского в принципиально разных условиях на южной и северной экспозициях склонов, методами дендрохронологии на основе анализа их радиального прироста. Такой анализ позволит выявить особенности межвидовой конкуренции, периоды активного роста и периоды депрессии лесообразующих древесных пород.

Лесоводственное обследование и отбор образцов (кernов) для дендрохронологического анализа провели в 2008–2010 гг. в поясе дубовых лесов северного макросклона Кавказского хребта в Карачаево-Черкесской республике (Кубанское лесничество). В порослевых 80–90-летних дубравах на южной и северной экспозициях склонов в модальных типах леса заложено 8 постоянных пробных площадей. В пределах пробной площади по каждой породе отобрано 12 образцов (кernов) древесины. Для дуба черешчатого и бука кавказского датированы все образцы, для граба кавказского точная датировка оказалась воз-

можной на семи образцах (кернах), три принадлежат южной экспозиции склона и четыре северной. Дендрохронологические данные получены по общепринятой методике [7, 8].

Усредненная характеристика состава древостоев на южной экспозиции склона (8Дч2Гр+Бкв). Тип леса – сухая судубрава дуба скального (C_1), бонитет IV. Подлесок крайне редкий из азалии и бересклетов. Северная экспозиция характеризуется усредненным составом древостоев (4Дч4Гр1Бкв1Яо+Кло). Тип леса – свежая дубово-грабовая бучина (D_2), бонитет III. Подлесок редкий из азалии, лещины, бересклетов, боярышника, кизила.

На рис. 1 представлена средняя динамика прироста дуба черешчатого, бука кавказского и граба кавказского на южной экспозиции склона.

В условиях анализируемой экспозиции в динамике прироста дуба, бука и граба наблюдается ярко выраженная обратная зависимость. Кривые радиального прироста дуба и бука в первые 25–30 лет жизни характеризуются слабо выраженной гиперболой, а затем наблюдается падение прироста. У бука

Корреляционная динамика между радиальным приростом дуба черешчатого, бука кавказского и граба кавказского на южной и северной экспозиции склона

| Сравниваемые ряды | Количественная мера тесноты связи (r) в диапазоне сравнения | | | |
|----------------------------------|---|-----------|-----------|-----------|
| | за весь период жизни | 1924–1949 | 1950–1979 | 1980–2009 |
| Южная экспозиция | | | | |
| Дуб черешчатый – бук кавказский | 0,61 | 0,30 | 0,36 | 0,14 |
| Дуб черешчатый – граб кавказский | 0,18 | – | –0,08 | –0,23 |
| Граб кавказский – бук кавказский | 0,59 | – | 0,10 | 0,51 |
| Северная экспозиция | | | | |
| Дуб черешчатый – бук кавказский | 0,14 | 0,29 | 0,50 | –0,36 |
| Дуб черешчатый – граб кавказский | 0,49 | –0,42 | 0,66 | 0,44 |
| Граб кавказский – бук кавказский | 0,65 | –0,47 | 0,42 | –0,20 |

Т а б л и ц а 2

Корреляционная динамика между радиальным приростом дуба черешчатого и граба кавказского по десятилетиям на южной экспозиции склона

| Десятилетия | Количественная мера тесноты связи, r | P*-0,05 | N | Критерий Стьюдента факт. (t _f) | Критерий Стьюдента (t _{st}) при (β=0,8) | Достоверность: t _f > t _{st} |
|-------------|--------------------------------------|---------|----|--|---|---|
| 1951–1959 | 0,37 | 0,33 | 9 | 1,04 | 1,29 | Недостоверно |
| 1960–1969 | 0,05 | 0,89 | 10 | 0,14 | 1,29 | Недостоверно |
| 1970–1979 | – 0,12 | 0,74 | 10 | – 0,34 | 1,29 | Недостоверно |
| 1980–1989 | 0,49 | 0,15 | 10 | 1,58 | 1,29 | Достоверно |
| 1990–1999 | – 0,51 | 0,13 | 10 | – 1,66 | 1,29 | Достоверно |
| 2000–2009 | – 0,62 | 0,05 | 10 | – 2,26 | 1,29 | Достоверно |

* Отмеченные корреляции значимы на уровне p < 0,05

падение прироста начинается и заканчивается немного раньше, чем у дуба, и после небольшого увеличения он интенсивно падает, в то время как у дуба с 70-летнего возраста радиальный прирост несколько возрастает (о чем свидетельствуют линии трендов) благодаря естественному изреживанию и переходу динамики прироста в волнообразную реакцию на климатическую составляющую.

Для дуба падение радиального прироста до 70-летнего возраста, очевидно, связано с рядом причин.

1. Все древесные породы в молодом возрасте растут интенсивнее, а затем прирост уменьшается. У порослевых дубрав это снижение наиболее заметно.

2. На данном возрастном этапе обострены конкурентные межвидовые отношения (по площади питания) с породами-спутниками, что подтверждается отрицательной корреляционной связью между кривыми радиального прироста дуба и граба на этом жизненном этапе (табл. 1).

Из данных таблицы видно, что на южной экспозиции склона наименьшая (положительная) корреляционная связь наблюдается между радиальным приростом дуба и граба (0,18), по 30-летним периодам связь также низкая, но обратная. Кажущиеся несоответствия результатов корреляционного анализа приростов древесных пород за весь период роста и по 30-летиям объясняются при более детальном анализе связей – по десятилетиям. В частности для дуба и граба анализ по десятилетиям приведен в табл. 2.

Как направление, так и количественная характеристика связей резко варьирует от – 0,62 и – 0,51 до + 0,49 в соседних десятилетиях.

Грабу кавказскому с первых лет жизни, в силу биологических особенностей [3], свойственно формировать высокий, ежегодно нарастающий прирост, реализующийся на фоне падения прироста дуба и бука. Период относительно высокого прироста граба продолжается до 35–40-летнего возраста, после чего прирост значительно снижается до уров-

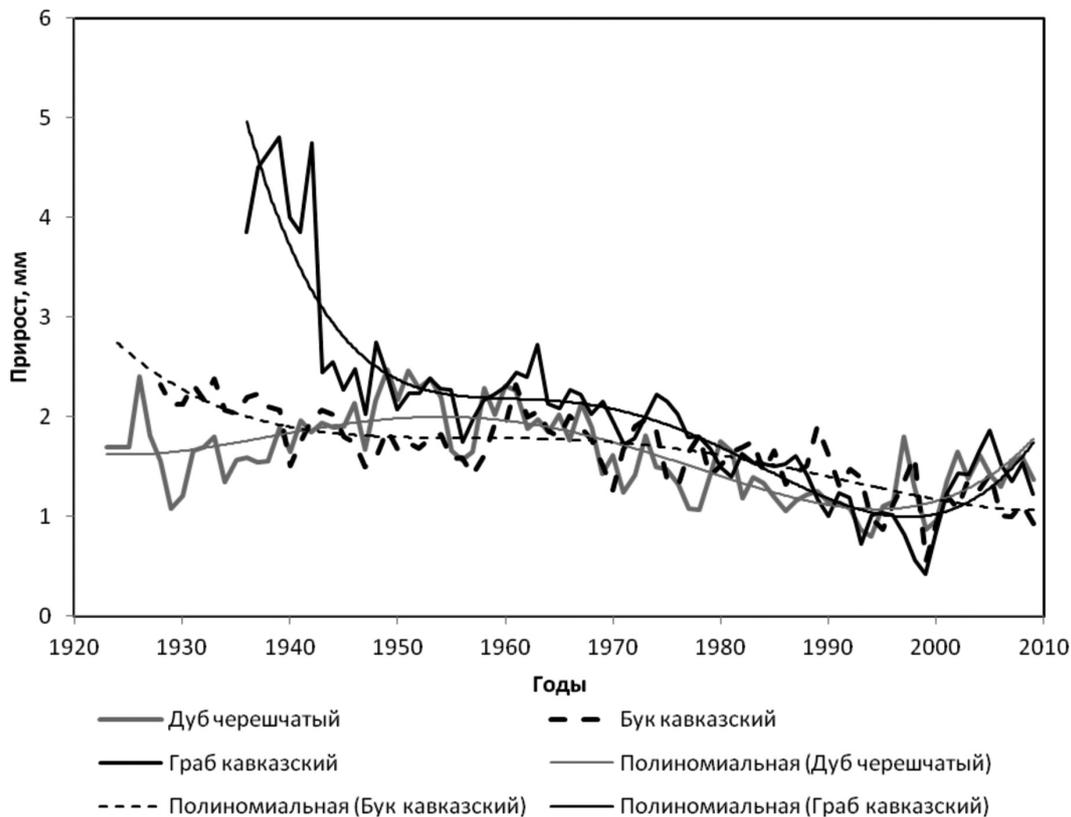


Рис. 2. Динамика среднего радиального прироста дуба черешчатого, бука кавказского и граба кавказского на северной экспозиции склона

ня прироста конкурентов (дуба и бука). Граб кавказский в насаждениях моложе дуба на 20–30 лет, он появляется и выживает именно под пологом дуба, который выступает в качестве «первопроходца» на открытых территориях. Граб, вероятнее всего, реализует потенциал высокоинтенсивного роста в раннем возрасте исключительно на фоне ослабления и снижения радиального прироста конкурентов, в большей степени – дуба.

Между приростом дуба и бука на южной экспозиции склона (табл. 1) за весь период жизни наблюдается заметная корреляционная связь (0,61), а в период с 1979 по 2009 г. связь резко понижается до слабой (0,14). На северной экспозиции склона в первый 30-летний период (молодняки) между приростом граба и конкурентов (дуб, бук) наблюдается умеренная обратная корреляционная связь. А на третьем 30-летнем этапе жизни с 1979 по 2009 г. обратная связь формируется уже между радиальным приростом бука с приростом дуба и граба.

Как показывает анализ, в условиях северной экспозиции (рис. 2) при сохранении

направленности сукцессионной динамики наблюдаются определенные отличия в колебаниях прироста дуба черешчатого и пород-спутников.

Северная экспозиция наиболее благоприятна для произрастания дуба и бука. Кривая динамики радиального прироста дуба черешчатого с 10 до 70-летнего возраста имеет дугообразный вид, а затем прирост переходит в «волну», вызванную сменой благоприятных по климатическим параметрам условий неблагоприятными периодами роста. Очевидно, увеличение ширины радиального прироста дуба черешчатого в раннем возрасте происходило за счет интенсивного отпада [9] и лесохозяйственных изреживаний, а образовавшиеся просветы в пологе древостоя занимал граб, бук и отставшие в росте (угнетенные) экземпляры дуба посредством увеличения прироста.

Следует отметить высокоинтенсивный прирост граба кавказского на склонах северной экспозиции в раннем возрасте. Продолжительность его составляет до 10 лет. Далее радиальный прирост граба, не имея такого

превосходства над приростом бука и дуба, как на склоне южной экспозиции, все же превосходит их до 40-летнего возраста.

В насаждения северной экспозиции склона граб кавказский проникает раньше и интенсивнее в сравнении с южной экспозицией склона [5], что объясняет более высокий возраст граба в данных условиях.

Таким образом, на склоне северной экспозиции увеличение прироста дуба в молодом возрасте совпадает с интенсивным приростом граба. На данном жизненном этапе обостряются межвидовые взаимоотношения, что подтверждается наличием обратной умеренной корреляционной связи между их кривыми радиального прироста (табл. 1). Продолжая увеличивать среднегодовой радиальный прирост, дуб черешчатый тем самым препятствует реализации высокого потенциала роста у граба в раннем возрасте. Как следствие, после периода выраженного превосходства в росте по диаметру прирост граба кавказского интенсивно падает.

В заключение хотелось бы подчеркнуть, что между дубом черешчатым и грабом кавказским существуют сложные, многосторонние конкурентные взаимоотношения (особенно острые в условиях южной экспозиции склона), которые протекают не в пользу дуба, приводят к вытеснению его в ходе сукцессионного процесса.

Бук кавказский семенного происхождения является медленно растущей породой, и за 80-летний рассматриваемый период не представляется возможным проследить динамику его радиального прироста в онтогенезе.

На данном временном интервале бук не может составить конкуренцию дубу черешчатому.

Корреляционный анализ также подтвердил наличие сильной конкурентной борьбы между древесными породами при совместном произрастании.

Библиографический список

1. Алентьев, П.Н. Восстановление дубовых лесов Северного Кавказа и повышение их продуктивности / П.Н. Алентьев. – Майкоп: Адыгейское отд. Краснодарского изд-ва, 1976. – 228 с.
2. Деградация дубрав Центрального Черноземья / Н.А. Харченко. – Воронеж: ВГЛТА, 2010. – 604 с.
3. Мельник, А.С. Граб / А.С. Мельник, Е.И. Журавская. – М.: Агропромиздат, 1985. – 85 с.
4. Морозов, Г.Ф. Учение о лесе / Г.Ф. Морозов. – Изд. 7-е. – М.-Л.: Гослесбумизд, 1949. – 456 с.
5. Кулаков, В.Ю. Особенности сукцессионных процессов в порослевых дубравах на южной и северной экспозициях западного Кавказа / В.Ю. Кулаков, В.В. Гарнага // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2011. – № 04(68). – С. 253–262.
6. Мальцев, М.П. Бук / М.П. Мальцев. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – С. 78–80.
7. Битвинкас, Т.Т. Дендроклиматические исследования / Т.Т. Битвинкас. – Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 172 с.
8. Матвеев, С.М. Дендроиндикация динамики состояния сосновых насаждений Центральной лесостепи: монография / С.М. Матвеев. – Воронеж: Изд-во ВГУ, 2003. – 272 с.
9. Кулаков, В.Ю. Виталитетная структура дубрав западного Кавказа / В.Ю. Кулаков // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). – Краснодар: КубГАУ, 2011. – № 04(68). – С. 263–270.

МИКРОФЕНОЛОГИЯ ВЕСЕННЕГО РАЗВИТИЯ ПЫЛЬЦЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*PINUS SYLVESTRIS* L.) И ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ (*LARIX SIBIRICA* LEDEB.) В СЕВЕРНОЙ ПОДЗОНЕ ТАЙГИ

М.В. СУРСО, *с. н. с. Института экологических проблем Севера УрО РАН, канд. биол. наук*

surso@iepn.ru

Микростробилы у сосны формируются в нижней части побегов текущего года, на месте брахибластов. Формирование зачатков микростробилов начинается в год, предшествующий «цветению», после окончания линей-

ного роста побегов. Примордии микростробилов закладываются в пазухах катафиллов, локализованных в базальной части мужской почки, т.е. как латеральные структуры (рис. 1). Последующая дифференциация микростроби-

лов заключается в обособлении и разобщении зачаточных микроспорофиллов и их гистологической дифференциации. Проследить ранние стадии формирования микроспорангиев сложно, так как анатомически инициалы микроспорангиев неотличимы от близлежащих клеток микроспорофиллов [1]. Предположительно в субэпидермальном слое микроспорофилла несколько клеток трансформируются в инициалы спорогенной меристемы [2]. Гистологическая дифференциация микроспорангиев у сосны обыкновенной завершается уже весной следующего года, после трансформации неразобщенной спорогенной ткани в микроспорциты, перед началом мейоза. Стенка спорангия к этому времени дифференцирована на эпидермис, несколько слоев субэпидермальных клеток и однослойный тапетум, клет-

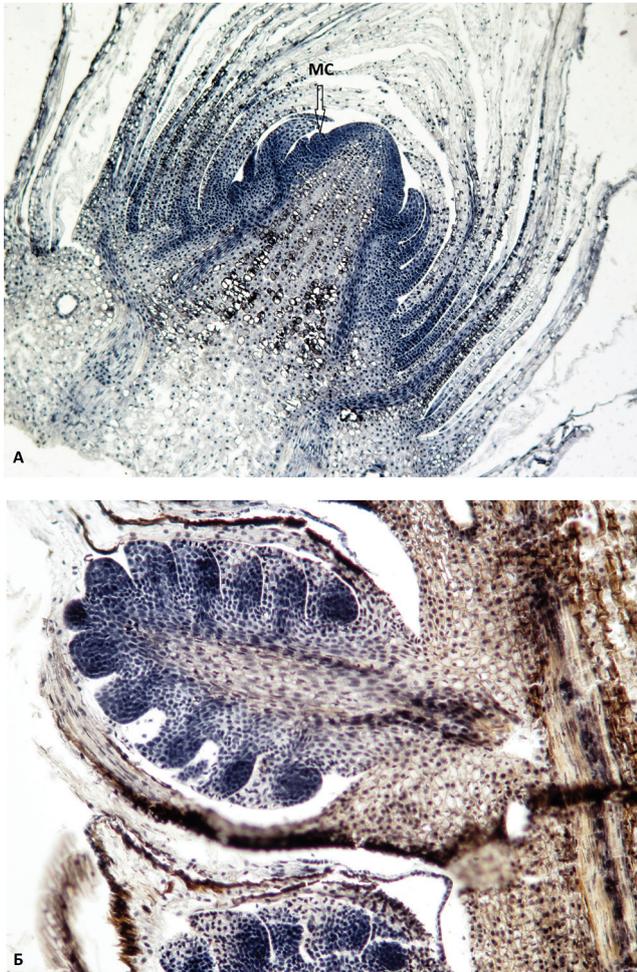


Рис. 1. Дифференциация микростробиллов сосны в год заложения (n): А – начало июля; Б – конец августа. Стрелкой показан примордий микростробила

ки которого чаще двухядерные, но могут быть и трех- и четырехядерными. В этих клетках путем окислительной полимеризации каротиноидов и их эфиров синтезируются предшественники спорополленина – специфического высокомолекулярного вещества спородермы. В результате мейоза микроспорциты об-

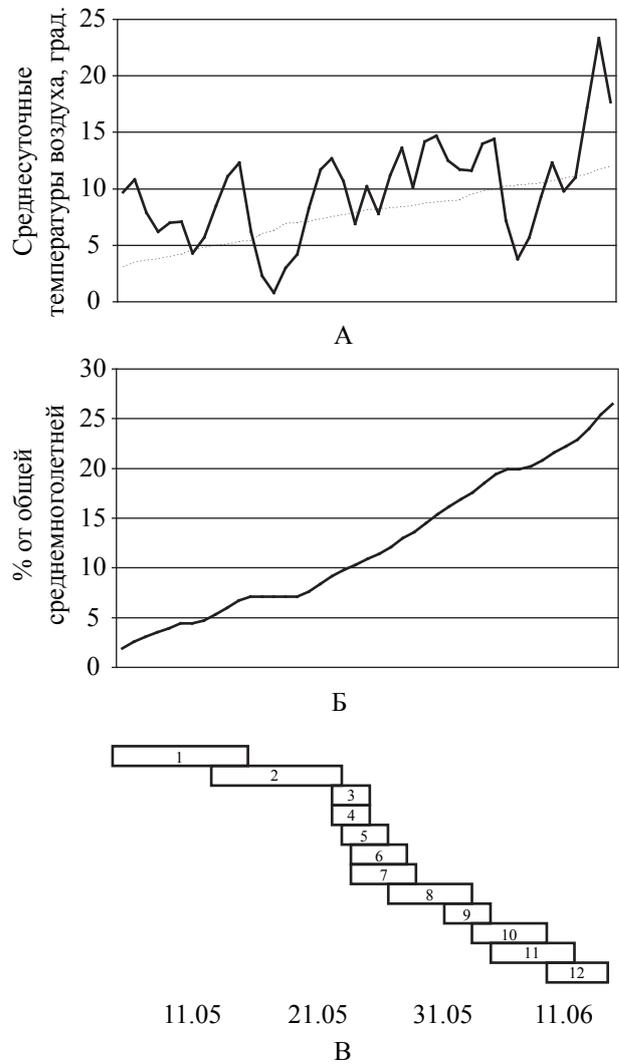


Рис. 2. Динамика весеннего развития пыльцы сосны на широте Архангельска в 2006 г. в связи с температурным режимом воздуха: А – среднесуточные температуры воздуха (пунктиром показаны среднегодовые значения); Б – накопленные суммы эффективных температур; В – микрофенофазы (1 – недифференцированная спорогенная ткань; 2 – обособление микроспорцитов и профазы-1 мейоза; 3 – метафаза-1; 4 – анафаза-1; 5 – диады; 6 – метафаза-2; 7 – анафаза-2; 8 – тетрады микроспор; 9 – распад тетрад; 10 – интерфаза микроспор; 11 – проталлиальные деления, деление клетки антеридия; 12 – раскрытие микроспорангиев)

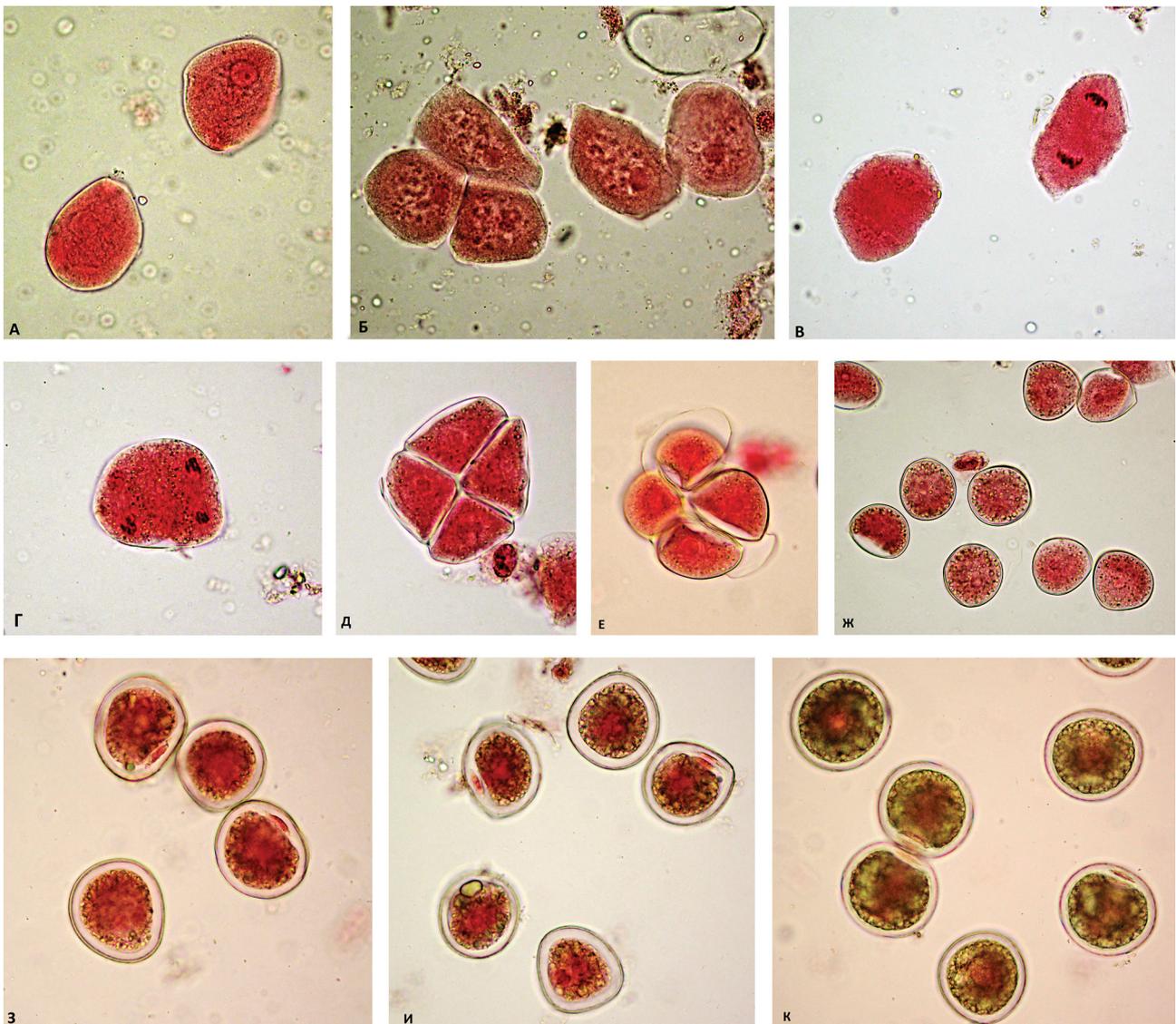


Рис. 3. Мейоз в микроспороцитах и формирование пыльцы лиственницы сибирской на широте Архангельска в 2009–2010 гг.: А – лептонема профазы I (28.10.2009); Б – диакинез в ядре микроспороцита (05.11.2009); В – анафаза I и образование диады микроспор (телофаза I) (02.04.2010); Г – анафаза II (03.04.2010); Д – тетрада микроспор (05.04.2010); Е – начало распада тетрад (07.04.2010); Ж – одноклеточные микроспоры (09.04.2010); З – первое проталлиальное деление (25.04.2010); И – второе проталлиальное деление (29.04.2010); К – зрелые пыльцевые зерна перед началом раскрытия микроспорангиев (04.05.2010)

разуется тетрада гаплоидных микроспор, объединенных общей оболочкой. Первое деление (прораствание) микроспоры является началом формирования микрогаметофита. К этому времени воздушные мешки микроспоры почти достигают окончательных размеров [3]. Вскоре вслед за первым следуют второе и третье деления мужского гаметофита. В результате первых двух делений образуются две проталлиальные (заростковые) клетки и собственно клетка антеридия. Обе проталлиальные клетки последовательно перемещаются к

проксимальной стороне пыльцевого зерна, где сначала приобретают линзовидную форму, а затем почти полностью дегенерируют (первая проталлиальная клетка обычно представляет собой пикнотическое пятно, останки второй сохраняют дугообразную форму). В результате третьего деления мужского гаметофита (антеридиальной клетки), которое происходит перед раскрытием микроспорангиев, образуются генеративная и сифоногенная клетки. Одновременно с формированием пыльцевых зерен трансформируется и стенка микро스포-

рангия. Клетки тапетума и субэпидермальных слоев разрушаются, а оболочки клеток эпидермиса, наоборот, сильно утолщаются, за исключением клеток, прилегающих к зоне разрыва. Разрушается и оболочка, облегающая тетраду микроспор.

К описанию феноритмики весенне-летнего развития пыльцы и микростробиллов существуют разные подходы [4–6]. Р. Сарвас [7], изучавший динамику годовых циклов развития в репродуктивной сфере лесобразующих хвойных в Финляндии, предположил, что процессы их микроспоро- и микрогаметофитогенеза, как и фенологическая ритмика в целом, адаптированы к местным климатическим условиям, прежде всего к среднемноголетним температурам воздуха. Общепринятым критерием физиологически активного тепла является сумма эффективных температур, выражаемая в градусо-днях. Пороговой считается среднесуточная температура воздуха с минимальным значением $+5^{\circ}\text{C}$. Наступление той или иной фенофазы у данного вида в конкретной местности обусловлено суммой накопленного физиологически активного тепла, т.е. суммой эффективных температур.

Суммарное количество физиологически активного тепла, необходимое для наступления той или иной фенофазы, у одного и того же вида будет различным в разных географических частях ареала. Однако если выразить это количество в процентах от средней многолетней суммы эффективных температур, то в динамике годовых циклов, например, сосны, наблюдаются удивительные совпадения. Так, Р. Сарвас [8] установил, что в условиях Финляндии для начала мейоза у сосны обыкновенной необходимо 5,6 % тепла от среднемноголетнего значения суммы эффективных температур, которое составляет 1248 град.-дн. Для «зацветания» (начала пыления) необходимо уже 17,3 %, для оплодотворения – 31,0 %, для созревания семян – 77,0 % от общего количества физиологически активного тепла. Близкие значения для условий Западной Сибири были получены Т.П. Некрасовой [9], которая считает, что суммы эффективных температур, необходимые для прохождения той или иной фенофазы, выраженные в процентах от сред-

немноголетнего значения общей суммы для данной местности, обнаруживают незначительные колебания в разных географических частях ареала. По ее мнению, эти различия могли бы быть еще менее существенными, если бы разные авторы использовали в своих наблюдениях однотипные методики температурного контроля.

Из всех фаз мейоза микроспороцитов у сосны наиболее продолжительна профазы первого деления. В условиях северной подзоны тайги мейоз у сосны начинается при сумме накопленных эффективных температур 5,5–5,8 % от среднемноголетнего значения общей суммы эффективных температур (рис. 2). Сам мейоз (М-I – А-II) довольно скоротечен. Деления ядер в микроспороцитах протекают асинхронно. При этом не только у разных деревьев, но иногда и в микроспороцитах одного микростробила можно наблюдать все фазы мейоза, начиная от метафазы-1 до поздней телофазы-2, и даже начало образования тетрад. После распада тетрад наблюдается довольно продолжительная пауза, длящаяся, в зависимости от погодных условий, 5–10 дней. Первое проталлиальное деление ядра микроспоры означает начало перехода ее в новый статус – начинается формирование микрогаметофита (прорастание микроспоры). Первые этапы этого процесса протекают, когда пыльцевые зерна еще находятся внутри микроспорангиев, а заканчиваются уже после опыления, непосредственно перед оплодотворением, когда в пыльцевой трубке после деления спермиогенной клетки образуются два спермия. Пыление у сосны в условиях северной подзоны тайги начинается при сумме накопленных эффективных температур 21,5–22,5 % от среднемноголетнего значения общей суммы эффективных температур (рис. 2).

Формирование мужских репродуктивных структур у лиственницы принципиально мало чем отличается от их формирования у сосны, за исключением порядка заложения и степени дифференциации при переходе к зимнему покою. У лиственницы микростробилы формируются в результате гормонального перерождения вегетативных меристем брахибластов в генеративные. Судьба брахибласта в этом случае предопределена судьбой микростробила. Клет-

ки спорогенной ткани у лиственницы уже к началу осени обособляются в микроспороциты, которые вступают в зиму в профазе 1 мейоза, на стадии лептономы [10]. По нашим наблюдениям, на широте Архангельска микроспороциты лиственницы перед зимним покоем находятся в стадии диакинеза (рис. 3). Перед вылетом из микроспорангиев микрогаметофиты у лиственницы также более продвинуты в развитии. Большинство авторов указывает на то, что к этому времени в пыльцевых зернах у нее уже произошло деление генеративной клетки.

Использование показателя суммы эффективных температур для описания фено ритмики весеннего развития пыльцы у лиственницы мало приемлемо. Мейоз в микроспороцитах лиственницы в условиях северной подзоны тайги возобновляется в конце марта, при среднесуточных значениях температуры воздуха около -5°C , и завершается в начале апреля, при небольших ($-2...-3^{\circ}\text{C}$) отрицательных среднесуточных температурах. Распад тетрад происходит в конце первой декады апреля, еще до перехода среднесуточных температур через нулевую отметку. Интерфаза микроспоры довольно продолжительна и составляет, в зависимости от погодных условий, от 15 до 20 дней. Пыление у лиственницы в условиях северной подзоны тайги завершается в конце первой – в середине второй декады мая, до или вскоре после перехода среднесуточных значений температуры воздуха через минимальную пороговую отметку эффективных температур $+5^{\circ}\text{C}$.

Библиографический список

1. Тренин, В.В. Введение в цитозембриологию хвойных / В.В. Тренин. – Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1988. – 152 с.
2. Артемов, В.А. Морфогенез побегов *Pinaceae* (вступление в микрофенологию) / В.А. Артемов // Науч. докл. Коми фил. АН СССР. – Сыктывкар, 1976. – 57 с.
3. Козубов, Г.М. Биология плодоношения хвойных на Севере / Г.М. Козубов. – Л.: Наука, 1974. – 135 с.
4. Рождественский, Ю.Ф. О развитии мужских генеративных органов ели сибирской в районах Крайнего Севера / Ю.Ф. Рождественский // Лесоведение. – 1981. – №3. – С. 35–42.
5. Артемов, В.А. Микрофенология мужского генеративного цикла сосны и ели / В.А. Артемов // Комплексные биогеоценологич. исслед. хвойных лесов Европ. Северо-Востока (Тр. Коми фил. АН СССР, № 73). – Сыктывкар, 1985. – С. 56–69.
6. Colangeli, A.M. A phenological and cytological study of pollen development in western hemlock (*Tsuga heterophylla*) / A.M. Colangeli, J.N. Owens // Can. J. Bot. – 1988. – Vol. 66. – № 5. – P. 907–914.
7. Sarvas, R. Investigations on the flowering and seed crop of *Pinus sylvestris* / R. Sarvas // Commun. Inst. For. Fenn. – 1962. – Vol. 53. – № 4. – P. 1–198.
8. Sarvas, R. Investigations on the annual cycle of development of forest trees. Active period / R. Sarvas // Commun. Inst. For. Fenn. – 1973. – Vol. 76. – №3. – P. 1–110.
9. Некрасова, Т.П. Влияние температуры воздуха на формирование пыльцы хвойных древесных пород / Т.П. Некрасова // Лесоведение. – 1976. – № 6. – С. 37–43.
10. Третьякова, И.Н. Особенности формирования генеративных органов лиственницы сибирской и их морфогенетический потенциал / И.Н. Третьякова, Ю.Н. Баранчиков, Л.В. Буглова и др. // Успехи соврем. биол. – 2006. – Т. 126. – № 5. – С. 472–480.

АЭРОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ КРАСНОЯРСКА ВЫБРОСАМИ АВТОТРАНСПОРТА

Л.В. СТАВНИКОВА, *асп., методист ф-та повышения квалификации преподавателей СибГТУ*,
Р.А. СТЕПЕНЬ, *проф. каф. промышленной экологии, процессов и аппаратов химических производств СибГТУ, д-р биол. наук*

hlorka26@rambler.ru

Практическая переориентация промышленных приоритетов Красноярска с лесохимическо-металлургического профиля на металлургическо-строительный сказывается на составе загрязнителей приземной атмосфе-

ры, которые относят к одним из основных источников заболевания населения [1]. Развитие индустрии города обуславливает сокращение объемов промышленных и повышение автотранспортных выбросов, то есть снижается

уровень выделения и структура эмиссантов. Этому способствует непрерывное совершенствование системы газоочистки стационарных источников, прежде всего КраЗа, и медленное движение в этом направлении городского автопарка, выбросы которого на уровне дыхания людей.

В статье обсуждаются результаты исследования изменчивости зонирования аэрогенного загрязнения в Красноярске за последние годы.

Смещение эмиссии в сторону автотранспорта свидетельствует о повышении загрязнения приземного пространства продуктами выбросов последнего. Вследствие этого должно измениться зонирование Красноярска по интенсивности загрязнения атмосферы. Можно предполагать, что в связи с этим происходит относительное снижение агрессивности воздушной среды в промышленных и ее усиление в селитебных районах. Помимо концентрирования больших объемов загрязнителей в приземном слое, опасность повышается и в связи с наличием в их составе многих вредных веществ, включая такие канцерогены, как формальдегид, акролеин, бенз(а)пирен [2].

При выполнении исследований использовались данные государственных докладов «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае» и о санитарно-эпидемиологической обстановке в городе и крае, позволяющие сопоставить объемы и структуру промышленных и автотранспортных выбросов за разные годы. Агрессивность их воздействия сравнивали также по изменению биометрических показателей и состава пигментов асимбиотического аппарата ели сибирской, используемой для озеленения города.

За последние 20 лет в связи с перестройкой экономики города произошли серьезные изменения в промышленной структуре, что отражается на объеме и составе загрязнителей. Их общая масса за этот период изменилась с 188 до 374 тыс.т. Примерно также колебался вклад автотранспортных выбросов: от 23 % в 90-е годы до 40 % и выше сейчас.

Максимальные объемы выбросов и вклад в них промышленных поллютантов ха-

рактерны для начала периода. Наряду с интенсивной эксплуатацией устаревшего оборудования и желанием снизить экономические затраты за счет экологии оно объясняется общим хозяйственным разрегулированием в стране. Наибольшее загрязнение в 90-х годах наблюдалось в промышленных зонах города, в первую очередь – в воздушной среде Советского и Ленинского районов.

В дальнейшем по мере сокращения производительности и закрытия ряда предприятий уменьшались объемы промышленной эмиссии, в начале века они снизились до минимума. Восстановление и наращивание промышленного потенциала города, прежде всего энергетического хозяйства, обусловило рост выбросов. В то же время совершенствование технологии, в том числе газоочистки, позволило существенно снизить объемы промышленных предприятий. При этом серьезно увеличилась численность автотранспортных средств. Низкая экологичность российских автомобилей и их некачественное техническое обслуживание дополнительно усилили рост загрязнения подвижных источников. Это является свидетельством смещения аэрогенной нагрузки с промышленных зон на селитебные районы.

Такое представление подтверждается при сравнении промышленного Советского и селитебного Центрального районов. Если в 90-х годах первый из них по загрязнению атмосферы значительно превосходил второй, то с начала века наблюдается обратная тенденция. В Центральном районе индекс загрязнения атмосферы с 11 ед. в 2002 г. вырос в 2008 г. до 24 ед., существенно превышая общегородской (11–15 ед.), и продолжает оставаться на этом уровне, характеризуя загрязнение как очень высокое. В Советском же районе аэрогенная нагрузка, оставаясь практически постоянной в течение последних 10 лет (ИЗА₅ 10–13), выгодно отличается от центра города. По-видимому, приводимые сведения по экологической обстановке в Центральном районе несколько занижены. Такое представление следует из того, что при проведении расчетов не учитывается, в частности, формальдегид автомобильных выбросов [3].

Нами проведен расчет массы основных компонентов выбросов автотранспорта города в 2007 г. Автопарк Красноярска состоял из 315500 легковых, 59154 грузовых автомобилей и 8464 автобусов. Эти сведения с учетом принадлежности физическим и юридическим лицам и величине пробега в городских условиях разных групп автотранспорта позволили рассчитать их километраж пробега, который составил (тыс. км) у легковых – 1727327, грузовых – 1626408 и автобусов – 191964 км/год. Их произведение с показателями соответствующих пробеговых выбросов дает возможность оценить состав основных компонентов выбросов, загрязняющих атмосферу краевого центра. Для упрощения расчетов принято, что аэрогенные выбросы осуществляются легковыми карбюраторными и равным количеством карбюраторных и дизельных грузовых машин и автобусов. Их результаты представлены в табл. 1.

По соотношению компонентов полученные данные и сведения в государственном докладе за 2007 г. являются близкими. Их вклад снижается от оксида углерода к углеводородам, оксидам азота и серы. Остальные вещества содержатся в небольшом количестве, в то же время их масса несколько отличается. Приводимое в докладах количество суммарных продуктов эмиссии (110,8 тыс.т), оксидов углерода (73,5) и летучих органических веществ (13,0) меньше, оксидов азота (22,7) – больше, а диоксида серы (1,3 тыс.т) – одинаково. Такое расхождение объясняется иным принятым в работе соотношении структуры автопарка города: в нем выше вклад дизельного и имеется газобаллонный транспорт. Большое значение имеет и реальное состояние его эксплуатации.

Объем автотранспортных выбросов уступает эмиссии стационарных источников. Учитывая разную высоту их выделения, выражающуюся в существенном превышении рассеивания последнего, вероятно значительно большая опасность выбросов автотранспорта. В них при значительно меньшем содержании бенз(а)пирена, ароматических соединений и оксида серы существенно больше находящихся на уровне дыхания челове-

ка формальдегида, акролеина и производных свинца. Безусловно, вклад соединений свинца постоянно снижается, однако и сейчас в связи с непрекращающимся потреблением этилированного бензина в Красноярске он превышает выбросы из стационарных источников.

Определение массы основных компонентов автотранспортных выбросов позволяет оценить опасность, которую они представляют для населения. В табл. 2 приведены расчетные данные по их потенциальной агрессивности.

Сопоставление данных свидетельствует, что главную опасность представляют грузовые автомобили, на которые приходится около 70 % общей суммы выбросов АТС. Отсюда очевидно, что важнейшей задачей оздоровления воздушной среды является максимальное удаление из селитебных районов грузового транспорта. Не менее важно исключение из топливного арсенала этилированного бензина, выражающегося в замене карбюраторных автомобилей. Вместе с тем, дизельный транспорт выбрасывает большое количество сажи, адсорбирующей бенз(а)пирен и другие вредные соединения, что опасно для населения

Наибольшую опасность среди компонентов выбросов без учета производных свинца у всех видов транспорта представляют оксиды углерода, азота и углеводороды, на которые приходится от 72 до 84 % их общей потенциальной агрессивности. Особенно опасны оксиды азота (48–52 %). Снижение их негативного воздействия представляет большую трудность и достигается преимущественно совершенствованием двигателя, хотя определенную роль при сокращении вклада оксида углерода и углеводородов играет и оптимизация состава моторного топлива. Опасность воздействия выбросов автотранспорта дополнительно усугубляется в связи с тем, что они распространяются неравномерно по всему приземному пространству, а концентрируются пропорционально загруженности на магистралях и вблизи них.

При решении данного вопроса исследована суточная динамика оксида углерода в выбросах автотранспорта на одной из наибо-

Т а б л и ц а 1

Масса поллютантов автомобильных выбросов, тыс.т

| Группа транспорта | СО | NO _x | СН _x | SO ₂ | Формальдегид | Производные свинца | Бенз(а)пирен, кг | Всего |
|-------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|--------------------|------------------|-------|
| Легковые | 32,8 | 3,1 | 3,6 | 0,1 | 0,01 | 0,03 | 2,9 | 39,6 |
| Грузовые | 65,7 | 10,2 | 15,0 | 1,2 | 0,19 | 0,02 | 9,8 | 92,3 |
| Автобусы | 10,3 | 1,3 | 1,9 | 0,2 | 0,04 | 0,01 | 1,2 | 14,8 |
| Итого | 108,8 | 14,6 | 20,5 | 1,4 | 0,24 | 0,06 | 13,9 | 146,7 |

Т а б л и ц а 2

Потенциальная опасность компонентов автомобильных выбросов

| Компоненты | Коэффициент опасности, α | Легковые автомобили | | Грузовые автомобили | | Автобусы | | АТС в целом |
|------------------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|------------------------------------|--------------|------------------------------------|--------------|
| | | Масса, тыс.т | Агрессивность, ед. 10 ⁹ | Масса, тыс.т | Агрессивность, ед. 10 ⁹ | Масса, тыс.т | Агрессивность, ед. 10 ⁹ | Масса, тыс.т |
| Оксид углерода | 1,0 | 32,8 | 32,8 | 65,7 | 65,7 | 10,3 | 10,3 | 108,8 |
| Оксиды азота | 14,1 | 3,1 | 127,8 | 10,2 | 420,8 | 1,3 | 528 | 14,6 |
| Углеводороды | 14,3 | 3,6 | 51,9 | 15,0 | 214,0 | 1,9 | 27,6 | 20,5 |
| Диоксид серы | 25,6 | 0,01 | 0,2 | 1,2 | 30,4 | 0,2 | 4,1 | 1,4 |
| Формальдегид | 340 | 0,04 | 3,5 | 0,19 | 66,4 | 0,04 | 12,5 | 0,24 |
| Производные свинца | 3400 | 0,03 | 111,6 | 0,02 | 82,9 | 0,01 | 13,7 | 0,06 |
| Бенз(а)пирен, кг | 63000 | 2,9 | 18,3·10 ⁶ | 9,8 | 61,7·10 ⁶ | 1,2 | 9,1·10 ⁶ | 13,9 |
| Итого | | | 330,7 | | 890,0 | | 122,2 | |
| Итого без производных свинца | | | 245,5 | | 807,1 | | 108,5 | |

Т а б л и ц а 3

Изменчивость содержания (мкг/г а.с.м.) и соотношения пигментов хвои ели на участках с разной аэрогенной нагрузкой

| №№ участков | Хлорофилл а | Хлорофилл b | a/b | Каротиноиды | (a+b)/ каротиноиды |
|-------------|-------------|-------------|------|-------------|--------------------|
| 1 | 707 ± 9 | 259 ± 11 | 2,73 | 296 ± 8 | 3,26 |
| 2 | 694 ± 11 | 243 ± 13 | 2,86 | 292 ± 8 | 3,21 |
| 3 | 934 ± 12 | 426 ± 10 | 2,18 | 346 ± 11 | 3,93 |

лее загруженных магистралей города – ул. Ленина. По стандартным методикам рассчитаны коэффициенты токсичности и содержание угарного газа в выбросах всех видов автотранспорта в будние и выходные дни. Найдено, что его концентрация в воздушной среде изменяется с 11 (2,2 ПДК_{ср}) до 90 (18) мг/м³ соответственно в 2 ч и 18 ч в будние и с 9 (1,8) до 58 (11,6) мг/м³ в 6 и 16 ч в выходные дни. Подобным образом варьирует в течение суток и содержание других компонентов выбросов. Превышение предельно допустимых концентраций вредных веществ отражается на здоровье населения. В частности, это обуславливает рост числа легочных и обострение

хронических заболеваний людей, проживающих вблизи автомагистралей [2,4].

Актуально сравнение опасности для живых организмов загрязнения воздушной среды промышленными и автотранспортными выбросами. Их влияние оценивали биоиндикационным путем – по изменению структуры пигментов ассимиляционного аппарата ели сибирской. При постановке опытов сравнивали результаты анализа хвои первых трех лет жизни, отбираемых со средней части кроны близко территориально расположенных и одинаковых по возрасту деревьев на участках в Ленинском районе. Первый из них находится вблизи химкомбината «Енисей» (№ 1),

второй – на пр. Красноярский рабочий (№ 2) недалеко от деревообрабатывающего комбината. Участок ели №1 испытывает сильное промышленное воздействие, прежде всего от КрасТЭЦ, № 2 –автотранспорта. В качестве контрольного участка (№ 3) взят 25–30-летний молодняк в массиве у села Рыбинское Иланского района. Минимальные биометрические параметры отмечаются у хвой ели 2 участка, испытывающей максимальную автотранспортную нагрузку. Ее поверхность и объем на 10–12 % меньше, чем у хвой участка, атмосфера которого сильно загрязнена промышленными эмиссантами. Еще в большей мере (50–70 %) они отличаются от размеров хвой ели лесного участка. Заметные изменения наблюдаются и при сравнении пигментов ассимиляционного аппарата ели исследуемых участков. Наряду с непосредственным содержанием хлорофиллов и каротиноидов весьма информативным является соотношение хлорофиллов и их сумма к каротиноидам в хвое. Результаты анализов приведены в табл. 3.

Сопоставление данных показывает, что вклад как обеих форм хлорофиллов, так и каротиноидов хвой ели уменьшается в направлении от фонового участка к посадкам, находящимся под воздействием промышленного и еще больше автотранспортного загрязнения. То же самое наблюдается и при

сравнении соотношения вклада структурных элементов пигментов хвой разных по экологической нагрузке участков.

Проведенные исследования свидетельствуют о смещении приоритетности опасности загрязнения атмосферы Красноярска выбросами промышленных предприятий и автотранспорта. Такое представление вытекает при оценке агрессивности возрастающей массы выбросов автотранспортных средств, наблюдения автотранспортных потоков, анализа биометрических показателей и структуры пигментов ассимиляционного аппарата ели. Оно согласуется со сведениями государственных докладов, в частности, с ухудшением экологического состояния в селебном Центральном районе.

Библиографический список

1. Тарасова, Н.П. Химия окружающей среды: атмосфера / Н.П. Тарасова, В.А. Кузнецов. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 228 с.
2. Глухих, А.Р. Загрязнение городской среды автотранспортом / А.Р. Глухих // Здоровье населения и среда обитания. – Томск, 2002. – № 1. – С. 25–29.
3. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Красноярском крае в 2007 году».– Красноярск, 2008. – 198 с.
4. Заманская, И.Ш. Влияние автотранспорта на экологическое состояние городской среды и человека / И.Ш. Заманская, К.А. Гар. – Л.: Гидрометеиздат, 1996. – 131 с.

СОСТОЯНИЕ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА И РОСТ ДЛИННОХВОЙНОЙ И КОРОТКОХВОЙНОЙ ФОРМ СОСНЫ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ В УСЛОВИЯХ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

С.Н. ТАРХАНОВ, *с. н. с. Института экологических проблем Севера УрО РАН, канд. с.-х. наук*,
С.Ю. БИРЮКОВ, *с. н. с. Института экологических проблем Севера УрО РАН, канд. биол. наук*

tarkse@yandex.ru; syubir65@yandex.ru

Работы по изучению воздействия промышленных выбросов на сосновые леса и исследованию сосны в качестве индикатора атмосферного загрязнения на европейском Севере общеизвестны [6, 10, 7]. Аэротехногенное воздействие приводит как к «скрытым», так и видимым повреждениям ассимиляционного аппарата и влияет на его развитие и рост деревьев сосны [6, 5, 2]. Вместе с тем,

почти не освещены в литературе состояние и рост деревьев сосны в условиях аэротехногенного загрязнения с учетом разнообразия их форм. Объектами исследований являлись сосновые насаждения 60–70 лет сфагновой группы типов леса северной тайги бассейна Северной Двины. Сосняки сфагновой группы, произрастающие преимущественно на болотных верховых торфяных и торфяно-гле-

Поврежденность деревьев разных форм сосны в насаждениях сфагновой группы в условиях аэротехногенного загрязнения

| № ПП | Расстояние до источника выбросов, км | Кл | Кп | Дх | Дф | I |
|----------------------|--------------------------------------|------|------|------|------|------|
| Длиннохвойная сосна | | | | | | |
| Т 45д | 3,5 | 1,25 | 1,00 | 14,5 | 14,0 | 2,2 |
| Т 46 | 4 | 1,50 | 1,35 | 8,7 | 17,5 | 1,9 |
| Т 45 | 4,5 | 1,70 | 1,15 | 11,2 | 15,7 | 1,8 |
| Т 34 | 6 | 1,35 | 0,85 | 7,5 | 8,2 | 1,2 |
| Короткохвойная сосна | | | | | | |
| Т 45д | 3,5 | 2,90 | 1,95 | 41,2 | 27,2 | 2,45 |
| Т 46 | 4 | 2,35 | 2,15 | 26,5 | 39,0 | 2,65 |
| Т 45 | 4,5 | 2,55 | 2,05 | 25,7 | 35,5 | 2,65 |
| Т 34 | 6 | 2,75 | 2,80 | 26,5 | 53,5 | 2,95 |

Примечание: Кл – класс повреждения хвои; Кп – класс потери хвои; Дх – степень дехромации кроны, %; Дф – степень дефолиации кроны, %; I – индекс повреждения деревьев

евых почвах, подстилаемых оглеенными суглинками, в северной тайге отличаются низкой продуктивностью (чаще V–Va классы бонитета) и редкостойностью, особенно в спелом и перестойном возрасте. Торф болотных верховых почв – сфагновый или пушице-сфагновый, низкой степени разложения, имеет сильнокислую реакцию (рН солевой суспензии 2,6–3,2), высокую обменную и гидролитическую кислотности, очень низкую степень насыщенности основаниями (менее 20 %), содержание золы в верховом торфе 2–4 %. В районах, подверженных аэротехногенному загрязнению, в верхних горизонтах верховых торфяных почв отмечается повышенное содержание золы (6–8 %) и обменного калия (150–213 мг 100 г⁻¹ почвы).

Закладку пробных площадей осуществляли на различном расстоянии от Архангельской ТЭЦ в соответствии с принятыми в лесоустроительной практике стандартами. При лесоводственно-геоботанической и таксационной характеристике лесных насаждений руководствовались общепринятыми методами. В качестве критерия для выделения форм сосны использовали длину хвои. При этом у короткохвойной формы длина хвои больше средней величины для выборки в 1,5–2 раза, а у длиннохвойной – меньше в 1,5–2 раза [4].

В качестве основы исследований флуктуирующей асимметрии использовали методику М.В. Козлова [8]. На каждой пробной площади под биноккулярной лупой с помощью

окуляр-микрометра измеряли (с точностью до 0,01 мм) по 10 пар однолетних хвоинок, отобранных с 20 деревьев рассматриваемой формы сосны. У каждого модельного дерева определяли морфометрические показатели, параметры охвоения на 20 однолетних побегах. Определяли степень повреждения хвои по шкале, разработанной В.Т. Ярмишко, (1997) и потери хвои – по стандартной шкале UN–ЕСЕ для стран Европы [7], дехромации и дефолиации кроны, индекс повреждения деревьев [3, 5]. Индекс флуктуирующей асимметрии (ФА) вычисляли по формуле [10]

$$ФА = 2 \cdot |WL - WR| / (WL + WR),$$

где WL, WR – длина игл в паре.

Под флуктуирующей асимметрией (далее ФА) понимается случайное небольшое отклонение от симметрии по любому признаку двусторонне симметричного организма (органа) [1]. Отклонения в симметрии тела и отдельных органов возникают на стадии формирования тканей, что приводит к нарушению развития организма в целом. Отклонения от билатерального развития (левой и правой сторон) имеют ненаследственный характер и возникают в результате ошибок развития организма. В нормальных условиях их уровень минимален, а при любом (разной природы) стрессовом воздействии возрастает, что приводит к повышению асимметрии [10]. У растений такие отклонения удобнее выявлять на листьях, которые являются наиболее чувствительным к внешним воздействиям органом.

Параметры морфологических форм сосны (60–70 лет) в сосняках сфагновой группы при аэротехногенном загрязнении

| Параметры | <i>H</i> , м | <i>d</i> , см | <i>Z</i> , см | <i>L</i> кр., м | Д кр., м | <i>L</i> хв., мм | <i>A</i> хв., лет | <i>A</i> ср., лет |
|----------------------|--------------|---------------|---------------|-----------------|----------|------------------|-------------------|-------------------|
| длиннохвойная форма | | | | | | | | |
| min | 3,5 | 5 | 2 | 1,5 | 1 | 32 | 2 | 2 |
| max | 9 | 16,5 | 8,5 | 7,7 | 4,8 | 52 | 6 | 4 |
| <i>x</i> | 5,6 | 10,2 | 4,5 | 4,0 | 2,7 | 41,1 | 4,2 | 3,3 |
| <i>s</i> | 1,18 | 2,73 | 1,29 | 1,20 | 0,79 | 4,30 | 0,68 | 0,64 |
| <i>C.V.</i> , % | 21,2 | 26,9 | 28,6 | 29,8 | 29,0 | 10,5 | 16,4 | 19,7 |
| <i>s_x</i> | 0,12 | 0,27 | 0,13 | 0,12 | 0,08 | 0,43 | 0,07 | 0,06 |
| <i>P</i> , % | 2,1 | 2,7 | 2,9 | 3,0 | 2,9 | 1,0 | 1,6 | 2,0 |
| <i>M_e</i> | 5,5 | 10 | 4,5 | 4,15 | 2,6 | 40 | 4 | 3 |
| <i>M_o</i> | 6 | 10 | 4 | 3 | 2 | 42 | 4 | 3 |
| <i>A</i> | 0,5 | 0,1 | 0,8 | 0,3 | 0,4 | 0,7 | 0,2 | -0,3 |
| <i>E</i> | 0,2 | -0,7 | 0,6 | 0,1 | -0,4 | 0,4 | 1,1 | -0,7 |
| короткохвойная форма | | | | | | | | |
| min | 2 | 2,5 | 1 | 0,4 | 0,9 | 12 | 2 | 1 |
| max | 4,5 | 13 | 4,5 | 5 | 3,4 | 27 | 5 | 4 |
| <i>x</i> | 3,2 | 5,8 | 2,0 | 1,9 | 1,7 | 19,3 | 3,5 | 2,7 |
| <i>s</i> | 0,55 | 2,12 | 0,73 | 0,79 | 0,50 | 3,49 | 0,59 | 0,72 |
| <i>C.V.</i> , % | 16,9 | 36,5 | 37,1 | 41,1 | 29,3 | 18,1 | 16,8 | 26,8 |
| <i>s_x</i> | 0,05 | 0,21 | 0,07 | 0,08 | 0,05 | 0,35 | 0,06 | 0,07 |
| <i>P</i> , % | 1,7 | 3,6 | 3,7 | 4,1 | 2,9 | 1,8 | 1,7 | 2,7 |
| <i>M_e</i> | 3,4 | 5,5 | 2 | 1,9 | 1,6 | 20 | 3,5 | 3 |
| <i>M_o</i> | 4 | 5 | 2 | 2 | 2 | 20 | 3 | 3 |
| <i>A</i> | -0,3 | 1,2 | 0,8 | 0,6 | 1,0 | -0,1 | 0,3 | 0,2 |
| <i>E</i> | 0,0 | 1,9 | 0,7 | 1,4 | 1,1 | -0,6 | -0,5 | -0,5 |

Примечания: 1. *H* – высота дерева, *d* – диаметр ствола на высоте 1,3 м, *Z* – годичный прирост бокового побега, *L*кр. – протяженность кроны, Дкр. – диаметр кроны, *L*хв. – длина хвои, *A* хв. – предельный возраст хвои, *A* ср. – средний возраст хвои; 2. min и max – минимальное и максимальное значения; *x* – среднее арифметическое значение; *s* – стандартное отклонение; *C.V.* – коэффициент вариации, %; *s_x* – ошибка среднего значения; *P* – точность опыта, *M_e* – медиана; *M_o* – мода; *A* – асимметрия; *E* – эксцесс

Флуктуирующая асимметрия однолетней хвои деревьев разных форм сосны в условиях избыточного увлажнения и аэротехногенного загрязнения (*n* = 20)

| № ППП | Расстояние до источника выбросов, км | Формы | | | | | |
|-------|--------------------------------------|---------------|-----------|-------|----------------|-----------|-------|
| | | длиннохвойная | | | Короткохвойная | | |
| | | <i>WL</i> | <i>WR</i> | ФА | <i>WL</i> | <i>WR</i> | ФА |
| T45д | 3,5 | 39,5±1,1 | 38,9±1,1 | 0,015 | 12,0±0,5 | 11,7±0,5 | 0,026 |
| T46 | 4 | 39,1±1,3 | 38,6±0,9 | 0,013 | 11,5±0,5 | 11,2±0,5 | 0,029 |
| T45 | 4,5 | 39,0±0,9 | 38,6±0,9 | 0,011 | 12,0±0,5 | 11,7±0,5 | 0,026 |
| T34 | 6 | 36,8±0,9 | 36,4±0,8 | 0,011 | 10,5±0,4 | 10,2±0,4 | 0,027 |

Примечание: *WL* ($x \pm s_x$) – длина одной иглы в паре (мм); *WR* ($x \pm s_x$) – длина другой иглы в паре (мм); ФА – индекс флуктуирующей асимметрии; *n* – объем выборки (число деревьев на пробной площади)

Результаты ОДА влияния расстояния Архангельской ТЭЦ на величину флуктуирующей асимметрии однолетней хвои

| Форма | <i>df</i> | <i>F</i> | <i>F</i> _{0,05} | <i>P</i> |
|----------------|-----------|----------|--------------------------|----------|
| Длиннохвойная | 3; 796 | 3,20 | 2,61 | 0,023 |
| Короткохвойная | 3; 796 | 0,22 | 2,61 | 0,883 |

Примечание: ОДА – однофакторный дисперсионный анализ; *df* – число степеней свободы; *F* – фактическое значение критерий Фишера; *F*_{0,05} – критическое значение; *p* – уровень значимости.

Изучение ФА хвои проводили в стрессовых условиях (прежде всего, корневая гипоксия, вызванная постоянным избыточным переувлажнением почв, и загрязнение атмосферного воздуха) усть-двинской популяции сосны у деревьев двух форм – длиннохвойной и короткохвойной.

Участие в северотаежных популяциях деревьев коротко- и длиннохвойной форм сосны незначительно (менее 10 %). На отдельных участках вблизи источников выбросов доля короткохвойной сосны в насаждениях сфагновой группы может достигать 23 % [4].

В условиях аэротехногенного загрязнения больше повреждается и опадает хвоя, на 14–27 % значительнее дехромация и на 13–15 % – дефолиация кроны, больше индекс повреждения – у короткохвойной сосны. Особенно эти различия проявляются вблизи источника эмиссии (исключая индекс повреждения всего дерева) (табл. 1).

Степень повреждения хвои у деревьев короткохвойной формы в нижней части кроны оценивается нами в 2–3 балла (т.е. слабо или умеренно поврежденная хвоя, а в средней и верхней – колеблется от 1 до 5 баллов (т.е. от здоровой до сильно поврежденной, отмирающей или сухой хвои). Потеря хвои в нижней части кроны составляет 2–3 балла (от умеренной до сильной), а в средней и верхней части – от 0 до 4 баллов (т.е. сильно дифференцирована у деревьев от «нулевой» до полной потери на отдельных побегах). Длиннохвойная сосна проявляет более высокую устойчивость к совместному воздействию стрессовых факторов (избыточному увлажнению и загрязнению воздуха).

В сосняках сфагновой группы типов леса выборки деревьев длиннохвойной формы сосны достоверно по *t*-критерию ($n = 100$, $p < 0,001$) превосходят короткохвойную сосну по высоте и диаметру ствола, протяженности и диаметру кроны, годовому приросту боковых побегов, длине и продолжительности жизни хвои в условиях аэротехногенного загрязнения (3,5–5 км от Архангельской ТЭЦ) (табл. 2). Они же значительно различаются при критических значениях *F*. У длиннохвойной

сосны меньше уровень индивидуальной изменчивости диаметра ствола, протяженности кроны и годовичного прироста боковых ветвей в сравнении с деревьями короткохвойной формы (высокий уровень).

Исследования показали увеличение ФА с приближением к Архангельской ТЭЦ только у длиннохвойной формы (табл. 3), что подтверждается результатами ОДА (табл. 4). У короткохвойной сосны тенденция повышения ФА с приближением к источнику интенсивных выбросов не выражена. В то же время, величина ФА у деревьев длиннохвойной формы в 1,7–2,5 раза меньше, чем у короткохвойной сосны. Причем, по мере удаления от ТЭЦ это соотношение увеличивается.

Влияние фактора «форма» на ФА подтверждается методом ОДА ($F = 13,8–43,0$; $p < 0,001$). Таким образом, при совместном влиянии (в ряду других факторов) избыточного увлажнения и загрязнения воздуха деревья короткохвойной формы испытывают больший стресс по сравнению с длиннохвойной сосной. Различия в средней длине хвои в паре в рассматриваемом диапазоне расстояния от источника эмиссии при этом остаются незначительными по *t*-критерию у деревьев обеих форм сосны на заданных уровнях значимости.

Итак, длиннохвойная форма сосны проявляет более высокую устойчивость и характеризуется более высокими показателями роста и развития ассимиляционного аппарата по сравнению с короткохвойной сосной в условиях постоянного избыточного увлажнения почв при аэротехногенном загрязнении. Судя по большей величине индекса флуктуации, короткохвойная форма сильнее реагирует на воздействие стрессовых факторов.

Библиографический список

1. Кизеев, А.Н. Изменения флуктуирующей асимметрии хвои сосны обыкновенной в условиях воздушного промышленного загрязнения на Кольском полуострове / А.Н. Кизеев // Актуальные проблемы сохранения биоразнообразия в экстремальных условиях северного климата. Матер. Междунар. науч. конф. – Апатиты–Кировск, 2008. – С. 39–42.
2. Лукина, Н.В. Техногенные дигрессии и восстановительные сукцессии в северотаежных лесах /

- Н.В. Лукина, Т.А. Сухарева, Л.Г. Исаева. – М.: Наука, 2005. – 245 с.
3. Санитарные правила в лесах Российской Федерации. – М.: Экология, 1998. – 20 с.
 4. Тарханов, С.Н. Формы внутривидовой изменчивости хвойных в условиях атмосферного загрязнения / С.Н. Тарханов. – Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2010. – 230 с.
 5. Цветков, В.Ф. Леса в условиях аэротехногенного загрязнения / В.Ф. Цветков, И.В. Цветков. – Архангельск, 2003. – 354 с.
 6. Ярмишко, В.Т. Сосна обыкновенная и атмосферное загрязнение на Европейском Севере / В.Т. Ярмишко. – СПб.: НИИ химии СПбГУ, 1997. – 210 с.
 7. Hanisch, B., Kilz, E. Waldschädnerkennern. Fichte und Kiefer / B. Hanisch, E. Kilz –Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 1990. – 334 s.
 8. Kozlov, M.V., Niemela, P., Junttila, J. Needle fluctuating asymmetry as a sensitive indicator of pollution impact on Scots pine (*Pinussylvestris*) / M.V.Kozlov, P.Niemela, J.Junttila, // Ecological indicators. –2002. –V. 1. –P. 271–277.
 9. Palmer, A.R., Strobeck, C. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns/A.R.Palmer, C.Strobeck// Ann. Rev. Ecol. Syst. –1986. –V. 17. –P. 391–421.
 10. Thirgood, J.V. Man's impact on the forest of Europe / J.V. Thirgood// J. World Forest Resour. Manag. –1989. –V. 4. –№ 2. –P. 127–167.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕЛЬНИКОВ РАВНОМЕРНО-ПОСТЕПЕННЫМИ РУБКАМИ

Ф.Н. ДРУЖИНИН, доц. каф. лесного хозяйства ВГМХА им. Н.В. Верещагина, канд. с.-х. наук

drujinin@mail.ru

Для предотвращения нежелательной смены пород и ухудшения структуры лесного фонда необходимо более широкое внедрение в практику лесопользования выборочных форм рубок [2, 4]. Ускоренное восстановление коренных ельников, а вместе с этим рациональное освоение вторичных лесов требует научно обоснованной разработки и реализации системы лесохозяйственных мероприятий с использованием естественного возобновления на всех стадиях онтогенеза лиственных, лиственно-еловых насаждений с учетом региональных природных условий.

Проблема лесовосстановления на вырубках с каждым годом приобретает все более важное народнохозяйственное значение. Выбор наиболее рациональных приемов восстановления леса должен обеспечивать высокий биологический эффект при наименьших затратах труда, средств и высоком качестве. Это особенно важно еще и потому, что в настоящее время основной объем работ по лесовосстановлению переместился в таежную зону, где нашел применение за счет предварительного, последующего и сопутствующего возобновления.

Одной из главных задач равномерно-постепенных рубок является создание благоприятных условий для усиленного и доброкачественного плодоношения материнского

полога. В годы с удовлетворительным урожаем семян количество появившегося самосева находится в прямой зависимости от сомкнутости насаждения. Наибольшее количество всходов и самосева фиксируется при сомкнутости насаждения 0,45–0,60. Так, по данным Н.М. Набатова [2], в березово-еловом насаждении при сомкнутости 0,30 появилось 5 тыс. экз./га, при 0,38 – 20,6 тыс. экз./га, при 0,6 – 32,1 тыс. экз./га, при 0,84 – 3,3 тыс. экз./га самосева.

В условиях Вологодской области равномерно-постепенным рубкам не уделяется должного внимания. Связано это, прежде всего, с недостаточностью их научного обоснования в региональном аспекте и с отсутствием опыта практического применения.

Исследования выполнялись в Шекснинском районе Вологодской области. Описание вторичных лиственных насаждений производилось в соответствии с фитоценологической типологией лесов, разработанной В.Н. Сукачевым [7]. Закладка пробных площадей велась в соответствии с ОСТ 56-69-83. На пробных площадях осуществлялась нумерация деревьев и делалась отметка на высоте груди (1,3 м). Такой подход позволил проследить динамику радиального прироста по фиксированной отметке при повторных лесоучетных работах. Замеры диаметров ве-

лись специально переоборудованным штангенциркулем.

Средняя высота древостоя определялась на основании замера высот у 15–25 деревьев, отбираемых методом пропорционально-ступенчатого представительства. Возраст древостоя (возрастных поколений) определялся посредством подсчета годичных колец на пневых срезах или по кернам, отбираемым возрастным буровом у 9–15 деревьев.

Лесовозобновительные процессы под пологом древостоев изучались с учетом нормативных документов, методических рекомендаций А.В. Побединского [5]. Количественный и качественный учет предварительного и сопутствующего возобновления велся в центральной и технологической (полоса пасеки шириной до 2–3 м от границы волоков) зонах пасек, а также по технологическим коридорам (волокам). Наряду с видом (породой) выявлялись происхождение (семенное и вегетативное), возраст, категория жизнеспособности [6].

На обследованных объектах (первый прием равномерно-постепенных рубок) разработка лесосек осуществлялась с хлыстовой и сортиментной заготовкой древесины. Во втором случае разработка велась с прокладкой непрямолинейной системы волоков с учетом имеющихся дорог, рельефа местности, максимального использования просветов

между деревьями для прохода техники по заранее намеченному в натуре направлению к пунктам отгрузки древесины.

Оценка сохранения лесной среды показала, что наиболее серьезные повреждения наносятся техникой на лесосеках, разработанных в летний период. Так, на участках, где проводилась трелевка древесины трактором ТДТ-55, в результате многократных проходов в отдельных местах происходило сплошное нарушение верхнего слоя почвы. При использовании форвардеров на влажных участках присутствовали колеи глубиной до 40 см.

На лесосеках зимней заготовки при использовании трелевочников фиксировались повреждения следующих горизонтов: подстилки (A_0), гумусового (A_1) и аллювиального (A_2) горизонтов вплоть до элювиального, а при использовании форвардеров в черничных типах условий местопроизрастания волокна оставались без видимых повреждений. Ширина коридоров (волоков) при разработке лесосек бригадой вальщиков и форвардером обеспечивается в пределах 3,8–4,2 м. При хлыстовой заготовке общая ширина пасек выдерживается с учетом средней высоты древостоя ($1,3–1,5 H_{cp}$).

Из данных оценки повреждаемости почв и сохранения лесной среды следует, что как хлыстовая заготовка древесины, выполняемая с рубкой деревьев бензомоторными

Т а б л и ц а 1

Состояние древостоя после рубок

| Вид повреждения | Количество деревьев, % | | | |
|---------------------------|------------------------|------|-------|-------|
| | береза | ель | осина | всего |
| 1. Неповрежденные деревья | 92,8 | 86,7 | 75,0 | 89,9 |
| 2. Поврежденные деревья: | 7,2 | 13,3 | 25,0 | 10,1 |
| – облом ствола | 0,6 | 2,4 | | 1,4 |
| – разрыв части корней | | 2,4 | | 1,2 |
| – ошмыг коры и кроны | 6,6 | 8,5 | | 7,5 |

Т а б л и ц а 2

Состояние подроста ели

| Вид Повреждения | Количество подроста (%) по группам высот (м) | | | |
|-------------------------------|--|---------|---------|-------|
| | до 0,5 | 0,5–1,0 | 1,5 и > | итого |
| Облом стволиков | 2,2 | 0,8 | 3,4 | 2,1 |
| Обрыв частей корней | 0,2 | 0,2 | 2,2 | 0,8 |
| Ошмыг коры, стволиков и кроны | 6,9 | 9,9 | 6,0 | 7,5 |

Таксационная характеристика древостоя

| № пр. пл | Давность рубки, лет | Ярус, состав древостоя | Средние | | | Количество, экз./га | | Полнота | | Бонитет | Запас, м³/га | Интенсивность рубки (%) по | |
|----------|---------------------|------------------------|---------|-------|------|---------------------|-----------|---------|------|---------|--------------|----------------------------|--------|
| | | | А, лет | Д, см | Н, м | ство-лов | под-роста | м²/га | отн. | | | числу стволов | запасу |
| 218 | 0 | 9Б1Ос ед.Ол,Е | 55 | 19,8 | 22,5 | 955 | 510 | 29,8 | 1,03 | I | 300 | 48 | 55 |
| | | I-8Б2Ос ед.Ол,Е | 55 | 18,7 | 22,0 | 500 | | 13,7 | 0,48 | I | 132 | | |
| | | II-9Е1Р6+Ол | 50 | 7,8 | 9,0 | 315 | 125 | 2,2 | 0,12 | IV | 11 | | |
| | 8Б1Ос1Е ед. Ол,Р6 | 55 | 18,7 | 22,0 | 815 | 125 | 15,9 | 0,60 | I | 143 | | | |
| | I-8Б2Ос ед.Ол | 60 | 19,5 | 22,5 | 485 | | 14,7 | 0,41 | I | 159 | | | |
| | II-9Е1Р6+Ол,Р6 | 55 | 12,3 | 10,5 | 525 | 180 | 4,5 | 0,22 | IV | 25 | | | |
| 219 | 0 | 8Б1Ос1Е ед. Ол,Р6 | 60 | 19,5 | 22,5 | 1010 | 180 | 19,2 | 0,63 | I | 184 | 40 | 40 |
| | | 7Б3Ос+Е | 55 | 20,1 | 22,0 | 800 | 220 | 26,8 | 0,93 | I | 256 | | |
| | | I-5Б4Ос1Е | 55 | 17,7 | 20,0 | 480 | | 14,4 | 0,51 | I | 136 | | |
| | II-7Е3Б+Ос | 50 | 11,0 | 10,5 | 390 | 95 | 3,1 | 0,15 | IV | 17 | | | |
| | 5Б4Ос1Е | 55 | 17,7 | 20,0 | 870 | 95 | 17,5 | 0,66 | I | 153 | | | |
| | I-5Б4Ос1Е | 60 | 18,4 | 21,5 | 475 | | 16,0 | 0,53 | I | 163 | | | |
| 220 | 6 | II-8Е2Б ед.Ос | 55 | 13,4 | 12,0 | 385 | 115 | 4,2 | 0,19 | III | 26 | 284 | 303 |
| | | 5Б4Ос1Е | 60 | 18,4 | 21,5 | 860 | 115 | 20,2 | 0,72 | I | 189 | | |
| | | 5Б50с | 55 | 19,0 | 22,0 | 834 | 245 | 27,5 | 0,89 | I | 284 | | |
| 221 | 0 | 5Б50с | 60 | 19,7 | 22,5 | 800 | 240 | 28,7 | 0,92 | I | 303 | 55 | 51 |
| | | 9Б1Е ед. Ол | 55 | 24,3 | 24,5 | 710 | 600 | 32,0 | 1,07 | Ia | 339 | | |
| | | I-9Б1Е ед. Ол | 55 | 25,8 | 25,0 | 320 | | 15,6 | 0,51 | Ia | 167 | | |
| | II-9Е1Ол+Б | 50 | 9,9 | 12,5 | 610 | 170 | 4,7 | 0,18 | III | 30 | | | |
| | 9Б1Е ед. Ол, Б | 55 | 25,8 | 25,0 | 930 | 170 | 20,3 | 0,69 | Ia | 197 | | | |
| | I-9Б1Е ед. Ол | 60 | 28,2 | 26,5 | 285 | | 16,9 | 0,54 | Ia | 190 | | | |
| 222 | 6 | II-10Е+Б ед. Ол | 55 | 12,3 | 14,0 | 660 | 190 | 7,3 | 0,28 | III | 51 | 241 | 366 |
| | | 7Б3Е ед. Ол | 60 | 28,2 | 26,5 | 945 | 190 | 24,2 | 0,82 | Ia | 241 | | |
| | | 8Б1Ос1Е | 55 | 24,0 | 25,0 | 800 | 390 | 34,3 | 1,12 | Ia | 366 | | |
| 222 | 0 | I-8Б1Ос1Е | 55 | 22,3 | 23,5 | 285 | | 10,6 | 0,36 | I | 109 | 64 | 70 |
| | | II-9Е1Лп ед.Ол | 50 | 10,4 | 11,5 | 360 | 65 | 2,9 | 0,12 | III | 18 | | |
| | | 7Б2Е1Ос ед.Лп,Ол | 55 | 22,3 | 23,5 | 645 | 65 | 13,5 | 0,46 | I | 127 | | |
| | I-8Б1Ос1Е | 60 | 24,5 | 25,5 | 285 | | 13,1 | 0,39 | Ia | 142 | | | |
| | II-9Е1Лп+Б ед.Ол | 55 | 12,8 | 14,0 | 365 | 90 | 4,5 | 0,18 | III | 32 | | | |
| | 6Б3Е1Ос ед.Лп,Ол | 60 | 24,5 | 25,5 | 650 | 90 | 17,6 | 0,57 | Ia | 174 | | | |
| 224 | 0 | 8Ос2Б ед. Е,Ол | 60 | 25,5 | 26,5 | 835 | 230 | 39,3 | 1,12 | Ia | 454 | 67 | 72 |
| | | I-6Ос3Б1Е ед.Ол | 60 | 23,6 | 25,0 | 275 | | 11,1 | 0,34 | I | 125 | | |
| | | II-10Е ед. Б, Ол | 50 | 10,2 | 12,0 | 255 | 25 | 2,0 | 0,07 | III | 12 | | |
| | 6Ос3Б1Е ед. Ол | 60 | 23,6 | 25,0 | 530 | 25 | 13,1 | 0,41 | I | 137 | | | |
| | I-6Ос3Б1Е ед.Ол | 65 | 25,0 | 26,5 | 275 | | 12,5 | 0,36 | Ia | 140 | | | |
| | II-10Е ед. Б, Ол | 55 | 12,8 | 14,5 | 250 | 30 | 2,9 | 0,11 | III | 21 | | | |
| 224 | 6 | 5Ос3Б2Е ед.Ол | 65 | 25,0 | 26,5 | 525 | 30 | 15,4 | 0,47 | Ia | 161 | | |

пилами и трелевкой хлыстов тракторами с тросово-чокерной оснасткой, так и сортиментная заготовка бригадой вальщиков со сбором сортиментов форвардером обеспечивает выполнение лесоводственных требований при производстве выборочных форм рубок.

Основными повреждениями у сохраняемых деревьев господствующего листового яруса в ходе лесосечных работ являлись: облом и обдир ствола, ошмыг кроны (табл. 1). При

сборе сортиментов механическими повреждениями являются преимущественно обрыв части корневых систем, вывалы, повреждение стволов. Анализ повреждаемости по древесным породам показал, что чаще всего повреждается осина, далее следуют ель и береза.

Наибольший урон наносится подросту и II ярусу ели (табл. 2). Сохранность подроста, исходя из учета растений в пасаках, достигает 80 %. Основные повреждения наносятся при

Анализ роста древостоя

| № пр. пл. | Состав (1), полнота (2) древостоя, интенсивность (%) рубки (3) и отпада (4) | | | | Среднегодовой (за 4–13 лет) прирост после рубки (1), его доля (%) с периодом до рубки (2) | | | | | |
|-----------|--|------|----|----|--|----|------------|-----|---------------|----|
| | | | | | $Z^h, 0,01$ | | $Z^d, 0,1$ | | $Z^M, м^3/га$ | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 218 | 8Б2Ос ед. Ол, Е | 0,48 | 55 | 3 | 14 | 78 | 1,3 | 89 | 4,2 | 82 |
| 219 | 7Б3Ос+Е | 0,36 | 40 | 2 | 14 | 71 | 1,1 | 83 | 3,0 | 79 |
| 221 | 9Б1Е ед. Ол | 0,51 | 51 | 11 | 25 | 96 | 4,0 | 108 | 3,8 | 82 |

Т а б л и ц а 5

Распределение деревьев II яруса и подроста ели по категориям крупности

| № пр. пл. | Распределение II яруса деревьев по ступеням толщины, экз./га | | | Распределение подроста по категориям крупности, экз./га | | |
|-----------|--|----------------|-------------|---|--------|--------|
| | до 12 см | от 13 до 20 см | свыше 21 см | до 1 м | до 2 м | до 3 м |
| 218 | 247 | 71 | 12 | 71 | 71 | 41 |
| 219 | 120 | 93 | 7 | 27 | 40 | 47 |
| 220 | 122 | 122 | – | 11 | 56 | 89 |
| 221 | 360 | 213 | 37 | 29 | 66 | 96 |
| 222 | 150 | 192 | 25 | 81 | 17 | 50 |

валке леса. Механические повреждения сортиментозом происходят в основном у крупного подроста. В целом сортиментная заготовка древесины бригадой вальщиков с последующим сбором сортиментов форвардером обеспечивает высокое качество лесосечных работ. Одновременно с лесосечными работами вальщики производят отправку подроста и уход за ним путем подрезки сухих сучьев, выборку нежизнеспособных экземпляров.

Решающим фактором в отношении сохранности, роста и развития деревьев является подбор насаждений и отбор деревьев в рубку. Интенсивность выборки составляла по объектам исследования от 49 до 55 % по запасу (табл. 3). Ход роста деревьев первого яруса после рубок показал, что в сравнении с контрольной пробой (220К) прирост их по основным показателям не повысился (табл. 4). Снижение величин прироста в высоту, по диаметру и объему связано также с общим замедлением роста по мере увеличения возраста древостоя, поступающего в рубку. Несмотря на это среднегодовой прирост по запасу стволовой древесины достигает до 4 м³/га.

К следующему приему рубок, если его назначение будет через 5–8 лет, запас по господствующему пологу возрастет на 10–40 м³/га. Одновременно с этим подпологовая ель адап-

тируется к изменившимся после рубок условиям внешней среды, усилит энергию роста и начнет плодоносить.

Анализ роста господствующего яруса показывает, что береза на стадии спелости по биологическим особенностям теряет энергию роста. Основной прирост дает только более молодое пополнение древостоя. В процессе первого приема равномерно-постепенных рубок не ставится задачи получения дополнительной древесины за счет дорацивания основного полога. Сохраняемая часть древостоя позволяет защитить нижний ярус от действия высоких и низких температур, препятствует ветровальным явлениям, создает благоприятные условия для естественного лесовозобновления ели [1]. Различия в показателях по значениям близки к приростам до рубки, а в отдельных случаях превышают их (табл. 4).

При сопоставлении насаждения до и после проведения равномерно-постепенной рубки в части хвойного подроста мы видим, что практически вся подпологовая ель вышла во второй ярус (табл. 5). Осветление ели способствовало ее интенсивному росту.

Кроме этого, ель II яруса, находящаяся под пологом древостоя на контрольном варианте, не плодоносит. На участке, пройденном рубкой, до 30 % деревьев из ступней толщи-

ны до 12 см вступили в фазу плодоношения, а в ступенях свыше 12 см до 80 % экземпляров ели имеют шишки.

В отличие от лиственных пород ель активно отреагировала на первый прием равномерно-постепенных рубок. Почти в 2 раза увеличился прирост по диаметру и высоте. Кроме того, при более детальном изучении формирования прироста ели по диаметру на всем протяжении ствола ярко выражено значительное его увеличение в комлевой части. Это указывает на то, что ель полностью адаптировалась к новым условиям и противостоит ветровым нагрузкам.

Таким образом, для восстановления ельников посредством равномерно-постепенных рубок во вторичных лесах пригодны лиственные, лиственно-еловые насаждения при широком разнообразии количественного, высотно-возрастного строения ели. Критерием для назначения способа (вида), повторностей, интенсивности рубок является жизненное состояние и количество подпологовой ели.

Равномерно-постепенные рубки назначаются по комбинированному методу отбора деревьев, преимущественно из крайних ступеней толщины, в высокополнотных семенного происхождения насаждениях при сильном угнетении подпологовой (подрост и II ярус) ели, а также в насаждениях, где в процессе равномерного изреживания древостоя обеспечивается сопутствующее возобновление хвойными породами.

Равномерно-постепенные рубки стимулируют сопутствующее возобновление из

семян подпологовой ели, ранее не плодоносящей. После рубок плодоношение ели, вступившей в фазу семеношения, отмечается у 70–80 % особей с возрастом свыше 30–35 лет. Для обсеменения лесосеки вполне достаточно наличие 40–60 шт./га плодоносящей ели.

Преимуществом использования естественного лесообразовательного процесса, имеющегося на 70 % площади лиственных лесов, является сокращение срока выращивания, а вместе с этим и оборота хозяйства, как минимум на 30–40 лет, получение не менее 60–120 м³/га дополнительной древесины.

Библиографический список

1. Кравчинский, Д.М. О световом приросте в еловом ярусе лиственно-хвойных насаждений / Д.М. Кравчинский // Лесной журнал. – 1913. – Вып. 10. – С. 142–149
2. Набатов, Н.М. Постепенные рубки в равнинных лесах / Н.М. Набатов. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 104 с.
3. ОСТ 56-69-83. Площади пробные лесоустroительные. Метод закладки. – Введ.01.01.1984. – М.: издательство стандартов, 1983. – 10 с.
4. Письмеров, А.В. Способы рубок в березняках с еловым подростом / А.В. Письмеров, П.М. Воробей // Информационный листок Костромского ЦНТИ. – 1983. – № 44(83). – С. 35–41
5. Побединский, А.В. Изучение лесовосстановительных процессов / А.В. Побединский. – М.: Лесная пром-сть, 1966. – 64 с.
6. Побединский, А.В. Рубки и возобновление в таежных лесах СССР / А.В. Побединский. – М.: Лесная пром-сть, 1973. – 199 с.
7. Сукачев, В.Н. Методические указания к изучению типов леса / В.Н. Сукачев, В.Н. Зонн. – М.: АН СССР, 1961. – 144 с.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕЛЬНИКОВ ДЛИТЕЛЬНО-ПОСТЕПЕННЫМИ РУБКАМИ

Ф.Н. ДРУЖИНИН, доц. каф. лесного хозяйства ВГМХА им. Н.В. Верещагина, канд. с.-х. наук

drujinin@mail.ru

В условиях Вологодской области усиленная эксплуатация лесов посредством сплошных рубок и действие систематически повторяющихся пожаров привело к сокращению площади хвойных лесов. В результате сукцессионных процессов сменой хвойных по-

род на лиственные во второй половине XX в. охвачено 29 % территории лесного фонда рассматриваемого региона [4]. Ослабление и предотвращение ухудшения структуры лесного фонда возможно путем широкого вовлечения вторичных лиственных лесов в хозяйс-

Таксационная характеристика древостоя

| № пр/пл | Давность рубки, лет | Ярус, состав древостоя | Порода | Средние | | | Количество, экз./га | | Полнота | | Бонитет | Запас, м ³ /га | Интенсивность рубки, % | | |
|---------|---------------------|------------------------|--------|---------|-------|------|---------------------|-----------|--------------------|------|---------|---------------------------|------------------------|-----------|----|
| | | | | А, лет | Д, см | Н, м | ство-лов | под-роста | м ² /га | отн. | | | по числу стволов | по запасу | |
| 1 | | 5Б2Ос3Е ед.С | Б | 65 | 18,0 | 20,0 | 1066 | 3000 | 19,48 | 0,68 | III | 168 | 42 | 71 | |
| | | | | 65 | 18,0 | 20,0 | 326 | | 8,32 | 0,28 | III | 80 | | | |
| | | | Ос | 65 | 20,3 | 21,0 | 125 | | 4,05 | 0,11 | II | 39 | | | |
| | | | | Е | 50 | 12,1 | 13,0 | 609 | | 6,99 | 0,28 | I | | | 48 |
| | | | | С | 65 | 16,0 | 18,0 | 6 | | 0,12 | 0,01 | II | | | 1 |
| | 9 | 9Е1Б ед.Ос,С | Е | 60 | 12,1 | 11,7 | 606 | | 6,93 | 0,29 | IV | 46 | | | |
| | | | | 60 | 12,1 | 11,7 | 558 | | 6,43 | 0,27 | IV | 41 | | | |
| | | | Б | 75 | 11,0 | 14,2 | 39 | 1157 | 0,37 | 0,02 | IV | 3 | | | |
| | | | | Ос | 75 | 12,0 | 13,5 | 6 | | 0,07 | - | IV | | | 1 |
| | | | | С | 75 | 16,0 | 15,4 | 3 | | 0,06 | - | IV | | | 1 |
| 2 | | 5Б2Ос3Е ед.С | Б | 65 | 16,9 | 18,0 | 1257 | | 23,71 | 0,83 | III | 200,3 | | | |
| | | | | 65 | 16,9 | 18,0 | 494 | | 11,11 | 0,39 | III | 98 | | | |
| | | | Ос | 65 | 20,4 | 21,5 | 145 | 3000 | 4,72 | 0,13 | III | 48 | | | |
| | | | | Е | 50 | 12,8 | 13,0 | 615 | | 7,85 | 0,31 | II | 54 | | |
| | | | | С | 65 | 12,1 | 15,0 | 3 | | 0,03 | - | I | 0,3 | | |
| | 9 | 6Е2Б2Ос | Е | 60 | 12,6 | 11,0 | 727 | | 10,02 | 0,43 | IV | 66 | | | |
| | | | | 60 | 12,6 | 11,0 | 579 | 1490 | 7,27 | 0,33 | IV | 44 | | | |
| | | | Б | 75 | 13,3 | 10,0 | 112 | | 1,56 | 0,07 | IV | 11 | | | |
| | | | | Ос | 75 | 20,5 | 19,5 | 36 | | 1,19 | 0,03 | II | 11 | | |
| | | | | С | 65 | 16,3 | 18,0 | 3 | | 0,06 | - | II | 1 | | |
| 3 | | 6Б2Ос2Е ед.С | Б | 65 | 19,4 | 21,0 | 882 | | 18,58 | 0,62 | I | 174 | | | |
| | | | | 65 | 19,4 | 21,0 | 375 | | 11,07 | 0,36 | I | 112 | | | |
| | | | Ос | 65 | 20,8 | 22,0 | 85 | 3000 | 2,88 | 0,08 | I | 30 | | | |
| | | | | Е | 50 | 11,8 | 13,0 | 419 | | 4,57 | 0,18 | III | 31 | | |
| | | | | С | 65 | 16,3 | 18,0 | 3 | | 0,06 | - | II | 1 | | |
| | 9 | 9Е1Б ед.С,Ос | Е | 60 | 11,5 | 9,7 | 433 | | 4,42 | 0,22 | IV | 26,1 | | | |
| | | | | 60 | 11,5 | 9,7 | 394 | | 4,08 | 0,20 | IV | 23 | | | |
| | | | Б | 75 | 10,8 | 14,5 | 35 | 909 | 0,32 | 0,02 | IV | 2 | | | |
| | | | | С | 75 | 16,3 | 18,0 | 3 | | 0,06 | - | III | 1 | | |
| | | | | Ос | 75 | 8,0 | 13,0 | 1 | | 0,01 | - | IV | 0,1 | | |

твенный оборот посредством выборочных форм рубок.

Лесоводственная оценка длительно-постепенных рубок производилась во вторичных лиственных насаждениях, расположенных в Леденгском лесничестве Бабушкинского лесхоза (кв. 63, выд. 9) Вологодской области. Подбор и закладка постоянных пробных площадей осуществлялась с учетом требований ОСТ 56-69-83 и методических указаний В.Н. Сукачева и С.В. Зонна [5]. Описание ботанического состава живого напочвенного покрова выполняли по методике Е.Н. Наквасиной [2].

В исследуемых насаждениях имелось достаточное количество крупного подроста и деревьев второго яруса ели (табл. 1). В связи с

этим для достижения целевого эффекта использовалась среднепосечная технология с использованием традиционной лесозаготовительной техники. Отбор деревьев в рубку проводился без клеймения по отпусному диаметру в части лиственного полога с учетом жизненного состояния подпологовой ели. Лесосечные работы выполнялись в осенне-зимний период, при промерзшей почве и снежном покрове.

Из данных оценки повреждаемости почв и сохранения лесной среды следует, что хлыстовая заготовка древесины, выполняемая с рубкой деревьев бензомоторными пилами и трелевкой хлыстов тракторами с тросово-чоковой оснасткой, обеспечивает выполнение лесоводственных требований при производстве постепенных рубок. Наличие участков

Жизненное состояние древостоя после лесосечных работ

| № пр. пл. | Давность рубки, лет | Интенсивность рубки, % | Показатели жизненного состояния (1 – здоровые, 2 – поврежденные, 3 – усыхающие, 4 – сухой) древостоя, % | | | |
|-----------|---------------------|------------------------|---|----|---|----|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | 9 | 42 | 81 | 12 | 1 | 6 |
| 2 | 9 | 41 | 74 | 11 | 1 | 14 |
| 3 | 9 | 48 | 73 | 15 | 1 | 11 |

Т а б л и ц а 3

Жизненное состояние елового элемента леса

| Состав, ярус (1), полнота (2) древостоя, давность (лет) рубки (3) | | | Состояние (1 – здоровый, 2 – поврежденный, 3 – усыхающий) елового элемента леса, % | | | | | |
|---|------|---|--|----|---|---------|---|---|
| | | | Подрост | | | II ярус | | |
| 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 | 1 | 2 | 3 |
| 9Е1БедОседС | 0,29 | 9 | 84 | 11 | 5 | 91 | 9 | - |
| 6Е2Б2Ос | 0,43 | 9 | 97 | 1 | 2 | 95 | 4 | 1 |
| 9Е1БедСедОс | 0,22 | 9 | 92 | 5 | 3 | 96 | 3 | 1 |

разной степени повреждения почв оказывает несомненное влияние на развитие напочвенного покрова, который является одним из индикаторов лесной экосистемы. На площади со сплошным нарушением верхнего слоя почвы в первые 2–3 года происходит единичное заселение преимущественно злаковыми растениями. Через 9 лет после рубки на волоках преобладают злаковые растения.

При производстве длительно-постепенных рубок, как и при любом виде пользования, происходит повреждение компонентов древостоя. Наиболее распространенными для древесной растительности являются: ошмыг кроны, механические повреждения ствола и корневых лап, уничтожение вместе с корнями или со сломом ствола и ряд других. В целом, технология с хлыстовой заготовкой древесины обеспечивает высокое качество лесосечных работ. Соблюдение лесоводственных требований по сохранению части господствующего полога и подроста не связано с техническими возможностями машин и механизмов, а всецело зависит от исполнителей – их опыта и навыков по производству выборочных рубок.

Сохраняемая после лесосечных работ часть древостоя претерпевает изменения. С течением времени уменьшается количество здоровых деревьев как минимум на 19 % (табл. 2). Увеличивается количество повреж-

денных особей со сломом ствола и обломом вершины, появляются трещины на стволах от их раскачивания и сильного изгиба, что усиливает процессы заражения энтомофитовредителями. Отдельные деревья березы характеризуются искривлением стволов, зачастую в виде дугообразной формы ствола, направленной в сторону от преобладающих ветров западного и юго-западного направлений.

Степень жизненного состояния сохраненного после рубки древостоя довольно высока. Поврежденные деревца с признаками усыхания не имеют значимого распространения, единичные экземпляры наблюдаются лишь в прилегающей к волоку полосе пазек. При этом ель, отнесенная к категории поврежденных, представлена не только экземплярами с повреждениями, но и ослабленная по физиологическим особенностям и жизненному состоянию (табл. 3).

В непосредственной близости от волока подрост с высотной градацией более 1,5 м уничтожается полностью (вывал с корневой системой или облом стволика в комлевой части) или происходит облом ствола в нижней части. По мере удаления в глубь пазеки сохранность подроста увеличивается. Механическое повреждение и его уничтожение становятся неизбежным и только в непосредственной близости к спиливаемым деревьям.

Отпад деревьев в лиственном пологе после рубок

| № пр. пл. | Состав древостоя (1), интенсивность рубки (2), количество (3) и запас (4), средняя высота (5) и диаметр (6) сохранных деревьев | | | | | | Отпад деревьев за 9 лет после рубки: | | | |
|-----------|--|----|-----|----|------|------|--------------------------------------|----|--------------------|----|
| | | | | | | | по числу стволов | | по запасу | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | экз./га | % | м ³ /га | % |
| 1 | 9Е1Б ед.Ос, С | 42 | 606 | 46 | 11,7 | 12,1 | 90 | 13 | 7 | 13 |
| 2 | 6Е2Б2Ос | 41 | 727 | 66 | 11,0 | 12,6 | 100 | 12 | 20 | 23 |
| 3 | 9Е1Б ед.С, Ос | 48 | 433 | 26 | 9,7 | 11,5 | 63 | 13 | 6 | 20 |

Т а б л и ц а 5

Особенности роста ели по формовому разнообразию

| Форма коры и тип ветвления | Таксационные показатели | | | | | | | | |
|--|-------------------------|-------------|-----------------------|-------------------|-------------|-----------------------|-------------------|-------------|-----------------------|
| | пробная площадь 1 | | | пробная площадь 2 | | | пробная площадь 3 | | |
| | средние | | М, м ³ /га | средние | | М, м ³ /га | средние | | М, м ³ /га |
| | Д, см | Н, м | | Д, см | Н, м | | Д, см | Н, м | |
| Гладкокорая: плоская гребенчатая щетковидная | 12,3 | 11,2 | 21 | 10,7 | 10,2 | 37 | 11,5 | 9,3 | 12 |
| | 11,3 | 10,7 | 1 | 10,0 | 9,8 | 1 | 8,2 | 7,1 | – |
| | 11,8 | 11,0 | 13 | 10,7 | 10,0 | 24 | 11,9 | 9,5 | 6 |
| | 13,5 | 11,9 | 7 | 11,8 | 10,8 | 12 | 11,2 | 9,2 | 6 |
| Чешуйчатокорая: плоская гребенчатая щетковидная | 11,5 | 10,6 | 15 | 14,6 | 12,8 | 4 | 10,5 | 8,7 | 6 |
| | 10,3 | 9,8 | 1 | 10,3 | 9,8 | 1 | 10,3 | 8,7 | 1 |
| | 11,6 | 10,6 | 7 | 16,5 | 14,1 | 2 | 10,4 | 8,6 | 2 |
| | 11,4 | 10,7 | 7 | 14,4 | 12,8 | 1 | 10,7 | 8,9 | 3 |
| Пластинчатокорая: плоская гребенчатая щетковидная | 13,1 | 11,9 | 5 | 13,2 | 11,8 | 3 | 12,9 | 10,2 | 3 |
| | – | – | – | 8,2 | 8,0 | – | – | – | – |
| | 13,3 | 12,1 | 4 | 15,1 | 13,2 | 2 | 15,7 | 12,0 | 2 |
| | 12,4 | 11,6 | 1 | 12,4 | 11,6 | 1 | 10,1 | 8,5 | 1 |
| Продольно-трещиноватокорая: плоская гребенчатая щетковидная | – | – | – | – | – | – | 12,4 | 10,0 | 2 |
| | – | – | – | – | – | – | 8,2 | 7,1 | – |
| | – | – | – | – | – | – | 12,4 | 10,2 | 1 |
| | – | – | – | – | – | – | 14,4 | 11,3 | 1 |

Сохранность подпологовой ели связана и с количеством срубаемых деревьев на разрабатываемой площади.

В лиственных, лиственно-еловых исследуемых насаждениях отмечалось сравнительно равномерное размещение деревьев по площади, что связано со светолюбием березы и осины [1, 6]. В связи с этим подрост ели характеризовался сравнительно однородным жизненным состоянием и стадией развития. Наиболее высокие показатели по сохранению подпологовой ели отмечаются преимущественно в центральной части пасеки.

Верховой метод отбора деревьев в рубку по отпускному диаметру приводит к резкому ослаблению устойчивости господствующего и согосподствующего ярусов. Естественный отпад лиственных пород достигает 13 % и 23 %

по запасу (табл. 4). При этом основная часть приходится на первые годы после рубок.

Основной отпад деревьев происходит под действием лесоразрушающих факторов, таких как снеголом, снеговал, ветролом, ветровал. Береза повреждается в большей степени твердыми осадками, вызывающими ее снеголом и снеговал. Гибель оставляемой на корню осины обусловлена преимущественно ветровалом и ветроломом.

В исследуемых насаждениях нами произведено выявление формового разнообразия подпологовой ели по характеру строения коры (гладкокорая – кора гладкая без трещин, иногда с обилием шелушистого серого налета; чешуйчатокорая – на стволах ясно видна более или менее округлая чешуя; пластинчатокорая – чешуйки имеют более или менее прямоугольную

форму; продольнотрещиноватокорая – кора имеет удлинённые по направлению длины ствола трещины) и типу ветвления (с гребенчатым типом ветвления – сучья первого порядка растут более или менее горизонтально, от которых ветви второго и следующего порядков свешиваются вниз, образуя ровный или зубчатый гребень; с щетковидным типом ветвления – сучья первого порядка обычно короче, чем у гребенчатой формы, ветви последующих порядков в концах ветвей первого порядка идут вверх, вниз, в стороны, но ближе к стволу свешиваются вниз, образуя щетку; с плоским типом ветвления – ветви всех порядков располагаются в одной горизонтальной плоскости или слегка свешиваются вниз) с установлением наиболее перспективных форм (табл. 5).

Превосходство в исследуемом насаждении имеет чешучатокорая и гладкокорая формы ели. Все три типа ветвления имеют место у деревьев, различающихся по характеру строения коры.

Выполненный анализ позволил установить, что средний диаметр деревьев ели с чешуйчатой корой несколько меньше, чем у других форм. Далее в порядке увеличения по характеру строения коры следуют деревья с пластинчатой, продольнотрещиноватой и гладкой корой.

По средним значениям высоты можно заключить, что более высокие показатели имеют ели с пластинчатой и чешуйчатой корой гребенчатого типа ветвления. Максимальное значение (14,1 м) установлено для гребенчатого типа ветвления с чешуйчатой формой коры. Наибольший запас древесины зафиксирован у гладкокорой ели с гребенчатым типом ветвления 62 % против 35 % для щетковидного и 3 % плоского типов ветвления. В целом анализ полученных результатов показал, что среди выделенных форм по характеру строения коры и типу ветвления превосходство имеют пластинчатокорая и чешуйчатокорая формы с гребенчатым и щетковидными типами ветвления.

Ель положительно реагирует на изреживание господствующего полога. Адаптация подпологовой ели к изменившимся условиям внешней среды происходит в течение 3–4 лет. В последующие годы энергия роста повыша-

ется. Прирост по диаметру, высоте и объёму увеличился соответственно на 87–245 %, 14–93 % и 137–255 %. Изреживание повышает ветровальность сохраняемой части древостоя. В связи с этим подпологовая ель для снижения негативного воздействия увеличила прирост по диаметру и незначительно повысила прирост в высоту (пр.пл. 1 и 3). Энергия роста составляющих объёмного прироста, которыми являются высота и диаметр, обусловили увеличение и этого показателя, а вместе с ним и запаса древесины в пределах 1,5–2,7 м³/га.

Выполненный объём основных полевых исследований, статистическая обработка полученного материала позволили сделать следующие выводы:

1. При назначении интенсивности рубок должно учитываться жизненное состояние подпологовой (подрост, деревья II яруса) ели. При ослабленном состоянии ели интенсивность рубок не должна превышать 50–55 %.

2. Наряду с сохранным еловым древостоем под пологом успешно развивается и хвойный подрост в количестве до 1,5 тыс. шт./га, который по категории жизненного состояния относится к здоровому (84–97 %).

3. Таким образом, восстановление темнохвойных формаций на месте вторичных лиственных насаждений посредством длительно-постепенных рубок даёт высокий лесоводственный эффект с использованием естественного лесообразовательного процесса.

Библиографический список

1. Набатов, Н.М. Постепенные рубки в равнинных лесах / Н.М. Набатов. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 104 с.
2. Наквасина, Е.Н. Геоботанические исследования (методические указания к полевым работам) / Е.Н. Наквасина, Е.В. Шаврина. – Архангельск: АГТУ, 1998. – 42 с.
3. ОСТ 56-69-83 Площади пробные лесоустroительные. Метод закладки. – Введ.01.01.1984. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 10 с.
4. Природа Вологодской области / Главный ред. Г.А. Воробьев. – Вологда: Издательский дом Вологжанин, 2007. – 440 с.
5. Сукачев, В.Н. Методические указания к изучению типов леса / В.Н. Сукачев, В.Н. Зонн. – М.: АН СССР, 1961. – 144 с.
6. Чупров, Н.П. Березовые леса / Н.П. Чупров. – М.: Агропромиздат, 1986. – 103 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВ И ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПРОЦЕССЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЛЕСОВОЗООБНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ РУБКИ СОСНЯКА БРУСНИЧНО-ЗЕЛЕНОМОШНОГО

А.А. ДЫМОВ, н. с. отдела почвоведения Учреждения РАН Института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, канд. биол. наук,

Е.М. ЛАПТЕВА, доц., зав. отделом почвоведения Учреждения РАН Института биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, канд. биол. наук,

Е.Ю. МИЛАНОВСКИЙ, вед. н. с., доц. факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, д-р биол. наук

aadyimov@gmail.com; lapteva@ib.komisc.ru; milanovskiy@gmail.com

В лесах бореальной зоны сосредоточено значительное количество органического углерода, основная доля которого аккумулируется в почвах. Антропогенным фактором, оказывающим существенное негативное влияние на таежные экосистемы, являются сплошно-лесосечные рубки. Сведение древесной растительности приводит к нарушению складывающегося десятилетиями динамического равновесия в природных биогеоценозах (БГЦ). На вырубках изменяются микроклиматические условия (освещенность, температура, распределение осадков), гидрологический режим почв и ландшафтов [1], а также углеродный баланс наземных экосистем. Часть фитомассы (преимущественно в виде стволовой древесины) безвозвратно изымается из БГЦ, а на поверхность почвы поступает «залповое» количество органичес-

кого вещества в виде различных порубочных остатков (кора, ветви, листья), а также пни и корни срубленных деревьев. Включение поступающих органических веществ в процессы минерализации и гумификации не может не сказаться на качественных и количественных характеристиках наиболее стабильного резервуара органического углерода – почвенного органического вещества (ПОВ).

Цель данной работы заключалась в выявлении закономерностей изменения почв и почвенного органического вещества в процессе естественного возобновления лесной растительности после рубки древостоя.

Объекты и методы

Объектами исследования послужили спелый сосняк и производные березняки,

Т а б л и ц а 1

Характеристика объектов исследования

| Показатель | ПП 1 | ПП 2 | ПП 3 | ПП 4 |
|---|-------------------------------|--|--------------------------------|---------------------------------|
| Год рубки | – | 1994 | 1983 | 1955 |
| Тип леса | сосняк бруснично-зеленомошный | березняк бруснично-долгомошный | березняк бруснично-долгомошный | березняк бруснично-зеленомошный |
| Состав древостоя | 8С2Ос | 4Б4Ос2С+Е | 9Б1Ос+Е+С | 9Б1С+Ос |
| Средний возраст древостоя на момент исследования, лет | 110 | 10 | 20 | 50 |
| Средняя высота, м / средний диаметр, см | 25/26 | 3/2.5 | 8.5/6 | 24/23 |
| Подрост, экз./га | 2700 | 15300 | 3800 | 2700 |
| Тип почвы | подзол литобарьерный | торфянисто-подзол глеевый литобарьерный* | подзол литобарьерный глееватый | подзол литобарьерный |
| Строение профиля почвы | О-Е-ВНF-De-Dg | О-Eg-ВНFg/BGfn-Deg-Dg | О-Eg-ВНFg-Deg -Dg | О-Е-ВНF-De-Dg |

* в сочетании с оруденелым.

формирующиеся после рубки сосняков на южном пределе подзоны средней тайги (Республика Коми, Прилузский район). Пробные площади (ПП) были заложены в спелом сосняке бруснично-зеленомошном (ПП 1), 10-, 20-, 50-летние березняки (ПП 2, ПП 3, ПП 4 соответственно), которые кратко охарактеризованы в табл. 1. Рассматриваемые растительные сообщества расположены в одинаковых геоморфологических условиях, их почвы сформированы на флювиогляциальных песках и супесях, подстилаемых с 40–50 см моренными суглинками. До проведения сплошно-лесосечной рубки растительный покров на всех участках был представлен сосняками бруснично-зеленомошными.

Лесоводственно-таксационное описание фитоценозов проводили согласно [2], диагностику и идентификацию почв – по [3]. В производных березняках исследовали «пасечные» участки, почвенный покров которых не нарушен тяжелой агрегатной техникой. Для оценки пределов варьирования морфологических и физико-химических свойств почв закладывали траншеи и прикопки, специфики ПОВ – опорные разрезы в межкрупных пространствах. Физико-химические свойства почв изучали классическими методами [4]. Содержание углерода и азота в почвенных образцах определяли на CHNS-O-элементном анализаторе EA 1110 (Италия), углерода водорастворимых органических соединений (Своб) – после упаривания аликвоты водной вытяжки (соотношение почва : вода для органогенных горизонтов 1 : 10, для минеральных – 1 : 5) методом Тюрина со спектрофотометрическим окончанием, фракционно-групповой состав гумуса – экспресс-методом Кононовой-Бельчиковой. Кислотно-основные свойства водорастворимых органических соединений изучали методом высокочастотного потенциометрического титрования аликвоты водной вытяжки с последующей математической обработкой результатов титрования по М.А. Рязанову [5]. Гумусовые вещества (ГВ) экстрагировали из почв 0.1 n раствором NaOH в течение 20–24 часов при соотношении почва : раствор 1 : 10. От минеральных примесей экстракт очищали центрифугировани-

ем (12000 об/мин., в течении 15 мин.). Фракционировали ПОВ на хроматографе BioRad с использованием колонки 1x10 см и гидрофобизированного геля агарозы (Octyl Segarosa CL-4B, Pharmacia) [6].

Результаты и обсуждение

Естественное лесовозобновление на вырубках сосновых лесов происходит через смену древесных пород. Основная часть березы и осины появляется в первые годы после рубки. По мере формирования древесного яруса количество подроста уменьшается. В отличие от механически преобразованных почв волоков и лесопогрузочных площадок [7] почвы «пасечных» участков сохраняют основные особенности морфологического строения, присущие почвам подзолистого типа. В то же время изменение условий почвообразования на вырубках разного возраста обусловило определенные различия в морфологических и химических свойствах почв исследованных фитоценозов. Под пологом сосняка бруснично-зеленомошного (ПП 1) развиты подзолы литобарьерные, профиль которых представлен грубогумусной лесной подстилкой O, хорошо выраженным песчаным подзолистым горизонтом E, ржаво-бурым иллювиально-гумусово-железистым горизонтом VHF. Подстиляется облегченная часть профиля моренными среднесуглинистыми отложениями Dg, слабо затронутыми современными признаками почвообразования. Верхняя часть суглинистого наноса характеризуется морфологически выраженным осветлением, что позволяет диагностировать здесь горизонт De. Физико-химические свойства почвы типичны для подзолов, развитых на двучленных отложениях. Максимальной кислотностью отличается лесная подстилка, минимальной – горизонт VHF. В содержании поглощенных оснований четко фиксируются два максимума: первый – в лесной подстилке (определяется биологическим накоплением кальция и магния), второй – в суглинистой толще профиля (связан с богатством моренных отложений этими элементами). Распределение углерода в профиле почвы резко убывающее. В лесной подстилке наблюдается

биогенное накопление органического углерода до 49 % от массы, в минеральных горизонтах его содержание уменьшается до 0.4–0.2 % (верхняя песчаная толща) и 0.2–0.1 % (суглинистая толща).

Почва десятилетнего березняка (ПП 2) значительно отличается от почвы спелого сосняка. Изменение гидрологического режима территории после сведения древесной растительности (временное переувлажнение) обусловило формирование на вырубке под 10-летним березняком мощной лесной подстилки, отличающейся от почвы ПП 1 увеличением вклада отрастающей живой части кукушкиного льна и доли порубочных остатков (рис. 1). Избыток влаги и нарушение латерального стока внутрпочвенных растворов вследствие переуплотнения почв на трелевочных волоках способствовали развитию на данном участке процессов оглеения и конкрециеобразования, что привело к появлению в легкой части профиля специфичных линзовидных горизонтов VGfn со скоплением Fe-Mn-конкреций различного диаметра.

Развитие древесного яруса в фитоценозах, возникших после рубки (ПП 3 и ПП 4), сопровождается уменьшением количества подроста (табл. 1), постепенным восстановлением гидрологического режима территории и снижением степени гидроморфизма почв (почвы 20 и 50-летних березняков более «сухие» по сравнению с 10-летним березняком). В строении почвы 20-летнего березняка бруснично-долгомошного (ПП 3) еще сохраняются мощная лесная подстилка (рис. 1) и признаки оглеения в минеральной части профиля, в то время как в спелом березняке зеленомошном (ПП 4) почва приближается к параметрам условно коренного леса по мощности лесной подстилки, по содержанию углерода и показателям кислотности основных генетических горизонтов. Морфохромохимические признаки оглеения фиксируются здесь только в суглинистой толще профиля. В качестве остаточных признаков бывшего переувлажнения почвы спелого березняка (ПП 4) следует отметить более мощную лесную подстилку (7.6 ± 0.8 см) и повышенное содержание конкреций в верхних минеральных горизонтах

(1.17–3.09 % от массы почвы) по сравнению с сосняком (соответственно 5.9 ± 0.6 см и 0.29–2.23 %).

Состав гумуса почвы спелого сосняка типичен для автоморфных почв подзолистого типа (табл. 2). Он характеризуется преобладанием «подвижных» фракций гуминовых (фракция ГК-1) и фульвокислот (фракции ФК-1a и ФК-1) и практически полным отсутствием гумусовых веществ, предположительно связанных с кальцием (фракции ГК-2 и ФК-2) [7]. Степень гумификации органического вещества, по градации Д.С. Орлова [8], слабая (5.5–14.7). Основное количество водорастворимых компонентов гумуса продуцируется в верхней части лесной подстилки – в горизонте O1 (табл. 2).

Переувлажнение территории после рубки, замедление процессов разложения растительного опада в условиях временного заболачивания, дополнительное поступление органического вещества на поверхности почвы (включая порубочные остатки) сопровождается изменением некоторых показателей гумусного состояния почв на вырубках (табл. 2). В почве 10-летнего березняка наблюдается расширение отношения Сгк/Сфк в минеральных горизонтах (до 0.7–0.6) и возрастание степени гумификации (до 22.7–35.1) за счет возрастания доли гуминовых кислот в составе ПОВ как лесной подстилки, так и минеральных горизонтов. Однако в данном случае повышение гуматности гумуса связано не с активизацией процессов гумификации органического материала, а, наоборот, с накоплением слабогумифицированных, оторфованных растительных остатков. Полученные данные согласуются с результатами изучения гидрофильно-гидрофобных характеристик ПОВ: в составе гумуса минеральных горизонтов почвы участка ПП 2 существенно возрастает доля гидрофобных компонентов (табл. 2). Эти вещества могут быть представлены липидами, а также различными алифатическими, гетероциклическими и фенольными соединениями, соосаждающимися вместе с гуминовыми кислотами при подкислении щелочных вытяжек и увеличивающимися соответственно выход гуминовых кислот при

Некоторые показатели гумусного состояния почв сосняка и производных березняков

| Показатель | Горизонт | ПП 1 | ПП 2 | ПП 3 | ПП 4 |
|--|----------|-------|-------|-------|-------|
| Тип гумуса, Сгк/Сфк | O1 | 0,8 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| | O2 | 1,2 | 0,8 | 1,3 | 1,5 |
| | E(g) | 0,5 | 0,7 | 0,6 | 0,4 |
| | BHF(g) | 0,3 | 0,6 | 0,5 | 0,1 |
| Степень гумификации органического вещества, Сгк/ Собщ.*100 % | O1 | 5,5 | 12,5 | 3,8 | 16,4 |
| | O2 | 12,5 | 15,3 | 15,7 | 20,6 |
| | E(g) | 14,7 | 22,7 | 17,3 | 7,3 |
| | BHF(g) | 12,7 | 35,1 | 19,4 | 1,2 |
| Содержание «свободных» ГК, % от Собщ. | O1 | 3,9 | 12,5 | 3,0 | 16,4 |
| | O2 | 11,0 | 15,3 | 15,4 | 20,6 |
| | E(g) | 12,8 | 22,6 | 10,5 | 3,3 |
| | BHF(g) | 11,2 | 35,1 | 12,3 | 0,6 |
| Содержание фракции ФК-1а, % от Собщ. | O1 | 1,0 | 6,7 | 1,9 | 2,3 |
| | O2 | 2,6 | 5,9 | 2,4 | 2,9 |
| | E(g) | 11,3 | 10,7 | 23,2 | 16,2 |
| | BHF(g) | 31,5 | 37,6 | 33,1 | 53,8 |
| Содержание C _{ВОВ} , % от почвы | O1 | 1,322 | 0,963 | 1,223 | 0,859 |
| | O2 | 0,138 | 0,186 | 0,488 | 0,868 |
| | E(g) | 0,040 | 0,044 | 0,057 | 0,040 |
| | BHF(g) | 0,027 | 0,031 | 0,043 | 0,022 |
| Доля гидрофильных компонентов в составе «свободного» ПОВ, % | O1 | 68 | 84 | 62 | 62 |
| | O2 | 54 | 52 | 64 | 67 |
| | E(g) | 67 | 48 | 44 | 68 |
| | BHF(g) | 78 | 46 | 47 | 69 |

проведении фракционно-группового анализа. Следует отметить, что аналогичная картина расширения величины Сгк/Сфк, по сравнению с автоморфными подзолистыми почвами, была отмечена при исследовании фракционно-группового состава болотно-подзолистых почв, формирующихся в условиях повышенного гидроморфизма [9].

В почвах производных березняков (ПП 3, ПП 4) тип гумуса постепенно возвращается к параметрам почв спелого сосняка. Смена пород на вырубках, изменение качественного состава растительного опада, включающегося в процессы гумификации, по всей видимости, обусловили некоторое усложнение структуры гумусовых кислот [10], что проявилось в появлении в составе гумуса фракций гуминовых кислот, предположительно связанных с кальцием (фракция ГК-2). В 20-летнем березняке (ПП 3) доля этих компонентов гумуса составила 0.8–0.3 % от общего органического углерода в горизонте лесной подстилки и 6.8–7.1 % – в минеральных гори-

зонтах. В почве спелого березняка (ПП 4) 0 и 3.6-0.6 % соответственно. Уменьшение доли фракции ГК-2 на вырубках со временем связано с постепенным восстановлением под пологом лиственных пород подроста хвойных (ели).

Разболачивание почв по мере восстановления древесной растительности, возвращение к исходным параметрам гидрологического режима, смена восстановительных условий на окислительные в профиле почв способствовали постепенному восстановлению исходного соотношения гидрофильных и гидрофобных компонентов в составе гумуса (табл.2). Гидрофильность ГВ (преобладание в их структуре полярных соединений, обладающих высокой реакционной способностью) во многом определяется окислительно-восстановительным режимом процессов почвообразования. По-видимому, в хорошо аэрированных почвах в составе гумуса преобладают соединения, имеющие в своей структуре такие полярные группы, как -COOH, =CO, -NH₂

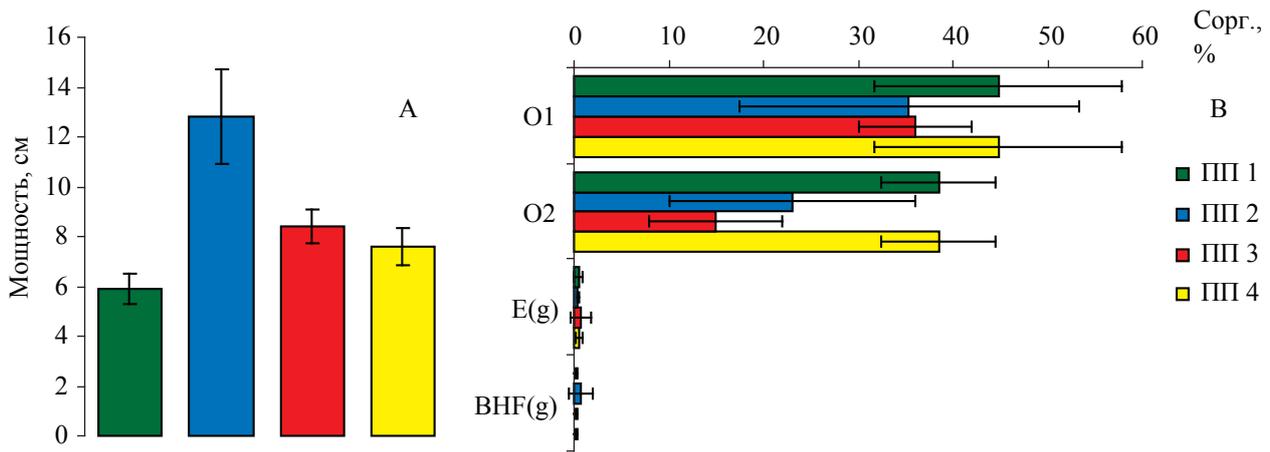


Рис. 1. Динамика мощности подстилки с учетом вклада оcesa (А, n = 30) и содержания органического углерода в верхних горизонтах почв (В, n = 5) в хронологическом ряду вырубок. Здесь и далее: обозначение пробных площадей согласно табл. 1. О1 – верхняя часть лесной подстилки, О2 – нижняя часть лесной подстилки

и другие, определяющие способность ГВ к гидрофильным взаимодействиям. Косвенно это может подтверждаться уменьшением доли гуминовых кислот и возрастанием общего количества водорастворимых компонентов в составе гумуса (табл. 2), представленных в почвах подзолистого типа преимущественно высоко- и низкомолекулярными органическими кислотами, полифенолами, аминокислотами и уроновыми кислотами [11, 12].

Специфической особенностью почв березняков, особенно на первых стадиях возобновления древесной растительности (ПП 2), является возрастание «агрессивности» гумусовых веществ. «Агрессивность» гумуса, его способность к активной миграции и вступлению в химические реакции с минеральными компонентами почвы прослеживается в возрастании содержания фульвокислот фракции ФК-1а (табл. 2) и повышении доли сильнокислых (рК 3-5) и среднекислых (рК 5-8) ионогенных групп в составе водорастворимых органических соединений (рис. 2).

Заключение

В условиях средней тайги на вырубках сосняка бруснично-зеленомошного в процессе сукцессионной смены растительности происходят соответствующие изменения в почво- и гумусообразовании. Основные различия связаны с процессами заболачивания/разболачивания в почвах молодых березня-

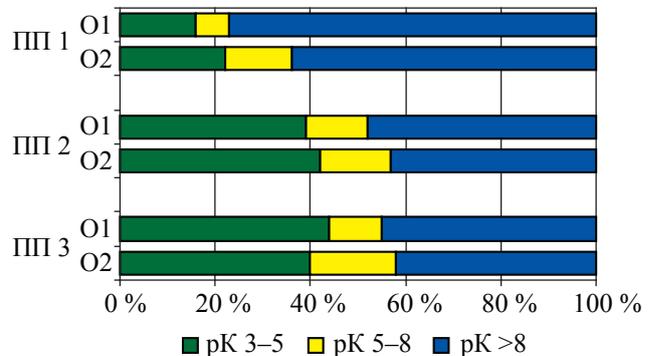


Рис. 2. Изменение соотношения мольных долей ионогенных групп с различными величинами рК, входящих в состав водорастворимого органического вещества лесных подстилок

ков и усилении оглеения. Удаление основного эдификатора (древостоя хвойных пород) способствует перераспределению энергетических потоков – на «молодых» вырубках сглаживается характерное для лесных биогеоценозов парцеллярное распределение лесной подстилки при существенном возрастании ее мощности. Благодаря значительному варьированию содержания углерода в почвах всех исследуемых лесных сообществ (рис. 1) статистически достоверного изменения в содержании углерода органических веществ не наблюдается.

«Залповое» поступление органического вещества с порубочными остатками, корнями срубленных деревьев, переувлажнение почв на первых стадиях послерубочной сукцессии обуславливают изменение показателей

гумусного состояния и возрастание реакционной способности почвенного органического вещества. На вырубках повышается доля наиболее «агрессивных» кислоторастворимых форм гумуса (фракция фульвокислот ФК-1а), а в лесных подстилках – водорастворимых органических соединений, характеризующихся увеличением доли сильно- и среднекислых ионогенных функциональных групп, обуславливающих возрастание гидрофильности гумусовых веществ. В минеральных оглееных горизонтах почв березняков выявлено возрастание гидрофобности гумусовых веществ.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 08-04-90718 моб_ст и программы ОБН РАН «Почвенно-функциональные ресурсы биосферы европейского Северо-Востока и биолитогенные экотоны – фундаментальная основа охраны и мониторинга почвенно-земельного фонда».

Библиографический список

1. Рожков, В.А. Лесной покров России и охрана почв / В.А. Рожков, Л.О. Карпачевский // Почвоведение. – 2006. – № 10. – С. 1157–1164.
2. Мелехов, И.С. Лесоведение / И.С. Мелехов. – М.: Лесная пром-сть, 1980. – 406 с.
3. Классификация и диагностика почв России / Авторы и сост.: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева и др. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.
4. Теория и практика химического анализа почв / Под ред. Л.А. Воробьевой. – М.: ГЕОС, 2006. – 400 с.
5. Рязанов, М.А. Использование рК-спектроскопии при определении констант диссоциации слабых кислот в практикуме по физической химии / М.А. Рязанов, А.М. Рязанов, Д.А. Злобин // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2000. – Т.43. – № 5. – С. 150–153.
6. Милановский, Е.Ю. Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения / Е.Ю. Милановский. – М.: ГЕОС, 2009. – 186 с.
7. Дымов, А.А. Изменение подзолистых почв на двухлетних отложениях при рубках / А.А. Дымов, Е.М. Лаптева / Лесоведение. – 2006. – № 3. – С. 42–49.
8. Орлов, Д.С. Дополнительные показатели гумусного состояния почв и их генетических горизонтов / Д.С. Орлов, О.Н. Бирюкова, М.С. Розанова // Почвоведение. – 2004. – №8. – С. 918–926.
9. Структурно-функциональная организация почв и почвенного покрова европейского Северо-Востока / Отв. ред.: Ф.Р. Зайдельман, И.В. Забоева. – СПб.: Наука, 2001. – 224 с.
10. Фролова, Л.Н. Характеристика состава гумуса подзолов соснового молодняка черничного в средней подзоне тайги / Л.Н. Фролова, А.С. Козобродов // Лесной журнал. – 1975. – № 1. – С. 32–36.
11. Яшин, И.М. Об эффекте «гумусовой» занавески в глееподзолистых почвах северной тайги Архангельской области / И.М. Яшин // Экология и почвы. Изб. лекции. – Пущино: ИФХ и БПП РАН, 2006. – С. 327–330.
12. Горбачева, Т.Г. Органический углерод в водах подзолов ельников зеленомошных Кольского полуострова / Т.Г. Горбачева, Н.В. Лукина // Лесоведение. – 2004. – № 4. – С. 43–50.

РАЗРАБОТКА ЛЕСОСЕК РАВНОМЕРНО-ПОСТЕПЕННО ДЕЛЯНОЧНЫМ МЕТОДОМ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

В.А. ЗАКАМСКИЙ, доц. каф лесоводства МарГТУ, канд. с.-х. наук

root@mpicnit.mari.ru

В лесном природном комплексе для проведения рубок ухода набор участков (лесосек-делянок) осуществляется по определенной схеме в соответствии с требованиями лесного законодательства и нормативным документам, регламентирующим их проведение [1–5].

Известно, например, что в зоне регулируемой рекреации на особо охраняемой природной территории разрешены только рубки ухода за лесом [5].

Во-первых, площади для таких рубок выделяются в специальную категорию лесопользования, с ограничением по территории лесного фонда предприятия. Насаждения для этой цели представлены в большей части наиболее малоценными древостоями и не используются в рекреационном отношении. Например, фондом для рубок могут служить березовые, тополевые, липовые, кленовые, ивовые и др. формации.

Во-вторых, участки спелых и перестойных древостоев для проведения выборочных рубок выделяются на территории предприятия с учетом максимальной близости к потребителям дровяной и низкокачественной древесины.

В конечном итоге все рубки ухода, проводимые на особо охраняемых территориях, должны обеспечивать сохранение и улучшение существующих ландшафтов, т.е. они в большей степени обязаны соответствовать ландшафтными и санитарными рубкам, обеспечивающим безопасность посещения лесов. В то же время решается и актуальная задача обеспечения местного населения древесиной, особенно дровяной, в том числе и для нужд самого предприятия.

В связи с этим режимы рубок ухода должны обосновываться лесоводственными требованиями с учетом технологических процессов. Рубки рекомендуется проводить на ограниченной территории, например, в Национальном парке Самарская Лука в пределах 5–10 % с соблюдением основного требования по сохранению дуба и др. семенников, обеспечивающих естественное возобновление, сохранение подлесочных и кустарниковых пород, живого напочвенного покрова с подстилкой.

Нами равномерно-постепенно деляночными рубками ухода с 2004 г. осуществлена подготовка стационаров на площади 59,1 га, в т.ч. по лесничествам: Александровское 8 – 7,3 га, Больше-Рязанское 9 – 5,5 га, Волжское 6 – 7,4 га, Жигулевское 8 – 5,9 га, Подгорское 4 – 4,6 га, Рождественское 8 – 7,4 га, Сосново-Солонецкое 10 – 13,3 га, Торновское 4 – 4,7 га, Шелехметское 4 – 3,0 га (итого 61 стационар). Учетной площадью для пространственного размещения запасов древесины принималась делянка (лесосека), ограниченная по контуру прорубаемыми визирами. Также имеются особенности при территориальном размещении делянок (лесосек) и составлении плана рубок. В данном случае организационно-технические показатели несколько отличаются от рекомендуемых параметров правил ухода за лесом [1–5]. Особенности включены в размеры делянок (лесосек)

[ширина, длина, площадь], направление, сроки примыкания, способ рубки и способ лесовосстановления. Рубки ухода согласно принятой схеме обеспечивают усиление возобновительных процессов при сохранении устойчивости рядом расположенных насаждений. Для этого нарезка лесосек осуществляется на ксерокопиях лесоустроительных планшетов последнего лесоустройства с использованием планов лесонасаждений и таксационных данных из пояснительной записки (план-схема размещения делянок рис. 1, 2).

На план-схемах границы делянок (лесосек) спрямляются для придания им прямоугольной формы. Делянки проектируются исходя из возможности большей их концентрации в целях снижения отрицательных экологических последствий и уменьшения затрат на строительство дорог (рис.1). Например, из состава насаждения во всех назначенных в рубку древостоев исключаются дуб, липа, клен, оставленные как семенники для естественного возобновления, и равномерно постепенно-деляночная рубка направлена на сохранение семенника в окружении защитных деревьев. Пример конкретного выполнения способа иллюстри-

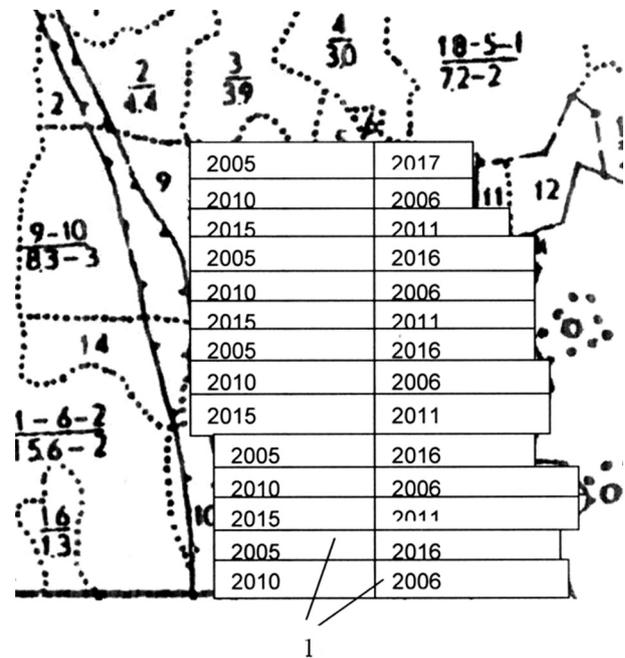


Рис. 1. План-схема с линейным смещением делянок и шахматным примыканием: 1 – шахматное примыкание делянок

руется чертежами. На рис.2. показан лесной природный комплекс с разбивкой его на центральный коридор 1 и делянки-лесосеки 2 (а – делянки-лесосеки, разрабатываемые в течение одного года), 3 – выделяемые био группы с семенным деревом. На рис. 3. представлена схема зоны обсеменения, где 4 – семенное дерево, 5 – защитные деревья в био группе, 6 – площадь места произрастания био группы, 7 – площадь зоны обсеменения.

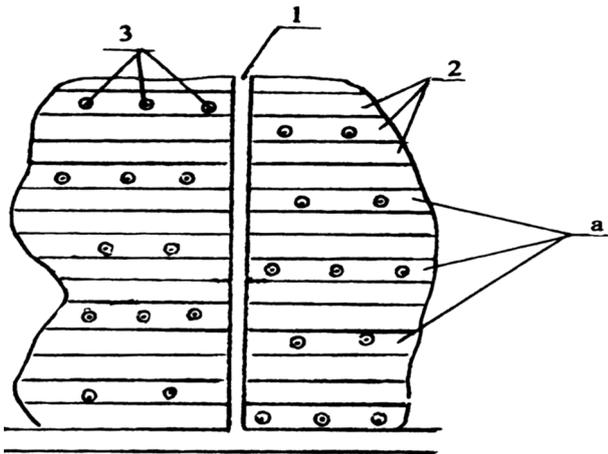


Рис. 2. План-схема размещения лесосек-делянок: 1 – центральный коридор; 2 – делянки лесосеки (а – делянки, разрабатываемые в течение одного года); 3 – био группы

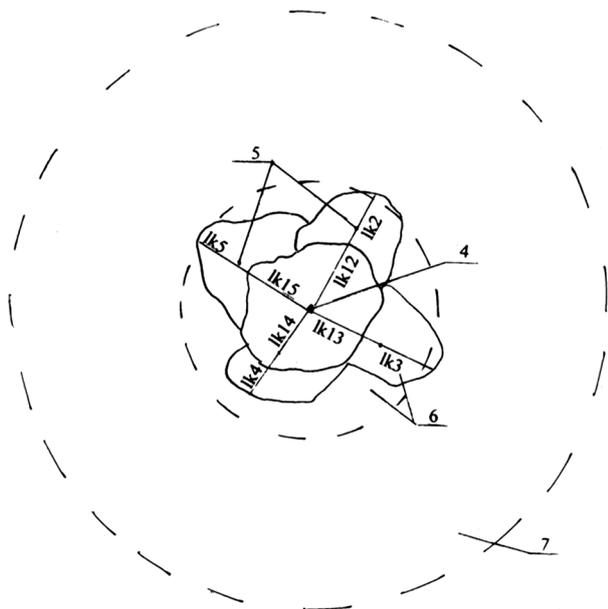


Рис. 3. Схема зоны обсеменения: 4 – семенное дерево; 5 – защитные деревья; 6 – площадь проективного покрытия био группы (площадь произрастания); 7 – площадь зоны обсеменения

Лесоводственная эффективность заключается в сохранении ценных и защитных деревьев для естественного обсеменения территории после рубки и последующего мониторинга за возобновлением и состоянием оставляемых деревьев. Способ равномерно-постепенно деляночных рубок ухода реализуется, например, следующим образом.

В насаждении до разбивки на делянки 2 и технологические коридоры 1 (с шагом смещения делянок, равным трем) отмечают расположение био групп 3, семенных деревьев 4, обозначенных вокруг ствола широкой закрашенной полосой, вокруг которых фиксируют расположенные зоны обсеменения 7, около которых выделяют невырубаемые защитные вспомогательные деревья узкой закрашенной полосой другого цвета 5. В каждой био группе 6 (различных по площади произрастания) измеряют таксационные показатели.

Радиусы окружностей площади произрастания зависят от диаметров крон деревьев и определяются по формуле, например для семенного и четырех защитных

$$R_n = (lk_{12} + lk_2) + (lk_{13} + lk_3) + (lk_{14} + lk_4) + (lk_{15} + lk_5), 4$$

где R_n – радиус окружности площади произрастания;

$lk_{12}, lk_{13}, lk_{14}, lk_{15}$ – расстояние проекции кроны семенного дерева в направлении к вспомогательным 1,2,3,4,5;

lk_2, lk_3, lk_4 – расстояние от границы кроны семенного дерева в направлении к границе кроны второго, третьего, четвертого, пятого вспомогательного дерева;

4 – всего вспомогательных деревьев в био группе.

Пример:

$$R_n = (2,1 + 1,6) + (1,5 + 2,0) + (1,6 + 2,1) + (2,0 + 1,9) / 4 = 3,7\text{м}$$

Все био группы наносят на план-схему (рис. 3) и после этого проектируют технологическую карту делянки с учетом оставленных био групп. В конкретных случаях технологические коридоры следует располагать (и на план-схеме и в натуре) в обход био групп.

После этого рассчитывают площади мест обсеменения для этого количество се-

менных биогрупп. Они должны быть достаточными и рассчитываются на 1 га, например по формуле В.Г.Нестерова

$$n = 9000 / \pi r^2,$$

где r – радиус успешного обсеменения площади, равный 1/2 высоты семенного дерева. Среднее расстояние между семенными деревьями

$$L = \sqrt{(S / 0,866n)},$$

где L – среднее расстояние между семенными деревьями S – 10000 м² (1га) [6]. Площадь успешного обсеменения одного дерева составит

$$S_{y.o} = S_{z.o} - S_{п.б},$$

где $S_{y.o}$ – площадь зоны успешного обсеменения;

$S_{z.o}$ – площадь зоны обсеменения;

$S_{п.б}$ – площадь произрастания биогруппы.

Например, высота семенного дерева – 24 м, число семенных деревьев на 1 га необходимо оставить 20, среднее расстояние между биогруппами будет 24 метра. Площадь зоны успешного обсеменения расчетного дерева составит

$$S_{y.o} = 452,2 \text{ м}^2 - 42,9 \text{ м}^2 = 409,3 \text{ м}^2.$$

Таким образом можно произвести расчеты для всех оставляемых семенных и вспомогательных деревьев, составляющих биогруппы [7].

Важно до рубки все биогруппы обозначить в древостое покраской семенного дерева, например, вокруг ствола полосой белой краски, а вспомогательных – другим цветом (красным) также по диаметру вокруг ствола для исключения вырубки выделенных деревьев.

Затем с помощью мерной ленты измеряют расстояние ($lk1i$) проекции кроны семенного дерева в направлении к защитным вспомогательным деревьям и расстояние от границы кроны семенного дерева в направлении к границе проекции кроны защитных вспомогательных деревьев (lki) и одновременно определяют лесоводственно-таксационные показатели места произрастания деревьев в биогруппе.

Технология проведения равномерно-деляночной рубки ухода осуществляется по технологическим схемам, предусматрива-

ющим валку с сохранением биогрупп в сторону от них, обрубку сучьев на срубленных деревьях, разделку на сортименты и вывозку по делянке и центральному коридору в места хранения. Рекомендуется в дальнейшем ежегодно в течение 2–5 лет после рубки проводить оценку появившегося самосева, подраста, подлеска в целях учета и анализа естественного возобновления, и с точки зрения оценки качества проведения рубки через 5 лет измерять лесоводственно-таксационные показатели оставленных на делянках семенников с защитными вспомогательными деревьями.

Таким образом, предложенный метод равномерно-постепенно деляночных рубок в сформировавшихся лесах природного комплекса включает разбивку территории на участки, формирование центральных технологических коридоров и рубку деревьев по обе стороны от технологических коридоров. Внутри территории до их рубки на участке выделяют биогруппы с семенным деревом. Затем внутри этих биогрупп измеряют расстояние между деревьями и их таксационные показатели. Затем проводят расчет площадей оставляемых биогрупп. Далее составляют абрис расположения биогрупп и определяют площади зон обсеменения. Затем участок обновляемого природного комплекса размечают равномерной нарезкой лесосек-делянок справа и слева от центральных технологических коридоров; причем, односторонние делянки-лесосеки, разрабатываемые в течение одного года, размещены с шагом, равным трем, а аналогичные делянки-лесосеки, расположенные с противоположной стороны от центрального коридора, смещены в шахматном порядке.

В перспективе предложенный метод позволяет за счет сохранения семенных деревьев и лесных природных комплексов и формирования мозаичности с их окружением за счет защитных вспомогательных деревьев и нетронутых стен леса, а также периодического наблюдения за ростом и состоянием появившегося подраста и подлеска формировать естественные молодняки сложной структуры, наиболее устойчивые к антропогенному

воздействию и способствующие сохранению флоры и фауны.

Библиографический список

1. Лесной кодекс. – М.: Рослесхоз, 2006. – 56 с.
2. Правила заготовки древесины. – М.: Рослесхоз, 2007. – 34 с.
3. Правила лесовосстановления. – М.: Рослесхоз, 2007. – 30 с.
4. Правила ухода за лесами. – М.: Рослесхоз, 2007. – 56 с.
5. Рекомендации по проведению лесохозяйственных работ в национальных парках. – СПб.: НИИЛХ, 1998. – 16 с.
6. Успенский, Е.И. Лесоводство: Практикум / Е.И. Успенский, Ф.В. Аглиуллин, В.А. Закамский. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2003. – 156 с.
7. Пат. 2282343 Россия. МКИ А 01 G 23/00 – 23/02 способ проведения рубок обновления в насаждениях / В.А. Закамский, С.В. Закамский; Заявитель и патентодатель. – Йошкар-Ола: МарГТУ. – заявл. 2.12.2004 опубл. 27.08.2006.

УДМУРТСКИЙ МЕТОД РАЗРАБОТКИ ЛЕСОСЕК УЗКИМИ ЛЕНТАМИ – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Р.Р. АБСАЛЯМОВ, доц. каф. лесоводства и лесных культур Ижевской ГСХА, канд. с-х. наук,
 А.А. ПЕТРОВ, доц. каф. лесоустройства и экологии Ижевской ГСХА, канд. с-х. наук,
 Р.Р. ЗАКИРОВ, асп. каф. лесоводства и лесных культур Ижевской ГСХА,
 С.С. ЖУРАВЛЕВ, главный лесничий Министерства лесного хозяйства УР

lesovod27@yandex.ru

Удмуртскому методу разработки лесосек узкими лентами – 50 лет

Указом Президента Российской Федерации от 1 апреля 1996 г. № 440 утверждена Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию, ориентированная на сбалансированное развитие экономики и решение задач сохранения благоприятной окружающей природной среды, использование природно-ресурсного потенциала для удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений людей. Концепция устойчивого управления лесами Российской Федерации является составной частью стратегии устойчивого развития страны.

Одним из обязательных приоритетов Концепции устойчивого управления лесами РФ (1998) в лесовосстановлении является максимальное использование естественной способности леса к воспроизводству. Лесной кодекс 2006 г. (далее ЛК РФ) законодательно закрепил это положение, предусмотрев лесовосстановление путем естественного, искусственного или комбинированного восстановления лесов (ст. 62 ЛК РФ).

Естественные способности леса к воспроизводству позволили хорошо проявить

себя методу разработки лесосек узкими лентами в условиях Удмуртской Республики, расположенной в таежной зоне и в зоне хвойно-широколиственных лесов европейской части РФ. Этому способствовало, несомненно, и то, что до 25 % площадей спелых и перестойных насаждений в Удмуртии обеспечены благонадежным хвойным подростом, в основном еловым.

Интенсивная рубка лесов в Удмуртской Республике, особенно в послевоенный период, и малые объемы искусственного лесовосстановления привели к тому, что вырубаемые площади возобновлялись через смену материнских хвойных пород лиственными. В результате происходил процесс ухудшения лесного фонда, его породного состава. Хвойные насаждения по площади сокращались ежегодно до 1 %, а площади лиственных лесов увеличивались.

С 1945 г. по 1961 г. площадь хвойных насаждений в республике уменьшилась с 77 % до 58 %, запас спелых и перестойных лесов сократился с 128 млн м³ до 83 млн м³. Лесоведам республики в 60-е годы пришлось

Применение метода узких лент в Удмуртии

| Годы | Общая площадь лесосек, тыс. га | в т.ч. с сохранением подроста | |
|-----------|--------------------------------|-------------------------------|------|
| | | тыс. га | % |
| 1961–1965 | 99,2 | 37,6 | 37,9 |
| 1966–1970 | 87,5 | 37,6 | 43,0 |
| 1971–1975 | 84,7 | 25,1 | 29,6 |
| 1976–1980 | 67,5 | 12,5 | 18,5 |
| 1981–1985 | 63,6 | 9,5 | 14,9 |
| 1986–1990 | 65,1 | 9,4 | 14,4 |
| 1991–1995 | 40,7 | 14,0 | 34,4 |
| 1996–2000 | 22,7 | 6,2 | 27,3 |
| 2001–2005 | 18,3 | 4,4 | 23,9 |
| 2006–2010 | 22,9 | 4,9 | 21,5 |
| Итого: | 572,2 | 161,2 | 28,2 |

решительно вмешиваться в нежелательный процесс смены хвойных лесов на лиственные. Объемы лесовосстановительных работ были увеличены до 20 тыс. га ежегодно с перекрытием ежегодной вырубки на 5,0 тыс. га. Значительную роль в восстановлении лесов на вырубленных площадях сыграл способ сохранения хвойного подроста и молодняка на разрабатываемых лесосеках по так называемому Удмуртскому методу узких лент.

В Удмуртии научные исследования по естественному возобновлению на концентрированных вырубках учеными Татарской ЛОС и лесоводами республики начали выполняться с 1956 г. [7]. Выполнены сравнительные опытные разработки лесосек различными известными в то время способами, с различной шириной пасек, для выяснения влияния на сохранность подроста и молодняка ширины пасек и различных способов трележки деревьев из пасек (за вершину или комель, с использованием подкладочных деревьев и без них).

В 1960 г. в результате выполненных исследований в содружестве с Татарской лесной опытной станцией ВНИИЛМ, Управлением лесного хозяйства Удмуртии и комбинатом «Удмуртлес» было внесено предложение по усовершенствованию технологии лесосечных работ, получившее название Удмуртского метода узких лент.

За период с 1960 по 2010 гг. в Удмуртской Республике разработано более 160 тыс. га лесосек по методу узких лент с сохранением хвойного подроста и молодняка (табл. 1).

По данным лесоустройства 1995–1998 гг. состояние лесосек с сохраненным хвойным подростом и молодняком следующее:

- более чем на 53 % площадей формируются полноценные хвойно-лиственные насаждения;
- на 17 % площадей хвойного подроста и молодняка недостаточно, на этой площади проведены лесовосстановительные мероприятия;
- на 6 % площадей лесоустройством предусмотрено выполнение лесовосстановительных мероприятий;
- остальные участки лесосек с сохраненным подростом и молодняком представлены заболоченными и переувлажненными площадями, на которых создание искусственных насаждений практически невозможно. На данных площадях формируются естественные насаждения, в основном лиственно-хвойные.

С середины 90-х гг. прошлого столетия в силу ряда причин использование расчетной лесосеки резко сократилось, востребованность древесины на корню со стороны лесозаготовителей упала. Многие лесозаготовительные предприятия ликвидировались, в т.ч. концерн «Удмуртлес» с рядом леспромхозов.

Даже в этих условиях, как видно из табл. 1, лесоводы Удмуртии при передаче лесосек действующим лесозаготовителям сохранили принцип строго организованной лесосеки, при которой под разработку отводятся

Динамика лесного фонда Удмуртии

| Годы учета | Ед. измер. | Покрытая лесом площадь | | |
|------------|------------|------------------------|-------------|------------|
| | | всего | в том числе | |
| | | | хвойных | лиственных |
| 1936 | тыс. га | 1291,4 | 1125,0 | 166,4 |
| | % | 100 | 87 | 13 |
| 1945 | тыс. га | 1423,0 | 1192,4 | 330,6 |
| | % | 100 | 77 | 23 |
| 1956 | тыс. га | 1348,8 | 863,3 | 485,5 |
| | % | 100 | 64 | 36 |
| 1961 | тыс. га | 1398,0 | 818,5 | 579,5 |
| | % | 100 | 58,5 | 41,5 |
| 1966 | тыс. га | 1376,2 | 750,7 | 625,5 |
| | % | 100 | 54,6 | 45,4 |
| 1973 | тыс. га | 1432,8 | 821,9 | 610,9 |
| | % | 100 | 57,4 | 42,6 |
| 1985 | тыс. га | 1432,6 | 786,2 | 646,4 |
| | % | 100 | 54,9 | 45,1 |
| 1993 | тыс. га | 1445,4 | 832,5 | 612,9 |
| | % | 100 | 57,6 | 42,4 |
| 1998 | тыс. га | 1481,6 | 774,2 | 707,4 |
| | % | 100 | 52,3 | 47,7 |
| 2005 | тыс. га | 1526,4 | 840,9 | 685,5 |
| | % | 100 | 55,1 | 44,9 |
| 2010 | тыс. га | 1940,4 | 1124,9 | 815,5 |
| | % | 100 | 58,0 | 42,0 |

Динамика не покрытых лесом земель в Удмуртской Республике, тыс. га

| Годы лесоустройства | Всего не покрытых лесом земель | В том числе | | |
|------------------------------------|--------------------------------|-------------|---------|---------------------|
| | | гари | вырубки | пустыри и прогалины |
| 1962–1965 | 73,0 | 1,8 | 60,9 | 10,3 |
| 1975–1976 | 59,9 | 1,2 | 52,7 | 6,0 |
| 1985–1986 | 37,5 | 1,7 | 32,3 | 3,5 |
| 1995–1997 | 13,1 | 0,4 | 10,9 | 1,8 |
| Учет лесного фонда на 01.01.2007г. | 6,1 | 0 | 5,7 | 0,4 |

пасеки шириной 25–30 м, равной высоте древостоя, а тракторная трелевка поваленных деревьев производится только по волокам за вершину, в отдельных случаях на сырых и сильно переувлажненных участках – хлыстов, с укладкой сучьев на волокна – основной принцип Удмуртского метода узких лент.

Почти 40 % общего объема лесовосстановления за последние 50 лет – это сохранение хвойного подроста при разработке лесосек и в дальнейшем своевременное проведение рубок ухода.

Все это, наряду с созданием лесных культур, позволило лесоведам Удмуртии улучшить качественное состояние лесного фонда, а именно: сокращение не покрытых лесом земель и увеличение площади хвойных насаждений (табл. 2, 3).

Значительное снижение доли хвойных насаждений (по данным 1998 г.) объясняется тем, что при лесоустройстве 1995–1998 гг. руководствовались «Инструкцией по проведению лесоустройства в лесном фонде России» (1994), предусматривающей отнесение

Средние таксационные показатели лесного фонда и их динамика

| Год лесоустройства | Возраст, лет | Бонитет | Полнота | Запас, м ³ /га | | Прирост | |
|--------------------|--------------|---------|---------|---------------------------|----------------------|---------|---------|
| | | | | покрытых лесом земель | спелых и перестойных | средний | текущий |
| 1965 | 51 | 11,4 | 0,68 | 131 | | 2,9 | |
| 1976 | 44 | 11,1 | 0,72 | 145 | 234 | 3,4 | 3,5 |
| 1986 | 48 | 11,0 | 0,74 | 159 | 246 | 3,4 | 3,5 |
| 1998 | 46 | 1,9 | 0,72 | 179 | 265 | 3,8 | 3,9 |

Лесоводственно-таксационная характеристика древостоев на пробных площадях

| № пп квартал | Насаждения | | Ярусы | | | | Элементы леса | | | Примечания |
|--------------|----------------|--------------|------------------|------|---------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|------------|
| | класс бонитета | тип ласа ТЛУ | состав | Н, м | полнота | М, м ³ /га | ср.Н, м | ср.Д, см | М, м ³ /га | |
| 29А | II | Е чер. ВЗ | 4Е 3Ос 3Б | 16,6 | 1,0 | 236 | 16,5 17,0 16,0 | 14,8 13,8 14,3 | 118 71 47 | контроль |
| 29Б | II | Е чер. ВЗ | 6Е 2Б 2Ос | 14,0 | 1,0 | 225 | 14,5 13,5 14,0 | 14,5 14,5 16,0 | 135 45 45 | 25 % |
| 29В | II | Е чер. ВЗ | 6Е 3Б 1Ос | 17,0 | 1,0 | 227 | 18,0 17,0 16,0 | 13,6 14,7 16,8 | 136 68 23 | 75 % |
| 29Г | II | К чер. ВЗ | 9Е 1Б едОс | 15,4 | 0,7 | 150 | 16,0 15,0 15,0 | 12,8 10,5 14,6 | 134 15 1 | 100 % |
| 29Д | II | Е чер. ВЗ | 7Е 2Б 1Ос | 16,0 | 1,0 | 262 | 16,0 16,5 16,0 | 16,4 13,5 13,8 | 158 79 27 | 50 % |

насаждений к хвойным при участии в них хвойных пород не менее 5 единиц, в отличие от ранее действовавшей Инструкции, где достаточно было 4 единиц хвойных пород.

В связи с объединением лесного фонда (в соответствии ЛК РФ), управляемого Рослесхозом и Сельлесхозом в 2007 г., общая площадь Министерства лесного хозяйства Удмуртской Республики увеличилась почти на 440 тыс. га со значительными площадями не покрытых лесом земель. Поэтому данные на последующие годы после 01.01.2007 г. не приводятся.

Как показывают данные лесоустройства, значительно улучшились средние таксационные показатели лесного фонда за последние 4 ревизионных периода (табл. 4). К сожалению, последнее лесоустройство в лесном фонде в Удмуртской Республике проведено в конце прошлого века.

Экспериментальные исследования формирования древостоев из подроста, сохраненного при разработке лесосек методом узких лент, выполнены в 1973, 1978 гг. (Аглиуллин, 1978, 1980), в 1996 г. (Абсалямов, 1999) и 2010 г. в Сюмсинском лесничестве, на постоянных пробных площадях, заложенных на лесосеках 1961 г. разработки. В 1973 г. на этих постоянных пробных площадях выполнены рубки ухода с различной степенью изреживания полога из лиственных пород: 25, 50, 75, 100 %, с оставлением контроля (без изреживания). Подробная лесоводственно-таксационная характеристика древостоев на данных пробных площадях по данным 2010 г. приведена в табл. 5.

Из табл. 5 видно, что доля участия ели на контрольной секции минимальна. На остальных секциях формируются древостои с наличием в составе 60–90 % ели.

В 2006 г. на международной выставке «Лесдревмаш-2006» Удмуртский метод узких лент отмечен дипломом [8].

Древостои, сформировавшиеся из подроста после разработки лесосек методом узких лент по Удмуртской технологии, безусловно, требуют дальнейших исследований. Формирующиеся на вырубках древостои из подроста имеют особенное строение, и для создания нужной структуры необходимо вмешательство человека. Необходимо создание систем рубок ухода для насаждений, сформировавшихся из предварительного возобновления.

Библиографический список

1. Абсалямов, Р.Р. Формирование еловых молодняков из подроста после разработки лесосек методом узких лент в подзоне южной тайги (на примере Удмуртской Республики): автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03 / Р.Р. Абсалямов. – Йошкар-Ола МарГТУ, 1999. – 24 с.
2. Аглиуллин, Ф.В. Формирование высокопроизводительных ельников по густоте / Ф.В. Аглиуллин // Повышение продуктивности лесов и их рациональное использование. – Л., 1978. – С. 45–49.
3. Аглиуллин, Ф.В. Восстановление хвойных пород при разработке лесосек способом узких лент / Ф.В. Аглиуллин // Лесное хозяйство. – 1980. – № 8. – С. 23–25.
4. Инструкция по проведению лесоустройства в лесном фонде России. – М.: Федеральная служба лесного хозяйства России, 1995. – 174 с.
5. Концепция устойчивого управления лесами Российской Федерации. – М.: Федеральная служба лесного хозяйства России, 1998. – 10 с.
6. Лесной кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 04.12.2006. № 200-ФЗ.
7. Напалков, Н.В. Возобновление еловых концентрированных вырубок в Удмуртской АССР / Н.В. Напалков // Сб. тр. по лесн. хоз-ву. – Казань: ТатЛОС ВНИИЛМ, 1958. – Вып. 14. – С. 51–94.
8. Родин, С.А. Научное сопровождение ведения лесного хозяйства Среднего Поволжья филиалом ФГУ ВНИИЛМ Татарская лесная опытная станция / С.А. Родин, М.Н. Сухов // Проблемы использования и воспроизводства лесных ресурсов. – Казань, 2006. – С. 3–8.

ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ В ПОЧВАХ И ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ

Г.Н. ФЕДОТОВ, *ст. научн. сотр. института экологического почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова, д-р биол. наук,*
В.С. ШАЛАЕВ, *проф. МГУЛ, д-р техн. наук*

gennadiy.fedotov@gmail.com

К настоящему времени в направлении изучения коллоидной составляющей и органического вещества почв, несмотря на огромный накопленный за последние 100 лет экспериментальный материал, сложилась достаточно непростая ситуация.

Связано это прежде всего:

1. С отсутствием общепринятых, однозначных, детальных представлений о строении коллоидной составляющей и органического вещества (ОВ) почв.
2. С многообразием методов выделения коллоидной составляющей и ОВ почв для исследования [1–5, 7, 8, 10–13, 15–23, 25–27, 31–33, 35–37, 44–47, 49].
3. С существованием большого количества эмпирических подходов, связываю-

щих агросвойства почв с составом коллоидной составляющей и ОВ почв.

Основой существующих представлений о почвах является физическая модель. В соответствии с ней почвы рассматриваются как системы, состоящие из твердой, жидкой и газообразной фаз [6, 9]. Модернизация модели – рассмотрение почвы как четырехфазной системы [29] – скорее подчеркивало важность биологического фактора в формировании и функционировании почв, чем являлось реальной попыткой ее трансформации.

С позиций физической модели твердая фаза почвы состоит из частиц разного размера, а вещество может находиться либо в ионно-молекулярном состоянии в почвенном растворе, либо в состоянии микро- и макрочастиц.

Коллоидная составляющая почв с этих позиций представляла собой гели, образованные коллоидными частицами, которые покрывают и связывают почвенные микро- и макрочастицы между собой, обеспечивая существование почвы как системы с определенным набором свойств [9, 28, 36]. При этом считается, что ОВ либо адсорбировано на неорганических частицах, либо входит в состав почв в виде отдельных частиц, либо в небольших количествах находится в почвенном растворе.

Данный упрощенный подход длительное время использовали и продолжают использовать при изучении практически всех почвенных свойств, включая изучение ОВ и коллоидной составляющей почв. Поэтому в течение длительного времени вполне естественной выглядела задача разделения частиц, составляющих почвы, на фракции и поиска эмпирических закономерностей между содержанием различных фракций в почвах и свойствами почв. При этом считали, что основной сложностью на пути решения подобной задачи является агрегация частиц, и если найти способ разделения агрегатов до моночастиц, то все проблемы снимутся.

Использовали большое число различных методов для разделения коллоидной составляющей и ОВ почв на фракции. Однако их можно условно разделить на три большие группы:

- последовательное выделение из почв различных фракций частиц, ОВ или видов гелей [3, 7, 11, 13, 17, 23, 31, 36, 44, 47, 49];
- перевод почвы в состояние суспензии и выделение фракций из суспензии [4, 8, 12, 19, 22, 46];
- комбинация этих приемов [1, 2, 5, 10, 15, 16, 18, 20, 21, 25-27, 32, 33, 35, 37, 45].

Эти методы применяли, прежде всего, для изучения состава различных фракций и поиска взаимосвязи между их свойствами и свойствами почв.

За последние несколько десятилетий было опубликовано большое число работ [10, 13, 23], связывающих агросвойства почв и их деградацию с количеством ЛОВ. Предложены различные методы выделения этой фракции органического вещества [10, 13, 23, 30], кото-

рые на разных почвах лучше отражают обнаруженную корреляцию. Подобные результаты совпадают с полученными в первой половине прошлого века данными по существованию в почвах и свойствам активного и пассивного ила и гелей различных типов [7, 31, 36]. Однако анализ результатов по изменению количества одной из фракций ОВ в почвах не позволяет получить четких представлений о реальном местоположении, строении и коллоидно-компонентном составе органической и органо-минеральной составляющих почв.

В ряде работ ОВ и органо-минеральные соединения исследовали более подробно, выделяя методом грануло-денсиметрического фракционирования дополнительно к легкой фракции (ЛФ) и другие фракции, содержащие ОВ [1, 2, 5, 18, 32–35, 45].

Однако подходы продолжали оставаться чисто эмпирическими, так как единых представлений о строении и организации органо-минеральной коллоидной составляющей и органического вещества почв с позиций физической модели почв создать не удалось.

В настоящее время установлено, что почвенные гели представляют собой армированный минеральными частицами гумусовый студень, обладающий определенной наноструктурной организацией, возникающей за счет нано- и микросегрегации гумусовой матрицы [39, 40].

Кроме того, в последние годы изменились представления о гумусовых веществах, которые традиционно рассматривали как смесь ассоциированных макромолекул [14, 24, 52]. Появились новые, принципиально иные подходы к строению ГВ, отвергающие существующие традиционные представления об их полимерной природе [50, 51, 53, 54]. В этих работах на основе экспериментальных данных, полученных с использованием большого числа современных методов, показано, что ГВ – ассоциаты относительно низкомолекулярных компонентов, возникающих при деградации и разложении биологического материала, динамически объединенные и стабилизированные, в основном, слабыми связями. Именно это является главным в структуре гумусовых веществ. Они представляют собой

супрамолекулярные структуры, стабилизированные слабыми, а не ковалентными связями. Гидрофобные взаимодействия, Ван-дер-Ваальсовы, $\pi - \pi$, СН – π и водородные связи ответственны за формирование супрамолекул ГВ большого размера.

Было также показано, что ОВ почвенных гелей имеет многоуровневую структурную организацию, причем основой почвенных гелей являются фрактально организованные кластеры из супермолекул ГВ [38-41, 44].

Таким образом, на основе анализа накопленных к настоящему времени данных о строении почвенных гелей и ОВ почв, а также установленных эмпирических закономерностей появилась возможность:

- получить четкие представления о реальных местоположении, строении и коллоидно-компонентном составе органической и органо-минеральной составляющих почв;
- установить взаимосвязь между агро-свойствами почв и реальными местоположением, строением и коллоидно-компонентным составом органической и органо-минеральной составляющих почв;
- понять коллоидно-химический механизм деградации агро-свойств почв при их сельскохозяйственном использовании;
- выбрать из существующих или разработать методы, позволяющие в лабораторных условиях определять влияние изменения коллоидно-химической составляющей почв на их агро-свойства;
- найти способы замедления процессов деградации агро-свойств почв при их сельскохозяйственном использовании.

При проведении анализа необходимо исходить из того, что все почвенные частицы покрыты или включены в состав единой матрицы почвенных гелей, основой которых является гумусовая матрица из фрактальных кластеров супермолекул ГВ [38–41, 44].

Следует принять во внимание, что в высушенных образцах почв в органической матрице гелей происходят нано- и микросегрегация с выделением гидрофобных областей, обладающих высокой пористостью. Эта пористость существует при контакте образцов с водой или другими жидкостями в течение

достаточно длительного времени. Существование пористости в течение всего процесса разделения почвенного образца на фракции зависит от гидрофобности гумусовой матрицы и, следовательно, от ее состава – содержания гидрофобных молекул, в первую очередь ароматических веществ [42].

При анализе результатов гранулометрического фракционирования почв надо учитывать, что оседающие частицы неоднородны – минеральные частицы либо включены в гель, либо покрыты достаточно толстым гелевым слоем, имеющим плотность, близкую к плотности воды [43, 48]. С одной стороны, это приводит к занижению размера частиц в выделенных фракциях и оказывает сильное влияние на искажение определяемого размера частиц в мелко пылеватой, илистой и коллоидной фракциях, в которых толщина гелевой оболочки сравнима с размером оседающих в гравитационном поле частиц. С другой стороны, при проведении осаждения с использованием центрифугирования происходит частичное разрушение гелей и выход из них минеральных частиц с окружающими их и прочно связанными с ними слоями более плотного геля.

На наш взгляд, анализ данных, полученных методом грануло-денсиметрического фракционирования [1, 2, 5, 18, 32–35, 45], с позиций нано- и микроструктурной организации ОВ почвенных гелей позволит достичь поставленных целей, поэтому имеет смысл рассмотреть именно эти результаты.

Общепринято, что ЛОВ и ЛФ являются ранними индикаторами уровня изменения органического вещества почвы. Показано, что при деградационных изменениях почв снижается содержание органического вещества, как в ЛФ, так и в иле, но темпы снижения в ЛФ значительно выше. Содержание $C_{\text{орг}}$ в ЛФ и отношение содержания $C_{\text{орг}}$ в ЛФ и в иле ($C_{\text{орг ЛФ}}/C_{\text{орг ила}}$) рассматриваются в качестве индикаторов органического вещества почв, используемых в сельском хозяйстве.

Существуют различные варианты метода грануло-денсиметрического фракционирования. В работах [1, 2] была установлена корреляция между различными фракциями, выделяемыми из почв, с агро-свойствами почв.

Влияние деградации почв на содержание органического углерода в различных фракциях, выделенных из почв методом грануло-денсиметрического фракционирования [1, 2] (т/га и в % от $C_{\text{общ}}$)

| Угодье | | ЛФ | | <1 мкм | Остаток | $C_{\text{общ}}$ |
|---------------------------|--------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| | | Св | Агр | | | |
| Дерново-подзолистая почва | Целина | 4,7 9,75 % | 14,2 29,46 % | 15,0 31,12 % | 14,3 29,67 % | 48,2 |
| | Пашня | 0,6 1,75 % | 9,7 28,28 % | 15,5 45,19 % | 8,5 24,78 % | 34,3 |
| Серая лесная почва | Целина | 3,3 5,98 % | 12,9 23,37 % | 21,6 39,13 % | 17,4 31,52 % | 55,2 |
| | Пашня | 1,0 1,85 % | 13,5 24,95 % | 26,8 49,54 % | 12,8 23,66 % | 54,1 |
| Чернозем | Целина | 2,3 2,11 % | 29,7 27,3 % | 28,4 26,1 % | 50,1 46,05 % | 108,8 |
| | Пашня | 0,6 0,66 % | 20,3 22,41 % | 32,0 35,32 % | 37,7 41,61 % | 90,6 |

Базовый метод грануло-денсиметрического фракционирования позволяет последовательно из одной пробы выделить ЛФ и илистые фракции (<1 мкм). С целью получения более детальной информации при проведении данного исследования часть ЛФ выделяли из почв в тяжелой жидкости до озвучивания почвенной суспензии ультразвуком ($ЛФ_{\text{Св}}$), а другую часть – после озвучивания ($ЛФ_{\text{Агр}}$). При этом предполагали, что до озвучивания выделяется ЛФ свободного ОВ, а после озвучивания – ЛФ, входящая в состав почвенных агрегатов.

Из полученных авторами [1, 2] данных (табл. 1) хорошо видно, что при деградации во всех почвах уменьшается содержание органического углерода в ЛФ и в остатке, растет содержание органического углерода в илистой фракции.

Считают [2, 5, 34], что в ЛФ с плотностью < 2 г/см³ ОВ представляет собой не полностью гумифицированный опад растительного, микробного и животного происхождения. С этой фракцией связана значительная часть микробных популяций и ферментативная активность почв. С углеродом ЛФ хорошо коррелирует дыхание почв. Вместе с тем, в состав ЛФ входит и термодинамически устойчивое ОВ – ГВ, а также углистые вещества. Ряд авторов [2, 5, 34] пришли к выводу, что ОВ ЛФ более ароматическое по своей природе. Было выявлено существенное преоблада-

ние гуминовых кислот в составе гумуса ЛФ. Содержание углерода этой фракции составляет 35–40 % от веса фракции и 9–18 % от общего углерода почв.

С предлагаемых модельных позиций почвенные гели образуют единую матрицу. Она не является однородной ни по толщине гелевого слоя, ни по составу, так как содержит несколько видов почвенных гелей. Эта матрица армирована как неорганическими, так и органическими частицами (растительные остатки, детрит, микроорганизмы и т.д.). При высушивании из гелевой матрицы удаляется большое количество воды, происходит нано–микросегрегация, и она приобретает высокую пористость.

При помещении воздушно-сухого почвенного образца в тяжелую жидкость легкие частицы, которые непрочно связаны с почвой, всплывают. На поверхность поднимаются как частицы не полностью гумифицированного органического вещества, так и пористые, гидрофобные гели, содержащие минеральные частицы. Для этого необходимо, чтобы эти частицы не были связаны в образце гелевым слоем большой толщины. Эта всплывающая часть образца воспринимается как $ЛФ_{\text{Св}}$.

Обработка тяжелой жидкостью после ультразвукового воздействия и отделения илистой фракции приводит к подъему на поверхность жидкости фракции $ЛФ_{\text{Агр}}$, которая содержит подобные же компоненты, но за-

крепленные более прочно. Можно предположить, что количество не полностью гумифицированного органического вещества в этой фракции ниже, так как его связь с почвой более прочная, то есть они покрыты более толстым гелевым слоем, который образуется в результате гумификации опада. В то же время количество гидрофобных участков гелей в этой фракции должно быть выше, так как при обработке ультразвуком от блоков гелей отделяются более гидрофильные участки – они частично теряют гидрофильную составляющую. Это должно приводить к увеличению подъема на поверхность тяжелой жидкости оставшейся гидрофобной части гелей.

Подобная трактовка ЛФ полностью совпадает с приведенными выше данными по составу ЛФ. Он – многокомпонентен. В ЛФ присутствует не полностью гумифицированный опад, а в ОВ фракции преобладает ароматическая, гидрофобная составляющая, обеспечивающая пористость гелевой матрицы. В результате подобной неоднородности по составу и происхождению ОВ в этой фракции применение к ней в целом радиоуглеродного анализа теряет смысл. Растительные остатки имеют минимальный возраст, зрелые гуминовые кислоты из гидрофобных участков – значительно больший.

По мнению исследователей, использующих в работе метод грануло-денсиметрического фракционирования почв, органическое вещество илистых фракций представляет собой [2, 5, 34] полиминеральную полидисперсную систему устойчивых комплексов глинистых минералов, оксидов-гидроксидов с гумусовыми веществами и полисахаридами.

По своей природе гумусовые соединения более низкомолекулярны, обеднены углеродом и обогащены азотом по сравнению с ЛФ, характеризуются наличием развитых алифатических цепей. Данные элементного состава ОВ илистых фракций близки к показателям, характерным для фульвокислот. Отношение $C_{ГК}/C_{ФК}$ в дерново-подзолистых почвах меньше 1, что свидетельствует об абсолютном преобладании фульвокислот. Подобная картина значительного относительного увеличения содержания фульвокислот

в илистых фракциях по сравнению с ЛФ наблюдается для всех почв. Илистая органоминеральная фракция концентрирует до 50 % и более общего содержания ОВ почвы.

С позиций предлагаемых модельных представлений в илистую фракцию должны переходить части гелей, недостаточно прочно связанные с ними.

Обработка помещенного в воду образца ультразвуком после удаления ЛФ_{св} приведет к частичному разрушению и переходу в состояние суспензии почвенных гелей, содержащих минеральные частицы различных размеров. Последующее центрифугирование, как было отмечено выше, заставит выделиться из суспензии гелей часть минеральных частиц. Эти частицы покрыты плотным, более гидрофобным и прочно с ними связанным слоем геля, образующегося, в первую очередь, по-видимому, за счет выщелачивания из минералов (за исключением кварца) многозарядных катионов и реакции с ними. Это, в частности, объясняет значительно более интенсивное взаимодействие с ОВ двухслойных глинистых минералов по сравнению с трехслойными [2]. В результате в суспензии после центрифугирования останутся более гидрофильные блоки гелей. Это совпадает с приведенными выше данными по химическому составу ОВ этой фракции. В данном случае сам способ выделения илистой фракции из почв фактически предопределяет химический состав ОВ в ней.

Исследования показали [2, 5, 34], что остаток после выделения первых двух фракций включает в свой состав, в основном, гумусовые вещества и частично продукты неполной гумификации органических остатков, а также углистые частицы. Гумусовые вещества представляют собой наиболее зрелые гуминовые кислоты. Это наиболее устойчивая к деградации часть ОВ почв.

С точки зрения используемых модельных представлений в остатке должны оставаться ОВ, входящие в гели, прочно связанные с крупными минеральными частицами. Эти гели, как было отмечено выше, должны быть достаточно прочно связаны с частицами минералов из-за выщелачивания из них и взаимодействия с многозарядными катионами.

Этот же процесс делает их недостаточно гидрофильными (более гидрофобными) для их распада на отдельные блоки. Подобное поведение этих гелей обеспечивает нахождение в их составе зрелых гуминовых кислот.

Сравнивая изменения содержания ОВ в различных фракциях при сельскохозяйственном использовании почв (табл. 1), мы видим, что во всех почвах резко уменьшается содержание ОВ в ЛФ_{св}. Можно предположить, что эти изменения, прежде всего, связаны с уменьшением содержания не полностью гумифицированного органического вещества из-за уменьшения поступления в почву опада.

Уменьшение содержания ОВ во фракциях ЛФ_{Агр} и увеличение содержания ОВ в илистой фракции свидетельствует также и об уменьшении прочности и пористости (гидрофобности) почвенных гелей за счет их гидрофилизации. В результате падения пористости (гидрофобности) начинает всплывать меньшая часть почвенных гелей, а падение прочности гелей приводит к их частичному распаду и переходу в илистую фракцию.

Уменьшение содержания ОВ во фракции остатка свидетельствует о гидрофилизации ОВ вещества и в этой фракции и падении прочности связи в гелях этого типа.

С точки зрения модельных представлений уменьшение прочности почвенных гелей легко объяснимо. Как мы уже отмечали, почвенные гели образуются при взаимодействии фрактальных кластеров супермолекул ГВ, а минеральные частицы армируют образующуюся матрицу. Поверхность супермолекул ГВ мозаична, на ней существуют гидрофильные и гидрофобные участки. Вблизи гидрофильных участков поверхности существует ионная атмосфера. Супермолекулы ГВ образуют фрактальные кластеры, взаимодействуя друг с другом через гидрофобные участки. Из-за высокой пористости фрактальных кластеров ионная атмосфера вблизи гидрофильных участков занимает малую часть свободного пространства фрактальных кластеров. В результате фрактальные кластеры взаимопроникают друг в друга и образуют связи за счет свободных гидрофобных участков супермолекул разных кластеров. Увеличение гидрофильности су-

пермолекул ГВ приводит к уменьшению взаимопроникновения фрактальных кластеров из супермолекул ГВ и уменьшению прочности связи между фрактальными кластерами.

Изменение методики грануло-денсиметрического фракционирования – выделение первоначально илистой фракции (упрощенный метод) [2], а затем ЛФ различной плотности по сути ничего не изменяет в проведенном анализе.

Таким образом, основой деградации свойств почв при их сельскохозяйственном использовании является гидрофилизация супермолекул ГВ и образуемых из них фрактальных кластеров.

Проведенный анализ позволил:

- получить четкие представления о реальных местоположении, строении и коллоидно-компонентном составе органической и органо-минеральной составляющих почв;
- установить взаимосвязь между агро-свойствами почв и строением почвенных гелей;
- понять коллоидно-химический механизм деградации агро-свойств почв при их сельскохозяйственном использовании.

Можно сделать вывод, что задача улучшения свойств почв и уменьшения их деградации при сельскохозяйственном использовании сводится к увеличению гидрофобности супермолекул ГВ и фрактальных кластеров из них, а лабораторную проверку эффективности разрабатываемых приемов улучшения состояния почв следует проводить, используя метод грануло-денсиметрического фракционирования.

В качестве критериев эффективности таких приемов имеет смысл использовать содержание в почве ЛФ и $C_{\text{орг ЛФ}} / C_{\text{орг ила}}$, оценивая эффективность внесения в почву модификаторов по изменению в почве типа органо-глинистых комбинаций (табл. 2).

Подобный подход дает возможность объединить эмпирические результаты проведенных исследований по взаимосвязи содержания ОВ в различных фракциях с агро-свойствами почв с экспериментально-теоретическими представлениями о строении почвенных гелей.

Все вышеизложенное позволяет надеяться, что удастся достаточно быстро найти

Типизация органо-глинистых комбинаций почв по содержанию ЛФ и ила [1, 2]

| | | Подтип, ЛФ, % | | | |
|------------|------------|-------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|
| | | 1 0–2 | 2 2–4 | 3 4–6 | 4 >6 |
| Тип, Ил, % | 1 0–10 | малоглинистый обедненный | малоглинистый слабо обогащенный | малоглинистый обогащенный | малоглинистый сверхобогащенный |
| | 2 10–20 | среднеглинистый обедненный | среднеглинистый слабо обогащенный | среднеглинистый обогащенный | среднеглинистый сверхобогащенный |
| | 3 20–30 | многоглинистый обедненный | многоглинистый слабо обогащенный | многоглинистый обогащенный | многоглинистый сверхобогащенный |
| | 4 30–40 | гиперглинистый обедненный | гиперглинистый слабо обогащенный | гиперглинистый обогащенный | гиперглинистый сверхобогащенный |

рентабельные модификаторы, изменяющие наноструктурную организацию почвенных гелей и улучшающие свойства почв за счет значительного сокращения общего объема работы при проведении лабораторных исследований в климатостатах вместо натурных испытаний.

Библиографический список

1. Артемьева, З.С. Органические и органо-глинистые комплексы агрогенно-деградированных почв: автореф. дисс. ... докт. биол. наук / З.С. Артемьева. – М.: МГУ, 2008. – 51 с.
2. Артемьева, З.С. Органическое вещество и гранулометрическая система почвы / З.С. Артемьева. – М.: ГЕОС, 2010. – 240 с.
3. Беседин, П.Н. Состав и свойства коллоидно-илистых фракций и водопрочных агрегатов сероземов и луговых почв / П.Н. Беседин. – Ташкент: Изд. САГУ, 1954. – 84 с.
4. Вадюнина, А.Ф. Методы исследования физических свойств почв и грунтов / А.Ф. Вадюнина, З.А. Корчагина. – М.: Высшая школа, 1973. – 400 с.
5. Ванюшина, А.Я. Органо-минеральные взаимодействия в почвах (обзор литературы) / А.Я. Ванюшина, Л.С. Травникова // Почвоведение. – 2003. – № 4. – С. 418–428.
6. Вильямс, В.Р. Почвоведение / В.Р. Вильямс. – М.: СЕЛЬХОЗГИЗ, 1936. – 648 с.
7. Винокуров, М.А. Содержание и состав органо-минеральных гелей в почвах / М.А. Винокуров // Почвоведение. – 1942. – № 3-4. – С. 73–88.
8. Воронин, А.Д. Основы физики почв / А.Д. Воронин. – М.: МГУ, 1986. – 244 с.
9. Ганжара, Н.Ф. Почвоведение / Н.Ф. Ганжара. – М.: Агроконсалт, 2001. – 392 с.
10. Ганжара, Н.Ф. Гумусообразование и агрономическая оценка органического вещества почв / Н.Ф. Ганжара, Б.А. Борисов. – М.: Агроконсалт, 1997. – 82 с.
11. Гедройц, К.К. Ультрамеханический состав почвы и зависимость его от рода катиона, находящегося в почве в поглощенном состоянии / К.К. Гедройц // Журн. оп. агрон. – 1922. – Т. 22.
12. Горбунов, Н.И. Высокодисперсные минералы и методы их изучения / Н.И. Горбунов. – М.: Изд. АН СССР, 1963.
13. Когут, Б.М. О некоторых изменениях гумусового состояния типичного чернозема под влиянием плоскорезной обработки / Б.М. Когут, Н.П. Масютенко // Почвоведение. – 1990. – № 1. – С. 148–153.
14. Кононова, М.М. Органическое вещество почв / М.М. Кононова. – М.: Изд. АН СССР, 1963. – 314 с.
15. Кононова, М.М. К изучению природы гумусовых веществ почвы приемами фракционирования / М.М. Кононова, Н.П. Бельчикова // Почвоведение. – 1960. – № 11.
16. Кононова, М.М. Ускоренный метод определения состава гумуса / М.М. Кононова, Н.П. Бельчикова // Почвоведение. – 1961. – № 10. – С. 75–87.
17. Лактионов, Н.И. Закономерности трансформации органических коллоидов в черноземах при их сельскохозяйственном использовании: автореф. дисс. ... докт. с-х наук / Н.И. Лактионов. – Киев, 1974. – 36 с.
18. Лейн, З.Я. К вопросу о формах связи гумуса с минеральной частью почв / З.Я. Лейн // Почвоведение. – 1940. – № 10. – С. 41–57.
19. Лобицкая, Л.В. Характеристика органической и минеральной частей коллоидов дерново-подзолистой почвы, чернозема и краснозема: автореф. дисс. ... канд. с-х наук / Л.В. Лобицкая. – Л., 1966. – 16 с.
20. Милановский, Е.Ю. Гумусовые вещества как система гидрофобно-гидрофильных соединений: автореф. дисс. ... докт. биол. наук / Е.Ю. Милановский. – М.: МГУ, 2006. – 94 с.
21. Милановский, Е.Ю. Гумусовые вещества почв как природные гидрофобно-гидрофильные соединения / Е.Ю. Милановский. – М.: ГЕОС, 2009. – 186 с.
22. Надь, М. Природа органо-минеральных коллоидов почвы: автореф. дисс. ... канд. с-х наук / М. Надь. – Л., 1957. – 17 с.
23. Овчинникова, М.Ф. Особенности трансформации гумусовых веществ в разных условиях землепользования (на примере дерново-подзолистой почвы):

- автореф. дисс. ... докт. биол. наук / М.Ф. Овчинникова. – М.: МГУ, 2007. – 51 с.
24. Орлов, Д.С. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации / Д.С. Орлов. – М.: Изд. МГУ, 1990. – 325 с.
 25. Орлов, Д.С. Практикум по химии гумуса / Д.С. Орлов, Л.А. Гришина. – М.: Изд. МГУ, 1981. – 272 с.
 26. Орлов, Д.С. Химия почв / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, Н.И. Суханова. – М.: Высшая школа, 2005. – 558 с.
 27. Пономарева, В.В. Методика и некоторые результаты фракционирования гумуса черноземов / В.В. Пономарева, Т.А. Плотникова // Почвоведение. – 1968. – № 11. – С. 104–117.
 28. Почвоведение. Учеб. для ун-тов. Ч. 1. Почва и почвообразование / Под ред. В.А. Ковды. – М.: Высшая школа, 1988. – 400 с.
 29. Роде, А.А. Система методов исследования в почвоведении / А.А. Роде. – Новосибирск, 1971.
 30. Савич, В.И. Агрономическая оценка гумусного состояния почв / В.И. Савич, Н.В. Парахин, Л.П. Степанова и др. – Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2001. – Т. 2. – 205 с.
 31. Соколовский, А.Н. Из области явлений, связанных с коллоидной частью почвы / А.Н. Соколовский // Известия Петровской сельскохозяйственной академии. – 1921. – Вып. 1–4.
 32. Титова, Н.А. Состав компонентов тонкодисперсных частиц пахотной дерново-подзолистой почвы / Н.А. Титова, Л.С. Травникова, Ю.В. Куваева и др. // Почвоведение. – 1989. – № 6. – С. 89–97.
 33. Титова, Н.А. Развитие исследований по взаимодействию органических и минеральных компонентов почвы / Н.А. Титова, Л.С. Травникова, М.Ш. Шаймухаметов // Почвоведение. – 1995. – №5. – С. 639–646.
 34. Травникова, Л.С. Физическое фракционирование органического вещества с целью изучения его устойчивости к биодеградации / Л.С. Травникова, З.С. Артемьева // Экология и почвы. Избр. лекции X Всерос. Шк. – Пушкино, 2001. – С. 337–346.
 35. Травникова, Л.С. Роль продуктов взаимодействия органической и минеральной составляющих в генезисе и плодородии почв / Л.С. Травникова, Н.А. Титова, М.Ш. Шаймухаметов // Почвоведение. – 1992. – № 10. – С. 81–96.
 36. Тюлин, А.Ф. Органно-минеральные коллоиды в почве, их генезис и значение для корневого питания высших растений / А.Ф. Тюлин. – М.: АН СССР, 1958. – 52 с.
 37. Тюрин, И.В. Органическое вещество почв и его роль в почвообразовании и плодородии / И.В. Тюрин. – М.-Л.: Сельхозгиз, 1937. – 287 с.
 38. Федотов, Г.Н. Гумус как основа коллоидной составляющей почв / Г.Н. Федотов, Г.В. Добровольский // Доклады Академии Наук РФ. – 2007. – Т. 415. – № 6. – С. 767–771.
 39. Федотов, Г.Н. Коллоидные структуры и их влияние на некоторые физические свойства почв / Г.Н. Федотов, Г.В. Добровольский, В.И. Путляев и др. // Почвоведение. – 2006. – № 7. – С. 824–835.
 40. Федотов, Г.Н. Микрофазное расслоение супрамолекулярной гумусовой матрицы как процесс, формирующий наноструктурную организацию почвенных гелей / Г.Н. Федотов, Г.В. Добровольский, С.А. Шоба // Доклады Академии Наук РФ. – 2011. – Т. 437. – № 6. – С. 846–848.
 41. Федотов, Г.Н. Структурная организация гумусовых веществ в почвенных гелях / Г.Н. Федотов, И.С. Росете, Т.Ф. Рудометкина // Экологические системы и приборы. – 2011. – № 11.
 42. Федотов, Г.Н. Наноструктурная организация гелей различных типов, сосуществующих в почвах / Г.Н. Федотов, Т.Ф. Рудометкина, В.С. Шалаев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2011. – № 4. – С. 176–181.
 43. Федотов, Г.Н. О достоверности определения гранулометрического состава почв седиментационными методами / Г.Н. Федотов, Ю.Д. Третьяков, В.И. Путляев и др. // Доклады Академии Наук. – 2005. – Т. 404. – № 6. – С. 781–784.
 44. Федотов, Г.Н. Уточнение представлений о строении почвенных гелей / Г.Н. Федотов, Ю.Д. Третьяков, В.И. Путляев и др. // Доклады Академии Наук РФ. – 2006. – Т. 411. – № 2. – С. 203–205.
 45. Хан, Д.В. Органо-минеральные соединения и структура почвы / Д.В. Хан. – М.: Наука, 1969. – 142 с.
 46. Шеин, Е.В. Курс физики почв / Е.В. Шеин. – М.: МГУ, 2005. – 432 с.
 47. Шинкарев, А.А. Органические компоненты глино-металлоорганического комплекса почв лесостепи (теоретические и экспериментальные аспекты изучения) / А.А. Шинкарев, К.Г. Гиниятуллин и др. – Казань: Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина, 2007. – 248 с.
 48. Chenu C., Plante A. Clay-sized organo-mineral complexes in a cultivation chronosequence: revisiting the concept of the “primary organo-mineral complex” // European Journal of Soil Science, 2006, 56, 4, pp. 596–607.
 49. Grossman R.B., Lynn W.C. Gel-Like Films that May Form at the Air-Water Interface in Soils. Soil Sci. Amer. Proc., 1967. vol. 31, pp. 259–262.
 50. Piccolo A. “The Supramolecular Structure of Humic Substances”. Soil Science. 2001. 166 (11). pp. 810–832.
 51. Schaumann G.E. Review Article Soil organic matter beyond molecular structure Part I: Macromolecular and supramolecular characteristics. J. Plant Nutr. Soil Sci. 2006, 169, pp. 145–156.
 52. Stevenson F.J. Humus Chemistry. Genesis, Composition, Reactions, 2nd Ed. Wiley, New York. 1994.– 443 p.
 53. Sutton R, Sposito G. “Molecular structure in soil humic substances: The new view”. Environmental Science and Technology. 2005. 39. pp. 9009–9015.
 54. Wilson M.A., Tran N.H., Milev A.S., Kannangara G.S.K., Volk H., Lu G.Q.M. Nanomaterials in soils. Geoderma, 2008. 146. pp. 291–302.

БОНИТИРОВКА ОХОТНИЧЬИХ УГОДИЙ ЛЕСНОГО ФОНДА ДАГЕСТАНА И МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ЕСТЕСТВЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

С.А. ПЛАКСА, н. с. Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН,
канд. биол. наук,

Д.С. ПЛАКСА, асп. Прикаспийского института биологических ресурсов ДНЦ РАН

splaksa@list.ru

Основополагающим принципом лесного законодательства, провозглашенным ст. 1 Лесного Кодекса РФ (далее ЛК РФ), является «устойчивое управление лесами, сохранение биологического разнообразия лесов, повышение их потенциала».

Лесные животные – это неотъемлемый компонент лесных экосистем, без которого невозможно поддержание биологического разнообразия. Большинство лесных видов животных относятся к охотничьим ресурсам, использование которых осуществляется в соответствии со ст. 36 ЛК РФ и федеральным законом «Об охоте и о сохранении охотничьих ресурсов...» №209 ФЗ от 24.07.2009 г. (далее ФЗ «Об охоте»).

Лесные участки предоставляются юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям для осуществления видов деятельности в сфере охотничьего хозяйства на основании охотохозяйственных соглашений и договоров аренды лесных участков (ст. 36 ЛК РФ). При аренде лесов пользователь обязан разработать проект освоения лесов (ст. 88 ЛК РФ). Один из главных разделов проектов освоения лесов – это проведение мероприятий по охране, использованию объектов животного мира (ст. 12 ЛК РФ).

Основным документом, определяющим развернутый научно обоснованный перспективный план ведения охотничьего хозяйства на конкретной территории и направленным на обеспечение рационального использования охотничьих ресурсов (ст. 39 ФЗ «Об охоте»), является внутрихозяйственное охотоустройство, которое для лесных территорий фактически и есть проект освоения лесов, разрабатываемый к договорам аренды лесных участков в целях ведения охотничьего хозяйства.

Основные критерии для проектов освоения лесов должны быть заложены в Лесных

планах, утверждаемых руководителями субъектов РФ. Анализ Лесного плана Республики Дагестан [16] показал, что в области охотничьего хозяйства при его разработке были применены нормативы и методики, совершенно не соответствующие природным условиям РД. Так, например, при бонитировке охотоугодий для благородного оленя как лучшие были оценены сосновые леса, что не соответствует реальности при наличии здесь широколиственных лесов. И это не единственный «ляпсус» в этом основополагающем документе для лесного хозяйства. Подобные ошибки встречаются и в лесных планах соседних субъектов. Причина такого положения кроется в том, что разработкой лесных планов на юге России в основном занимаются специалисты Воронежского лесостроительного предприятия, которые в области охотничьего хозяйства применяют методики и типологию, разработанные для средней полосы России. Аналогичная ситуация складывается и при проведении внутрихозяйственного охотоустройства охотничьих хозяйств, которое часто проводится теми же лесостроительными предприятиями или частными проектными бюро. В связи с этим назрела настоятельная потребность разработки на региональном уровне нормативов по типологии и бонитировке охотничьих угодий [5, 18, 32, 33]. Решение этой проблемы на современном этапе является наиболее актуальным и своевременным.

Настоящая статья имеет цель оптимизации существующих методик охотоустройства в современных условиях юга России и разработки региональных нормативов по типологии и бонитировке охотничьих угодий для Республики Дагестан.

Для охотничьих животных одними из самых высокопродуктивных являются лес-

ные охотничьи угодья. В связи с этим типология охотничьих угодий и их бонитировка были проведены нами на территориях лесного фонда Республики Дагестан. В ходе этой работы были определены средние показатели естественной производительности лесных охотничьих угодий РД, которые дают общую характеристику их качества для всех основных видов охотничьих животных, здесь обитающих. Эта характеристика весьма условна, так как лесной фонд республики рассредоточен по разным природным зонам, и поэтому в конкретных охотничьих хозяйствах она будет несколько отличаться. Однако средние цифры позволят охотоустроителям иметь общее представление о качестве охотничьих угодий и сравнивать их с другими категориями. В настоящей работе нами подробно изложена методика с приложением расчетов, что может быть хорошим пособием для проведения аналогичных работ на конкретных лесных участках при разработке проектов освоения лесов и проектов внутривладельческого охотоустройства охотхозяйств.

Литературный обзор

Основоположниками охотоустройства на территории бывшего СССР были С.В. Лобачев, В.Г. Стахровский [17], Д.Н. Данилов [2], Д.Н. Данилов и Я.С. Русанов [3]. Принципы, на которых базируется традиционное охотоустройство, заключаются в бонитировке качества охотоугодий для важнейших видов охотничьих зверей и птиц по пятибалльной шкале. Составной частью охотоустройства, предшествующей бонитировке, является типология охотничьих угодий, которая в отечественном охотоведении развивалась по двум основным направлениям: по объекту охоты [11, 31] и по условиям обитания [2, 3, 12, 14]. Первое направление соответствовало ведению охоты на уровне собирательства. Второе предполагает выявление функциональных связей охотничьих видов со средой обитания, что позволяет моделировать население животных и разрабатывать систему хозяйственных мероприятий, направленных на повышение продуктивности и комплексное использование территории.

В дальнейшем совершенствовании типологии охотничьих угодий занимались В.М. Козлов [7, 8, 9, 10]; Е.Н. Мартынов, В.В. Масайтис [19], С.А. Плакса [23, 24, 26]; Ф.А. Федоров, Т.И. Рабинова [34]; А.С. Шишкин, В.И. Канзай, Н.И. Путинцев [36], Ю.Н. Чичикин [35].

Методическим вопросам проведения бонитировки охотничьих угодий при проведении внутривладельческого охотоустройства посвящено немало работ различных исследователей Д.Н. Данилова [1], В.И. Дементьева [4]; В.А. Кузякина [13]; А.Г. Ключева (2003); Я.С. Русанова [29, 29]. Бонитировка – это классификация охотничьих угодий по качеству и их охотохозяйственной ценности для конкретных видов охотничьих животных. До настоящего времени само понятие критерия бонитировки, то есть качества охотоугодий, у различных исследователей неоднозначно. Д.Н. Данилов и Я.С. Русанов [3] понимают ее как оптимальную численность животных в расчете на единицу площади. П.Б. Юргенсон [37] трактует этот показатель как емкость охотничьих угодий. В.А. Кузякин [15] считает более правильными экологические нормы численности вида. Для В.К. Мельникова и В.В. Мельникова [20] критерием является хозяйственно целесообразная плотность населения вида, а вот А.Г. Ключев [6] и В.М. Козлов [10] применяют критерий продуктивности охотоугодий. У большинства исследователей критерий бонитировки выражается в количестве особей на единицу площади охотоугодий, пригодных для обитания вида, что тождественно плотности населения вида. И лишь для А.Г. Ключева и В.М. Козлова этот критерий чисто экономический, выражаемый количеством продукции (в рублях, кг, реже добытых голов), полученной с единицы площади.

В европейской части России и, в частности в Дагестане, в охотничьем хозяйстве преобладает спортивное направление. Здесь большую часть продукции охотничьего хозяйства составляют объемы услуг, которые не в меньшей степени зависят от уровня сервиса, чем от плотности населения животных. Поэтому в этой части России, на наш взгляд, критерием бонитировки должен стать пока-

затель тождественный плотности населения животных. В промысловом охотничьем хозяйстве критерием оценки качества угодий (бонитировки) может служить выход продукции с единицы площади охотоугодий, так как основную часть продукции охоты здесь составляют пушнина и мясо.

В охотоведении есть понятия производительности и продуктивности охотничьих угодий. Под производительностью охотоугодий понимают количество особей, имеющих на единице площади, и соответствующее качество угодий. Под продуктивностью охотоугодий понимается количество продукции, получаемое с единицы площади угодий [2, 26].

По нашему мнению, в условиях Дагестана бонитировку охотничьих угодий следует производить, применяя критерий, называемый производительностью охотоугодий, выражаемый числом особей на тыс.га. При этом следует различать естественную производительность и фактическую. Естественной производительностью, по нашему мнению, следует считать плотность населения вида (численность), определяемую качеством охотничьих угодий, без учета биотехники и браконьерства. Оно созвучно понятиям оптимальной численности, емкости угодий, или экологическим нормам численности. Естественная производительность косвенно зависит и от антропогенного воздействия на охотничьи угодья. Фактическая производительность – это плотность населения вида (численность), сложившаяся в данный момент в охотничьих угодьях, которая зависит не только от качества охотничьих угодий, но часто и от антропогенного воздействия, эпизоотической обстановки, а иногда и от состояния численности естественных врагов вида. Сравнение естественной и фактической производительности охотоугодий позволяет судить об эффективности ведения охотничьего хозяйства и в дальнейшем планировать объемы биотехнических и охранных работ в охотничьих угодьях.

Методика и материалы

Ранее нами была разработана типология охотничьих угодий Дагестана [24,26], которая использована в настоящей работе. Клас-

сификация охотничьих угодий проведена по принципам, предложенным Д.Н.Даниловым [2] по 4 таксонометрическим единицам: категория, класс, группа типов, тип охотоугодий. Выделение типов охотоугодий производилось путем объединения лесотаксационных типов. Для этого нами были тщательно изучены характеристики лесотаксационных типов, изложенных в работе Б.Ф.Остапенко [21], и материалы лесоустройства Дагестана [16,30]. Лесотаксационные типы по местам произрастания, характеристике растительности, общим кормовым и защитным условиям и комплексу обитающих здесь видов охотничьей фауны были объединены в типы охотничьих угодий. Характеристики каждого из типов выделенных охотоугодий были скорректированы обследованием на местности. Для этого за период с 2001г. по 2010г. авторами и студентами лесного отделения биологического факультета ДГУ было пройдено около 780 км маршрутов по лесным охотоугодьям. Каждый тип охотоугодий описывался с указанием наименований лесотаксационных типов, в него вошедших, а соотношение лесотаксационных и охотничьих типов угодий сведены в специальную таблицу, аналогичную табл. 1 (только без указания площадей).

Расчеты естественной производительности охотничьих угодий производились не по каждому типу охотничьих угодий, а в целом всей площади Лесного фонда РД, путем оценки их качества для каждого вида охотничьих животных и присвоения им бонитетов качества по пятибалльной шкале. Выделение бонитетов охотничьих угодий производилось по методике Д.Н. Данилова, Я.С. Русанова [3] с применением средневзвешенного коэффициента качества, рассчитываемого по формуле, предложенной этими авторами

$$K = ((250 \times S_1) + (100 \times S_2) + (15 \times S_3)) / S_{\text{общ}}$$

где S_1 – площадь хороших угодий;

S_2 – площадь средних угодий;

S_3 – площадь плохих угодий;

$S_{\text{общ}}$ – общая площадь свойственных виду угодий; 250, 100, 15 – постоянные коэффициенты.

Для расчетов коэффициента нами была произведена экспертная оценка качес-

**Экспликация типов охотничьих угодий в пределах лесного фонда Дагестана
(закрепленные за Агентством лесного хозяйства РД по состоянию на 1.01. 2010 г.)**

| Аббревиатура лесотаксационных типов леса (тыс. га.)* | Наименование типов охотничьих угодий | Площади | |
|--|--------------------------------------|---------|------|
| | | тыс. га | % |
| СВДЧП (5,8); ВЛДЧП (2,8); ВЛДЧ (3,7) | Пойменный лиановый дубовый лес | 12,3 | 2,8 |
| ВЛТ (3,9) | Пойменный дубово-тополевый лес | 3,9 | 0,9 |
| СВСДЧ (1,2); СХДЧ (1,8); СВДЧ (11,6) | Низменный дубово-берестовый лес | 14,6 | 3,4 |
| Культурные посадки акации (8) | Акациевые культуры | 8,0 | 1,8 |
| СЫИВ (0,1); СЫОЛС (0,5) | Пойменные ивовые заросли | 0,6 | 0,1 |
| Тамарисковые заросли (2) | Тамарисковые заросли | 2 | 0,5 |
| ОСН (0,1); СХСТП (4,6); СХСТС (2,7); СХСТГ(0,5) | Лоховые заросли | 7,9 | 1,8 |
| СЫОЛЧ (0,2); СЫОЛБ (0,7) | Горный пойменный ольховый лес | 0,9 | 0,2 |
| СЫОБЛ (0,1) | Горные пойм. облепихов. заросли. | 0,1 | 0 |
| ОССДШ (4,5); СХСДШ(8); СХСПГ (34,8) | Предгорный шибляк дубовый | 47,3 | 11 |
| СХСГ(15,1); СХДЯС (7,2); СХДПГ (17,4) | Предгорная кизиловая дубрава | 39,7 | 9,2 |
| СВДГ (11,3); СВСГГ (32,2); ВЛДГД (0,1) | Горный дубово-грабовый лес | 43,6 | 10,1 |
| СВСБК (24,4); СББК (29,8) | Горный дубово-буковый лес | 54,2 | 12,6 |
| ВЛСБК (6,4); ВЛБК (2,3) | Горный буково-грабовый лес | 8,7 | 2,0 |
| ВЛБМ (4,2); ВЛССБ (1,7); ВЛРБ (13); ВЛСБ (3,3) | Верхнегорный березовый лес | 22,2 | 5,1 |
| ВЛРДД (2) | Березово-рододендронов. заросли | 2,0 | 0,5 |
| Горные сады (0,4) | Горные садовые культуры | 0,4 | 0,1 |
| СХДСБ (1,8); СХДСГ (6,6) | Горный дубово-сосновый лес | 8,4 | 1,9 |
| ВЛБСГ (0,3) | Горный буково-сосновый лес | 0,3 | 0,1 |
| ВЛЛСГ (8); ВЛБСБ (21,8). | Горный березово-сосновый лес | 29,8 | 6,9 |
| СХСС (0,6) | Предгорный сосново-можжев. лес | 0,6 | 0,1 |
| СВЧСБ (41,1); СВЧСГ (2,4); СВЛСГ (17,5) | Горный сосновый лес | 61,0 | 14,1 |
| СВСС (0,7) | Скальный сосновый лес | 0,7 | 0,2 |
| Культуры сосны (4) | Сосновые культуры гор | 4,0 | 0,9 |
| Не покрытые лесом заболоченные участки и мелкие водоемы (4,9) | Лесные болотины | 4,9 | 1,1 |
| Сенокосы, пастбища, прогалы, биополяны и др., не покрытые лесом небольшие участки (27,9) | Лесные поляны | 27,9 | 6,5 |
| Выходы скал и осыпи в горной зоне, расположенные внутри лесного пояса (11,6) | Лесные скалы и осыпи | 11,6 | 2,7 |
| Не покрытые лесом площади антропогенного происхождения вырубки и гари, пустыри (1,2) | Вырубки и гари (группа типов) | 1,2 | 0,3 |
| Молодые посадки несомкнувшихся лесных культур и редины на низменности и в горах (8,1) | Несомкнувшиеся культуры | 8,1 | 1,9 |
| Участки приморских песков (5) | Приморские пески | 5,0 | 1,2 |
| Итого | | 431,9 | 100 |
| в том числе покрытых лесом | | 373,2 | 86 |

Приложение * по материалам Агентства лесного хозяйства РД.

тва всех выделенных типов охотничьих угодий для каждого вида охотничьих животных, здесь обитающих. Оценка производилась по трем градациям: хорошие, средние и плохие. При оценке учитывались кормовые условия (по набору основных кормов), защитные (по наличию мест укрытия) и гнездовые (по наличию условий, пригодных для вывода потомства).

К работе по обследованию типов охотоугодий и оценки их качества для диких животных привлекались студенты лесного отделения биологического факультета Дагестанского государственного университета. Табл. 1 и 2 стали методической основой для написания под руководством С.А.Плакса 33 курсовых и 10 дипломных работ студентов по теме охотоустройства [22]. Таким обра-

Оценка качества охотничьих угодий лесного фонда Дагестана для основных видов охотничьих животных (на территориях, закрепленных за Агентством лесного хозяйства РД)

| Наименование типов лесных охотничьих угодий | S угодий, тыс.га. | Оценка качества угодий для различных видов лесных охотничьих зверей и птиц* | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|---|-------|--------|---------|--------|------------|--------|--------|-------|-------|-------|
| | | Олень | Кабан | Косуля | Медведь | Лисица | Енот. соб. | Куница | Барсук | Заяц | Белка | Фазан |
| Пойменный лиановый дубовый лес | 12,3 | ++ | +++ | - | - | ++ | ++ | + | + | + | - | +++ |
| Пойменный дубово-тополевый лес | 3,9 | + | ++ | - | - | +++ | ++ | + | + | ++ | + | ++ |
| Низменный дубово-берестовый лес | 14,6 | + | ++ | - | - | +++ | + | + | + | + | - | ++ |
| Акациевые культуры | 8,0 | - | - | - | - | ++ | - | + | - | + | - | - |
| Пойменные ивовые заросли | 0,6 | +++ | +++ | - | - | + | +++ | - | - | - | - | +++ |
| Тамарисковые заросли | 2 | - | - | - | - | +++ | - | - | - | ++ | - | + |
| Лоховые заросли | 7,9 | - | + | - | - | +++ | - | + | - | ++ | - | +++ |
| Горный пойменный ольховый лес | 0,9 | + | + | - | + | ++ | ++ | ++ | + | + | + | - |
| Горные пойменные облепиховые заросли | 0,1 | + | ++ | + | + | + | + | + | + | + | - | - |
| Предгорный шибляк дубовый | 47,3 | - | ++ | + | - | +++ | - | ++ | + | ++ | - | + |
| Предгорная кизиловая дубрава | 39,7 | - | +++ | +++ | + | ++ | + | +++ | +++ | ++ | + | - |
| Горный дубово-грабовый лес | 43,6 | - | ++ | ++ | + | ++ | + | +++ | +++ | + | + | - |
| Горный дубово-буковый лес | 54,2 | - | +++ | +++ | +++ | ++ | + | +++ | +++ | + | ++ | - |
| Горный буково-грабовый лес | 8,7 | - | ++ | ++ | + | ++ | - | +++ | ++ | + | ++ | - |
| Верхнегорный березовый лес | 22,2 | - | - | +++ | + | ++ | - | ++ | + | + | + | - |
| Березово-рододендроновые заросли | 2,0 | - | - | ++ | + | + | - | ++ | - | + | - | - |
| Горные садовые культуры | 0,4 | - | + | - | + | + | - | ++ | ++ | ++ | - | - |
| Горный дубово-сосновый лес | 8,4 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - | +++ | ++ | + | +++ | - |
| Горный буково-сосновый лес | 0,3 | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ | - | +++ | ++ | + | +++ | - |
| Горный березово-сосновый лес | 29,8 | - | - | ++ | + | + | - | +++ | - | + | ++ | - |
| Предгорный сосново-можжевеловый лес | 0,6 | - | - | - | - | ++ | - | ++ | - | + | + | - |
| Горный сосновый лес | 61,0 | + | + | + | + | ++ | - | +++ | + | + | +++ | - |
| Скальный сосновый лес | 0,7 | - | - | - | + | + | - | ++ | - | - | ++ | - |
| Сосновые культуры гор | 4,0 | - | - | - | - | + | - | ++ | - | + | ++ | - |
| Лесные болотины | 4,9 | +++ | +++ | - | ++ | + | +++ | + | + | - | - | +++ |
| Лесные поляны | 27,9 | +++ | +++ | +++ | ++ | +++ | ++ | ++ | ++ | +++ | - | +++ |
| Лесные скалы и осыпи | 11,6 | - | - | - | + | + | - | + | + | - | - | - |
| Вырубки и гари (группа типов) | 1,2 | ++ | + | ++ | + | +++ | - | +++ | + | + | + | - |
| Несомкнувшиеся культуры | 8,1 | + | - | + | - | ++ | - | ++ | + | ++ | - | - |
| Приморские пески | 5,0 | - | + | - | - | +++ | + | - | - | +++ | - | + |
| Итого пригодных для обитания, тыс.га. | 431,9 | 144,2 | 342,9 | 354,5 | 317,6 | 431,9 | 207,7 | 424,3 | 371,3 | 414,1 | 279,2 | 126,4 |
| % от общей S лесного фонда | 100 | 33 | 79 | 82 | 74 | 100 | 48 | 98 | 86 | 96 | 65 | 29 |

Примечание: * Качество охотничьих угодий оценивается следующими градациями: +++ хорошие; ++ средние; + плохие; - не свойственные

зом, исследованиями была охвачена территория всего лесного фонда РД. По исследуемой нами теме было опубликовано 4 статьи [24, 25, 26, 27]. Итоги оценки всех типов охотничьих животных для видов, здесь обитающих, были сведены в специальную табл. 2.

Сравнивая средние показатели производительности угодий, разработанные Д.Н.

Даниловым и Я.С. Русановым [3, 29], с расчетными средневзвешенными коэффициентами качества угодий определяем средние бонитеты качества угодий по видам животных. Полученные классы бонитетов лесного фонда РД затем корректируются с учетом уровня антропогенного воздействия. Проанализировав за период с 1986 по 2007 гг. итоги учетных работ на тер-

**Шкала естественной производительности охотничьих животных
в охотничьих угодьях разных бонитетов Дагестана [26]**

| Виды | Един. измер. | Показатели естественной производительности охотничьих угодий по классам бонитета | | | | |
|-------------------|-----------------|---|---------------|---------------|----------------|----------------|
| | | I | II | III | IV | V |
| Олень благород. | особ/ тыс.га | 14-19 (17) | 9-13 (11) | 5-8 (7) | 2-4 (3) | 0,1-2 (1) |
| Косуля европейск. | —»— | 14-20 (17) | 9-13 (11) | 5-8 (7) | 2-7 (4,5) | 0,1-2 (1) |
| Кабан | —»— | 16-22 (19) | 10-15 (12,5) | 6-9 (7,5) | 3-5 (4) | 0,1-2 (1) |
| Медведь бурый | —»— | 1-1,4 (1,2) | 0,7-0,9 (0,8) | 0,4-0,6 (0,5) | 0,2-0,3 (0,25) | 0,1 |
| Лисица | —»— | 7-10 (8,5) | 4,7-6,9 (5,8) | 2,7-4,6 (3,7) | 1,1-2,6 (1,9) | 0,1-1 (0,6) |
| Енотовид. собака | —»— | 16-22 (19) | 10-15 (12,5) | 6-9 (7,5) | 3-5 (4) | 0,1-2 (1) |
| Куница | —»— | 2-3 (2,5) | 1,4-1,9 (1,7) | 0,8-1,3 (1,1) | 0,3-0,7 (0,5) | 0,1-0,2 (0,15) |
| Белка | —»— | 70-100 (85) | 47-70 (57) | 27-46 (35) | 11-26 (17) | 0,1-10 (5) |
| Барсук | —»— | (3,5) | (2,3) | (1,4) | (0,7) | (0,2) |
| Заяц русак | —»— | 78-110 (94) | 52-77 (65) | 30-51 (41) | 12-29 (21) | 0,1-11 (6) |
| Фазан | —»— | 170-250 (210) | 118-169 (144) | 68-117 (93) | 28-67 (48) | 1-27 (14) |

риториях охотхозяйств РОО «Дагохотрыболовобщество» и заказников РД, мы разработали [26] средние нормативные показатели естественной производительности охотничьих видов животных для различных бонитетов качества угодий Дагестана (табл. 3).

Применяя эти показатели шкалы к полученным бонитетам качества охотничьих угодий и умножив их на общую пригодную площадь обитания вида ($S_{общ}$), определяем среднюю естественную производительность охотничьих угодий (численность) по каждому виду, выраженную в количестве особей, обитающих на всей оцениваемой площади угодий.

Результаты применения методики

Основной базой для расчетов естественной производительности охотничьих угодий на территории Лесного фонда РД явились материалы непрерывного лесоустройства Агентства лесного хозяйства РД, Лесной план РД и регламенты участковых лесничеств [16].

В соответствии с разработанной нами типологией охотничьих угодий Дагестана [24,26] путем объединения лесотаксационных типов было произведено выделение типов лесных охотоугодий. На основании экспликации лесотаксационных типов, взятых из материалов непрерывного лесоустройства, была определена экспликация лесных и кустарниковых охотничьих угодий,

расположенных на территории лесного фонда РД (табл. 1). На территории лесного фонда РД из 47 лесотаксационных типов путем объединения было выделено 24 типа лесных охотоугодий и 6 типов, относящихся к иным категориям охотоугодий. Наибольшая доля охотничьих угодий в лесном фонде РД приходится на горные сосновые леса, горные дубово-буковые, горные дубово-грабовые леса и предгорные кизилловые дубравы (табл. 1).

В дальнейшем была проведена бонитировка охотничьих угодий путем определения среднего бонитета в целом по всему комплексу охотничьих угодий лесного фонда РД. Каждый тип угодий подвергался экспертной оценке по комплексу кормовых, защитных, гнездопригодных условий и наличию лимитирующих факторов (глубина снежного покрова и т. д.). Оценка производилась только для типов угодий, пригодных для обитания конкретного вида животных (табл. 2).

Используя результаты оценки охотоугодий (табл. 2), суммировали все площади, пригодные для обитания по каждому виду, по категориям оценок «хорошие», «средние» и «плохие». Затем для каждого вида были рассчитаны средневзвешенные коэффициенты качества охотоугодий в целом по лесному фонду. Путем сравнения полученных коэффициентов со средними показателями производительности угодий [3,29] были определены

Расчет естественной производительности охотничьих угодий по видам охотничьих животных на территории лесного фонда РД

| Виды животных | Результаты оценки охотничьих угодий, тыс.га | | | Средне-взвеш. показатель качества, К | Средний расчетный класс бонитета | Средн. бонитет с учетом антропогенного фактора | Сред. оптим. плотность особ./ тыс.га | Общая S пригодная к обитанию, тыс. га | Естеств. производительность на всей S, особ. |
|---------------|---|---------------|-------------|--------------------------------------|----------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------------|--|
| | Хорошие (250) | Средние (100) | Плохие (15) | | | | | | |
| Олень благ. | 33,4 | 22,2 | 88,6 | 83 | III | IV | 2* | 144,2 | 290 |
| Кабан | 139,6 | 126,9 | 76,4 | 142 | II | III | 7* | 342,9 | 2400 |
| Косуля | 144,0 | 94,0 | 116,5 | 133 | II | III | 7 | 354,5 | 2480 |
| Медведь | 54,2 | 41,5 | 221,9 | 66 | IV | IV | 0,25 | 317,6 | 80 |
| Лисица | 109,8 | 268,0 | 54,1 | 127 | III | III | 3,7 | 431,9 | 1600 |
| Енот. собака | 5,5 | 45,0 | 157,2 | 40 | IV | IV | 3* | 207,7 | 620 |
| Куница | 246,9 | 114,1 | 63,3 | 175 | II | II | 1,7 | 424,3 | 720 |
| Барсук | 137,5 | 45,7 | 188,1 | 112 | III | III | 1,4 | 371,3 | 520 |
| Заяц русак | 32,9 | 109,3 | 271,9 | 56 | IV | IV | 12* | 414,1 | 4970 |
| Белка обыкн. | 69,7 | 97,4 | 112,1 | 103 | III | III | 35 | 279,2 | 9770 |
| Фазан | 53,6 | 18,5 | 54,3 | 127 | III | IV | 28* | 126,4 | 3540 |

Примечания: * в связи с ослаблением охраны животного мира и возросшим по этой причине уровнем браконьерства за основу взяты минимальные показатели плотности населения животных, характерные для установленных бонитетов качества охотоугодий.

классы бонитетов для каждого вида животных. Рассчитанные таким образом бонитеты были скорректированы с учетом уровня антропогенного воздействия на угодья. Результаты этой работы приведены в табл. 4.

Средневзвешенные коэффициенты качества охотоугодий по видам охотничьих животных рассчитаны в следующем порядке.

По оленю благородному

$$K_{\text{олень}} = [(250 \cdot 33,4) + (100 \cdot 22,2) + (15 \cdot 88,6)] : 144,2 = 83$$

$K_{\text{олень}} = 83$. Средневзвешенный коэффициент качества охотоугодий соответствует угодьям III бонитета. Однако на пригодных для обитания оленя охотничьих угодьях присутствуют антропогенный фактор (беспокойство и браконьерство). Это снижает качество угодий на 1 класс. В результате для оленя охотоугодья в целом по лесному фонду РД оценены как IV класс бонитета.

По кабану

$$K_{\text{кабан}} = [(250 \cdot 139,6) + (100 \cdot 126,9) + (15 \cdot 76,4)] : 342,9 = 142$$

$K_{\text{кабан}} = 170$. Средневзвешенный коэффициент качества охотоугодий соответствует угодьям II бонитета. Однако на пригодных для обитания кабана охотничьих угодьях

присутствуют антропогенный фактор (беспокойство и браконьерство). Это снижает качество угодий на 1 класс. В результате для кабана охотоугодья в целом по лесному фонду РД оценены как III класс бонитета.

По косуле

$$K_{\text{косуля}} = [(250 \cdot 144) + (100 \cdot 94) + (15 \cdot 116,5)] : 354,5 = 133$$

$K_{\text{косуля}} = 126$. Средневзвешенный коэффициент качества охотоугодий соответствует угодьям II бонитета. Однако на пригодных для обитания косули охотоугодьях присутствует антропогенный фактор (выпас скота и браконьерство). Это снижает качество угодий на 1 класс. Таким образом, для косули охотничьи угодья в целом по лесному фонду РД оценены как III класс бонитета.

По медведю бурому

$$K_{\text{медведь}} = [(250 \cdot 54,2) + (100 \cdot 41,5) + (15 \cdot 221,9)] : 317,6 = 66$$

$K_{\text{медведь}} = 66$. Средневзвешенный коэффициент качества охотоугодий для медведя по лесному фонду РД соответствует угодьям IV бонитета.

По лисице

$$K_{\text{лисица}} = [(250 \cdot 109,8) + (100 \cdot 268) + (15 \cdot 54,1)] : 431,9 = 127$$

$K_{\text{лисица}} = 127$. Средневзвешенный коэффициент качества охотоугодий для лисицы по лесному фонду РД соответствует угодьям III бонитета.

По енотовидной собаке

$$K_{\text{енот.соб.}} = [(250 \cdot 5,5) + (100 \cdot 45) + (15 \cdot 157,2)] : 207,7 = 40$$

$K_{\text{енот.соб.}} = 40$. Средневзвешенный коэффициент качества охотоугодий для енотовидной собаки по лесному фонду РД соответствует угодьям IV бонитета.

По кунице

$$K_{\text{куница}} = [(250 \cdot 246,9) + (100 \cdot 114,1) + (15 \cdot 63,3)] : 424,3 = 175$$

$K_{\text{куница}} = 175$. Средневзвешенный коэффициент качества охотоугодий для куницы по лесному фонду РД соответствует угодьям II бонитета.

По барсуку

$$K_{\text{барсук}} = [(250 \cdot 137,5) + (100 \cdot 45,7) + (15 \cdot 188,1)] : 371,3 = 112$$

$K_{\text{барсук}} = 112$. Средневзвешенный коэффициент качества охотоугодий для барсука по лесному фонду РД соответствует угодьям III бонитета.

По зайцу русаку

$$K_{\text{заяц}} = [(250 \cdot 32,9) + (100 \cdot 109,3) + (15 \cdot 271,9)] : 414,1 = 56$$

$K_{\text{заяц}} = 56$. Средневзвешенный коэффициент качества охотоугодий для зайца русака в целом по лесному фонду РД соответствует угодьям IV бонитета.

По белке обыкновенной

$$K_{\text{белка}} = [(100 \cdot 69,7) + (100 \cdot 97,4) + (15 \cdot 112,1)] : 279,2 = 103$$

$K_{\text{белка}} = 103$. Средневзвешенный коэффициент качества охотоугодий для белки в целом по лесному фонду РД соответствует угодьям III бонитета.

По фазану

$$K_{\text{фазан}} = [(250 \cdot 53,6) + (100 \cdot 18,5) + (15 \cdot 54,3)] : 126,4 = 127$$

$K_{\text{фазан}} = 127$. Средневзвешенный коэффициент качества охотоугодий соответствует угодьям III бонитета. Однако на пригодных для обитания фазана охотоугодьях присутствует сильный антропогенный фактор (выпас скота и хищничество собак). Это снижает качество угодий на 1 класс. Таким образом, для

фазана охотничьи угодья в целом по лесному фонду РД оценены как IV класс бонитета.

Используя средние показатели шкалы естественной производительности охотничьих угодий для различных бонитетов охотничьих угодий Дагестана [26], определили оптимальную емкость угодий всей площади ГЛФ РД. Итоговые результаты расчетов изложены в той же табл. 4.

В результате настоящих исследований можно заключить следующее.

Охотничьи угодья лесного фонда РД имеют вышесреднее качество для куницы (II бонитет), среднее качество (III бонитет) для кабана, косули, лисицы, барсука и белки. Низсредними по качеству (IV бонитет) являются угодья лесного фонда для благородного оленя, медведя, енотовидной собаки, зайца русака и фазана.

Площади пригодных охотничьих угодий для обитания отдельных охотничье-промысловых видов в пределах территорий лесного фонда РД составляют: по оленю благородному – 144,2 тыс.га. (33 % от общей лесного фонда); по кабану – 342,9 тыс.га (79 %); по косуле – 354,5 тыс.га. (82 %); по медведю – 317,6 тыс.га (74 %); по лисице – 431,9 тыс. га (100 %); по енотовидной собаке – 207,7 (48); по кунице – 424,3 тыс. га (98 %); по барсуку – 371,3 тыс.га (86); по зайцу русаку – 414,1 тыс. га (96 %); по белке – 279,2 тыс. га (65 %) и по фазану – 126,4 тыс. га (29 %).

При прогрессирующей антропогенной нагрузке (массовой рубке леса, выпасе скота в лесах и усилению браконьерства) качество охотничьих угодий лесного фонда РД будет снижаться не менее чем на 1 класс бонитета, а это означает для большинства видов обитающих здесь животных резкое понижение численности до плотностей ниже промысловых или их полное исчезновение. В связи с этим основными мероприятиями по повышению производительности охотоугодий должно стать снижение антропогенного воздействия в лесах.

Настоящая работа является первой попыткой проведения комплексной бонитировки лесных и кустарниковых охотничьих угодий для восточной части Северного Кавказа на примере Дагестана на разработанной нами

региональной базе нормативов и типологии охотничьих угодий.

Использование материалов таксационного описания из материалов лесоустройства и табл. 1 и 2 существенно упрощает процесс охотоустройства, что является немаловажным при проведении этих работ.

Библиографический список

1. Данилов, Д.Н. Принципы типологии и бонитировки охотничьих угодий / Д.Н. Данилов // Труды ВНИИО выпуск XII // Вопросы биологии пушных зверей. – М.: Заготиздат, 1953. – С. 48-90.
2. Данилов, Д.Н. Охотничьи угодья СССР / Д.Н. Данилов. – М., изд. Центросоюза, 1960. – 320 с.
3. Данилов, Д.Н. Основы охотоустройства / Д.Н. Данилов, Я. Русанов, А. Рыковский. – М.: Лесная пром-сть, 1966. – 331 с.
4. Дементьев, В.И. Бонитировка охотничьих угодий / В.И. Дементьев // Основы охотоведения. – М.: Лесная пром-сть, 1973. – С. 64-67.
5. Ершов, Е. Сколько дичи должно быть в охотоугодьях / Е. Ершов // Охота и охотничье хозяйство. – 2003. – № 2. – С. 1-4.
6. Ключев, А.Г. Бонитировка охотничьих угодий / А.Г. Ключев // Охотничье хозяйство. – Иркутск: ИрГСХА, 2003. – С. 112-130.
7. Козлов, В.М. Типология охотничьих угодий Заилийского Алатау / Сборник НТИ / В.М. Козлов // Охота, пушнина и дичь, вып.46. – Киров: Волго-Вятское книжное издательство, 1974. – С. 41-48.
8. Козлов, В.М. Типологическая основа использования охотничьих ресурсов / В.М. Козлов // Промысловая оценка и освоение биологических ресурсов. Тр. ВНИИОЗ. – Киров, 1988. – С. 10-22.
9. Козлов, В.М. О методах охотоустройства / В.М. Козлов // Проблемы охотничьего хозяйства России. 14-15 мая 2003: Сб. мат. I всерос. н/п. совещания. – М.:-Киров, 2003. – С. 115-117.
10. Козлов, В.М. Технологическая оценка охотоугодий / В.М. Козлов // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: материалы международной научно-практической конференции посвященной 85 летию ВНИИОЗ. – Киров, 2007. – С. 195.
11. Красный, Н.М. Рекомендации по хозяйственной оценке охотничьих угодий / Н.М. Красный // Рекомендации по рациональному ведению охотничье-промыслового хозяйства. – Иркутск, 1967. – С. 9-33.
12. Кузякин, В.А. Основные принципы ландшафтной классификации охотничьих угодий / В.А. Кузякин // Охотоведение: сборник трудов ЦНИЛ Главохоты РСФСР. – М.: Лесная пром-сть, 1972. – С. 235-257.
13. Кузякин, В.А. Об оценке охотничьих угодий / В.А. Кузякин // Охотоведение: Сборник трудов ЦНИЛ Главохоты РСФСР. – М.: Лесная пром-сть, 1974. – С. 140-157.
14. Кузякин, В.А. Охотничья таксация / В.А. Кузякин. – М.: Лесная пром-сть, 1979. – 199 с.
15. Кузякин, В.А. К оценке качества и емкости охотничьих угодий / В.А. Кузякин // Современные проблемы охотничьего хозяйства: сборник научных трудов ЦНИЛ Главохоты РСФСР – М., 1989. – С. 15-26.
16. Лесной план Республики Дагестан // ООО Дагестанское лесопроектное бюро. – Махачкала, 2008. – 386 с.
17. Лобачев, С.В. Верхне-Вычегодская экспедиция / С.В. Лобачев, В.Г. Стахровский. – М., 1932. – 384 с.
18. Макаров, В.А. О необходимости разработок региональных нормативов охотохозяйственной деятельности / В.А. Макаров, Б.Е. Зарубин, М.В. Макарова // Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России: Мат. II межд. н/п конференции. – М., 2007. – С. 144-146.
19. Мартынов, Е.Н. Типология и бонитировка местообитаний лесных охотничьих животных / Е.Н. Мартынов, В.В. Масайтис // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию ВНИИОЗ. – Киров, 2002. – С. 299-301.
20. Мельников, В.К. Оптимальная численность охотничьих животных / В. Мельников, В. Мельников // Современные проблемы организации охотничьего хозяйства России, охотничьего туризма и анализ правового обеспечения его в зарубежных странах и России. – М.: Минсельхоз РФ, 2008. – С. 61-68.
21. Остапенко, Б.Ф. Типы лесов Дагестанской АССР / Б.Ф. Остапенко. – Махачкала: Дагкнигоиздат, 1972. – 152 с.
22. Плакса, Д.С. Внутрихозяйственное охотоустройство Дылымского охотничьего хозяйства: дипломная работа, рукопись / Д.С. Плакса. – Махачкала, ДГУ, 2010. – 81 с.
23. Плакса, С.А. Типология горных охотничьих угодий Северного Кавказа и их бонитировка для кабана: курсовая работа, рукопись №0-312 / С.А. Плакса. – Киров, КСХИ, 1979.
24. Плакса, С.А. Типология и классификация охотничьих угодий Дагестана / С.А. Плакса // Биологические ресурсы: состояние, использование, и охрана: матер. всерос. науч. произв. конференции. – Киров, 2005. – С. 202-205.
25. Плакса, С.А. Производительность и бонитировка охотничьих угодий Дагестана по зайцу русаку / Плакса С.А. // Охотоведение: Экономика, организация, право: труды ВНИИОЗ. – Киров, 2006. – № 3(53). – С. 245-251.
26. Плакса, С.А. Охотоведение. Учебное пособие лекционный курс / С.А. Плакса. – Махачкала: ИПЦ ДГУ, 2007. – 128 с.

27. Плакса, С.А. Производительность охотничьих угодий лесного фонда Дагестана / С.А. Плакса, М.В. Мирзоев // Современные проблемы адаптации и биоразнообразия: Тр. между. научной конференции – Махачкала: ИД Наука плюс, 2006. – С. 267–270.
28. Русанов, Я.С. Как бонитировать угодья? / Я.С. Русанов // Охота и охотничье хозяйство. – М., 1963. – № 12. – С. 18–19.
29. Русанов, Я.С. Охотоустройство / Я.С. Русанов // Основы охотоведения. – М.: Изд. Моск. ун-та, 1986. – С. 134–144.
30. Сводный проект организации и развития лесного хозяйства Дагестанской АССР Министерства Лесного хозяйства РСФСР / Украинское лесостроительное предприятие Киевской лесостроительной экспедиции – Ирпень, 1988. – 459 с.
31. Скалон, В.Н. Охотничьи угодья, их классификация и оценка / В.Н. Скалон, Н.М. Красный // Вопросы производственного охотоведения Сибири и Дальнего Востока. – Иркутск: ИСХИ, 1970. – С. 207–214.
32. Тышкевич, В.Е. Современные проблемы охотоустройства в Беларуси / В.Е. Тышкевич, В.И. Квакин // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: материалы междунар. научно-практ. конференции, посвященной 85-летию ВНИИОЗ – Киров 2007. – С. 440–441.
33. Фадеев, А. Охотоустройство / А. Фадеев // Охота и охотничье хозяйство. – 2010. – № 6. – С. 6–9.
34. Федоров, Ф.Ф. Временный метод выделения типов местообитаний охотничьих животных по лесостроительным материалам / Ф.Ф. Федоров, Т.И. Рабинова // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. Материалы междунар. научно-практ. конференции, посвященной 85-летию ВНИИОЗ – Киров, 2007. – С. 451–452.
35. Чичикин, Ю.Н. Типология охотничьих угодий Киргизии / Ю.Н. Чичикин // Естественная производительность и продуктивность охотничьих угодий СССР: материалы Всесоюзной научно-производственной конференции. – Киров, 1969. – Ч. I. – С. 23–28.
36. Шишкин, А.С. Инвентаризация лесных охотничьих угодий Сибири / А.С. Шишкин, В.И. Канзай, Н.И. Путинцев // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. Материалы междунар. научно-практ. конференции, посвященной 85-летию ВНИИОЗ. – Киров, 2007. – С. 490–491.
37. Юргенсон, П.Б. Емкость территории / П.Б. Юргенсон // Охота и охотничье хозяйство. – М., 1970. – № 10. – С. 12–13.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕЛИКВИДНОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ЛЕСОПАРКОВОМ ПОЯСЕ ГОРОДА МОСКВЫ

А.А. ЗОЛОТАРЕВСКИЙ, *проф. каф. механизации лесохозяйственных работ МГУЛ,*
канд. техн. наук,

А.А. РОЖКО, *ГУ Спецлесхоз экспериментальный москворецкий, канд. с.-х. наук,*

В.В. КУРАМШИН, *главный специалист Государственного природоохранного бюджетного учреждения «Управление ООПТ по СЗАО», г. Москва*

kvv155@mail.ru

22 июля 2011 г. Рослесхоз и правительство Москвы подписали соглашение, касающееся лесопарковой зоны вокруг мегаполиса.

Сообщение об этом на официальном сайте Рослесхоза гласит: «Руководитель Рослесхоза В.Н. Масляков и Мэр Москвы С.С. Собянин заключили соглашение об организации использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов, расположенных на территории Московской области.

Предметом соглашения является организация взаимодействия Рослесхоза и Правительства в области лесного хозяйства в границах лесных территорий, ранее составлявших

лесопарковый пояс г. Москвы. Исторически он находился под особой охраной государства. Лесопарковый пояс выполняет существенные экологические функции и является любимым местом отдыха жителей Москвы.

В последние годы сильно возросла антропогенная нагрузка на прилегающие к Москве лесные территории. В результате интенсивной рекреации прогрессирует ослабление и усыхание лесов, увеличивается их захламенность. Лесам защитного пояса Москвы необходим комплекс специфических мероприятий по уходу и восстановлению, защите от вредителей и болезней, рекреационному и противопожарному обустройству. Ведение

лесного хозяйства в пригородных лесах и особенно рядом с крупнейшим мегаполисом – Москва, требуют особых технологических решений...

В этой связи было принято решение о предоставлении Правительству Москвы на праве постоянного (бессрочного) пользования участков леса, расположенных в границах лесопаркового пояса». В соответствии с подписанным соглашением правительству Москвы будет передано в бессрочное пользование порядка 30 тысяч га территорий, входящих в пояс. А более точные площади и границы определяются после межевания и постановки на кадастровый учет этих земель.

Еще в начале 90-х годов прошлого века в лесах лесопаркового пояса города Москвы были приостановлены рубки ухода, были разрешены только санитарные рубки. После передачи лесов пояса в ведение Московской области хозяйственная деятельность в пригородных лесах резко сократилась, что фактически перевело их в категорию неуправляемых лесов. В результате этого в насаждениях накопилось большое количество крупных древесных остатков – детрита.

Накопление детрита, наряду с необработанным сухостоем, не только снижает рекреационную привлекательность подмосковных лесов, но и увеличивает пожарную опасность, способствует распространению вредителей и болезней леса, снижает продуктивность насаждений.

Проведение работ по очистке от захламленности лесных массивов защитного пояса станет одной из основных задач после оформления передачи лесных массивов в постоянное (бессрочное) пользование города Москвы.

Так как последнее лесоустройство в лесопарках проводилось более 10 лет назад, то объем предстоящих работ можно оценить лишь приблизительно. Используя данные и расчеты, приведенные в статье Швиденко А.З., Щепаченко Д.З., Нильссона С. «Оценка запасов древесного детрита в лесах России», и характеристику лесных массивов защитного пояса, можно провести оценку объемов предстоящих работ.

В лесопарковом поясе представлены практически все типы леса, свойственные Подмосковию, но почти повсеместно преобладают березняки, которые постепенно сменяются на еловые или липовые леса. На северо-западе и севере широко распространены ельники, на северо-востоке и востоке, а также по долине Москвы-реки – сосняки. На юге и юго-западе значительные площади занимают дубравы.

Текущий прирост в лесах средней полосы составляет 4–5 м³/га/год, средний отпад в неуправляемых лесах составляет примерно 1,4–1,6 м³/год. С 2007 г., когда в лесопарковом поясе были практически прекращены уходные работы, в связи с передачей лесов в ведение Московской области и недостаточного финансирования, в передаваемых в постоянное (бессрочное) пользование г. Москве пригородных лесах накопилось не менее 8 м³/га сухостоя и крупных древесных остатков. Следовательно, на передаваемых 30000 га в ближайшее время в лесопарковом поясе предстоит убрать не менее 240 тыс. м³ детрита.

Процесс разложения детрита обеспечивает постоянное поступление питательных веществ в почву и углекислого газа в атмосферу. С другой стороны, накопление древесного детрита существенно усиливает пожарную опасность и интенсивность пожаров, снижает рекреационную привлекательность лесопарков пригородной зоны.

Считается, что через 5 лет после образования в лесах средней полосы России большая часть валежа принадлежит к 3 классу разложения (по 4-х классной классификации принятой ГИЛ России), то есть условная плотность древесины составляет от 56 до 66 % (к базисной плотности первого класса, не отличающейся от таковой для здоровой древесины растущих стволов). Следовательно, предстоит убирать и перерабатывать в основном неликвидную древесину.

Традиционным способом утилизации неликвидной древесины является переработка ее на месте в древесную щепу. Разбрасывание полученной щепы вокруг мест переработки – трудоемкая и затратная работа, кроме того, не сильно снижающая пожароопасность в лесах, особенно в первые год-два после

производства работ. Вместе с тем существуют технологии, позволяющие получать доход от переработки неликвидной древесины.

Одной из таких технологий является компостирование древесной щепы. Для этого с места переработки неликвидной древесины получаемую щепу нужно вывезти при помощи щеповозов на специальные площадки для последующего компостирования. Экспериментальным путем вычислено, что в среднем из 1 м³ древесины можно получить 0,6 м³ готового компоста. Рынком реализации готового компоста станет городское зеленое хозяйство г. Москвы. Еще 31 мая 2005 г. правительство Москвы приняло постановление № 376-ПП «Об использовании порубочных и растительных остатков для приготовления древесной щепы, компостов, почвогрунтов, применяемых при благоустройстве и озеленении города Москвы».

С 2002 г. спецлесхозом «Экспериментальный Москворецкий» разрабатывалась технология получения компоста на основе древесной щепы. В настоящее время в ГПБУ «Управление ООПТ по ЗАО», являющемуся правопреемником спецлесхоза, функционирует технологическая площадка по получению компоста из технологической щепы мощностью до 30 тысяч м³ готового компоста в год.

При проведении работ по очистке от захламленности лесопаркового пояса, с уче-

том степени разложения крупных древесных остатков, можно вывезти в центры переработки до половины собранной древесины. Из 120 тыс. м³ древесины получится 72 тыс. м³ готового компоста. Цена реализации готового компоста в 2011 г. – 1190 руб. за м³, что в пересчете на весь планируемый к компостированию объем собранной неликвидной древесины составит более 72 млн руб. Кроме того, в будущем можно предположить ежегодный естественный отпад в лесах лесопаркового пояса до 1,5 м³ на гектаре. Заготовленную при уходных работах низкотоварную и неликвидную древесину также целесообразно пускать в переработку методом компостирования.

С учетом того, что в настоящее время цена утилизации древесины на полигонах ТБО составляет около 3500 руб. за м³, создание центров по переработке нетоварной древесины может дать существенный экономический эффект.

Библиографический список

1. Швиденко, А.З. Оценка запасов древесного детрита в лесах России / А.З. Швиденко, Д.Г. Щепашенко, С. Нильссон // Лесная таксация и лесоустройство. – 2009. – Вып. 1(49).
2. Постановление Правительства Москвы от 31.05.2005 г. № 376-ПП «Об использовании порубочных и растительных остатков для приготовления древесной щепы, компостов, почвогрунтов, применяемых при благоустройстве и озеленении города Москвы».

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОРОКОВ ДРЕВЕСИНЫ В ЕЛЬНИКАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СОРТИМЕНТНО-СОРТНУЮ СТРУКТУРУ

Л.В. СТОНОЖЕНКО, доц. каф. лесоустройства и охраны леса МГУЛ,
С.А. КОРОТКОВ, доц. каф. лесоводства и подсочки леса МГУЛ, канд. биол. наук,
Н.Г. ИВАНОВ, доц. каф. лесоустройства и охраны леса МГУЛ канд. с.-х. наук

korsar-71@newmail.ru

Необходимость оценить размерные и качественные характеристики древесины применительно к потребностям лесозаготовителя проявлялась на всех стадиях развития лесохозяйственной практики. При повышении интенсивности лесопользования методы

сортиментно-сортной оценки древесины на корню становились точнее и более высокопроизводительными.

В промышленной оценке наибольшее распространение из-за удобства применения получили различные таблицы. Первые мас-

совые таблицы были опубликованы немецким лесоводом Г.Л. Гартигом в 1804 г. [1]. За истекший период во многих странах мира опубликовано множество массовых таблиц, имеющих разную конструкцию. За это время накопился большой опыт по их составлению и применению в практике лесного хозяйства.

В дореволюционной России применялись баварские объемные массовые таблицы, опубликованные в 1846 г. [2]. Их часто называют таблицами с двумя входами, или безрядными. Основной недостаток баварских объемных таблиц заключается в том, что не для всех размеров деревьев было произведено одинаковое количество первичных обмеров, в результате чего получились показатели разной степени точности. К тому же обилие табличных показателей привело к громоздкости таблиц.

В 1886 г. вышли в свет «Русские временные массовые таблицы». Эти таблицы имели уже три входа. Для каждой ступени толщины в зависимости от размеров дерева были установлены ряды. В отличие от баварских русские объемные таблицы содержат данные о сбегах древесных стволов. В них указаны диаметры и объемы двухаршинных отрубков, на которые может быть разделен ствол. Это позволяло до сруба дерева решить, на какой высоте ствол будет перепилен на отдельные части в зависимости от качественных характеристик ствола, а с помощью таблиц найти объемы этих бревен.

Данные таблицы дали возможность применения такого метода таксации, при помощи которого учитывали назначения и размерно-качественные характеристики сортиментов, получаемых из древостоя. Это метод индивидуальной подеревной сортиментации леса.

В дальнейшем появлялись различные таблицы, которые были призваны облегчить процесс индивидуальной подеревной сортиментации и увеличить точность определения объемов. Появление лесозаготовительной техники и возрастающий объем лесозаготовок требовали появления новых нормативных документов для размерно-качественной оценки характеристик древостоев. Ими стали таблицы Союзлеспрома, которые построены по рядам, подобно русским временным

объемным таблицам, но число рядов принято большее и, кроме того, для каждого ряда высот составлены по три таблицы вместо одной, в зависимости от формы ствола.

В 1931 г. Н.П. Анучиным, М.И. Егоровым и М.Г. Грошевым на основании таблиц сбега Союзлеспрома были составлены сортиментные таблицы [3]. Эти таблицы содержат по ступеням толщины в пределах каждого ряда: высоту ствола, его объем в коре и без коры, наименование сортиментов, их диаметры в верхнем отрезе без коры и объем сортиментов в кубометрах. Имеется разделение по категориям крупности на крупную, среднюю и мелкую и деление на сортименты. Данные таблицы являлись всесоюзными, и возникала ошибка из-за различия в строении древостоев, в возрастной структуре, в коэффициенте формы и видового числа.

Н.В. Третьяков и П.В. Горский в 1932–1934 гг. разработали новый метод составления сортиментных таблиц. Под их руководством было составлено для различных районов страны большое количество сортиментно-сортных таблиц. Они были составлены на фактическом материале разделки модельных деревьев на пробных площадях. Каждая категория крупности подразделялась на три сорта, а также на сортименты с учетом региональной специфики.

Анализируя методику составления сортиментных таблиц, можно заключить, что в решении этой задачи имеются два направления. Одно из них основано на том, что выходы сортиментов определяются по материалам ранее составленных таблиц объема и сбега; дополнительно исследуется лишь средняя длина деловой части хлыстов, которая камеральным путем разбивается на длины, соответствующие наиболее ходовым размерам сортиментов.

Второе направление в методике составления таблиц характеризуется тем, что выходы сортиментов определяются на основе разделки всех деревьев на пробах.

Для определения сортиментного состава крупных лесных массивов в начале 30-х годов прошлого столетия был предложен метод товарных таблиц [1]. Этот метод не требовал результатов предварительного

перечета деревьев и больших объемов полевых работ. В таблицах было дано процентное распределение сортиментов в зависимости от среднего диаметра насаждения.

Рассмотрев сущность перечисленных методов таксации лесосек, можно заключить, что одни из них (по таблицам сбега, по номограммам сбега, по модельным деревьям) слишком трудоемки и требуют высокой квалификации исполнителя работы и, тем не менее, имеют сомнительную точность из-за отсутствия материалов по распространенности пороков; другой (метод сортиментных таблиц) – прост, обоснован математически (так как таблицы составлены на достаточном материале), но не может охватить всего многообразия вариантов раскряжевки.

В 1976–1980 гг. производилась работа по разработке системы сортиментно-товарных таблиц. Таблицы были составлены на основании ГОСТ 9462-71 и ГОСТ 9463-72 [4] на круглые лесоматериалы лиственных и хвойных пород. В результате разработаны единые требования к сортиментным и товарным таблицам, сделано районирование и составлены таблицы для применения по районам.

В 1988 г. ГОСТы претерпели некоторые изменения, в соответствии с которыми требования по качественным характеристикам деловой древесины значительно изменились [5]. Деление по крупности осталось неизменным, а по сортам вместо четырех стало три сорта и, следовательно, снизились требования к качеству. Соответственно все составленные ранее таблицы по размерным характеристикам могли быть использованы, а по сортной оценке нет. Кроме того, надо отметить, что если отечественные стандарты изменились в сторону упрощения требований к качеству сырья, то, к примеру, «Европейские стандарты на лесоматериалы» [6] предусматривают четыре сорта и нормируют в высшем (А) и первом (В) сортах в дополнение к стандартному набору пороков: прирост, сбег, здоровые сросшиеся сучки, несросшиеся сучки (причем, в высшем сорте сучки не допускаются вовсе).

Таблицы, составленные по ГОСТ 9463-88 на круглые лесоматериалы, допускают здоровые сучки в крупном пиловочнике I сорта

до 5 см, т.е. к первому сорту относятся бревна из бессучковой зоны ствола и бревна с пятисантиметровыми сучками в непредсказуемых пропорциях. Таблицы, составленные по старому ГОСТу 9463-72, допускают в первом сорте сучья до 1 см, а ГОСТ 9463-60 не допускал в первом сорте сучьев любых размеров. Но по исследованиям некоторых авторов [7], сортиментно-сортные таблицы, составленные по таким, довольно жестким требованиям к качеству сырья, могут давать ошибку в выходе сортиментов по сортам до 85 %. Это вызвано тем, что сортиментные таблицы не учитывают условий, в которых выросло дерево или насаждение.

Основная цель исследований заключалась в выявлении закономерностей товарной структуры еловых древостоев.

Основными сортообразующими пороками, определяющими товарную структуру древостоев, являются сучья и гнили [8].

В соответствии с этим в наших исследованиях делалась попытка проследить зависимость развития и распространенности пороков от таксационных показателей насаждений.

Особое внимание уделялось факторам, влияющим на качество выращиваемой древесины. На состояние еловых насаждений влияет пораженность их патогенами, вызывающими гнили, что сказывается и на структуре древостоя, на его устойчивости к неблагоприятным факторам и на выходе деловой древесины при лесозаготовках [1,8].

Для выявления подобных закономерностей нами в Щелковском учебно-опытном лесхозе было заложено 11 пробных площадей в ельниках зеленомошной группы типов леса в возрасте от 40 до 115 лет. На пробных площадях проводили сплошной пересчет, замер высот и протяженности крон. У деревьев исследуемой породы производили отбор кернов на возраст и наличие гнилей, а также осуществляли индивидуальную подеревную сортиментацию. Производили отбор модельных деревьев, пораженных гнилями. Объемы выхода крупной и средней древесины определялись по результатам раскряжевки модельных деревьев.

Для оценки влияния гнилей на выход древесины из отдельно взятого дерева 132

модельных дерева были рассортированы на 2 группы. В первой группе оказались стволы, из которых можно было бы заготовить крупную древесину (верхний отрез более 25,1 см (ГОСТ 9463-88)), а во второй стволы, из которых предполагалось заготовить только среднюю древесину (без крупной).

Выход крупной древесины из стволов, пораженных гнилью, при разделке 33 модельных деревьев составил 5,34 м³ при общем запасе ликвидной древесины моделей 29,47 м³. Средний выход крупной древесины $\bar{V}_{кр,r}$ составил 0,16 м³ на модельное дерево. Выход крупной древесины без гнили на тех же модельных деревьях в предположении, что они не поражены гнилью, составил бы 13,42 м³. Средний размер выхода крупной древесины $\bar{V}_{кр,б/г}$ был бы равен 0,41 м³ на модельное дерево.

Статистический анализ [9,10] зависимости выхода крупной древесины ($V_{кр}$) от возраста (A), протяженности гнили (L) и диаметра на высоте 1,3 м ($D_{1,3}$) проводился на основе расчетов парных коэффициентов корреляции

$$\begin{aligned} r_{V_{кр} \cdot A} &= 0,22; \\ r_{V_{кр} \cdot D} &= -0,06; \\ r_{V_{кр} \cdot L} &= -0,42. \end{aligned}$$

Если рассчитать выход крупной древесины на этих же деревьях в предположении, что они не поражены гнилью, то получим следующие коэффициенты

$$\begin{aligned} r_{V_{кр} \cdot A} &= 0,15; \\ r_{V_{кр} \cdot D} &= 0,66. \end{aligned}$$

Анализируя оба ряда корреляции, можно сделать следующие выводы:

1. Возраст практически не влияет на выход крупной древесины как у здоровых деревьев, так и у пораженных. Это, по-видимому, обусловлено теневыносливостью ели.

2. Зависимость выхода крупной древесины от диаметра у пораженной древесины практически отсутствует вследствие влияния гнили.

3. Влияние пораженности гнилью на выход крупной древесины определяется коэффициентом детерминации, равным 0,18 ($d = r^2 = (-0,42)^2 = 0,18$), то есть в общем объеме выхода древесины из деревьев, пораженных гнилью, здоровой крупной остается только 18 %.

Ввиду того, что связь между выходом крупной древесины и возрастом практически отсутствует, а также в связи с тем, что зависимость между выходом крупной древесины и диаметром дерева нарушается наличием гнили, что и приводит к понижению показателей связи, целесообразно ввести коэффициент, объединяющий влияние протяженности гнили и диаметра на выход крупной древесины. К факторам, определяющим выход древесины, относится протяженность гнили L (от 0 до h_i) и диаметр дерева ($D_{1,3}$). Первый фактор, очевидно, понижает выход крупной древесины, второй – повышает. Значит, если один из них сделать обратным, то они станут равнонаправленными. В данном случае целесообразнее преобразовать $D_{1,3}$ в обратную величину, т.е. в $1/D_{1,3}$. Тогда и L , и $1/D_{1,3}$ в динамике будут понижаяюще влиять на выход крупной древесины, а их произведение позволит оценить совместное влияние этих факторов на выход крупной древесины

$$K_{СВК} = L / D_{1,3},$$

где $K_{СВК}$ – коэффициент сопряженного влияния диаметра и протяженности гнили на выход крупной древесины.

Данный коэффициент характеризует динамику выхода крупной древесины в зависимости от протяженности гнили при одновременном изменении диаметра. Так как коэффициент позволяет учитывать совместное однонаправленное влияние протяженности гнили (L) и диаметра на высоте 1,3 м ($D_{1,3}$), целесообразно построить линейное уравнение регрессии, отражающее зависимость выхода крупной древесины от коэффициента ($K_{СВК}$)

$$y = -1,16x + 0,35,$$

где y – выход крупной древесины, м³;

x – значение коэффициента сопряженного влияния диаметра и протяженности гнили на выход крупной древесины ($K_{СВК}$).

Аналогичные закономерности установлены по выходу средней древесины

$$y = -0,86x + 0,34;$$

где y – выход средней древесины, м³;

x – значение коэффициента сопряженного влияния диаметра и протяженнос-

ти гнили на выход средней древесины ($K_{\text{СВС}}$).

Предложенный методический подход и выявленные зависимости позволят использовать их для создания новых нормативных документов при оценке качества леса на корню. В табличной форме такие нормативы будут излишне объемными, но современная компьютерная техника позволит сделать их удобными для пользователя.

Библиографический список

1. Анучин, Н.П. Лесная таксация: учебник для вузов / Н.П. Анучин – М.: ВНИИЛМ, 2004. – 552 с.
2. Баварские массовые таблицы. – СПб.: Товарищество «Общественная польза» – 1869. – 90 с.
3. Анучин, Н.П. Сортиментные таблицы / Н.П. Анучин, М.Г. Грошевой. – М-Л., 1931. – 474 с.
4. ГОСТ 9463-72. Лесоматериалы круглые хвойных пород. – М.: Изд-во стандартов, 1974. – 14 с.
5. ГОСТ 9463-88. Лесоматериалы круглые хвойных пород. – М.: Изд-во стандартов, 1979. – 13 с.
6. Европейские стандарты на круглые лесоматериалы и пиломатериалы. Справочник. – М.: ООО «Лесэксперт», 2005. – 141 с.
7. Гагошидзе, И.А. Лесотаксационные нормативы для материальной оценки деревьев на корню / И.А. Гагошидзе и др. – Тбилиси: Сабгота Сакартвело, 1980. – 102 с.
8. Книзе, А.А. Таксация товарной структуры древостоев / А.А. Книзе, Н.И. Ксенофонтов, А.Г. Мошкалева и др. – М.: Лесная пром-сть, 1982. – 160 с.
9. Лакин, Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа. – 1973. – 338 с.
10. Митропольский, А.К. Техника статистических вычислений / А.К. Митропольский. – М.: Наука. – 1971. – 554 с.

ЛЕТОПИСЬ УНИКАЛЬНОГО ОБЪЕКТА ЛЕСОКУЛЬТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

М.Д. МЕРЗЛЕНКО, *проф. каф. лесных культур МГУЛ, д-р с.-х. наук*

maximtt88@mail.ru

В данной статье приведен ретроспективный анализ выращивания лесных культур лиственницы европейской на территории Никольской лесной дачи Щелковского учебно-опытного лесхоза МГУЛ. Этот анализ сделан по уникальному объекту, который многие десятилетия подвергался не только регулярным обследованиям, но и служил местом как учебных, так и научных экскурсий (рис. 1).

Лиственница европейская в России была введена в лесные культуры с середины XIX в. Известны посадки, созданные на территории лесных дач Смоленской губернии, посадки лесовода К.Ф. Тюрмера в Московской, Калужской и Владимирской губерниях и в ряде других мест средней полосы России. Причем, как правило, для создания лесных культур использовалась лиственница европейская судетской формы (*Larix decidua* Mill. *Sudetica*), искусственные насаждения которой в данном регионе оказались продуктивнее, чем лиственниц Сукачева (*Larix sukaczewii* Dul.) и сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) [1]. Как типичный интродуцент лиственница европейская еще

ранее, в первой половине XIX в., использовалась в садово-парковых посадках.

Все известные объекты лесных культур лиственницы европейской создавались методом посадки, и только на территории Никольской лесной дачи (северо-восточная часть Московской области) в 70-х годах XIX в. были заложены лесные культуры этой породы методом посева на площади 12,69 десятин, т.е. 13,86 га [2]. Их создал лесовод Готттрей (*Gottgetreu*), специально приглашенный из Саксонии и проработавший здесь около 10 лет. Благодаря ему в Никольской лесной даче по сей день мы имеем уникальные искусственные древостои из лиственницы европейской судетской формы, ибо нигде более в средней полосе России нет лесных культур из этого ценного хвойного интродуцента, заложенных методом посева.

Высевались сосна и лиственница в одинаковых пропорциях с небольшой примесью семян ели. Лесокультурная площадь перед закладкой культур подвергалась сплошной обработке почвы. С первых лет жизни этих

Динамика таксационных показателей культур лиственницы европейской на постоянной пробной площади В-14

| Год пересчета Возраст, лет | Состав | Ярус | Средние | | Класс бонитета | G, м ² /га | N, шт/га | Полнота | M, м ³ /га |
|-------------------------------|--------|------|---------|-------|-------------------|--------------------------|-------------|---------|--------------------------|
| | | | Н, м | Д, см | | | | | |
| 1952 80 | 9Л | 1 | | 34,0 | Ia I | | | 1,20 | 643 |
| | 1С | 1 | 28,5 | 26,0 | | | | | 88 |
| | 10Е | 2 | 26,1 | 14,0 | | | | | 18 |
| | ед. Б | 2 | | 16,0 | | | | | – |
| | | | | | | | | | 749 |
| 1963 91 | 9Л | 1 | 33,7 | 40,1 | Ia Ia | | | | 688 |
| | 1С | 1 | 30,1 | 29,9 | | | | | 108 |
| | 10Е | 2 | 17,5 | 17,0 | | | | | 11 |
| | | | | | | | | | 807 |
| 1974 102 | 9Л | 1 | 35,2 | 42,4 | Ia Ia | 48,0 | 320 | 1,10 | 705 |
| | 1С | 1 | 32,5 | 1,0 | | 5,6 | 70 | 0,12 | 89 |
| | 10Е | 2 | 18,5 | 17,5 | | 0,6 | 20 | 0,02 | 6 |
| | | | | | | 54,2 | 410 | 1,24 | 800 |
| 1984 112 | 9Л | 1 | 36,0 | 44,2 | Ia Ia | 51,5 | 319 | 1,09 | 786 |
| | 1С | 1 | 34,1 | 35,5 | | 3,1 | 26 | 0,06 | 48 |
| | 10Е | 2 | 20,1 | 18,5 | | 0,7 | 18 | 0,02 | 7 |
| | | | | | | 55,3 | 363 | 1,17 | 841 |
| 1994 122 | 10Л | 1 | 37,0 | 49,3 | Ia Ia | 53,2 | 278 | 1,05 | 855 |
| | +С | 1 | 35,4 | 38,0 | | 2,5 | 17 | 0,06 | 39 |
| | 10Е | 2 | 21,3 | 19,4 | | 0,7 | 15 | 0,01 | 7 |
| | | | | | | 56,4 | 310 | 1,12 | 901 |
| 2007 135 | 10Л | 1 | 38,2 | 51,4 | Ia Ia | 55,1 | 266 | 1,04 | 916 |
| | ед. С | 1 | 36,6 | 42,3 | | 1,0 | 7 | 0,05 | 16 |
| | 10Е | 2 | 23,0 | 22,1 | | 0,5 | 12 | 0,01 | 6 |
| | | | | | | 56,6 | 285 | 1,10 | 938 |

посевных лесных культур явное преимущество было за сосной, которая, лидируя в успешности роста, сильно угнетала лиственницу. Об этом свидетельствует тот факт, что при лесоустройстве 1884 г. и при последующей ревизии 1899 г. это насаждение было протаксировано как сосново-еловые культуры. Только благодаря энергичным рубкам ухода по снижению численности сосны (именно сосна была основным конкурентом лиственницы) удалось в первой четверти XX в. дать лиственнице благоприятные условия для роста и процветания. Этому в значительной степени способствовали хорошо дренированные легкосуглинистые почвы, сформировавшиеся на флювиогляциальных отложениях; тип условий местопроизрастания – свежая простая суборь (В₂).

Примером успешности метода посева для создания лесных культур лиственницы европейской могут служить данные постоянной пробной площади (ппп) В-14. В таблице приведены результаты пересчетов [3, 4], дополнен-

ные пересчетами последних десятилетий. Эта ппп была одной из числа лучших, заложенных в Никольской лесной даче в культурах лиственницы, созданных методом посева. Именно была, ибо ураган, прошедший в 1998 г., фактически уничтожил значительную часть этих искусственных насаждений (рис. 2).

Как видно из таблицы, лиственница на протяжении 55-летних регулярных наблюдений стабильно являлась лидером по успешности роста и производительности, тогда как сосна, угнетенная лиственницей, закономерно снижала численность и выпадала из состава древостоя. Лиственница европейская характеризовалась постоянно очень хорошим ростом по высоте и диаметру стволов, что позволило искусственному насаждению достичь высокой продуктивности и иметь Ia класс бонитета. В возрасте 135 лет лесоводственный эффект на предмет запаса стволовой древесины древостоя в целом составил 938 м³ на 1 га. При этом под пологом искусственного древостоя насчи-

тывалось на 1 га в виде очень крупного подроста 335 деревьев ели от естественного возобновления со средней высотой 10 м и средним диаметром 9,6 см.

Благодаря тому, что данная пробная площадь являлась постоянной и на ней были пронумерованы все деревья, а размер ее при последующих перечетах мной не изменялся, представилась возможность проследить временную динамику ранговой перегруппировки деревьев с 1974 г. к 2007 г., т.е. за 33 года (рис. 3). За этот период ни одно из деревьев не улучшило рангового положения (класса по Крафту). Наоборот, произошла четкая перегруппировка в сторону низших классов. Так, если в 1974 г. 74,8 % деревьев лиственницы характеризовались I и II, т.е. высшими классами роста и развития по Крафту, то в 2007 г. их осталось только 58,7 %. Более чем в два раза увеличилась численность деревьев V класса, соответственно по этим годам учета 3,4 и 7,5 %. Даже деревья второго класса Крафта оказались весьма неустойчивыми по своему ранговому статусу: из 74 деревьев, отнесенных в 1974 г. ко II классу, в 2007 г.

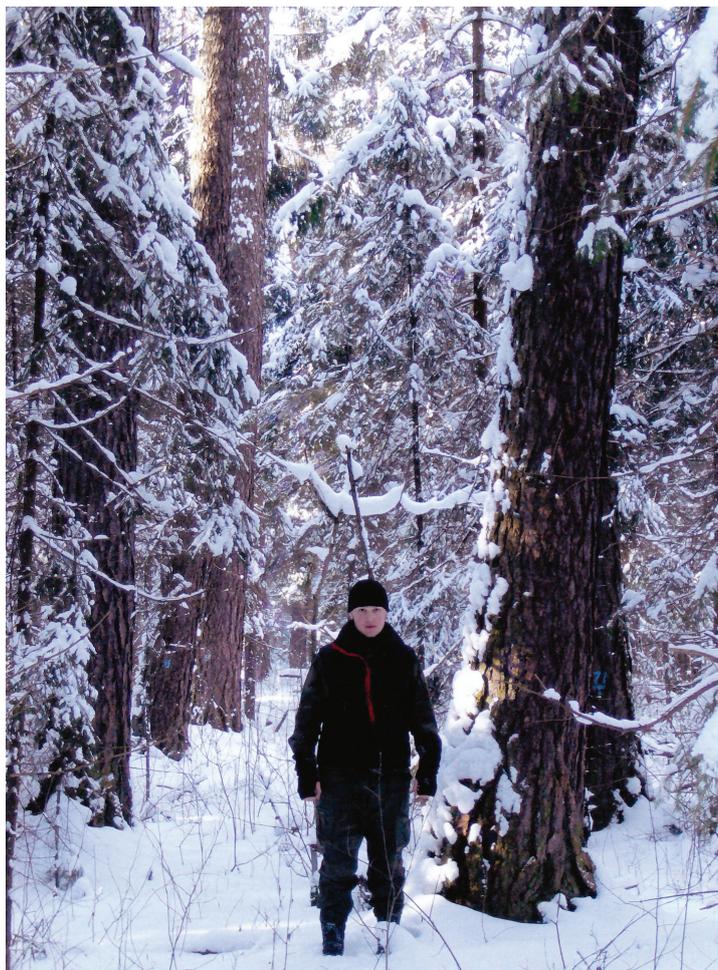


Рис. 1. Постоянная пробная площадь В-14.
(Фото Русакова К.А., 2007 г.)



Рис. 2. Последствие урагана 2008 г. (Фото Герман М.М.)

| | | Классы Крафта в 2007 г. | | | | | Σ |
|-------------------------|-----|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|--------------------|
| | | I | II | III | IV | V | |
| Классы Крафта в 1974 г. | I | $\frac{97}{36,5}$ | $\frac{20}{7,5}$ | $\frac{8}{3,0}$ | | | $\frac{125}{47,0}$ |
| | II | | $\frac{39}{14,7}$ | $\frac{28}{10,5}$ | $\frac{7}{2,6}$ | | $\frac{74}{27,8}$ |
| | III | | | $\frac{21}{7,9}$ | $\frac{19}{7,1}$ | | $\frac{40}{15,0}$ |
| | IV | | | | $\frac{7}{2,7}$ | $\frac{11}{4,1}$ | $\frac{18}{6,8}$ |
| | V | | | | | $\frac{9}{3,4}$ | $\frac{9}{3,4}$ |
| Σ | | $\frac{97}{36,5}$ | $\frac{59}{22,2}$ | $\frac{57}{21,4}$ | $\frac{33}{12,4}$ | $\frac{20}{7,5}$ | $\frac{266}{100}$ |

Рис. 3. Матрица дрейфа деревьев по классам Крафта за 33 года наблюдений: числитель – число стволов на 1 га; знаменатель – %

было только 39, а 35 перешли в III и IV классы, т.е. 35 шт., или 47,3 % деревьев не сохранили статус второго класса Крафта. Такой отрицательный дрейф можно объяснить негативным состоянием насаждения в 1974 г., когда при кажущемся благополучии (преобладании деревьев высших классов Крафта) происходила стесненность жизненного пространства, приведшая не только к отрицательному дрейфу по ранговому положению деревьев, но даже и к элиминации значительной части экземпляров. Подтверждение этого факта – отпад стволов: из 320 живых деревьев лиственницы в 1974 г. к 2007 г. осталось только 266 (таблица). Отпад составил 54 дерева, или 16 %. Гораздо значительнее был отпад по сосне – 90 %.

Относительно равномерное распределение деревьев по классам Крафта в 2007 г. и положительный текущий прирост лиственницы по запасу (за период 1994–2007 гг. он составил 5,77% на 1 га за год) свидетельствует о жизнеспособности этого спелого древостоя. Если сравнить с посевами Ф. Г. Фокеля в знаменитой Линдуловской роще [5], то на лицо явное преимущество культур лиственницы в Никольской лесной даче. Так, в сравнении с данными Д. И. Товстолеса [5], приведенными им для 164-летних посевов, наше насаждение на ппп В-14 в 135 лет превосходило их по высоте на 8,9 %, по диаметру на 26,4 % и по запасу стволовой древесины лиственницы на 25,2 %. Однако не надо забывать, что Линдуловская роща находится гораздо северней (таежная зона) и в ней произрастает лиственница Сукачева.

Более объективную картину дает сравнение со 136-летними культурами лиственницы европейской, созданными посадкой лесоводом К.Ф. Тюрмером в Московской губернии [6]. Там на ппп 2Т их таксационная характеристика оказалась практически одинаковой с ппп В-14 и лишь по средней высоте расхождение было наибольшим в пользу культур К. Тюрмера, но при этом оно составило всего лишь 9 %. Таким образом, можно уверенно говорить об успешности метода посева для создания лесных культур лиственницы в условиях Никольской лесной дачи.

Библиографический список

1. Тимофеев, В.П. Лесные культуры лиственницы / В.П. Тимофеев. – М.: Лесная пром-сть, 1977. – 216 с.
2. Сычев, Г.А. Устройство Никольской лесной дачи товарищества Вознесенской мануфактуры. Первая лесоустроительная ревизия за минувший I-й период или 15-летие с 1884–1898 гг. включительно / Г.А. Сычев. – М.: 1905. – 278 с.
3. Ушаков, П.И. 85-летний опыт лесных культур в Щелковском учебно-опытном лесхозе МЛТИ / П.И. Ушаков // Научно-техн. информация МЛТИ. – М.: МЛТИ, 1956. – № 15. – С. 3–62.
4. Мерзленко, М.Д. Опыт лесовосстановления в Московской области / М.Д. Мерзленко // Экспресс-информация ЦБНТИ лесхоза. – М., 1977. – 28 с.
5. Товстолес, Д.И. Лиственничные насаждения Линдуловской рощи / Д.И. Товстолес // Известия Императорского Лесного ин-та. – СПб., 1907. – Вып. XV. – 160 с.
6. Рубцов, М.В. Лиственница европейская в центре Русской равнины / М.В. Рубцов, Ю.Б. Глазунов, Д.К. Николаев // Лесное хозяйство. – 2011. – № 5. – С. 26–29.

**ОБОСНОВАНИЕ ИНЕРЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОТОВ,
СОДЕРЖАЩИХ ПЛОСКИЕ СПЛОТОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ
СТАБИЛИЗИРОВАННОЙ ПЛАВУЧЕСТИ**

В.В. ВАСИЛЬЕВ, *асп. каф. промышленного транспорта, строительства и геодезии ВГЛТА*

vasiliev.vova2012@yandex.ru

Изучение закономерностей движения лесотранспортных единиц (плотов) с использованием дифференциальных уравнений является важной задачей для рационального осуществления плотового сплава древесины по всем акваториям страны. Это позволяет наиболее правильно выбрать средства буксировки, перестановки и торможения плотов, дополнительное требуемое усилие, прикладываемое в хвостовой части плота при его проводке по криволинейным участкам реки с сильным свальным течением и для предотвращения его рыскливости, место для реформирования плотов, а также конструкции плотостоянок и их крепления.

В практических условиях наибольшее внимание уделяется рассмотрению разгона, торможения и остановки плотов в неподвижной жидкости и в речном потоке, так как эти процессы являются неотъемлемой частью при выполнении транспортировки плотов от мест их формирования до пункта потребления. При этом для всех плотов преимущественно берется прямолинейное поступательное движение плота вдоль речного потока, а также в неподвижной жидкости [1–3] и допускается, что осадка плота с течением времени не изменяется [4].

В настоящее время вопросам разгона, торможения и остановки плотов посвящены работы [1–3, 5–7]. В монографии [1] рекомендуется использовать общее дифференциальное уравнение движения плота, учитывающее присоединенную массу воды в плоту и ее взаимодействие с водным потоком во время его движения, посредством коэффициента нестационарности движения. Согласно [1] данное дифференциальное уравнение имеет следующий вид

$$M_{\Pi}(1 + \tilde{n}) \frac{dv}{dt} = \pm r_c (v - v_{\Pi})^2 \pm F_T + R_i \pm R_g, \quad (1)$$

где M_{Π} – масса древесины, коры, сплотового и формировочного такелажа и дополнительного оснащения в плоту, кг;

\tilde{n} – коэффициент нестационарности движения;

v – техническая скорость плота, м/с;

r_c – приведенное сопротивление плота, кг/м;

t – время, с;

v_{Π} – скорость потока, м/с;

F_T – постоянная сила (разгона), прикладываемая к плоту, Н;

R_i – сила влечения плота от уклона, Н;

R_g – сила, создаваемая ветром, Н.

В уравнении (1) знак «+» или «–» принимается в зависимости от направления силы. Параметры \tilde{n} , r_c , R_i , R_g определяются из [1, 2, 5], при этом следует отметить, что коэффициент нестационарности движения \tilde{n} во время разгона и торможения плота рассчитывается по-разному, в работе [1] подробно описана методика его определения.

Представленное дифференциальное уравнение справедливо для плотов, имеющих общепринятую конструкцию, где в сплотовых единицах и между ними имеется жидкость, способная взаимодействовать с водным потоком. Но рассматриваемое уравнение не может быть использовано при установлении времени и расстояния, потребных для разгона и торможения плота до полной остановки, если в конструкцию плота входят сплотовые единицы стабилизированной плавучести [8, 9]. Это связано с тем, что согласно [8, 9] пространство между бревнами в сплотовых единицах стабилизированной плавучести не заполняется жидкостью, а при плотной установке сплотовых единиц, в ряду, линейке или в секции, между ними жидкость будет отсутствовать. Следовательно, отпадает необходимость учитывать в части плота, где расположены сплотовые единицы стабилизированной плавучести, массу жидкости и ее взаимодействие с водным потоком во время его движения, а значит, в данном случае

коэффициент нестационарности движения следует исключить. Таким образом, с учетом вышесказанного, при условии наличия в конструкции плота определенного процента сплочных единиц стабилизированной плавучести, когда необходимо определить время и расстояние, требуемые на разгон и торможение плота до полной остановки в неподвижной жидкости и в речном потоке, нами рекомендуется использовать следующее дифференциальное уравнение

$$(M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n})) \frac{dv}{dt} = \pm r_c(v - v_p)^2 \pm F + R \pm R_e, \quad (2)$$

где $M_{ДПск}$ – масса древесины, коры, сплочного и формирующего такелажа и дополнительного оснащения в части плота со сплочными единицами стабилизированной плавучести, кг;
 $M_{ДПок}$ – масса древесины, коры, сплочного и формирующего такелажа и дополнительного оснащения в части плота со сплочными единицами обычной конструкции, кг.

Используя уравнение (2), рассмотрим основные дифференциальные уравнения движения плота в разных режимах, на основании которых определим расчетные формулы для установления времени и расстояния, требуемых на разгон и торможение плота до полной остановки в неподвижной жидкости и в речном потоке.

При разгоне плота в неподвижной жидкости, как правило, его скорость изменяется от скорости потока $v_{п}$ до технической v . С учетом уравнения (2) и рекомендаций по определению коэффициента \tilde{n} из [1] дифференциальное уравнение движения плота в данном режиме будет следующим

$$(M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + n_1 + n_2 \frac{v}{v_p})) \frac{dv}{dt} = -r_c v^2 + F_{Tp} \pm R_e, \quad (3)$$

где v_p – скорость равномерного движения, которую достигает плот в конце разгона, м/с;

F_{Tp} – в данном случае постоянное усилие разгона, Н.

Осуществим преобразование дифференциального уравнения (3) и, проинтегриро-

вав его, при условии, что $R_{\Sigma} = F_{Tp} \pm R_e$, получим уравнение в общем виде

$$t = (M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + n_1)) \times \frac{1}{2\sqrt{r_c R_{\Sigma}}} \ln \left| \frac{\sqrt{R_{\Sigma}} + v\sqrt{r_c}}{\sqrt{R_{\Sigma}} - v\sqrt{r_c}} \right| - M_{ДПок} \frac{n_2}{2r_c v_p} \ln \left| \frac{R_{\Sigma}}{r_c} - v^2 \right| + c. \quad (4)$$

При начальных условиях $v = 0, t = 0$ постоянная интегрирования c будет определяться следующим образом

$$c = M_{ДПок} \frac{n_2}{2r_c v_p} \ln \left| \frac{R_{\Sigma}}{r_c} \right|. \quad (5)$$

Подставив выражение (5) в уравнение (4), найдем конечную формулу для расчета времени движения плота

$$t_p = \frac{M_{ДПск}}{2\sqrt{r_c R_{\Sigma}}} \ln \left| \frac{\sqrt{R_{\Sigma}} + v\sqrt{r_c}}{\sqrt{R_{\Sigma}} - v\sqrt{r_c}} \right| + \frac{M_{ДПок}}{2\sqrt{r_c R_{\Sigma}}} \times \left((1 + n_1) \ln \left| \frac{\sqrt{R_{\Sigma}} + v\sqrt{r_c}}{\sqrt{R_{\Sigma}} - v\sqrt{r_c}} \right| - n_2 \ln \left| \frac{R_{\Sigma}}{R_{\Sigma} - r_c v^2} \right| \right). \quad (6)$$

Сделав замену $dv/dt = v(dv/ds)$ в уравнении (3), получим выражение для пути движения плота

$$s = (M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + n_1)) \int \frac{v dv}{R_{\Sigma} - r_c v^2} + M_{ДПок} \frac{n_2}{v_p} \int \frac{v^2 dv}{R_{\Sigma} - r_c v^2}. \quad (7)$$

Его решение в общем виде

$$s = -(M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + n_1)) \frac{1}{2r_c} \ln \left| \frac{R_{\Sigma}}{r_c} - v^2 \right| - M_{ДПок} \frac{n_2}{r_c v_p} \left(v - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{R_{\Sigma}}{r_c}} \ln \left| \frac{\sqrt{R_{\Sigma}} + v\sqrt{r_c}}{\sqrt{R_{\Sigma}} - v\sqrt{r_c}} \right| \right) + c. \quad (8)$$

При начальных условиях $s = 0, v = 0$ постоянная интегрирования c составит

$$c = (M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + n_1)) \frac{1}{2r_c} \ln \left| \frac{R_{\Sigma}}{r_c} \right|. \quad (9)$$

На основании выражений (8) и (9) выведем конечную формулу расчета пути движения плота

$$s_p = \frac{M_{ДПск}}{2r_c} \ln \left| \frac{R_{\Sigma}}{R_{\Sigma} - r_c v^2} \right| + \frac{M_{ДПок}}{r_c} \times$$

$$\times \left[\frac{1+n_1}{2} \ln \left| \frac{R_\Sigma}{R_\Sigma - r_c v^2} \right| - n_2 \sqrt{\frac{r_c}{R_\Sigma}} \times \right. \\ \left. \times \left(v - \frac{1}{2} \sqrt{\frac{R_\Sigma}{r_c}} \ln \left| \frac{\sqrt{R_\Sigma} + v\sqrt{r_c}}{\sqrt{R_\Sigma} - v\sqrt{r_c}} \right| \right) \right]. \quad (10)$$

Так как плот теоретически достигает скорости

$$v_p = \sqrt{\frac{F_{Tp} \pm R_g}{r_c}}$$

в бесконечности, то согласно [1], для определения пути и времени разгона в выражения (6), (10) нужно подставлять значение скорости v , равной $0,95v_p$.

Разгон плота в речном потоке делится на два этапа. На первом этапе скорость плота изменяется от нуля до скорости потока v_{II} , а на втором – от скорости потока v_{II} до скорости установившегося движения v_p . В свою очередь, на первом этапе скорость движения плота относительно потока v_o изменяется от $v_B - v_{II}$ до нуля, то есть имеет место торможения плота. На втором этапе имеет место разгон плота от $v_o = 0$ до скорости v_p . Причем, должно выполняться условие

$$v_p = \sqrt{\frac{F_{Tp} \pm R_g + R_i}{r_c}} > v_{II}. \quad (11)$$

Учитывая сказанное, используя уравнение (2) и основные положения из [1] по определению \tilde{n} при разгоне и торможении плота, запишем дифференциальные уравнения разгона плота для первого и второго этапов:

$$(M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n})) \frac{dv}{dt} = r_c(v_{II} - v)^2 + R_\Sigma; \quad (12)$$

$$\left(M_{ДПск} + M_{ДПок} \left(1 + n_1 + n_2(v - v_{II}) \sqrt{\frac{r_c}{R_\Sigma}} \right) \right) \frac{dv}{dt} = \\ = -r_c(v - v_{II})^2 + R_\Sigma, \quad (13)$$

$$R_\Sigma = \frac{F_{Tp}}{r_c} + R_i \pm R_g.$$

Решим дифференциальное уравнение для первого этапа разгона плота. В этом уравнении, раскрыв скобки и сделав несложные преобразования, получим выражение для времени движения плота

$$t = (M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n})) \int \frac{dv}{r_c(v_{II} - v)^2 + R_\Sigma}. \quad (14)$$

Проинтегрировав данное уравнение при начальных условиях $t = 0, v = 0$, установив постоянную интегрирования c , найдем конечную формулу для определения времени на первом этапе разгона плота

$$t_{1p} = \frac{(M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n}))}{\sqrt{R_\Sigma r_c}} \times \\ \times \left(\operatorname{arctg}(v_{II} - v) \sqrt{\frac{r_c}{R_\Sigma}} - \operatorname{arctg} v_{II} \sqrt{\frac{r_c}{R_\Sigma}} \right). \quad (15)$$

Используя равенство

$$\frac{dv}{dt} = v \frac{dv}{ds}$$

и уравнение (12), запишем выражение пути движения плота

$$s = (M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n})) \int \frac{v dv}{r_c(v_{II} - v)^2 + R_\Sigma}. \quad (16)$$

Решив выражение (16) и определив для начальных условий постоянную интегрирования c при $s = 0, v = 0$, получим конечную формулу для определения пути разгона плота на первом этапе

$$s_{1p} = (M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n})) \times \\ \times \left[\frac{1}{2r_{II}} \ln \left| \frac{v_{II}^2 r_c + R_\Sigma}{r_c(v - v_{II})^2 + R_\Sigma} \right| + \frac{v_{II}}{\sqrt{r_c R_\Sigma}} \times \right. \\ \left. \times \left(\operatorname{arctg} \frac{(v_{II} - v)\sqrt{r_c}}{\sqrt{R_\Sigma}} - \operatorname{arctg} v_{II} \sqrt{\frac{r_c}{R_\Sigma}} \right) \right]. \quad (17)$$

Время и путь разгона плота на втором этапе устанавливаются с использованием дифференциального уравнения (13). Из данного уравнения выражаем время движения плота

$$t = \left(M_{ДПск} + M_{ДПок} \left(1 + n_1 - v_{II} n_2 \sqrt{\frac{r_c}{R_\Sigma}} \right) \right) \times \\ \times \int \frac{dv}{-r_c(v - v_{II})^2 + R_\Sigma} + \\ + M_{ДПок} n_2 \sqrt{\frac{r_c}{R_\Sigma}} \int \frac{v dv}{-r_c(v - v_{II})^2 + R_\Sigma}. \quad (18)$$

Проинтегрировав данную зависимость и рассчитав для начальных условий $t = 0, v = v_{II}$ постоянную интегрирования c , найдем формулу для определения времени на втором этапе разгона плота

$$t_{2p} = \frac{M_{ДПск}}{2\sqrt{R_{\Sigma}r_c}} \ln \left| \frac{\sqrt{R_{\Sigma}} + \sqrt{r_c}(v-v_{II})}{\sqrt{R_{\Sigma}} - \sqrt{r_c}(v-v_{II})} \right| + \frac{M_{ДПок}}{2\sqrt{R_{\Sigma}}} \times$$

$$\times \left[\left(\frac{1}{\sqrt{r_c}} + \frac{n_1}{\sqrt{r_c}} - \frac{v_{II}n_2}{\sqrt{R_{\Sigma}}} \right) \ln \left| \frac{\sqrt{R_{\Sigma}} + \sqrt{r_c}(v-v_{II})}{\sqrt{R_{\Sigma}} - \sqrt{r_c}(v-v_{II})} \right| + \right.$$

$$\left. + \frac{n_2}{\sqrt{r_c}} \ln \left| \frac{R_{\Sigma}}{R_{\Sigma} - r_c(v-v_{II})^2} \right| + \right.$$

$$\left. + \frac{n_2v_{II}}{\sqrt{R_{\Sigma}}} \ln \left| \frac{\sqrt{R_{\Sigma}} + \sqrt{r_c}(v-v_{II})}{\sqrt{R_{\Sigma}} - \sqrt{r_c}(v-v_{II})} \right| \right]. \quad (19)$$

На основании дифференциального уравнения (13) и равенства

$$\frac{dv}{dt} = v \frac{dv}{ds}$$

установим путь движения плота

$$s = \left(M_{ДПск} + M_{ДПок} \left(1 + n_1 - v_{II}n_2 \sqrt{\frac{r_c}{R_{\Sigma}}} \right) \right) \times$$

$$\times \int \frac{v dv}{-r_c(v-v_{II})^2 + R_{\Sigma}} +$$

$$+ M_{ДПок} n_2 \sqrt{\frac{r_c}{R_{\Sigma}}} \int \frac{v^2 dv}{-r_c(v-v_{II})^2 + R_{\Sigma}}. \quad (20)$$

Решив представленное уравнение при начальных условиях $s = 0$, $v = v_{II}$, устанавливаем постоянную интегрирования c , после элементарных преобразований получим зависимость для определения пути разгона плота на втором этапе

$$s_{2p} = \ln \left| \frac{R_{\Sigma}}{R_{\Sigma} - r_c(v-v_{II})^2} \right| \left[\frac{M_{ДПск}}{2r_c} + \frac{M_{ДПок}v_{II}n_2}{\sqrt{R_{\Sigma}r_c}} + \right.$$

$$\left. + M_{ДПок} \left(1 + n_1 - v_{II}n_2 \sqrt{\frac{r_c}{R_{\Sigma}}} \right) \frac{1}{2r_c} \right] + \frac{v_{II}}{2\sqrt{R_{\Sigma}r_c}} \times$$

$$\times \ln \left| \frac{\sqrt{R_{\Sigma}} + \sqrt{r_c}(v-v_{II})}{\sqrt{R_{\Sigma}} - \sqrt{r_c}(v-v_{II})} \right| \left[M_{ДПск} + M_{ДПок} \left(1 + \right. \right.$$

$$\left. \left. + n_1 - v_{II}n_2 \sqrt{\frac{r_c}{R_{\Sigma}}} \right) \right] + \frac{M_{ДПок}n_2}{\sqrt{R_{\Sigma}r_c}} \times$$

$$\times \left[v_{II} - v - \frac{v_{II}^2r_c + R_{\Sigma}}{2\sqrt{R_{\Sigma}r_c}} \ln \left| \frac{\sqrt{r_c}(v-v_{II}) - \sqrt{R_{\Sigma}}}{\sqrt{r_c}(v-v_{II}) + \sqrt{R_{\Sigma}}} \right| \right]. \quad (21)$$

Учитывая формулы (15), (17), (19) и (21), можно определить полное время и путь, необходимые на разгон плота, они будут соответственно рассчитываться следующим образом

$$t = t_{1p} + t_{2p}; \quad (22)$$

$$S = s_{1p} + s_{2p}. \quad (23)$$

При торможении плота в неподвижной жидкости его скорость будет изменяться от скорости буксировки v_B до скорости v_{II} потока, которая равна 0. В таком случае с применением уравнения (2) и рекомендации из [1] по определению коэффициента \tilde{n} для рассматриваемого режима дифференциальное уравнение неустановившегося движения плота будет иметь следующий вид

$$(M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n})) \frac{dv}{dt} = -r_c v^2 - F_{Tm} \pm R_g. \quad (24)$$

где F_{Tm} – постоянное усилие торможения, Н.

В данном уравнении представим $R_{\Sigma} = F_{Tm} \pm R_g$ и выразим время торможения плота

$$t = (M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n})) \int \frac{dv}{-r_c v^2 - R_{\Sigma}}. \quad (25)$$

Проинтегрировав представленную зависимость и определив для начальных условий при $t = 0$, $v = v_B$ постоянную интегрирования c , с учетом полной остановки плота при $v = 0$, получим формулу для определения времени торможения, она имеет вид

$$t_m = \frac{(M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n}))}{\sqrt{R_{\Sigma}r_c}} \operatorname{arctg} v_B \sqrt{\frac{r_c}{R_{\Sigma}}}. \quad (26)$$

На основании равенства

$$\frac{dv}{dt} = v \frac{dv}{ds}$$

и дифференциального уравнения (24) установим зависимость для определения расстояния торможения плота

$$s = (M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n})) \int \frac{v dv}{-r_c v^2 - R_{\Sigma}}. \quad (27)$$

Решением данного уравнения с учетом постоянной интегрирования c (определенной при начальных условиях $s = 0$, $v = v_B$) и $v = 0$, найдем конечную формулу для расчета пути полной остановки плота

$$s_m = \frac{(M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n}))}{2r_c} \ln \left| \frac{v_B^2 r_c + R_{\Sigma}}{R_{\Sigma}} \right|. \quad (28)$$

Торможение плота в речном потоке разделяется на два этапа. На первом этапе скорость плота снижается от скорости буксировки v_B до скорости течения реки v_{II} . В свою очередь, на втором этапе торможения скорость плота снижается от скорости течения

реки v_{II} до нуля. Если рассматривать процесс торможения плота относительно водного потока, то на первом этапе происходит торможение плота и скорость снижается от величины $v_B - v_{II}$ до нуля. А на втором этапе происходит разгон плота относительно водного потока, то есть скорость его изменяется от нуля до скорости равномерного движения. Используя уравнение (2) и методику по установлению \tilde{n} [1] для разгона и торможения плота, запишем уравнения на первом и втором этапе рассматриваемого режима движения плота

$$(M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n})) \frac{dv}{dt} = -r_c(v - v_{II})^2 - R_{\Sigma}; \quad (29)$$

$$\left(M_{ДПск} + M_{ДПок} \left(1 + n_1 + n_2(v_{II} - v) \sqrt{\frac{r_c}{R_{\Sigma}}} \right) \right) \frac{dv}{dt} = r_c(v_{II} - v)^2 - R_{\Sigma}, \quad (30)$$

$R_{\Sigma} = F_{Тм} - R_i \pm R_6.$

Рассмотрим первый этап торможения, используя дифференциальное уравнение (29). Из этого уравнения время торможения плота составляет

$$t = (M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n})) \int \frac{dv}{-r_c(v - v_{II})^2 - R_{\Sigma}}. \quad (31)$$

Решив рассматриваемое уравнение и определив для начальных условий $t = 0, v = v_B$ постоянную интегрирования c , получим при $v = v_{II}$ полное время торможения плота на первом этапе

$$t_{1m} = \frac{(M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n}))}{\sqrt{R_{\Sigma} r_c}} \times \arctg \frac{(v_B - v_{II}) \sqrt{r_c}}{\sqrt{R_{\Sigma}}}. \quad (32)$$

Учитывая равенство

$$\frac{dv}{dt} = v \frac{dv}{ds}$$

и подставив его в дифференциальное уравнение (29), при этом сделав преобразования, выведем путь движения плота

$$s = (M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n})) \times \int \frac{v dv}{-r_c(v - v_{II})^2 - R_{\Sigma}}. \quad (33)$$

Проинтегрировав представленное выражение, после чего рассчитав постоянную интегрирования c (при начальных условиях $s = 0, v = v_B$), с учетом $v = v_{II}$ установим пол-

ный путь движения плота до его остановки на первом этапе торможения

$$s_{1m} = \frac{(M_{ДПск} + M_{ДПок}(1 + \tilde{n}))}{2r_c} \times \left[\ln \left| \frac{r_c(v_B - v_{II})^2 + R_{\Sigma}}{R_{\Sigma}} \right| + \frac{2v_{II} \sqrt{r_c}}{\sqrt{R_{\Sigma}}} \left(\arctg \frac{(v_B - v_{II}) \sqrt{r_c}}{\sqrt{R_{\Sigma}}} \right) \right]. \quad (34)$$

Для второго этапа торможения справедливо дифференциальное уравнение (30), откуда время торможения плота составит

$$t = \left(M_{ДПск} + M_{ДПок} \left(1 + n_1 + n_2 v_{II} \sqrt{\frac{r_c}{R_{\Sigma}}} \right) \right) \times \int \frac{dv}{r_c(v_{II} - v)^2 - R_{\Sigma}} - M_{ДПок} n_2 \sqrt{\frac{r_c}{R_{\Sigma}}} \int \frac{v dv}{r_c(v_{II} - v)^2 - R_{\Sigma}}. \quad (35)$$

Решив это уравнение и определив для начальных условий постоянную интегрирования c ($t = 0, v = v_{II}$), выведем конечную формулу для определения времени торможения плота на втором этапе

$$t_{2m} = \frac{M_{ДПок}}{2\sqrt{R_{\Sigma} r_c}} \left(n_2 \ln \left| \frac{R_{\Sigma} - r_c(v_{II} - v)^2}{R_{\Sigma}} \right| - (1 + n_1) \ln \left| \frac{\sqrt{R_{\Sigma}} + \sqrt{r_c}(v_{II} - v)}{\sqrt{R_{\Sigma}} - \sqrt{r_c}(v_{II} - v)} \right| \right) - \frac{M_{ДПск}}{2\sqrt{R_{\Sigma} r_c}} \ln \left| \frac{\sqrt{R_{\Sigma}} + \sqrt{r_c}(v_{II} - v)}{\sqrt{R_{\Sigma}} - \sqrt{r_c}(v_{II} - v)} \right|. \quad (36)$$

Используя равенство

$$\frac{dv}{dt} = v \frac{dv}{ds}$$

и сделав замену в дифференциальном уравнении (30), установим путь торможения плота на втором этапе торможения

$$s = \left(M_{ДПск} + M_{ДПок} \left(1 + n_1 + n_2 v_{II} \sqrt{\frac{r_c}{R_{\Sigma}}} \right) \right) \times \int \frac{v dv}{r_c(v_{II} - v)^2 - R_{\Sigma}} - M_{ДПок} n_2 \sqrt{\frac{r_c}{R_{\Sigma}}} \int \frac{v^2 dv}{r_c(v_{II} - v)^2 - R_{\Sigma}}. \quad (37)$$

Проинтегрировав данное уравнение и установив значение постоянной интегрирования c (для начальных условий $s = 0, v = v_{II}$), получим конечную формулу для определения пути торможения плота на втором этапе

$$s_{2m} = \ln \left[\frac{R_{\Sigma}}{R_{\Sigma} - r_c (v_{II} - v)^2} \left[\frac{M_{ДПск}}{2r_c} + \frac{M_{ДПок} v_{II} n_2}{\sqrt{R_{\Sigma} r_c}} + M_{ДПок} \left(1 + n_1 - v_{II} n_2 \sqrt{\frac{r_c}{R_{\Sigma}}} \right) \frac{1}{2r_c} \right] - \frac{v_{II}}{2\sqrt{R_{\Sigma} r_c}} \times \right. \\ \left. \times \ln \left| \frac{\sqrt{R_{\Sigma}} + \sqrt{r_c} (v_{II} - v)}{\sqrt{R_{\Sigma}} - \sqrt{r_c} (v_{II} - v)} \right| \right] \times \\ \times \left[M_{ДПск} + M_{ДПок} \left(1 + n_1 - v_{II} n_2 \sqrt{\frac{r_c}{R_{\Sigma}}} \right) \right] + \frac{M_{ДПок} n_2}{\sqrt{R_{\Sigma} r_c}} \times \\ \times \left[v_{II} - v - \frac{v_{II}^2 r_c + R_{\Sigma}}{2\sqrt{R_{\Sigma} r_c}} \ln \left| \frac{\sqrt{r_c} (v - v_{II}) - \sqrt{R_{\Sigma}}}{\sqrt{r_c} (v - v_{II}) + \sqrt{R_{\Sigma}}} \right| \right]. \quad (38)$$

Используя выражения (32), (36), (34) и (38), можно рассчитать общее время и путь торможения по формулам (22) и (23), при этом заменив t_{1p}, t_{2p}, s_{1p} и s_{2p} соответственно на $t_{1m}, t_{2m}, s_{1m}, s_{2m}$, и установить требуемую силу, которая полностью остановит плот на заданном расстоянии торможения. Следует отметить, что эффективность торможения плота на первом и втором этапах согласно [1] будет обеспечиваться при выполнении условия $F_{Tm} > r_c v_{II}^2 + R_i \pm R_e$, при этом сила F_{Tm} не должна превышать продольную прочность плота F_{II} .

Рассмотренная методика определения времени и расстояния, необходимых для разгона и торможения плота до полной остановки в неподвижной жидкости и в речном потоке, дает возможность произвести расчеты всех требуемых инерционных характеристик плотов, включающих в свою конструкцию определенный процент плоских сплотовых единиц стабилизированной плавучести.

Выводы

1. Полученные дифференциальные уравнения движения плота при различных режимах учитывают влияние на процесс движения плота сплотовых единиц стабилизированной плавучести.

2. Установленные формулы для определения времени и расстояния, требуемых

для разгона и торможения плота до полной остановки в неподвижной жидкости и в речном потоке, позволяют рассчитать все требуемые инерционные характеристики плотов, включающих в свою конструкцию определенный процент плоских сплотовых единиц стабилизированной плавучести.

3. Приведенные в статье аналитические зависимости будут способствовать разработке конструкций плотов, включающих плоские сплотовые единицы стабилизированной плавучести, а следовательно повышению эффективности плотового сплава.

Библиографический список

1. Митрофанов, А.А. Лесосплав. Новые технологии, научное и техническое обеспечение / А.А. Митрофанов. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 2007. – 492 с.
2. Справочник по водному транспорту леса / Под ред. В.А. Щербакова. – М.: Лесная пром-сть, 1986. – 384 с.
3. Овчинников М.М. Математическая модель процесса остановки плота / М.М. Овчинников, В.И. Михасенко, Ю.И. Михасенко // Лесосечные, лесоскладские работы и транспорт леса: Межвуз. сб. научн. тр. – Л.: ЛТА, 1991. – С. 64–70.
4. Корпачев, В.П. Общий вид дифференциальных уравнений движения лесотранспортных единиц в водном потоке / В.П. Корпачев // Технология, комплексная механизация лесозаготовительных работ и транспорт леса. – Л.: ЛТА, 1972. – С. 112–117.
5. Митрофанов, А.А. Научное обоснование и разработка экологически безопасного плотового лесосплава / А.А. Митрофанов. – Архангельск: Изд-во АГТУ, 1999. – 268 с.
6. Овчинников, М.М. Обобщенная зависимость для определения пути и времени остановки пучковых плотов на течении / М.М. Овчинников, В.И. Михасенко // Лесосечные, лесоскладские работы и транспорт леса: Межвуз. сб. научн. тр. – Л.: ЛТА, 1993. – С. 51–54.
7. Пятакин, В.И. Инерционные характеристики пучковых плотов / В.И. Пятакин, М.М. Овчинников, В.И. Михасенко // Лесозаготовка: Межвуз. сб. научн. тр. – Красноярск: КГТА., 1995. – С. 131–142.
8. Пат. 2381949 РФ, МПК В 63 В 35/62, 35/58. Сплотовая единица / Д.Н. Афоничев, Н.Н. Папонов, В.В. Васильев; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. – № 2008146180/11; заявл. 21.11.2008, опубл. 20.02.2010, бюл. № 5.
9. Афоничев, Д.Н. Сплотовая единица стабилизированной плавучести / Д.Н. Афоничев, Н.Н. Папонов, В.В. Васильев // ИВУЗ «Лесной журнал». – 2010. – № 6. – С. 114–120.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТОРМОЖЕНИЯ АВТОПОЕЗДА, УЧИТЫВАЮЩАЯ ВЛИЯНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Д.Н. АФОНИЧЕВ, проф. каф. промышленного транспорта, строительства и геодезии ВГЛТА

dmafonichev@yandex.ru

Согласно уравнению тягового баланса, на автопоезд действуют семь внешних сил [1–3], сумма которых равна силе инерции $P_{и}$, то есть

$$\sum_{i=1}^7 P_i = P_{и},$$

где P_1 – сила тяги, Н;

P_2 – сопротивление качению, Н;

P_3 – сопротивление от кривой, Н;

P_4 – составляющая силы тяжести, направленная вдоль уклона пути, Н;

P_5 – сопротивление воздушной среды, Н;

P_6 – сопротивление троганию с места, Н;

P_7 – тормозная сила, Н.

Анализ усилий, действующих на автопоезд, показывает следующее: P_1 является движущей силой и всегда направлена по направлению движения, то есть $P_1 \geq 0$; P_2 , P_3 , P_5 , P_6 – силы сопротивления движению, всегда направленные в противоположную сторону от направления движения и могут быть выражены через коэффициенты в долях от веса транспортного средства Q , то есть $P_2 = fQ$, где f – коэффициент сопротивления качению, $P_3 = i_3Q$, где i_3 – эквивалентный уклон, сопротивление от которого равно сопротивлению от кривой, $P_5 = f_BQ$, где f_B – коэффициент сопротивления воздушной среды. Усилие P_6 действует в начальный момент движения (при трогании с места), после чего $P_6 = 0$; P_4 может выступать в качестве силы сопротивления движению при продольном уклоне пути $i > 0$ и в качестве движущей силы при $i < 0$, $P_4 = iQ$; тормозная сила P_7 является силой сопротивления движению и составляет $P_7 = \gamma Q$, где γ – коэффициент тормозной силы. Сила инерции равна

$$P_{и} = (Q\delta/g) \cdot (dv/dt) [3],$$

где δ – коэффициент, учитывающий инерцию вращающихся масс транспортного средства;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

dv/dt – ускорение поступательно движущихся масс транспортного средства, м/с²;

v – мгновенная скорость движения транспортного средства, м/с.

Усилия, действующие на автопоезд, можно рассматривать как составляющие его веса, определяемые через безразмерные коэффициенты, причем $f_K = P_1 / Q$ – коэффициент силы тяги, а значит, уравнение тягового баланса транспортного средства можно записать в безразмерном виде

$$f_K - f_o \pm i - i_3 - \gamma = (\delta/g) \cdot (dv/dt), \quad (1)$$

где f_o – коэффициент основного сопротивления движению.

В уравнении (1) при символе i знак «+» используется при движении на спуск, а знак «-» – при движении на подъем.

При торможении автопоезда сила тяги не требуется, а следовательно $f_K = 0$, также при торможении ускорение меняет направление (происходит замедление движения), тогда

$$-f_o \pm i - i_3 - \gamma = -(\delta/g) \cdot (dv/dt). \quad (2)$$

Члены левой части f_o , i и i_3 безразмерного уравнения (2) определяются по формулам [4, 5]

$$f_o = f + f_B = f_o + K_f(v - 5,56) + (Kk\omega(v \pm v_B)^2) / Q; \quad (3)$$

$$i = \rho(s - s_B) + i_0; \quad (4)$$

$$i_3 = 0,82(s - s_{п}) / Rl_{п}; \quad i_3 = 0,82 / R;$$

$$i_3 = (0,82 / R)(1 - ((s - s_{п}) / l_{п})), \quad (5)$$

где f_o – коэффициент сопротивления качению при скорости движения до 20 км/ч;

K_f – коэффициент возрастания сопротивления качению с увеличением скорости, (м/с)⁻¹;

K – коэффициент обтекаемости, (Н · с²)/м⁴;

k – коэффициент, учитывающий состав автопоезда;

ω – площадь парусности, м²;

v_B – скорость воздушного потока вдоль участка дороги, по которому происходит движение, м/с;

ρ – кривизна вертикальной кривой [5, 6], м^{-1} ;

s – координата транспортного средства, м;

s_B – координата начала вертикальной кривой, м;

i_0 – уклон в начале вертикальной кривой (уклон элемента, после которого начинается вертикальная кривая);

s_{II} – координата начала переходной кривой, м;

R – радиус основной кривой, м;

l_{II} – длина переходной кривой, м.

В формуле (3) знак «+» используется для встречного ветра, а знак «-» – для попутного. Формулы (5) записаны в последовательности для дорожных условий: переходная кривая (движение от прямой вставки к основной кривой), основная (круговая) кривая, переходная кривая (движение от основной кривой к прямой вставке).

Анализ формул (3–5), определяющих члены уравнения (2), показывает, что члены левой части уравнения (2) можно разделить на следующие группы: константы, составляющие, зависящие от скорости движения автопоезда v , составляющие, зависящие от скорости в квадрате v^2 , и составляющие, которые зависят от координаты транспортного средства s . Таким образом, уравнение (2) можно представить в виде

$$a_0 + a_1 v + a_2 v^2 + a_3 s + \gamma = -(\delta/g) \cdot (dv/dt), \quad (6)$$

где a_0, a_1, a_2, a_3 – коэффициенты, определяемые по зависимостям (7).

$$\begin{aligned} a_0 &= -f_0 + 5,56K_f - (Kk\omega v_B^2 / Q) \mp \rho s_B \pm i_0; \\ a_1 &= -K_f \mp (2Kk\omega v_B^2 / Q); \\ a_2 &= -Kk\omega / Q; a_3 = \pm \rho s. \end{aligned} \quad (7)$$

С учетом зависимостей (7) и уравнения (6) можно сделать вывод о том, что уравнение (2) включает две независимые переменные s и v , но $v = ds / dt$, а следовательно уравнение (6) является дифференциальным уравнением второго порядка

$$\begin{aligned} a_0 + a_1(ds/dt) + a_2(ds/dt)^2 + a_3s - \gamma = \\ = -(\delta/g) \cdot (d^2s/dt^2). \end{aligned} \quad (8)$$

Решение данного уравнения представляет определенную сложность, а поэтому в большинстве случаев рассматривают движение только по прямолинейным участкам в плане и профиле, что позволяет принять со-

гласно выражениям (4) и (5) $s - s_B = 0$, тогда уравнение (8) примет вид

$$a_0 + a_1 v + a_2 v^2 - \gamma = -(\delta/g) \cdot (dv/dt). \quad (9)$$

Для упрощения решения уравнения (9) пренебрегают действием воздушной среды, что позволяет исключить из него член $a_2 v^2$ [3, 4, 5, 7].

Определим показатели процесса торможения автопоезда с учетом воздействия воздушной среды. Если рассматривать движение с отключенным двигателем, то коэффициент δ , учитывающий инерцию вращающихся масс, можно считать постоянным [2] и принять, что коэффициент тормозной силы γ является постоянным, то уравнение (9) примет вид

$$a_0 + a_1 v + a_2 v^2 = -(\delta/g) \cdot (dv/dt). \quad (10)$$

Формулы (7) с учетом принятых условий примут вид

$$\begin{aligned} a_0 &= -f_0 + 5,56K_f - (Kk\omega v_B^2 / Q) \pm i - \gamma; \\ a_1 &= -K_f \mp (2Kk\omega v_B^2 / Q); a_2 = -Kk\omega / Q. \end{aligned} \quad (11)$$

Уравнение (10) имеет следующие решения:

$$\begin{aligned} v &= D_1 \operatorname{tg}[D_1(C_1 - a_2 g t / \delta)] - a_1 / 2a_2; \\ C_1 &= (1 / D_1) \operatorname{arctg}[1 / D_1(v_0 + a_1 / 2a_2)]; \\ D_1 &= \sqrt{\frac{a_0}{a_2} - \frac{a_1^2}{4a_2^2}} \quad \text{при} \quad \frac{a_0}{a_2} - \frac{a_1^2}{4a_2^2} \geq 0; \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} v &= D_2 \frac{1 + e^\tau}{1 - e^\tau} - \frac{a_1}{2a_2}; \quad \tau = 2D_2 \left(C_2 - \frac{a_2 g t}{\delta} \right); \\ C_2 &= \frac{1}{2D_2} \ln \left| \frac{2v_0 a_2 + a_1 - 2D_2 a_2}{2v_0 a_2 + a_1 + 2D_2 a_2} \right|; \\ D_2 &= \sqrt{\frac{a_1^2}{4a_2^2} - \frac{a_0}{a_2}} \quad \text{при} \quad \frac{a_0}{a_2} - \frac{a_1^2}{4a_2^2} < 0, \end{aligned} \quad (13)$$

где v_0 – скорость в момент начала торможения, м/с.

Продолжительность (время) торможения t_T определяется из условия, что при $t = t_T$ $v = 0$:

$$\begin{aligned} t_T &= \frac{\delta C_1}{a_2 g} - \frac{\delta}{a_2 g D_1} \operatorname{arctg} \frac{a_1}{2a_2 D_1} \\ &\quad \text{при} \quad \frac{a_0}{a_2} - \frac{a_1^2}{4a_2^2} \geq 0; \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} t_T &= \frac{\delta C_2}{a_2 g} - \frac{\delta}{2a_2 g D_2} \ln \left| \frac{a_1 - 2D_2 a_2}{a_1 + 2D_2 a_2} \right| \\ &\quad \text{при} \quad \frac{a_0}{a_2} - \frac{a_1^2}{4a_2^2} < 0. \end{aligned} \quad (15)$$

Так как $v = ds/dt$, то тормозной путь S_T равен

$$S_T = \int_0^{t_T} v dt. \quad (16)$$

Интегрирование выражений, определяющих закон изменения скорости при торможении (11) и (12), позволило установить формулы для расчета тормозного пути S_T :

$$S_T = -\frac{a_1 t_T}{2a_2} - \frac{\delta}{a_2 g} \ln \left| \frac{\cos(D_1 C_1)}{\cos \left[D_1 \left(C_1 - \frac{a_2 g t_T}{\delta} \right) \right]} \right|$$

при $\frac{a_0}{a_2} - \frac{a_1^2}{4a_2^2} \geq 0$; (17)

$$S_T = \frac{\tau_0 - \tau_T}{2a_2 g} \left[1 - \frac{\delta a_1}{2a_2 D_2} \right] - \frac{\delta}{a_2 g} \ln \left| \frac{1 - e^{\tau_0}}{1 - e^{\tau_T}} \right|$$

при $\frac{a_0}{a_2} - \frac{a_1^2}{4a_2^2} < 0$. (18)

Максимальное значение коэффициента тормозной силы γ равно коэффициенту сцепления тормозных колес автопоезда с покрытием дороги φ [3, 4, 5], то есть $\gamma = k_C \varphi$, где k_C – коэффициент, учитывающий долю веса автопоезда, приходящуюся на тормозные колеса, если все колеса транспортного средства тормозятся, то $k_C = 1$. Как известно [4, 5] величина коэффициента сцепления зависит от скорости движения v

$$\varphi = \varphi_0 - K_\varphi (v - 5,56), \quad (19)$$

где φ_0 – коэффициент сцепления при скорости движения до 20 км/ч;

K_φ – коэффициент, учитывающий снижение силы сцепления колес с покрытием, (м/с)⁻¹.

В случае торможения с максимальным значением тормозной силы (при $\gamma = k_C \varphi$) в уравнение (9) вместо γ надо подставить $k_C [\varphi_0 - K_\varphi (v - 5,56)]$. После преобразований уравнение (9) с учетом подстановки преобразуется в уравнение (10), коэффициенты a_0 и a_1 которого с учетом формулы (19) будут равны

$$a_0 = -f_0 + 5,56 K_f - (K k \omega v_B^2 / Q) \pm i - k_C \varphi_0 - 5,56 k_C K_\varphi;$$

$$a_1 = -K_f \mp (2 K k \omega v_B^2 / Q) + K_\varphi. \quad (20)$$

Коэффициент a_2 уравнения (10) остается без изменений и определяется по формуле (11).

Зависимости (12) – (15), (17) и (18) образуют математическую модель торможения

автопоезда с учетом действия воздушной среды. Если коэффициенты a_0 и a_1 определяются по зависимостям (20), то модель описывает процесс торможения при максимально возможном и переменном значении тормозной силы, но ввиду сложной физической сущности процесса торможения автопоезда значения времени торможения и тормозного пути, определенные по формулам (14), (15), (17) и (18), надо увеличить на величину коэффициента эффективности торможения K_γ [5, 7]. Зависимости (11) в совокупности с выражениями (12) – (15), (17) и (18) образуют математическую модель торможения автопоезда с учетом действия воздушной среды при постоянном значении тормозной силы.

Апробация разработанной математической модели показала, что влияние воздушной среды на процесс торможения может быть существенным и зависит как от скорости движения автопоезда, так и от скорости ветра вдоль направления движения (вдоль дороги). Предложенная математическая модель торможения автопоезда может быть использована для обоснования допустимых спусков автомобильных дорог и скоростей движения с учетом влияния господствующих ветров.

Библиографический список

1. Фаробин, Я.Е. Теория движения специализированного подвижного состава / Я.Е. Фаробин, В.А. Овчаров, В.А. Кравцева. – Воронеж, 1981. – 160 с.
2. Литвинов, А.С. Автомобиль: теория эксплуатационных свойств / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.
3. Шегельман, И.Р. Эффективная организация автомобильного транспорта леса / И.Р. Шегельман, В.И. Скрыпник, А.В. Кузнецов. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. – 280 с.
4. Сухопутный транспорт леса / В.И. Алябьев, Б.А. Ильин, Б.И. Кувалдин и др. – М.: Лесная пром-сть, 1990. – 416 с.
5. Курьянов, В.К. Автомобильные дороги / В.К. Курьянов, Д.Н. Афоничев, А.В. Скрыпников. – Воронеж: ВГЛТА, 2007. – 284 с.
6. Афоничев, Д.Н. Совершенствование математического обеспечения автоматизированного проектирования продольного профиля дороги / Д.Н. Афоничев // Моделирование систем и процессов. – Воронеж: ВГЛТА, ВГУ, 2009. – Вып. 3, 4. – С. 18–22.
7. Афанасьев, Л.Л. Конструктивная безопасность автомобиля / Л.Л. Афанасьев, А.Б. Дьяков, В.А. Иларионов. – М.: Машиностроение, 1983. – 212 с.

ПОТЕРИ ВРЕМЕНИ ЛЕСОВОЗНЫМИ АВТОПОЕЗДАМИ НА РАЗВОРОТЫ В ПРЕДЕЛАХ ЛЕСОСЕК

П.С. РЫБНИКОВ, *асп. каф. промышленного транспорта, строительства и геодезии ВГЛТА*

ribnikovpavels@yandex.ru

Погрузочные пункты, расположенные вдоль лесовозных усов на лесосеках, являются конечными пунктами назначения для лесовозных автопоездов, осуществляющих вывозку древесины. В этих пунктах требуется выполнение маневра разворота автомобильных транспортных средств. В условиях лесосеки, как правило, совершение маневра разворота автомобилями и автопоездами затруднено наличием растительности, штабелей заготовленной древесины, порубочных остатков, низкой несущей способностью лесных почво-грунтов, особенностями рельефа, и поэтому на лесовозных усах рекомендуется устраивать разворотные петли [1], которые также называют: петлевые развороты, поворотные петли, петлевые объезды [2, 3, 4]. Профессор И.И. Леонович дает следующее определение термина «петля поворотная» [3]: «Петля поворотная – путь (участок дороги), устраиваемый на конечных станциях, нижних складах или лесосеках с целью разворота подвижного состава (железнодорожных или автомобильных поездов) без маневрирования и переформирования» [3].

Необходимость устройства специальных участков для разворота автотранспортных средств регламентируется СНиП 2.05.07-91* [4], пункт 5.50 указанных строительных норм и правил гласит: «Для разворота автомобилей в конце тупиковых дорог и для производства маневров в пунктах погрузки и разгрузки следует предусматривать петлевые объезды или площадки, размеры которых определяют расчетом в зависимости от габаритов транспортных средств и перевозимых грузов, но во всех случаях принимают: для одиночных автотранспортных средств общего назначения – не менее 12×12 м (прямоугольного очертания) или радиусом не менее 12 м (для петлевых объездов); для специализированных автомобилей, включая автомобили особо большой грузоподъемности, диаметр разворотных площадок

должен быть не менее 2,5 (для тягача с полуприцепом – не менее 3,5) конструктивных радиусов разворота по переднему наружному колесу».

Разворотные петли обеспечивают беспрепятственное выполнение маневра разворота автомобилей и автопоездов с минимальными затратами времени, без привлечения дополнительных технических средств, и способствуют безопасности движения автотранспортных средств по лесовозным усам, но их устройство требует дополнительных затрат при строительстве лесовозных усов, что требует грамотного обоснования размещения разворотных петель на лесовозных усах.

Профессор Д.Н. Афоничев установил оптимальное расстояние между петлевыми разворотами, исходя из минимизации затрат на устройство, содержание и ликвидацию разворотов и перепробег подвижного состава по усу без груза [2]. Расстояние между петлевыми разворотами $L_{\text{ПР}}$ в работе [2] определено как величина, кратная расстоянию между погрузочными пунктами $l_{\text{П}}$

$$L_{\text{ПР}} = n_{\text{P}} l_{\text{П}} \quad (1)$$

где n_{P} – количество погрузочных пунктов между петлевыми разворотами при одностороннем размещении погрузочных пунктов или количество пар погрузочных пунктов при их двухстороннем размещении вдоль уса.

Расстояние от лесовозной ветки до первого петлевого разворота составляет

$$L_{\text{ПР}} = l_0 + (n_{\text{P}} - 1) l_{\text{П}} \quad (2)$$

где l_0 – расстояние от оси ветки до границы лесосеки, км.

Оптимальное значение аргумента n_{P} определяется по формуле [2]

$$n_{\text{P}} = -\frac{c_n}{l_{\text{П}}} + \sqrt{\frac{c_n^2}{l_{\text{П}}^2} - \frac{c_n}{l_{\text{П}}} + \frac{C_{\text{P}} k_{\text{П}} Q_{\text{П}}}{100 d_{\text{V}} \gamma_{\text{Л}} l_{\text{П}}^2 k_{\text{PV}} b_{\text{VX}}}}; \quad (3)$$

$$c_n = l_{\text{K}} - l_{\text{П}} \text{ при } l_{\text{K}} > l_{\text{П}};$$

$$c_n = 0 \text{ при } l_{\text{K}} = l_{\text{П}}.$$

где C_p – стоимость строительства, содержания и ликвидации одного петлевого разворота принятой конструкции, руб.;

k_{II} – коэффициент использования полезной нагрузки;

Q_{II} – полезная нагрузка на автопоезд, м³;

d_v – ширина зоны тяготения к усу (ширина лесосеки), км;

γ_{II} – ликвидный запас древесины на 1 га, м³/га;

k_{PV} – коэффициент удлинения уса;

b_{yx} – стоимость пробега подвижного состава по усу без груза, руб./км;

l_K – расстояние от последнего погрузочного пункта (последней пары погрузочных пунктов) до границы зоны тяготения ветки, км.

В приведенных формулах (1) – (3) ведущим аргументом является расстояние между погрузочными пунктами l_{II} , которое, как доказано в работах [5, 6], зависит от положения лесовозного уса на лесосеке. В работе [7] рекомендуется прокладывать ус по краю лесосеки при выполнении следующего условия

$$d_v < 0,2 \sqrt{\frac{a_{II}c_{III} + a_{II}C_T k_{PT}(l_{II} + a - 0,5a_{II}) - zk_{PII}l_{II}C_{II}}{a_{II}\gamma_{II}l_{II}k_{PII}b_{II}}}, \quad (4)$$

где a_{II} – ширина зоны тяготения к пасечному волоку, км;

c_{III} – стоимость устройства, содержания и ликвидации погрузочного пункта, руб.;

C_T – стоимость устройства, содержания и ликвидации магистрального трелевочного волока, руб./км;

k_{PT} – коэффициент удлинения магистрального трелевочного волока;

a – протяженность магистрального трелевочного волока в пределах погрузочного пункта, км;

z – расстояние от уса до магистрального трелевочного волока, км.

k_{PII} – коэффициент удлинения пасечного трелевочного волока;

C_{II} – стоимость устройства, содержания и ликвидации пасечного трелевочного волока, руб./км;

b_{II} – стоимость трелевки древесины по пасечным волокам, руб./(м³ · км).

Если условие (4) не выполняется, то ус следует прокладывать по середине лесосеки [7]. Неравенство (4) определяет смысловое значение параметра n_p согласно расшифровке его символа, представленной в формуле (1).

Неравенство (4) также содержит параметр l_{II} , а следовательно, обоснование положения уса на лесосеке необходимо выполнять с одновременным установлением оптимального расстояния между погрузочными пунктами. Из сказанного и анализа работ [2, 5–9] следует, что поиск оптимальных расстояний между разворотными петлями и погрузочными пунктами на лесовозном усе, а также положения уса, обеспечивающего минимальные затраты на вывозку древесины, представляет собой единую комплексную задачу, при решении которой должны учитываться все особенности лесосечных работ и процесса вывозки древесины, стоимостные показатели лесовозного уса и операций лесосечных работ и вывозки древесины. Решение указанной задачи даст параметры для размещения погрузочных пунктов и разворотных петель l_{II} , n_p , L_{II} , причем, параметр n_p , определяемый по зависимости (3) – натуральное число, выражающее пропорциональность между L_{II} и l_{II} согласно формулам (1) и (2). Таким образом, расстояние между разворотными петлями в разы превышает расстояние между погрузочными пунктами или их парами, что приводит к необходимости дополнительного пробега транспортных средств по усу без груза [2], причем, чем больше n_p , тем больше будет дополнительный пробег. Зависимость (3), как было сказано ранее, установлена минимизацией затрат на устройство, содержание и ликвидацию разворотов и перепробег подвижного состава по усу без груза [2], но при этом не было учтено влияние расстояния между разворотными петлями на потери времени транспортными средствами на развороты в пределах лесосек и соответственно на их производительность.

Дополнительный пробег транспортного средства от j -го погрузочного пункта до

разворотной петли, по петле и назад обозначим $l_{ДХj}$, он определяется по формуле

$$l_{ДХj} = 2S_j + L_p + l_p, \quad (5)$$

где S_j – расстояние от j -го погрузочного пункта до начала разворотной петли, км;

L_p – длина разворотной петли, км;

l_p – протяженность уса в пределах разворотной петли после погрузочного пункта, км.

Время $t_{Д}$, на которое увеличивается продолжительность рейса, составляет

$$t_{Д} = l_{ДХj} / V_{ПВ}, \quad (6)$$

где $V_{ПВ}$ – среднетехническая скорость движения транспортного средства по усу без груза, км/ч.

Параметры разворотной петли L_p и l_p согласно [2] составляют:

$$L_p = 0,0068r; l_p = 0,0028r, \quad (7)$$

где r – радиус кривых разворотной петли, который принимается в зависимости от типа подвижного состава и в соответствии с требованиями пункта 5.50 СНиП 2.05.07-91* [4], км.

В табл. 1 приведены минимально допустимые параметры разворотных петель для автомобильных транспортных средств, используемых на вывозке сортиментов и хлыстов.

Из табл. 1 видно, что минимальная протяженность разворотной петли составляет 80...100 м, при этом протяженность уса в пределах разворотной петли после погрузочного пункта достигает 34...42 м.

В общем времени смены доля времени, затрачиваемого на развороты в пределах лесосеки, зависит от количества рейсов: чем больше рейсов, тем больше времени будет затрачиваться. Для оценки влияния параметров размещения разворотных петель на затраты времени введем термин – коэффициент потерь времени на развороты и обозначим его $k_{ПВ}$. Данный коэффициент – это отношение времени, которое затрачивается транспортным средством в течение смены на развороты, к продолжительности смены

$$k_{ПВ} = nt_{Д} / T_c = nl_{ДХj} / V_{ПВ} T_c, \quad (8)$$

где n – количество рейсов транспортного средства в смену;

T_c – продолжительность смены, ч.

В формуле (8) продолжительность сме-

ны T_c является величиной постоянной, количество рейсов n зависит от расстояния вывозки, дополнительный пробег $l_{ДХj}$ определяется удалением разворотной петли от погрузочного пункта, среднетехническая скорость $V_{ПВ}$ – параметр, изменяющийся в узком интервале и зависящий от типа транспортного средства и покрытия лесовозного уса. Из сказанного следует, что коэффициент потерь времени на развороты $k_{ПВ}$ возрастает с увеличением дополнительного пробега и количества рейсов независимо от того, какое транспортное средство используется и какая конструкция уса, что позволяет, используя формулу (8), оценить влияние положения разворотных петель на потери времени транспортным средством на развороты в течение смены. В табл. 2 представлены значения коэффициента потерь времени на развороты $k_{ПВ}$, определенные при продолжительности смены 8 ч, количестве рейсов в смену 4 и среднетехнической скорости движения транспортного средства 10, 15 и 20 км/ч.

Из табл. 2 видно, что даже при сравнительно низкой среднетехнической скорости движения и значительном дополнительном пробеге в 1,6 км, который соответствует расстоянию от погрузочного пункта до разворотной петли 0,7...0,75 км, коэффициент потерь времени на развороты $k_{ПВ}$ составляет 0,08. Организация вывозки древесины в современных условиях предполагает коэффициент использования времени смены 0,9 [10, 11], а следовательно, коэффициент неиспользования времени смены составляет 0,1. Таким образом, коэффициент потерь времени на развороты меньше, чем коэффициент неиспользования времени смены, а следовательно, удаление разворотных петель от погрузочных пунктов практического влияния на производительность транспортных средств не оказывает.

Целесообразно обеспечивать такие значения коэффициента потерь времени на развороты, которые будут не более половины от коэффициента неиспользования времени смены, то есть 0,05. На основе сказанного сформулируем ограничение для параметров, входящих в формулу (8) при $T_c = 8$ ч

$$(nl_{ДХj} / V_{ПВ}) \leq 0,4. \quad (9)$$

Параметры разворотных петель

| Марка автомобиля | Радиус поворота по оси следа внешнего переднего колеса, м | Марка прицепа | Параметры петли для автопоезда | | |
|------------------|---|---------------|--------------------------------|-----------|-----------|
| | | | r , м | L_p , м | l_p , м |
| КамАЗ-5320 | 8,5 | ГКБ-8350 | 12 | 81,6 | 33,6 |
| КамАЗ-53212 | 9,0 | ГКБ-8352 | 12 | 81,6 | 33,6 |
| КамАЗ-53215 | 9,0 | ГКБ-8352 | 12 | 81,6 | 33,6 |
| КамАЗ-43118 | 10,8 | ГКБ-8350 | 13,5 | 91,8 | 37,8 |
| КамАЗ-5410 | 7,7 | ОдАЗ-9370 | 13,5 | 91,8 | 37,8 |
| КамАЗ-54115 | 8,2 | ОдАЗ-9385 | 14,5 | 98,6 | 40,6 |
| МАЗ-533602 | 9,4 | МАЗ-8925 | 12 | 81,6 | 33,6 |
| МАЗ-533710 | 9,0 | МАЗ-8925 | 12 | 81,6 | 33,6 |
| МАЗ-6303 | 11,7 | МАЗ-83781 | 15 | 102 | 42 |
| МАЗ-5434 | 9,5 | МАЗ-900800 | 12 | 81,6 | 33,6 |
| МАЗ-641708 | 11,2 | МАЗ-900800 | 14 | 95,2 | 39,2 |
| ЗИЛ-131 | 10,2 | ТМЗ-802 | 13 | 88,4 | 36,4 |
| Урал-4320 | 10,8 | ГКБ-9851 | 13,5 | 91,8 | 37,8 |

Т а б л и ц а 2

Значения коэффициента потерь времени на развороты в зависимости от параметров процесса вывозки

| Дополнительный пробег $l_{дх}$, км | Коэффициент потерь времени на развороты $k_{пв}$ | | |
|-------------------------------------|--|--------------------|--------------------|
| | $V_{пв} = 10$ км/ч | $V_{пв} = 15$ км/ч | $V_{пв} = 20$ км/ч |
| 0,2 | 0,01 | 0,007 | 0,005 |
| 0,4 | 0,02 | 0,013 | 0,010 |
| 0,6 | 0,03 | 0,020 | 0,015 |
| 0,8 | 0,04 | 0,027 | 0,020 |
| 1,0 | 0,05 | 0,033 | 0,025 |
| 1,2 | 0,06 | 0,040 | 0,030 |
| 1,4 | 0,07 | 0,047 | 0,035 |
| 1,6 | 0,08 | 0,053 | 0,040 |

Применение разворотных петель на лесовозных усах, удаленных от погрузочных пунктов, для разворота подвижного состава не приводит к снижению производительности процесса вывозки, а параметры размещения петель следует обосновывать минимизацией затрат на устройство, содержание и ликвидацию петель и дополнительных затрат, связанных с перепробегом транспортных средств по усам без груза.

Выводы

1. Анализ работ, посвященных размещению разворотных петель на лесовозных усах показал, что поиск оптимальных расстояний между разворотными петлями и погрузочными пунктами на лесовозном усе, а также положения уса, обеспечивающего минимальные затраты на вывозку

древесины, представляет собой единую комплексную задачу, при решении которой должны учитываться все особенности лесосечных работ и процесса вывозки древесины, стоимостные показатели лесовозного уса и операций лесосечных работ и вывозки древесины.

2. Установлено, что коэффициент потерь времени на развороты возрастает с увеличением дополнительного пробега транспортных средств по лесовозному усу и количества рейсов независимо от типа автотранспортного средства и конструкции уса, и не превышает величины 0,08.

3. При обосновании размещения разворотных петель на лесовозных усах целесообразно обеспечивать такие значения коэффициента потерь времени на развороты, которые будут не более половины от коэффи-

циента неиспользования времени смены, то есть 0,05.

Библиографический список

1. Сухопутный транспорт леса: учебник / В.И. Алябьев, Б.А. Ильин, Б.И. Кувалдин и др. – М.: Лесная пром-сть, 1990. – 416 с.
2. Афоничев, Д.Н. Размещение петлевых разворотов на лесовозных усах / Д.Н. Афоничев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2010. – № 6. – С. 93–96.
3. Леонович, И.И. Терминологический словарь по лесным дорогам / И.И. Леонович. – Минск: Изд-во БТИ, 1970. – 168 с.
4. СНиП 2.05.07-91*. Промышленный транспорт / Госстрой России. – АПП ЦИТП, 1996. – 120 с.
5. Афоничев, Д.Н. Оптимизация размещения внутриплощадочных дорог в сырьевых базах лесозаготовительных предприятий / Д.Н. Афоничев // Природопользование: ресурсы, техническое обеспечение: межвуз. сб. науч. тр. / ВГЛТА. – Воронеж, 2007. – Вып. 3. – С. 36–42.
6. Афоничев, Д.Н. Размещение погрузочных пунктов вдоль лесовозного уса / Д.Н. Афоничев, А.В. Пядухов, П.С. Рыбников // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвуз. сб. науч. тр. / ВГЛТА. – Воронеж, 2010. – Вып. 5. – С. 84–87.
7. Афоничев, Д.Н. Размещение лесовозного уса на лесосеке / Д.Н. Афоничев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2009. – № 3. – С. 92–94.
8. Ильин, Б.А. Основы размещения лесовозных дорог в сырьевых базах лесозаготовительных предприятий / Б.А. Ильин. – Л.: ЛТА, 1987. – 63 с.
9. Афоничев, Д.Н. Алгоритм расчета в системе автоматизированного проектирования оптимальных параметров размещения лесовозных веток и усов / Д.Н. Афоничев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2010. – № 5. – С. 82–86.
10. Афоничев, Д.Н. Обоснование потребности в подвижном составе при календарном планировании автомобильной вывозки древесины из лесосек / Д.Н. Афоничев, П.С. Рыбников // Лес. Наука. Молодежь – 2009: Матер. по итогам науч.-исслед. раб. молодых ученых ВГЛТА за 2008–2009 годы. В 2-х т. / ВГЛТА. – Воронеж, 2009. – Т. 2. – С. 9–13.
11. Афоничев, Д.Н. Модель сменного планирования работы лесовозного автотранспорта / Д.Н. Афоничев // Перспективные технологии, транспортные средства и оборудование при производстве, эксплуатации, сервисе и ремонте: межвуз. сб. науч. тр. / ВГЛТА. – Воронеж, 2009. – Вып. 4. – С. 226–232.

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОПРИВОДОВ ЛЕСНЫХ МАШИН

П.Ю. ЛОЩЕНОВ, *асп. каф. транспортно-технологических машин МарГТУ*

loschenov.pavel@yandex.ru

Исследования эксплуатационной надежности лесных машин в условиях работы на лесозаготовках проводились, по данным опорных пунктов, в ООО «Лестехком» Республики Марий Эл, в ООО «Стимул», в СПК колхоз «Красная звезда», ныне именуемый ООО «Знаменское» Кировской области.

Сбор и анализ информации проводился в соответствии с рекомендациями и методическими указаниями, разработанными ЦНИИМЭ [1, 2].

Квалификационный состав машинистов на всех тракторах и машинах состоял из механизаторов 2–3 класса со стажем работы от 3 до 15 лет. Техническое обслуживание за машинами проводилось согласно утвержденным графикам. Ремонтная база на лесосеке представлена ручным слесарным инструмен-

том и некоторыми инструментами малой механизации. Анализ надежности проводился в различные периоды эксплуатации. Наблюдения проводились с 2005 по 2010 гг.

Анализ надежности валочно-пакетирующей машины ЛП – 19Б

Анализ проведен на основании наблюдений в 2009 г. за 12 новыми машинами ЛП-19Б в период гарантийного срока (гарантийный срок составляет 1500 моточасов или 1 год), изготовленных в ООО «Лестехком» Республики Марий Эл в 2008 г. За период наблюдений было зафиксировано 66 отказов. Все отказы машин устранялись за счет фирмы ООО «Лестехком» или ее работниками. В результате затраты по гарантийному ремонту составили свыше 300000 рублей без учета за-

работной платы и командировочных. Распределение количества отказов машины ЛП-19Б показано на рис. 1.

Анализ результатов исследования показывает, что отказы ходовой части от общего количества отказов по машине составляют 59 %, гидроприводов 20 %, технологического оборудования 11 %, прочие 4 %, трансмиссии 3 %, двигателя 3 %.

Результаты исследования показывают, что на гидроприводы машины ЛП-19Б приходится 13 отказов, что составляет 20 % от всех отказов по машине, основное количество отказов приходится на рукава высокого давления 38 % и гидрораспределители 15 % от всех отказов по гидроприводам.

Распределение отказов гидроприводов по элементам показано в табл. 1.

Следует сделать вывод, что элементами гидроприводов машины ЛП-19Б, имеющими низкую эксплуатационную надежность, являются рукава высокого давления и гидрораспределители.

Т а б л и ц а 1

Распределение отказов гидроприводов по элементам

| Элементы | Кол-во отказов | % от всех отказов по гидроприводам |
|----------------|----------------|------------------------------------|
| РВД | 5 | 38 % |
| Распределители | 2 | 15 % |
| Прочие | 6 | 47 % |
| Итого | 13 | 100 % |

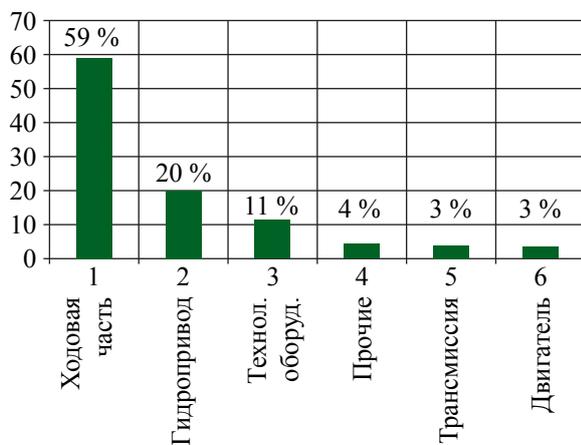


Рис. 1. Распределение количества отказов машины ЛП-19Б

Анализ надежности лесовоза Урал 4320 с гидроманипулятором марки СФ-65С (фирма Fiskars)

Анализ проведен на основании наблюдений в 2008 г. за 2 лесовозами Урал 4320 с гидроманипулятором марки СФ-65С, с пробегом автомобиля и наработкой гидропривода в среднем на машину 250000 км и 2500 моточасов соответственно в ООО «Стимул» Кировской области. За период наблюдений было зафиксировано 63 отказа.

Анализ результатов исследования показывает, что отказы от общего количества отказов по машине составляют: гидропривод 59 %, технологическое оборудование 14 %, прочие 13 %, ходовая часть 8 %, трансмиссия 3 %, двигатель 3 %. Распределение количества отказов машины Урал 4320 с гидроманипулятором СФ-65С показано на рис. 2.

Результаты исследования показывают, что на гидроприводы машины приходится 37 отказов, что составляет 59 % от всех отказов

Т а б л и ц а 2

Распределение отказов гидроприводов по элементам

| Элементы | Кол-во отказов | % от всех отказов по гидроприводам |
|----------------|----------------|------------------------------------|
| РВД | 20 | 54 % |
| Распределители | 2 | 5,4 % |
| Насосы | 1 | 2,6 % |
| Прочие | 14 | 38 % |
| Итого | 37 | 100 |

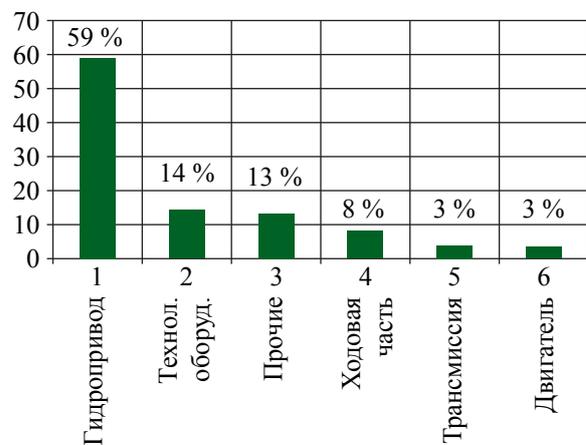


Рис. 2. Распределение количества отказов машины

по машине, основное количество отказов приходится на рукава высокого давления 54 % от всех отказов по гидроприводам.

Распределение отказов гидроприводов по элементам показано в табл. 2.

Таким образом, элементами гидроприводов машины, имеющими низкую эксплуатационную надежность, являются рукава высокого давления. Следует заметить, когда проводился анализ надежности, на машине уже были установлены рукава высокого давления отечественного производства, которые значительно уступают по надежности импортным рукавам высокого давления.

Анализ надежности трелевочного трактора ЛП – 18А

Анализ проведен на основании наблюдений с 15 октября 2005 г. по 1 апреля 2006 г. за двумя трелевочными тракторами ЛП – 18А, с объемом наработки в среднем на машину 3200 моточасов в СПК колхоз «Красная звезда», ныне именуемый ООО «Знаменское»

Т а б л и ц а 3

Распределение отказов гидроприводов по элементам

| Элементы | Кол-во отказов | % от всех отказов по гидроприводам |
|----------------|----------------|------------------------------------|
| РВД | 18 | 48,8 % |
| Распределители | 4 | 11,6 % |
| Насосы | 2 | 4,7 % |
| Прочие | 13 | 34,9 % |
| Итого | 37 | 100 % |

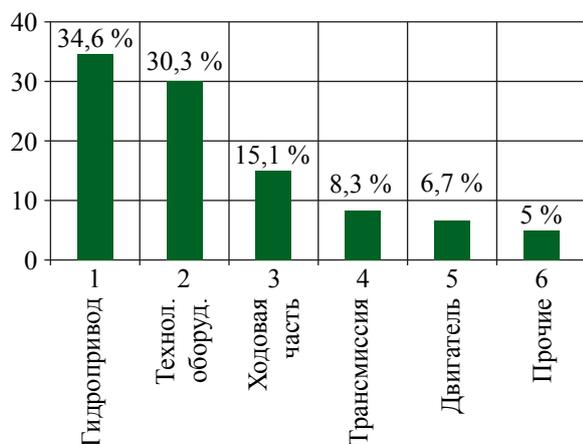


Рис. 3. Распределение количества отказов машины ЛП-18А

Кировской области. Объем стрелеванной древесины составил 8000 м³. За период наблюдений было зафиксировано 106 отказов. Распределение количества отказов машины ЛП-18А показано на рис. 3.

Анализ результатов исследования показывает, что отказы гидроприводов от общего количества отказов по машине составляют 34,6 %, технологического оборудования 30,3 %, ходовой части 15,1 %, трансмиссии 8,3 %, двигателя 6,7 %, прочие 5 %.

Результаты исследования показывают, что на гидроприводы машины ЛП-18А приходится 37 отказов, что составляет 34,6 % от всех отказов по машине, основное количество отказов приходится на рукава высокого давления 48,8 % от всех отказов по гидроприводам.

Распределение отказов гидроприводов по элементам показано в табл. 3.

Отсюда следует, что элементами гидроприводов машины ЛП-18А, имеющими низкую эксплуатационную надежность, являются рукава высокого давления.

Одной из категорий надежности машин является их долговечность, то есть способность сохранять работоспособность до наступления предельного состояния в течение всего периода эксплуатации при установленной системе технического обслуживания и ремонтов. Из всех составных частей долговечности машин наибольший интерес представляет ремонтпригодность – свойство, заключающееся в приспособленности машины к предупреждению, обнаружению и устранению отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонтов. Обеспечение ремонтпригодности гидроприводов лесных машин, имеющих наибольшее количество отказов, позволит повысить их долговечность, а следовательно, и надежность [3].

Выводы

1. Приведенная статистика отказов служит основным источником информации, дает представление о том, насколько конструкция, технология и условия эксплуатации обеспечивают желаемые показатели надеж-

ности. Поэтому не статистические данные, а расчет, прогнозирование и специальные испытания машин и их элементов являются основой для управления надежностью и обеспечения ее требуемого уровня.

2. Опыт эксплуатации гидроприводов показывает, что на сегодняшний день их надежность находится на низком уровне. Из проведенного анализа следует, что наиболее быстровыходящими из строя, имеющими низкую эксплуатационную надежность, являются элементы гидропривода, а именно рукава высокого давления, выход из строя которых приводит к большим потерям рабочей

жидкости и снижению производительности машины в результате простоев.

3. Для своевременного выявления нарушений в техническом состоянии гидроприводов необходимо регулярно проводить диагностирование.

Библиографический список

1. РТМ-1-70. Временная методика сбора информации о надежности. – Химки: ЦНИИМЭ, 1971. – 75 с.
2. РТМ-1311-3-73. Методика расчета показателей надежности. – Химки: ЦНИИМЭ, 1974. – 70 с.
3. Павлов, А.И. Надежность гидроприводов лесосечных машин: научное издание / под ред. Ю.А. Ширнина. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. – 212 с.

РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ВЕРОЯТНОСТНОГО ХАРАКТЕРА ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Д.М. ЛЕВУШКИН, *ст. преп. каф. транспорта леса МГУЛ*

levushkin@mgul.ac.ru

Основными путями повышения эффективности использования наиболее дорогой части материально-технических ресурсов в строительстве и содержании дорог – производственных ресурсов – являются: максимальное снижение ресурсоемкости проектов; совершенствование методов проектирования организации ресурсного обеспечения строительных объектов производственными ресурсами; наиболее полное использование отходов и вторичных продуктов производства; внедрение наиболее прогрессивных материалов, технологий и механизмов; повышение темпов и сокращение сроков строительства и ремонта; мониторинг и оперативное управление качеством на стадии эксплуатации.

Выполненный анализ проектных конструкций дорожных одежд нежесткого типа для региональных условий Республики Коми позволил установить зависимость общего расхода энергоресурсов на выполнение дорожно-строительных работ, которая складывается из расхода топлива на перевозку материалов и полуфабрикатов автотранспортом $Q_{ар}$, производства полу-

фабрикатов на асфальтобетонных или бетонных заводах Q_3 , дорожно-строительных материалов непосредственно на месте производства работ $Q_м$.

$$Q_3 = Q_{ар} + Q_3 + Q_м. \quad (1)$$

Интенсивность потребления топлива автотранспортом в сутки может быть рассчитана по формуле

$$Q_{ам}^c = \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^{N_T} Q_{иj} \cdot t_{ji}, \text{ л/сут}, \quad (2)$$

где M – количество марок автомобилей, участвующих в транспортной фазе;

N_T – количество автосамосвалов j -й марки в i -м перевозочном процессе;

$t_{j,i}$ – продолжительность работы автомобиля j -марки на строительном объекте в течение суток, час;

$Q_{иj}$ – нормативный расход i -го автомобиля j -марки.

Общая потребность в топливе перевозочного процесса $Q_{ар}$ определяется составом транспортного звена и общей продолжительностью перевозочного процесса

$$Q_{ам} = \sum_{j=1}^M \sum_{i=1}^{N_T} Q_{иj} \cdot T_{ji}, \quad (3)$$

где T_{ji} – общая продолжительность работы автомобиля j -й марки на строительном объекте, час.

Нормативный расход топлива для автопоездов рассчитывается согласно [1]

$$Q_n = 0,01H_{авт} L(1 + 0,01D) + H_z \cdot Z, \quad (4)$$

где L – суточный пробег автомобиля, км;

$H_{авт}$ – норма расхода топлива автомобиля-самосвала или самосвального автопоезда, л/100 км;

H_z – норма расхода топлива на каждую поездку с грузом автомобиля-самосвала, автопоезда, для автосамосвалов равна 0,25 л;

Z – количество поездок с грузом за смену;

D – поправочный коэффициент к норме в процентах, зависящий от состояния дорог и климатических условий в период перевозочного процесса

$$H_{авт} = H_s + H_w(G_{np} + 0,5q), \quad (5)$$

где H_s – транспортная норма с учетом транспортной работы (с коэффициентом загрузки 0,5), л/100 т·км;

H_w – норма расхода топлива на транспортную работу автомобиля-самосвала (если при расчете не учтен коэффициент 0,5) и на дополнительную массу самосвального прицепа или прицепа, л/100 т·км;

G_{np} – собственная масса самосвального прицепа, полуприцепа, т;

q – грузоподъемность прицепа, полуприцепа (0,5 q – с коэффициентом загрузки 0,5), т.

Суточный пробег зависит от продолжительности работы автосамосвала в течение суток T , расстояния перевозки груза l_{cp} , продолжительности одного цикла

$$L = 1,70 \cdot T \cdot l_{cp} / t_{ц}. \quad (6)$$

Продолжительность цикла работы транспортной единицы $t_{ц}$ (ч) определяется продолжительностью погрузки автосамосвала t_n средней скоростью движения транспорта с грузом и без груза V_{cp} , продолжительностью разгрузки t_p и временем на маневрирование машины t_m

$$t_{ц} = t_n + (2l_{cp} / V_{cp}) + t_p + t_m, \quad (7)$$

После преобразований с учетом (7) расход топлива составит

$$Q_n = \frac{0,017 \cdot H_s \cdot T \cdot l_{cp} (1 + 0,01D) + 0,25Z}{t_n + (2l_{cp} / V_{cp}) + t_p + t_m}, \quad (8)$$

Анализ работ [1] показывает, что время простоев автосамосвалов под погрузкой, разгрузкой зависит от грузоподъемности автосамосвала, вида перевозимого материала (табл. 1 и 2).

Количество поездок с грузом за рабочую смену одного автомобиля

$$Z = 0,85T / t_{ц}. \quad (9)$$

Расстояние перевозки грузов определяется по транспортной схеме перевозки материалов и полуфабрикатов на строительный объект. Средняя скорость автосамосвала в значительной степени зависит от состояния дорожной сети и уровня ее загрузки автотранспортом.

Анализ формулы (8) показывает, что расход топлива в значительной степени зависит от средней скорости автосамосвала, его грузоподъемности, сложности плана и продольного профиля дорог, погодных-климатических условий в период выполнения перевозочного процесса. Расчеты расхода топлива наиболее распространенного автосамосвала КамАЗ-55111 показали, что на дорогах с твердым покрытием при средней дальности перевозки материалов расход топлива изменяется от 38,6 до 69,2 л/смену (рисунок). По дорогам в пересеченной местности расход топлива изменяется на 27–29 %.

Удельный расход топлива автомобиля Q_n , л/смену можно найти по уравнению

$$Q_n = a \ln(L) + b, \text{ л/смену} \quad (10)$$

где a и b – коэффициенты уравнения, принимаются по табл. 4 в зависимости от условий перевозки грузов и марки автомобиля.

Расчет норм расхода топлива дорожно-строительными машинами может быть выполнен расчетно-аналитическим методом с учетом конструктивных особенностей машин, технологии и организации выполнения строительных работ.

Основной составляющей расхода топлива является расход в единицу времени при номинальной мощности двигателя с учетом нормативного коэффициента K , учитываю-

Продолжительность простоя автомобилей на погрузочно-разгрузочных работах при транспортировке щебня, песка, гравия, мин.

| Грузоподъемность автомобиля, т | Время погрузки | | | Время разгрузки |
|--------------------------------|------------------------|------------------------|------------|-----------------|
| | Экскаватор с ковшом | | Из бункера | |
| | менее 1 м ³ | более 1 м ³ | | |
| 2,5–4,0 | 8–9 | 4–5 | 4 | 3 |
| 4,0–7,0 | 11–13 | 5 | 6 | 4–5 |
| 7,0–10 | 15–18 | 6 | 6 | 5–6 |

Продолжительность простоя автомобилей на погрузочно-разгрузочных работах, мин.

| Грузоподъемность автомобиля, т | Время погрузки | | Время разгрузки |
|--------------------------------|----------------|------------|-----------------|
| | Из бункера | Из мешалки | |
| 2,5–4,0 | 3–4 | 6–8 | 1,5–2,5 |
| 4,0–7,0 | 4–5 | 8–10 | 2–3 |
| 7,0–10 | 5–6 | 10–14 | 3,5–4,0 |

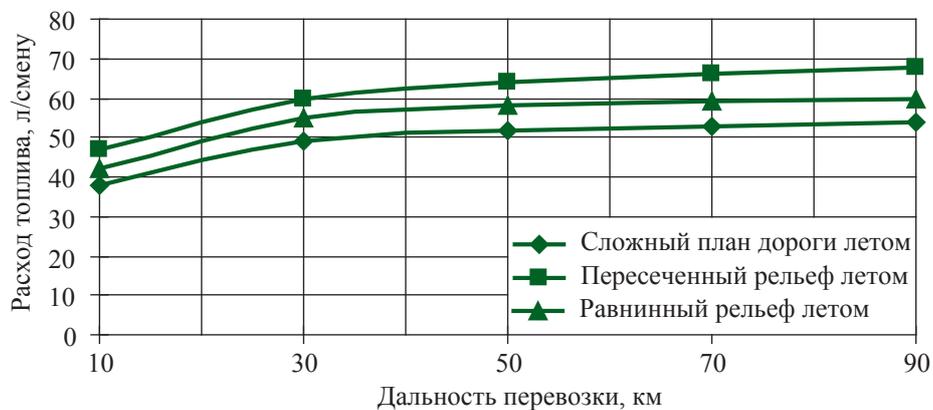


Рисунок. Изменение расхода топлива автосамосвала КАМАЗ-55111 в зависимости от дальности перевозки материалов (по дорогам с твердым покрытием)

щего особенности загрузки машин в период производства работ.

Индивидуальная норма расхода топлива на единицу рабочего времени определяется по формуле

$$H_T = g_e N_e K K_T 10^{-3}, \quad (11)$$

где H_T – удельный расход топлива при номинальной мощности двигателя, г/кВт·ч (принимают согласно данным эксплуатационных документов на двигатель);

N_e – номинальная мощность двигателя машины, согласно данным эксплуатационных документов машины;

10^{-3} – переводной коэффициент;

K_T – коэффициент нормы расхода топлива в л/Маш./ч (1,21 для дизелей, 1,35 для бензиновых). Значение интегрального коэффициента получаем

$$K = K_{ТЗ} \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{ТМ} \cdot K_{и}, \quad (12)$$

где $K_{ТЗ}$ – коэффициент, учитывающий расход топлива на запуск и нагревание двигателя, а также ежемесячное техническое обслуживание = 1,03;

K_B – коэффициент использования двигателя по времени (при отсутствии фактических значений, выполненных в реальных условиях эксплуатации, принимается по [2]);

K_M – коэффициент использования мощности двигателя;

$K_{ТМ}$ – коэффициент, учитывающий изменение расхода топлива в зависимости от степени использования мощности двигателя;

$K_{и}$ – коэффициент, учитывающий износ двигателя.

**Влияние условий эксплуатации автосамосвалов
грузоподъемностью 5,5–13 т на расход топлива**

| Условия эксплуатации автомобиля | Увеличение расхода топлива, % |
|---|-------------------------------|
| В летний период по дорогам общего пользования с твердым покрытием в равнинной местности | 0 |
| В зимний период по дорогам общего пользования с твердым покрытием в равнинной местности | 4–5 |
| В летний период по грунтовым дорогам | 70–85 |
| В летний период с тяжелыми дорожными условиями | 89–100 |
| В период весенне-осенней распутицы | 85–100 |
| В летний период по дорогам со сложным планом с твердым покрытием в равнинной местности | 10–11 |
| В зимний период по дорогам общего пользования и твердым покрытием в холмистой местности | 21–23 |
| В летний период по дорогам общего пользования и твердым покрытием в холмистой местности | 27–29 |

Т а б л и ц а 4

Значения коэффициентов уравнения (10)

| Условия перевозки грузов | Марка автосамосвалов | | | | | |
|---|----------------------|----------|----------|----------|--------------|----------|
| | КамАЗ-55111 | | МАЗ-5551 | | ЗИЛ-ММЗ-4508 | |
| | <i>a</i> | <i>b</i> | <i>A</i> | <i>b</i> | <i>a</i> | <i>b</i> |
| С твердым покрытием в равнинной местности | 6,97 | 23,36 | 5,65 | 19,94 | 3,46 | 26,26 |
| В летний период по дорогам со сложным планом с твердым покрытием в равнинной местности | 7,69 | 26,25 | 6,25 | 22,34 | 3,83 | 29,30 |
| В зимний период по дорогам общего пользования и твердым покрытием в холмистой местности | 9,01 | 29,86 | 7,35 | 25,33 | 4,56 | 33,30 |

Потребление топлива дорожно-строительными машинами в сутки I_c , может быть рассчитано по формуле

$$I_c = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L H_{Tkl} \cdot t_{kl} \quad (13)$$

где K – количество марок дорожно-строительных машин, участвующих в строительном процессе;

L – количество машин k -й марки, работающих на строительном объекте;

t_{kl} – общая продолжительность работы машин k -й марки в количестве l на строительном объекте в течение рабочей смены, ч;

H_{Tkl} – индивидуальная норма расхода l машин k -й марки.

Общая потребность в топливе для выполнения дорожно-строительных машин определяется составом дорожно-строительного потока и общей продолжительностью строительства

$$Q_c = \sum_{k=1}^K \sum_{l=1}^L H_{Tkl} \cdot T_{kl}, \quad (14)$$

где T_{kl} – общая продолжительность работы l машин k -й марки на строительном объекте, ч, может быть рассчитана по формуле

$$T_k = Q_k / \Pi_k, \quad (15)$$

где Q_k – объем работ для машин k -й марки;
 Π_k – эксплуатационная производительность l машин k -й марки, определяется организацией и технологией работ, природно-климатическими условиями и физико-механическими характеристиками обрабатываемого материала или полуфабриката.

Рассмотренная методика расчета потребности в энергоресурсах позволяет выполнить прогнозирование ресурсопотребления строительного объекта с учетом принятой организации и технологии работ, природно-климатических условий района строительства и

физико-механических свойств материалов и полуфабрикатов.

Библиографический список

1. Боровик, В.С. Проектирование организации нововведений в дорожно-строительных работах:

дис.... д-ра техн. наук / В.С. Боровик. – М., 1999. – 256 с.

2. Калгин, Ю.И. Техничко-экономические аспекты повышения межремонтных сроков дорожных одежд / Ю.И. Калгин // Научный вестник ВГАСУ. Серия «Дорожно-транспортное строительство». – Воронеж, 2003. – Вып. 1. – С. 47–51.

К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Д.М. ЛЕВУШКИН, *ст. преп. каф. транспорта леса МГУЛ*

levushkin@mgul.ac.ru

В настоящее время планирование ремонтных работ в дорожных организациях осуществляется по существующим межремонтным срокам службы покрытий дорог. Практически отсутствует объективная информация о состоянии проезжей части, ее транспортно-эксплуатационных показателях.

Сущность разрабатываемого метода управления качеством дорожных покрытий на основе оптимизации ремонтных работ сводится к созданию системы оптимального планирования, которая обеспечивает удовлетворительное состояние проезжей части при минимальных затраченных ресурсах. Существует Z возможных вариантов ремонтных работ. Каждый из них требует определенных затрат Q_i . Фактическое состояние дорожной одежды, которое оценивается показателями W_p определяет сроки проведения ремонтов t_i . Суть задачи состоит в том, чтобы из Z возможных вариантов ремонтных работ выбрать удовлетворяющий условию $R(Q_i, t_i) \rightarrow W_{max}$ при $Q_i \rightarrow min$ и $t_i \rightarrow j$. (1)

Ограниченные материальные ресурсы дорожной организации определяют еще одно условие: суммарные затраты на ремонтные работы ΣQ_i не должны превышать имеющихся возможностей дорожной организации.

Учитывая, что затраты на новое строительство, реконструкцию и капитальные ремонты достаточно постоянны, а для управления качеством дорожных покрытий вполне достаточно среднего и текущего ремонтов, то в дальнейшем будут рассматриваться в основном затраты по двум последним видам ремонтных работ [1].

Система оптимального планирования в своей основе содержит принцип минимальных народнохозяйственных затрат. Таким образом, практическое решение поставленной задачи основано на минимизации среднегодовых суммарных дорожно-транспортных затрат с учетом стоимостей средних и текущих ремонтов и транспортных затрат

$$Z_{cp} = \frac{Q}{t} + \frac{0}{t} + \frac{0}{t} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где Z_{cp} – среднегодовые суммарные затраты;
 $Q, L(t)$ – затраты на средний и текущий ремонт;
 $T(t)$ – транспортные затраты;
 t – координата времени.

Для реализации условия (1) необходимо иметь физические зависимости для его составляющих, объективную информацию о состоянии дорожной одежды и условиях эксплуатации автомобильной дороги.

Слагаемые формулы (1) подчиняются определенным физическим законам. Ниже рассматриваются расчетные формулы и зависимости для практической реализации условия (1) и прогнозирования состояния проезжей части автомобильных дорог.

Затраты на выполнение среднего ремонта Q определяют на основе калькуляций дорожной организации в зависимости от вида выполняемых ремонтных работ. Там же берутся данные по стоимости текущего ремонта.

В процессе службы дороги происходит разрушение покрытия. При этом степень

разрушения зависит от условий движения, срока службы и других факторов

$$\omega(t) = \frac{\theta^3 \sqrt[3]{0,001 \cdot N_p \cdot q^{-t_0}}}{1,95 \cdot K_{np}^7} \cdot e^{0,125 \sqrt{K_{np}} (t_0+t)}, \quad (3)$$

где $\omega(t)$ – площадь разрушений в % от площади проезжей части на t -й год службы, отсчитываемый от нулевого года планирования;

N_p – расчетная интенсивность движения, приведенная к автомобилям труппы А;

q – среднегодовой прирост интенсивности движения;

K_{np} – коэффициент запаса прочности дорожной одежды;

$$K_{np} = E_{\phi} / E_{тр},$$

где E_{ϕ} , $E_{тр}$ – фактический и требуемый модули упругости дорожной одежды;

t_0 – срок службы покрытия до нулевого года наблюдений;

θ – коэффициент, зависящий от типа покрытия: асфальтобетон – 1,15, щебеночное, обработанное вяжущим материалом – 1,90, битумоминеральные смеси (смешение на дороге) – 5,50.

Экспериментальные исследования, проведенные на дорогах общего пользования Республики Коми, подтвердили зависимость (2) и показали возможность ее использования при прогнозировании объемов разрушений дорожных покрытий [2].

При определении ежегодных затрат на текущий ремонт можно использовать выражение

$$L(t) = 0,01 F W(t) \rho \psi, \quad (4)$$

где F – площадь покрытия, на 1 км дороги, м²;

ρ – стоимость текущего ремонта 1 м² покрытия с учетом местных условий, руб./м²;

ψ – коэффициент, учитывающий затраты по содержанию проезжей части.

Выражение (4) получено по материалам экспериментальных исследований и в результате обработки статистических данных дорожных хозяйств. Установлена величина коэффициента ψ , который для дорог республиканского значения равен 2,5; районного –

2,0 и местного – 1,6. Выражение (4) с учетом (3) принимает вид

$$L(t) = \frac{5,13 \cdot 10^{-4} F \rho \psi \theta^3 \sqrt[3]{N_p q^{-t_0}}}{K_{np}^7} \cdot e^{0,125 \sqrt{K_{np}} (t_0+t)}, \quad (5)$$

Суммарные затраты за период t получены путем интегрирования выражения (5)

$$L(t) = \int_0^t \frac{5,13 \cdot 10^{-4} F \rho \psi \theta^3 \sqrt[3]{N_p q^{-t_0}}}{K_{np}^7} \cdot e^{0,125 \sqrt{K_{np}} (t_0+t)} dt = \frac{4,1 \cdot 10^{-4} F \rho \psi \theta^3 \sqrt[3]{N_p q^{-t_0}}}{K_{np}^{7,5}} \cdot (e^{0,125 \sqrt{K_{np}} t} - 1). \quad (6)$$

Тогда среднегодовые суммарные затраты на текущий ремонт будут равны

$$\frac{\sum_0^t L(t)}{t} = \frac{4,1 \cdot 10^{-3} F \rho \psi \theta^3 \sqrt[3]{N_p q^{-t_0}} \cdot e^{0,125 \sqrt{K_{np}} t}}{t \cdot K_{np}^{7,5}} \times (e^{0,125 \sqrt{K_{np}} t} - 1). \quad (7)$$

Транспортная составляющая суммарных затрат зависит от интенсивности и состава движения, себестоимости перевозок. Если принять какой-либо автомобиль за расчетный, а остальной состав движения привести к нему, то транспортные затраты определяются выражением

$$T(t) = 306 \cdot N_s a(t), \quad (8)$$

где N_s – приведенная интенсивность движения в единицах расчетных автомобилей, ед./сут.;

$a(t)$ – себестоимость перевозок для расчетного автомобиля в i -ом году, руб./маш.км;

306 – число рабочих дней в году.

Анализ состава движения на автомобильных дорогах показал, что наиболее рационально принять за расчетный автомобиль ЗИЛ-130.

Статистический анализ позволил определить среднее значение себестоимости перевозок автомобилем ЗИЛ-130, а экспериментальные исследования подтвердили полученные ранее результаты по взаимосвязи между себестоимостью перевозок и скоростью движения, скоростью движения и ровностью проезжей части.

Получена зависимость

$$a = 0,106 + 9 \cdot 10^{-5} \cdot S, \quad (9)$$

где S – показатель ровности проезжей части, измеренный толчкомером, см/км.

Для определения характера изменения себестоимости перевозок во времени $a(t)$ изучен вопрос деградации ровности проезжей части. Экспериментальные исследования подтвердили полученные ранее закономерности изменения показателя ровности в процессе эксплуатации дороги [2]. Формула для прогнозирования состояния ровности проезжей части после соответствующей корреляции имеет вид

$$S_t = S_0 + \alpha t \cdot e^{0,05t}, \quad (10)$$

где S_t – показатель ровности проезжей части дороги на t -й год эксплуатации, см/км;

S_0 – показатель ровности проезжей части при $t = 0$, см/км;

α – параметр, определяемый по формуле (для двухполосных дорог)

$$\alpha = \frac{0,65(15,3 - B)\delta}{(h_n - 2)^{0,6} \cdot \sqrt{(K_{np} - 0,7)^3 + 0,87(K_{np} - 0,8) - 2,3 \cdot 10^{-2} h_n}} \cdot \exp[4,5 \cdot 10^{-4} N_p + \dots] \quad (11)$$

где B – ширина проезжей части, м;

δ – коэффициент, учитывающий дорожно-климатическую зону;

h_n – приведенная толщина верхних слоев дорожной одежды, см.

Используя зависимость (10) и (11) из (8), получим

$$T(t) = 306 \cdot N_3 [0,106 + 9 \cdot 10^{-5} (S_0 + \alpha t \cdot e^{0,05t})]. \quad (12)$$

Интегрирование выражения (12) позволяет подучить величину суммарных транспортных затрат за время t

$$\sum_0^t T(t) = \int_0^t 306 \cdot N_3 [0,106 + 9 \cdot 10^{-5} (S_0 + \alpha t \cdot e^{0,05t})] dt = 306 \cdot N_3 \{ t(0,106 + 9 \cdot 10^{-5} S_0) + 9 \cdot 10^{-5} \alpha \cdot [(e^{0,05t} / 0,05)(t - 20) + 400] \}.$$

Среднегодовые суммарные транспортные затраты будут равны

$$\frac{\sum_0^t T(t)}{t} = 306 \cdot N_3 [0,106 + 9 \cdot 10^{-5} S_0 + 1,8 \cdot 10^{-3} \alpha t^{-1} (e^{0,05t} (t - 20) + 20)]. \quad (13)$$

Учитывая (6) и (12), выражение (2) для определения среднегодовых суммарных дорожно-транспортных затрат будет иметь вид

$$Z_{cp} = \frac{Q}{t} + 4,1 \cdot 10^{-3} t^{-1} K_m^{7,5} F \rho \psi \theta \sqrt[3]{N_0 q^{-t_0}} \times e^{0,125 \sqrt{K} \cdot t} (e^{0,125 \sqrt{K} \cdot t} - 1) + 306 \cdot N_3 [0,106 + 9 \cdot 10^{-5} S_0 + 1,8 \cdot 10^{-3} \alpha t^{-1} (e^{0,05t} (t - 20) + 20)]. \quad (14)$$

Применение выражения (14) при выполнении условия (1) позволяет определить оптимальные сроки проведения ремонта и выбрать наиболее рациональные виды ремонтных работ.

По результатам расчетов с помощью разработанного метода управления качеством дорожных покрытий лесовозных автомобильных дорог были составлены планы ремонтных работ на опытных участках дорог. Анализ полученных планов показал, что многие участки дорог подлежат ремонту в установленные межремонтные сроки. Однако имеется значительное количество участков, где действующие межремонтные сроки оказываются как больше, так и меньше рекомендуемых. Это связано как с качеством выполнения предыдущих ремонтов, так и с условиями работы одежд, изменениями в составе движения и другими факторами, влияющими на эксплуатацию дорожных покрытий.

Библиографический список

1. Бурмистрова, О.Н. Совершенствование надежности и эффективности лесовозных автомобильных дорог в условиях Северо-Западного региона: дисс. ... д-ра техн. наук / О.Н. Бурмистрова. – Воронеж: ВГЛТА, 2006. – 392 с.
2. Скрыпников, А.В. Технический отчет оценки прочности дорожной одежды автомобильной дороги местного значения Ираель–Ижма–Усть-Цильма / А.В. Скрыпников, Е.В. Кондрашова. – Сыктывкар, 2009. – 32 с.

МОДИФИКАЦИЯ АМИНОАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ СОВРЕМЕННЫМИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

С.М. ТАРАСОВ, доц. каф. хим. технологии древесины и полимеров МГУЛ, канд. техн. наук,
В.И. АЗАРОВ, проф. каф. хим. технологии древесины и полимеров, д-р техн. наук,
А.М. ИВАНОВА, асп. каф. хим. технологии древесины и полимеров МГУЛ

caf-htdip@mgul.ac.ru

Аминоальдегидные олигомеры всегда были широко используемыми материалами для склеивания древесины, изготовления древесно-стружечных и древесно-волоконистых плит. Это объясняется, прежде всего, невысокой стоимостью и доступностью сырья для их получения, а также удобством их применения. Аминоальдегидные олигомеры растворяются в воде, имеют хорошую адгезию к целлюлозным материалам, в отвержденном состоянии бесцветны, обладают достаточной прочностью, стойкостью к воздействию окружающей среды.

Благодаря своим свойствам за последние десятилетия аминоальдегидные олигомеры зарекомендовали себя в качестве перспективных связующих для производства целлюлозных материалов, в том числе бумаги и картона [1]. Это особенно важно сейчас, когда растущие требования по выработке высококачественных бумаги и картона требуют внедрения новых проклеивающих веществ на основе синтетических материалов.

Аминоальдегидные олигомеры обеспечивают целлюлозно-волоконистым материалам повышенную прочность, водостойкость, уменьшают пылимость, а также позволяют снизить себестоимость бумаги и картона за счет экономии реагентов и замены дорогостоящих целлюлозных волокон более дешевыми, например древесномассными или макулатурными.

Несмотря на то, что имеются определенные перспективы использования аминоальдегидных олигомеров в производстве целлюлозно-волоконистых материалов, применение их в данной области еще недостаточно широкое. Ограничивающими факторами здесь являются токсичность олигомеров, а также низкая водостойкость, хрупкость и неэластичность в отвержденном состоянии. Таким образом, актуальной задачей в настоящее время является

устранение недостатков и повышение качества аминоальдегидных олигомеров, что можно достичь при помощи модификации.

В течение многих лет над данной проблемой работали сотрудники кафедры ХТДиП. Опытным путем было доказано, что одним из эффективных модификаторов аминоальдегидных олигомеров являются катионные крахмалы [2, 3]. Новые полимерные составы на основе аминоальдегидных олигомеров и катионных крахмалов сочетают в себе лучшие свойства и тех и других. Они придают целлюлозным материалам физико-механические свойства, которые не могут быть достигнуты при использовании аминоальдегидных олигомеров и катионных крахмалов в отдельности [4]. Новые модифицированные олигомеры повышают механическую прочность целлюлозно-волоконистых материалов, не придавая хрупкости готовому продукту.

В табл. 1 приведены выборочные данные ранее проведенных экспериментов по получению карбамидомеламиноформальдегидных олигомеров, модифицированных катионным крахмалом различных марок. Мольное соотношение карбамида к формальдегиду составило 1:2, содержание катионного крахмала варьировалось от 3 до 5 %. В результате оказалось, что наиболее приемлемыми для модификации являются катионные крахмалы зарубежного производства.

Однако полученные олигомеры имели достаточно короткие сроки хранения, не превышающие 2 месяцев. Как показали микроскопические исследования, с течением времени в дисперсиях олигомеров начинают происходить коагуляционные процессы, в результате которых частицы дисперсии собираются в агрегаты, а сама дисперсия превращается в непригодный к использованию гель [5]. Данное обстоятельство является нежела-

Свойства модифицированных КМФО при содержании катионного крахмала 3, 4 и 5 %

| Вид модификатора – катионный крахмал | | Свойства | | | | | |
|--------------------------------------|-----|--------------------------------------|---|---------------------------------|-----------------|--|----------------------------|
| | | внешний вид 30 %-го водного раствора | массовая доля свободного формальдегида, % | содержание метилольных групп, % | вязкость, мПа·с | время желатинизации при 100 °С с 1 % NH ₄ Cl, с | смешиваемость с водой 1:20 |
| Б-32 | 3 % | Полупрозрачный с желтоватым оттенком | 0,5–0,6 | 16,7–17,4 | 21 | 50–55 | возможен осадок |
| | 4 % | | 0,3–0,4 | 16,5–17,3 | 26 | 50–60 | возможен осадок |
| | 5 % | | 0,2–0,3 | 16,4–17,1 | 30 | 50–65 | осадок |
| Empresol NE 25 E | 3 % | Полупрозрачный с белым оттенком | 0,4–0,5 | 16,8–17,6 | 18 | 40–50 | полная |
| | 4 % | | 0,2–0,3 | 16,8–17,4 | 21 | 50–60 | полная |
| | 5 % | | 0,1–0,2 | 16,7–17,1 | 26 | 50–65 | полная |
| Emcatsol КОС | 3 % | Полупрозрачный с белым оттенком | 0,4–0,5 | 16,7–17,5 | 17 | 40–45 | возможен осадок |
| | 4 % | | 0,2–0,3 | 16,5–17,3 | 20 | 45–55 | возможен осадок |
| | 5 % | | 0,1–0,2 | 16,5–17,0 | 24 | 50–60 | осадок |
| Emcat С3 Jet | 3 % | Полупрозрачный с белым оттенком | 0,4–0,5 | 16,8–17,6 | 19 | 40–50 | полная |
| | 4 % | | 0,2–0,3 | 16,7–17,4 | 23 | 50–60 | полная |
| | 5 % | | 0,1–0,2 | 16,6–17,1 | 26 | 55–65 | полная |

тельным в условиях производства, хотя сроки хранения олигомеров и позволяют использовать определенное количество дисперсий.

Выявлено также, что по срокам хранения модифицированные карбамидомеламиноформальдегидные олигомеры значительно уступают модифицированным карбамидоформальдегидным, стабильность которых доходит до 5 месяцев. Однако меламин, входящий в состав олигомера, придает ему более высокую водостойкость в отвержденном состоянии. К тому же меламин содействует связыванию свободного формальдегида и способствует уменьшению токсичности аминокальдегидных смол. Поэтому устранение меламина из состава олигомера неразумно. Оптимально было бы найти другой путь улучшения свойств получаемых олигомеров, нежели устранение из их состава меламина.

Итак, с помощью микроскопических исследований было доказано, что главной причиной старения дисперсий аминокальдегидных олигомеров является коагуляция дисперсных частиц, устранить которую полагается возможным, включив в состав олигомера модификатор, снижающий поверхностное натяжение. В качестве такого модификатора мы предлагаем использование некоторых

ПАВ, в частности алкиламидопропилбетаина высших жирных кислот [6]. Данное вещество является амфотерным, т.е. содержит в молекуле как гидрофильную, так и гидрофобную часть и в зависимости от рН раствора может являться донором или акцептором протона. В качестве катионной группы алкиламидопропилбетаина высших жирных кислот содержат четвертичную аммониевую группу, а в качестве анионной – карбоксильную.

В слабокислой среде бетаины адсорбируют протон, в результате чего ионизированная карбоксильная группа становится электронейтральной.

В промышленности алкиламидопропилбетаины высших жирных кислот используются в производстве бытовых моющих средств. По внешнему виду это жидкость светло-желтого цвета. Содержание активного вещества не ниже 30 %.

Алкиламидопропилбетаин как модификатор аминокальдегидных олигомеров способствует снижению токсичности, а также повышает стабильность полимерных составов за счет снижения эффекта агрегатообразования.

Нами были получены и исследованы некоторые образцы карбамидомеламиноформальдегидных олигомеров, модифицирован-

Т а б л и ц а 2

Свойства модифицированных КМФО при содержании катионного крахмала 3, 4 и 5 % и алкиламидопропилбетаина высших жирных кислот 1, 3 и 5 % по сухому веществу

| Вид модификатора – катионный крахмал марки «Emcat C3 Jet» + алкиламидопропилбетаин высших жирных кислот | | Свойства | | | | | |
|---|-----|--|--|---------------------------------------|--------------------|---|------------------------------------|
| | | внешний вид 30 %-го водно- го раствора | массовая доля свободного формальдеги- да, % | содержание метилольных групп, % | вязкость, мПа·с | время желати- низации при 100 °С с 1 % NH ₄ Cl, с | смешива- емость с водой 1:20 |
| При содержании катионного крахмала 3 % | | | | | | | |
| Содержание ал- киламидопропил- бетаина высших жирных кислот | 1 % | Полупрозрач- ный с белым оттенком | 0,2–0,4 | 16,6–17,4 | 18 | 45–55 | полная |
| | 3 % | | 0,2–0,3 | 16,5–17,3 | 17 | 45–55 | полная |
| | 5 % | | 0,1–0,2 | 16,4–17,2 | 16 | 50–60 | полная |
| При содержании катионного крахмала 4 % | | | | | | | |
| Содержание ал- киламидопропил- бетаина высших жирных кислот | 1 % | Полупрозрач- ный с белым оттенком | 0,2–0,3 | 16,5–17,2 | 22 | 55–65 | полная |
| | 3 % | | 0,1–0,2 | 16,4–17,1 | 21 | 55–65 | полная |
| | 5 % | | 0,1 | 16,3–17,0 | 20 | 60–70 | полная |
| При содержании катионного крахмала 5 % | | | | | | | |
| Содержание ал- киламидопропил- бетаина высших жирных кислот | 1 % | Полупрозрач- ный с белым оттенком | 0,1 | 16,4–16,9 | 25 | 60–70 | полная |
| | 3 % | | 0,1 | 16,3–16,8 | 25 | 60–70 | полная |
| | 5 % | | около 0,1 | 16,2–16,7 | 24 | 65–75 | полная |

Т а б л и ц а 3

Свойства модифицированных КМФО при содержании катионного крахмала 3, 4 и 5 % и диэтаноламида 1, 3 и 6 % по сухому веществу

| Вид модификатора – катионный крахмал марки «Emcat C3 Jet» + диэтаноламид | | Свойства | | | | | |
|---|-----|--|---|---------------------------------------|--------------------|--|------------------------------------|
| | | внешний вид 30 %-го вод- ного раствора | массовая доля свободного фор- мальдегида, % | содержание метилольных групп, % | вязкость, мПа·с | время желатини- зации при 100 °С с 1 % NH ₄ Cl, с | смешива- емость с водой 1:20 |
| При содержании катионного крахмала 3 % | | | | | | | |
| Содержание диэтаноламида | 1 % | Полупрозрач- ный с белым оттенком | 0,3–0,4 | 16,6–17,4 | 19 | 40–50 | полная |
| | 3 % | | 0,2–0,3 | 16,5–17,3 | 17 | 45–55 | полная |
| | 6 % | | 0,1–0,2 | 16,3–17,1 | 16 | 50–60 | полная |
| При содержании катионного крахмала 4 % | | | | | | | |
| Содержание диэтаноламида | 1 % | Полупрозрач- ный с белым оттенком | 0,2–0,3 | 16,5–17,3 | 23 | 50–60 | полная |
| | 3 % | | 0,1–0,2 | 16,4–17,2 | 22 | 55–65 | полная |
| | 6 % | | 0,1 | 16,3–17,0 | 21 | 60–70 | полная |
| При содержании катионного крахмала 5 % | | | | | | | |
| Содержание диэтаноламида | 1 % | Полупрозрач- ный с белым оттенком | 0,1–0,2 | 16,5–17,0 | 26 | 55–65 | полная |
| | 3 % | | 0,1 | 16,4–16,9 | 26 | 60–70 | полная |
| | 6 % | | около 0,1 | 16,3–16,7 | 25 | 65–75 | полная |

ных катионным крахмалом марки «Emcat C3 Jet» и алкиламидопропилбетаином высших жирных кислот. Свойства полученных олигомеров приведены в табл. 2. Соотношения основных компонентов по разработанной рецептуре были следующие:

Формальдегид – 42–40 %;

Карбамид (основная загрузка) – 35–33 %;

Карбамид (дополнительная загрузка) – 6–5,6 %

Меламин – 5–4,7 %.

Соотношения модификаторов в ходе экспериментов изменялись. Так, содержание катионного крахмала в полученных образцах составило 3, 4 и 5 % по сухому веществу, количество алкиламидопропилбетаина – 1, 3 и 5 %.

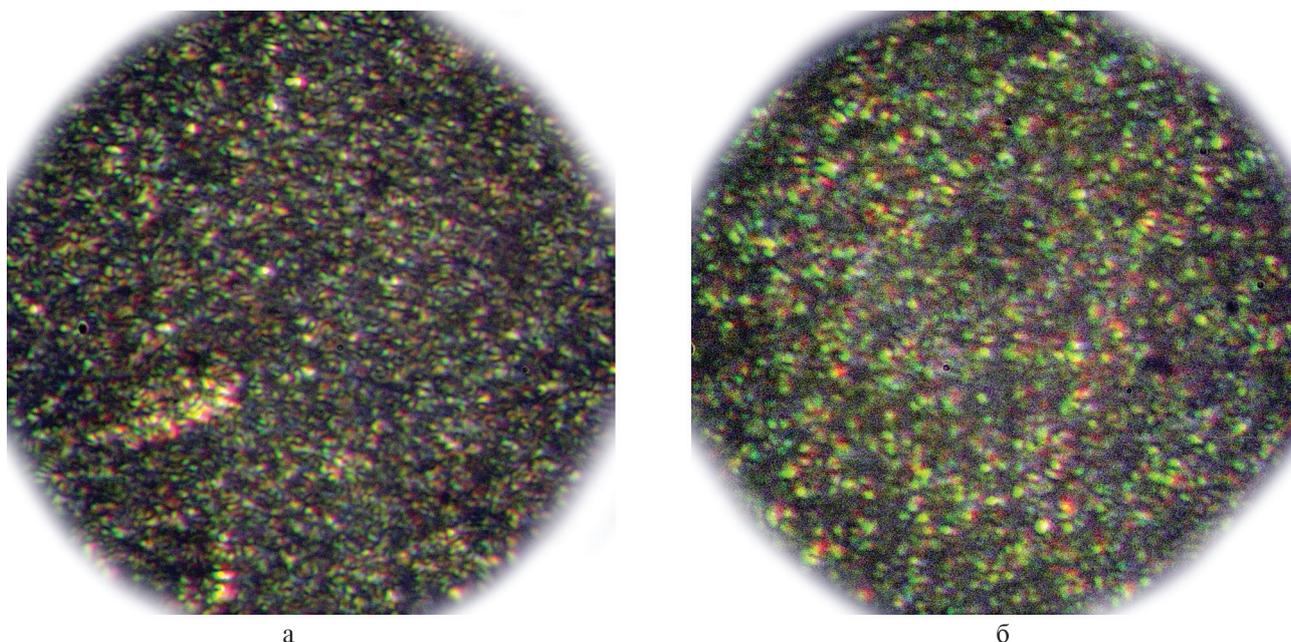


Рис. 1. Дисперсия КМФ-олигомера, модифицированного катионным крахмалом и алкиламидопропилбетаином жирных кислот: а – сразу после приготовления; б – после 2 месяцев хранения

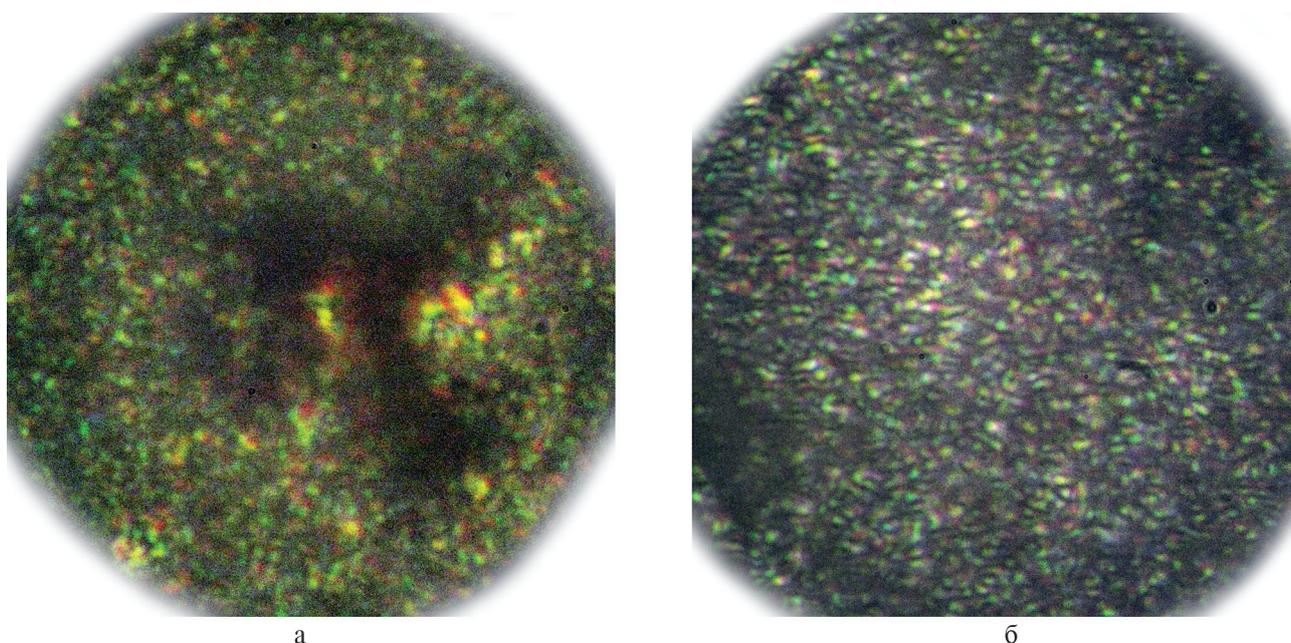


Рис. 2. Дисперсия КМФ-олигомера: а – модифицированного катионным крахмалом после 2 месяцев хранения; б – модифицированного катионным крахмалом и диэтаноламидом, после 2 месяцев хранения

Результаты исследования полученных олигомеров показали, что при совместной модификации смол катионным крахмалом и алкиламидопропилбетаином значительно снижается массовая доля свободного формальдегида, которая даже при содержании катионного крахмала 3 % по сухому веществу может составлять около 0,1 %. Наблюдается некоторое снижение содержания метилоль-

ных групп, понижение вязкости олигомеров, увеличение времени желатинизации при 100 °С.

Микроскопические исследования полученных олигомеров показали, что олигомеры, в состав которых входит алкиламидопропилбетаин, являются более стабильными, чем олигомеры, содержащие в качестве модификатора лишь катионный крахмал.

На рис. 1а приведена фотография КМФО, модифицированного алкиламидопропилбетаином и катионным крахмалом, сразу же после приготовления. На рис. 1б представлена фотография того же олигомера после 2 месяцев хранения. Концентрация дисперсии составила 25 % по сухому веществу.

Как видно из рис. 1, структурное распределение дисперсных частиц в образце является достаточно равномерным. Такая же равномерность в структуре олигомера наблюдается спустя 3 месяца хранения.

В качестве модификатора карбамидомеламиноформальдегидных олигомеров также хорошо зарекомендовал себя диэтаноламид. Это неионогенное поверхностно-активное вещество. По внешнему виду вязкая жидкость светло-желтого или светло-коричневого цвета. В промышленности диэтаноламид применяется в сокомпозиции шампуней, жидкого мыла, пены для ванн. Преимуществом диэтаноламида по сравнению с алкиламидопропилбетаином жирных кислот является меньшее пенообразование.

Модификация карбамидомеламиноформальдегидных олигомеров катионным крахмалом в сочетании с диэтаноламидом позволяет получать стабильные во времени составы с улучшенными свойствами. Олигомеры, полученные с использованием диэтаноламида, представляют собой густые полупрозрачные жидкости.

Микроскопические исследования модифицированных олигомеров доказывают положительное влияние диэтаноламида на свойства синтезированных смол. Дисперсии модифицированных катионным крахмалом и диэтаноламидом карбамидомеламиноформальдегидных олигомеров имеют сроки хранения, превышающие 2 месяца. По сравнению с КМФО, модифицированными только катионным крахмалом, новые олигомеры, в состав которых входит диэтаноламид, имеют равномерное распределение дисперсных частиц даже по истечении 2 месяцев хранения. Для сравнения в статье приведен рисунок, на котором изображена дисперсия КМФО, модифицированного катионным крахмалом (рис. 2а), дисперсия КМФО, модифицированно-

го катионным крахмалом и диэтаноламидом после 2 месяцев хранения (рис. 2б).

Как видно из приведенных рисунков, распределение частиц в дисперсии КМФО, модифицированной катионным крахмалом и диэтаноламидом, намного равномернее, чем в дисперсии КМФО, модифицированной катионным крахмалом.

В табл. 3 приведены результаты исследования основных свойств полученных олигомеров. Для синтеза использовался катионный крахмал марки «Emcat C3 Jet» в количествах 3, 4 и 5 % по сухому веществу. Соотношение карбамида к формальдегиду составило 1:2. Диэтаноламид брался в количестве 1, 3 и 6 % по сухому веществу.

В полученных олигомерах наблюдалось снижение содержания свободного формальдегида до 0,1 % и менее, а также некоторое уменьшение содержания метилольных групп, понижение вязкости и некоторое повышение времени желатинизации при 100 °С.

Наиболее оптимальным, на наш взгляд, является количество диэтаноламида 3 % по сухому веществу. При отмеченном количестве диэтаноламида образуются достаточно стабильные во времени олигомеры с уменьшенным эффектом пенообразования и достаточно хорошими свойствами.

Эффект пенообразования свойственен и олигомерам, в состав которых входит алкиламидопропилбетаин. Наиболее оптимальное количество алкиламидопропилбетаина в синтезируемом олигомере, на наш взгляд, составляет 3 % по сухому веществу. Данное количество алкиламидопропилбетаина позволяет снизить эффект агрегатообразования, а следовательно, повысить сроки хранения дисперсий модифицированных КМФО, не предавая значительного эффекта пенообразования.

Исследования в области применения современных ПАВ в качестве модификаторов карбамидомеламиноформальдегидных олигомеров еще не закончены. Однако доказано, что применение поверхностно-активных веществ в составе КМФО является перспективным для решения основной проблемы карбамидомеламиноформальдегидных олигомеров – повышения сроков хранения.

Библиографический список

1. Крылатов, Ю.А. Проклейка бумаги / Ю.А. Крылатов, И.Н. Ковернинский – М.: Лесная пром-сть, 1987. – 288 с.
2. Азаров, В.И. Синтез катионных крахмалокарбамидоформальдегидных полимеров / В.И. Азаров, С.М. Тарасов, М.А. Лукоянова – Науч. тр. – Вып. 329(6). – М.: МГУЛ, 2005. – С. 39–42.
3. Тарасов, С.М. Модификация карбамидоформальдегидных олигомеров различными видами катионного крахмала / С.М. Тарасов, В.И. Азаров, М.А. Тарасова – Науч. тр. – Вып. 335. – М.: МГУЛ, 2006. – С. 71–74.
4. Тарасов, С.М. Опыт использования модифицированных аминокраммальдегидных олигомеров в производстве бумажно-картонных материалов / С.М. Тарасов, В.И. Азаров, Г.Н. Кононов и др. – Науч. тр. – Вып. 334 (7). – М.: МГУЛ, 2006. – С. 52–55.
5. Тарасов, С.М. Исследование стабильности дисперсий аминокраммальдегидных олигомеров, модифицированных катионными крахмалами / С.М. Тарасов, А.М. Иванова – Науч. тр. – Вып. 349. – М.: МГУЛ, 2010. – С. 132–141.
6. Абрамзон, А.А. Поверхностные явления и поверхностно-активные вещества: справочник / А.А. Абрамзон, Л.Е. Боброва, Л.П. Зайченко и др. – Л.: Химия, 1984. – 392 с.

**ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫЕ ПЛИТЫ НА ОСНОВЕ
КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ,
МОДИФИЦИРОВАННОЙ НАНОРАЗМЕРНЫМ ШУНГИТОМ**

Н.Г. ПАНОВ, *асп. каф. технологии металлов и ремонта ПетрГУ*,
А.В. ПИТУХИН, *проф. каф. технологии металлов и ремонта ПетрГУ, д-р техн. наук*,
С.С. РОЖКОВ, *н. с. лаборатории физико-химических исследований нанокремниевых материалов Института геологии Карельского научного центра РАН, канд. хим. наук*,
В.Е. ЦВЕТКОВ, *проф. каф. технологии древесных плит и пластиков МГУЛ, д-р техн. наук*,
В.Г. САНАЕВ, *проф. каф. древесиноведения МГУЛ, д-р техн. наук*,
О.В. ФИРЮЛИНА, *асп. каф. технологии и оборудования лесного комплекса ПетрГУ*

tsvetkov@mgul.as.ru

Развитие нанотехнологий в России приобретает все большее значение. Перспективным направлением в данной области является получение новых композиционных материалов на основе древесины, а именно – модификация наноразмерными наполнителями древесных материалов, таких как древесно-стружечные плиты (ДСП). Однако такие наполнители пока не применяются в производстве древесных плит, несмотря на их большое разнообразие и актуальную необходимость повышения потребительских свойств ДСП, таких как водостойкость и физико-механическая прочность [1–3]. Помимо этих характеристик актуальна и экологичность плит, а именно – низкое содержание свободного формальдегида в ДСП. Вследствие этого возникает потребность модернизации ДСП, т.е. модифицирование структуры связующего ДСП, состоящего из карбамидоформальдегидной смолы и хлорида аммония, на уровне, соизмеримом с наноразмерным.

Ранее было показано, что в процессе отверждения меламиноформальдегидной, фенолформальдегидной и карбамидоформальдегидной смолы с шунгитом образуется трехмерная сетка, которая повышает физико-механические свойства материала [4]. Это достигается при модифицировании связующего на основе соответствующих смол путем введения тонкодисперсного шунгитового наполнителя вследствие аналогичного механизма взаимодействия смолы с нанокремниевым [5, 6]. По результатам этих исследований было принято решение изучить влияние наноразмерного шунгитового наполнителя (НШН) на физико-механические, водостойкие и экологические свойства ДСП.

Высококремниевые шунгитовые породы добывают на Зажогинском месторождении в Медвежьегорском районе Республики Карелия. Перед добавлением в связующее шунгит был измельчен и подвергнут специальной обработке для выделения

наноструктурных элементов и их стабилизации [7].

Целью данной работы является исследование влияния НШН на физико-механические и водостойкие свойства однослойных древесно-стружечных плит на основе карбамидоформальдегидного связующего, а также оценка влияния наполнителя на экологические свойства

Образцы однослойных плит для испытаний были изготовлены в лаборатории кафедры технологии древесных плит и пластиков Московского государственного университета леса. Применялась стружка фракции 3/0, содержащая 60 мас. % хвойных и 40 мас. % лиственных пород. Влажность стружки составляла $W = 4\%$.

Связующее готовили на основе следующих компонентов:

– водный раствор карбамидоформальдегидной смолы (КФС) марки КФ-НФП производства ПК «Корпорация Электрогорск мебель» концентрацией 66 %;

– хлорид аммония в виде водного раствора концентрацией 20 %.

Для модифицирования ДСП в связующее вводили НШН с размером частиц 50–100 нм, влажностью 0,7 % и удельной поверхностью 120 м²/г. НШН был предоставлен лабораторией физико-химических исследований

наноуглеродных материалов Института геологии КарНЦ РАН. Состав наполнителя представлен в табл. 1.

Содержание связующего составляло 13 мас. % от стружки, количество НШН варьировалось в пределах 0–20 мас. % от водного раствора КФС. Режимы прессования: $T_{\text{плит прес-са}} = 200\text{ }^{\circ}\text{C}$, скорость прессования $\xi = 0,35\text{ мин/мм}$ и давление $P = 2,5\text{ МПа}$.

Полученные однослойные ДСП были испытаны на:

1. Прочность при статическом изгибе.

Проведенные испытания соответствуют ГОСТ 10635-88 [8]

2. Прочность при растяжении.

Проведенные испытания соответствуют ГОСТ 10636-88 [9]

3. Водостойкость.

Проведенные испытания соответствуют ГОСТ 10634-88 [10]

4. Содержание свободного формальдегида.

Проведенные испытания, соответствуют ГОСТ 27678-88[11]

Для оценки активности наноразмерного наполнителя в связующем определили время желатинизации смолы при изменении концентрации наполнителя. Испытания проводили по ГОСТ 14231-88 [12]. Результаты, представленные в табл. 2, показывают, что заметное снижение времени желатинизации происходит при увеличении НШН от 0 до 10 мас. %.

Были получены и исследованы лабораторные образцы ДСП с содержанием НШН (Φ) от 0 до 20 мас. %.

На рис. 1 представлены зависимости предела прочности при статическом изгибе (а) и при растяжении перпендикулярно пласти плиты (б) от концентрации НШН.

Из зависимостей, представленных на рис. 1, видно, что при введении НШН до 10 мас. % в композицию ДСП наблюдается значительный рост показателей прочности. По сравнению с контролем прочность при статическом изгибе увеличилась на 41 %, а прочность при растяжении перпендикулярно пласти плиты выросла на 104 %. Такие

Т а б л и ц а 1

Состав наноразмерного шунгитового наполнителя

| Содержание компонентов в порошке | Вес, % |
|----------------------------------|-------------|
| C | 28,0 – 31,0 |
| SiO ₂ | 56,0 – 60,0 |
| Al ₂ O ₃ | 4,3 – 5,5 |
| Fe ₂ O ₃ | 2,0 – 6,0 |
| K ₂ O | 1,3 – 1,5 |
| MgO | 0,9 – 1,4 |
| TiO ₂ | < 0,45 |
| Na ₂ O | < 0,4 |
| CaO | ~ 0,1 |

Т а б л и ц а 2

Зависимость времени желатинизации карбамидоформальдегидной смолы от концентрации НШН

| Содержание НШН, мас.ч. | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 |
|------------------------|----|------|----|------|----|
| T жел, с | 73 | 71,5 | 69 | 69,5 | 69 |

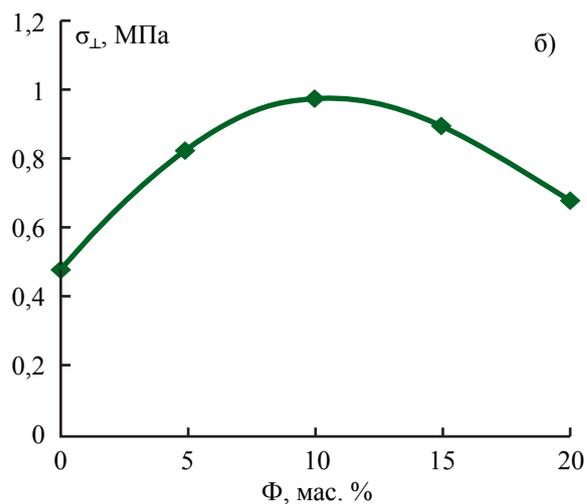
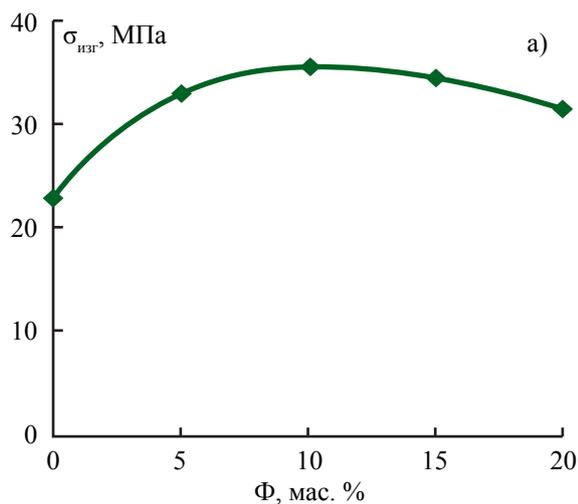


Рис. 1. Зависимости предела прочности композиций ДСП при статическом изгибе а) – ($\sigma_{изг}$) и при растяжении перпендикулярно пласти плиты б) – ($\sigma_{т}$) от концентрации НШН

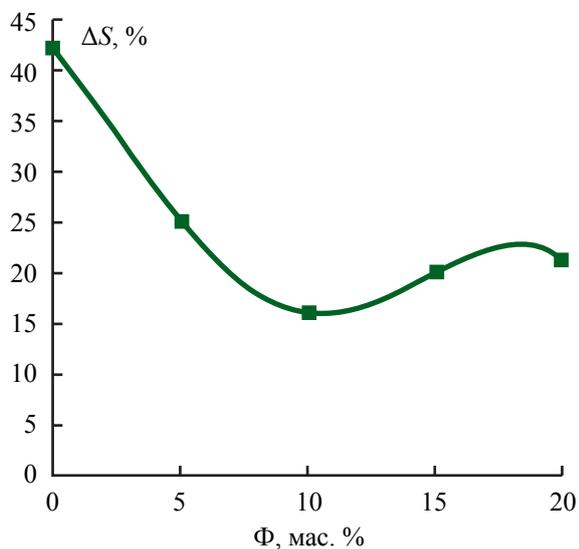


Рис. 2. Зависимость разбухания (ΔS) по толщине от концентрации НШН

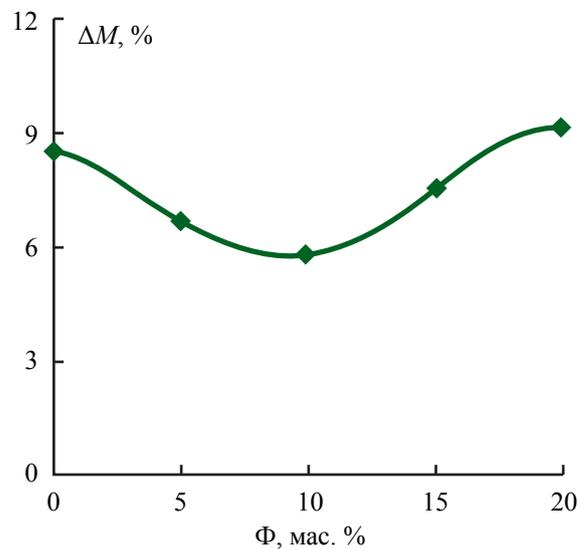


Рис. 3. Зависимость водопоглощения (ΔM) по массе от концентрации НШН



Рис. 4. Зависимость содержания свободного формальдегида в ДСП от концентрации НШН

высокие показатели физико-механических свойств можно объяснить установленной ранее способностью НШН образовывать трехмерную наноуглеродную сетку в структуре ДСП, распространяющуюся по всему объему материала, приводящую к формированию более прочной структуры [13]. Обе зависимости (рис.1) имеют максимум при одинаковой концентрации НШН 10 мас. %, что соответствует максимальной прочности образующейся наноразмерной сетки.

На рис. 2 и 3 представлены зависимости показателей разбухания и водопоглощения плит от концентрации НШН.

Из графиков видно, что при введении НШН в связующее ДСП происходит значительное уменьшение показателей разбухания и водопоглощения плит, что говорит о повышении водостойкости данного продукта. Такие показатели можно объяснить высокой прочностью и низкой проницаемостью по воде пленки смола-наноуглерод, концентрация которой увеличивается на поверхности плиты по сравнению с объемом при прессовании [14].

Также из рис. 2 и 3 видно, что максимальным показателям водостойкости соответствуют составы с концентрацией НШН 10 мас. %.

На гистограмме (рис. 4) показана зависимость содержания свободного формальдегида в ДСП от концентрации НШН. Оказалось, что при введении НШН в карбамидоформальдегидную смолу, наблюдается существенное снижение содержания свободного формальдегида. Данный эффект растет с увеличением концентрации наночастиц и связан с химическим взаимодействием наноуглерода с формальдегидом.

Кроме того, из данной гистограммы следует, что при концентрации НШН 10 мас. % наблюдается значительное снижение содержания свободного формальдегида.

Таким образом, для получения оптимума прочностных и технологических свойств ДСП необходимо вводить 10 мас. % НШН.

Выводы

1. Получены композиции ДСП на основе карбамидоформальдегидной смолы КФ-

НФП с наноразмерным шунгитовым наполнителем при концентрациях от 0 до 20 мас. %.

2. Максимальные значения предела прочности при статическом изгибе и растяжении перпендикулярно пласти наблюдаются для образцов плиты при концентрации НШН 10 мас. %. При этом показатели возрастают на 41 % и 104 % при изгибе и растяжении.

3. Введение НШН приводит к повышению водостойкости ДСП. При оптимальной концентрации 10 мас. % НШН разбухание по толщине за 24 часа уменьшается на 32 %, а водопоглощение снижается в 1.5 раза,

4. Наблюдается снижение содержания свободного формальдегида в готовой продукции при содержании 10 % НШН на 21 %.

Библиографический список

1. Леонович, А.А. Физико-механические основы образования древесных плит / А.А. Леонович. – СПб.: ХИМИЗДАТ, 2003 – 192 с.
2. Панов, Н.Г. Повышение прочностных свойств древесных материалов на основе применения нанотехнологии / Н.Г. Панов // Технология и оборудование химической переработки биомассы дерева. Химия древесины. – СПб.: СПбГЛА, – 2010. – С. 173–176.
3. Панов, Н.Г. Нанотехнологии и их перспективы в машиностроении: тез. докл. 61 научная студенческая конференция / Н.Г. Панов. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2009. – С. 82–83.
4. Рожкова, Н.Н. Наноуглерод шунгитов / Н.Н. Рожкова. – Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011. – 100 с.
5. Рожкова, Н.Н. Влияние модифицирования шунгитового наполнителя с помощью поверхностно-активных веществ и его влияние на физико-механические и проводящие свойства полимерных композиционных материалов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Н.Н. Рожкова. – СПб., – 1992. – 20 с.
6. B. Voigt, McQueen D. H., Pelis`kova M., Rozhkova N. Electrical and Mechanical Properties of Melamine-Formaldehyde-Based Laminates With Shungite Filler//Polymer. Composite, 2005, 26(4).P.552–562.
7. Рожкова, Н.Н. Технологии для многоуровневой активации наноуглерода шунгитовых пород / Н.Н. Рожкова // Геодинамика, магматизм, седиментогенез и минерагения Северо-Запада России. – Петрозаводск: Институт геологии КарНЦ РАН, 2007. – С. 335–339.
8. ГОСТ 10635-88. Плиты древесно-стружечные. Методы определения предела прочности и модуля упругости при изгибе. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 4 с.

9. ГОСТ 10636-88. Плиты древесно-стружечные. Методы определения предела прочности при растяжении перпендикулярно пласти плиты. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 6 с.
10. ГОСТ 14231-88. Смолы карбаминоформальдегидные. Технические условия. – М.: ИПК Изд-во стандартов, 1998. – 15 с.
11. ГОСТ 10634-88. Плиты древесно-стружечные. Методы определения физических свойств. – М.: Комитет стандартизации и метрологии, 1988. – 5 с.
12. ГОСТ 27678-88. Плиты древесно-стружечные и фанера. Перфораторный метод определения содержания формальдегида. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 14 с.
13. Рожкова, Н.Н. Роль непланарных графеновых частиц в формировании нанокластеров шунгитового углерода / Н.Н. Рожкова // Сб. докладов конференции посвященной 50-летию Института геологии КарНЦ РАН «Геология Карелии от архея до наших дней». – 2011. – С. 180–187.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ НА ОСНОВЕ СОВМЕЩЕННЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ

Д.А. КОЖЕВНИКОВ, *асп. Костромского ГТУ*,
С.А. УГРЮМОВ, *проф. каф. механической технологии древесины Костромского ГТУ,
д-р техн. наук*

kojanij@mail.ru; ugr-s@yandex.ru

В настоящее время производство композиционных материалов бурно развивается в различных отраслях промышленности, причем древесные плитные материалы занимают второе место по распространенности среди композиционных материалов [1]. Основным фактором повышения эффективности производства плитных древесных материалов является снижение материалоемкости путем использования всех возможных отходов деревообработки, а также пригодных отходов перерабатывающих производств сельского хозяйства.

В качестве дешевого и доступного сырья для производства композиционных плит и других прессованных материалов высокого качества может применяться костра льна, которая ежегодно образуется в больших количествах при первичной обработке льна и в настоящее время не находит значимого применения в промышленности и эффективных способов утилизации. Применение костры льна при изготовлении конструкционных плит сопряжено с технологической сложностью процесса осмоления частиц костры, обладающих специфическими свойствами, несколько отличающимися от свойств древесных наполнителей [2]. Однако технологические сложности, связанные с осмолением частиц костры, достаточно просто решаются путем применения модифицированных клеевых составов [3, 4].

Высокие физико-механические характеристики плит можно получить в ходе изготовления плит на основе совмещенных наполнителей (древесных частиц в смеси с кострой) [5].

Применительно к условиям плитного производства ОАО Фанплит г. Костромы разработан технологический проект организации выпуска конструкционных плит на основе совмещенных наполнителей. По проекту намечается производство однослойных плит на базе горячего пресса ПР-6А с применением древесного наполнителя (измельченных отходов сопутствующего фанерного производства) и костры льна, взятых в соотношении 1:1, осмоленных модифицированным клеевым составом.

Основные отличия технологии производства плит на основе совмещенных наполнителей от традиционной технологии производства древесно-стружечных плит заключаются в изменении:

- технологии подготовки клеевого состава, поскольку требуется дополнительная операция введения модификатора смолы, реконструкция склада сырья и организация начальной подготовки сырья;
- организации склада сырья, необходимо введение дополнительного участка подготовки кострового сырья;
- организации начальной подготовки сырья, поскольку не требуется разделения

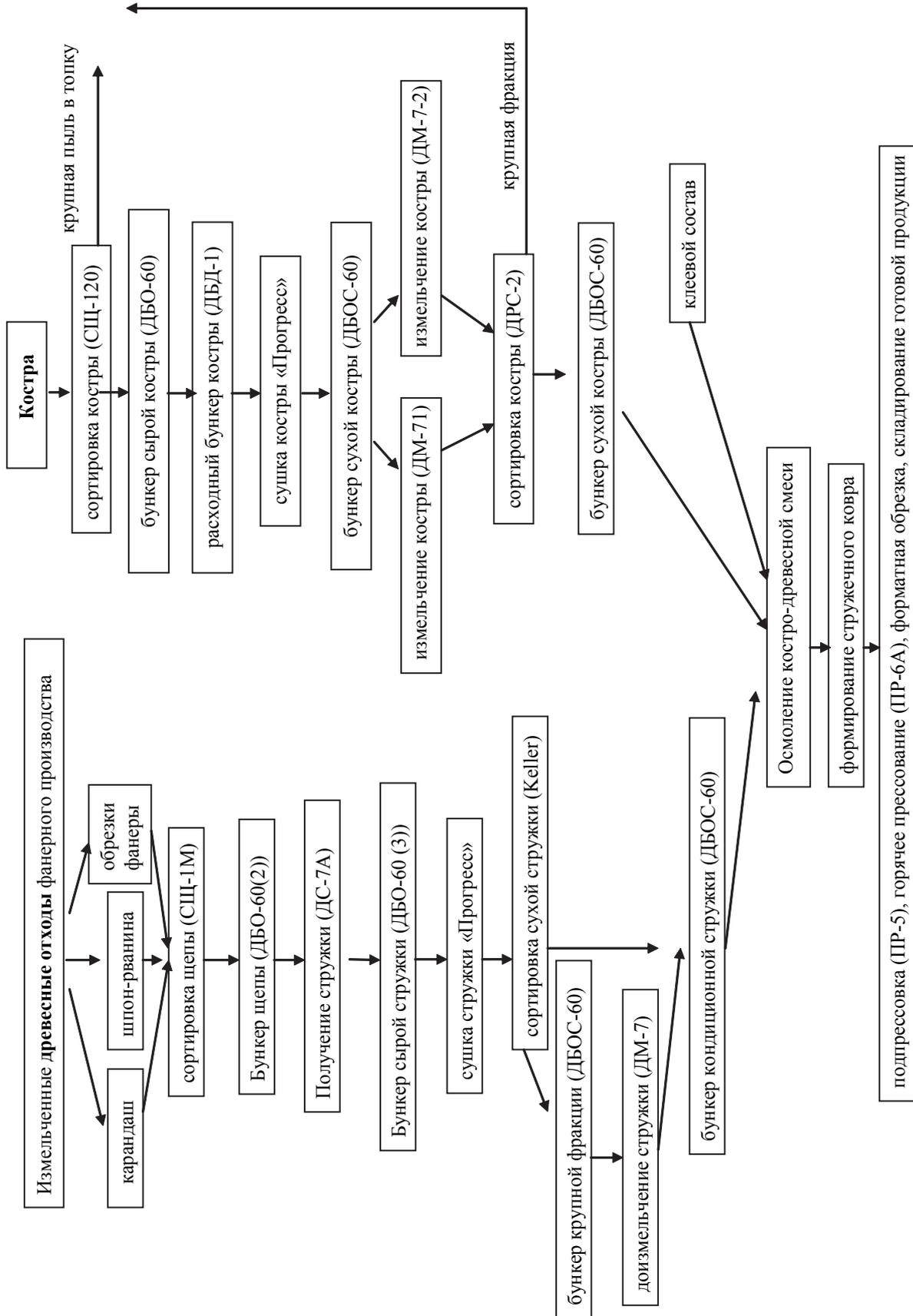


Рис. 1. Структурная блок-схема производства плит на основе совмещенных наполнителей

стружки на фракции для наружного и внутреннего слоев.

Общая схема технологического процесса производства однослойных плит на основе совмещенных наполнителей представлена на рис. 1.

Исходным сырьем и материалами в данном производстве являются:

- измельченные древесные отходы сопутствующего фанерного производства;
- костра льна, доставленная с льноперерабатывающих предприятий Костромской области;
- карбамидоформальдегидная смола марки КФ-Н-66П по СТП 5500-01-00255177;
- хлористый аммоний технический по ГОСТ 2210;
- карбамид по ГОСТ 2081;
- модификатор клеевого состава бутанол – 1 или иной модификатор.

Технологический процесс подготовки костры льна для производства плит включает следующие операции:

- складирование и подготовка костры;
- сортировка костры;
- сушка костры;
- сортировка сухой костры;
- приготовление связующего;
- смешивание костры и древесной стружки со связующим.

Все остальные операции (формирование стружечного ковра, холодная подпрессовка, горячее прессование, форматная обрезка, шлифование, сортировка, складирование, выдержка на складе) выполняются аналогично производству традиционных древесно-стружечных плит.

Складирование и хранение запаса костры осуществляется на открытом складе.

Сортировка костры осуществляется следующим образом. Системой пневмотранспорта костра направляется на открытый склад для дальнейшей сортировки. Костра поступает на ситовую сортировку СЩ-120, обеспечивающую отделение кондиционной фракции от некондиционной. Крупная (некондиционная) фракция, не прошедшая через верхнее сито СЩ-120, и прошедшие через нижнее сито пыль и мелкая костра направляются

по транспортеру на топливо. Размеры частиц льняной костры (длина 1–3 см, ширина 2–3 мм и толщина 0,1–0,3 мм) позволяют получать плиты с гладкой поверхностью. Размер ячеек сит на сортировке СЩ-120 составляет 39х39 мм и 5х5мм.

Кондиционная фракция системой пневмотранспорта направляется в горизонтальные бункеры сырой костры модели ДБД-1.

Сушка костры осуществляется в барабанных сушильных агрегатах типа «Прогресс».

В качестве агента сушки используются топочные газы, получаемые от сжигания костровых отходов (корни, короткое волокно, пыль, получаемая от шлифования костроплит). Скорость сушки, т.е. время прохождения материала по сушильному барабану, зависит от первоначальной влажности материала и размеров костры, поэтому процесс сушки должен регулироваться за счет изменения:

- скорости прохождения газа по сушильному барабану путем изменения живого сечения отверстия дымососа (регулируется заслонкой);
- количества подаваемого материала в сушилку (регулируется шлюзовым затвором-дозатором).

Высушенный материал попадает в накопительный бункер ДБОС-60, откуда поступает на сортировку стружки ДРС-2, где происходит отделение крупной фракции и пыли от кондиционной костры. Некондиционная фракция направляется на сжигание. Кондиционная фракция поступает в расходный бункер ДБОС-60.

Приготовление связующего осуществляется следующим образом. Раствор модифицированной смолы из цеха смол закачивается в мешалки – буферный запас в клееприготовительное отделение цеха. По мере необходимости смолу перекачивают в расходные емкости, расположенные на антресолях. Коэффициент рефракции смолы должен соответствовать от 1,437 до 1,440.

Приготовление отвердителя производится в клееприготовительном отделении

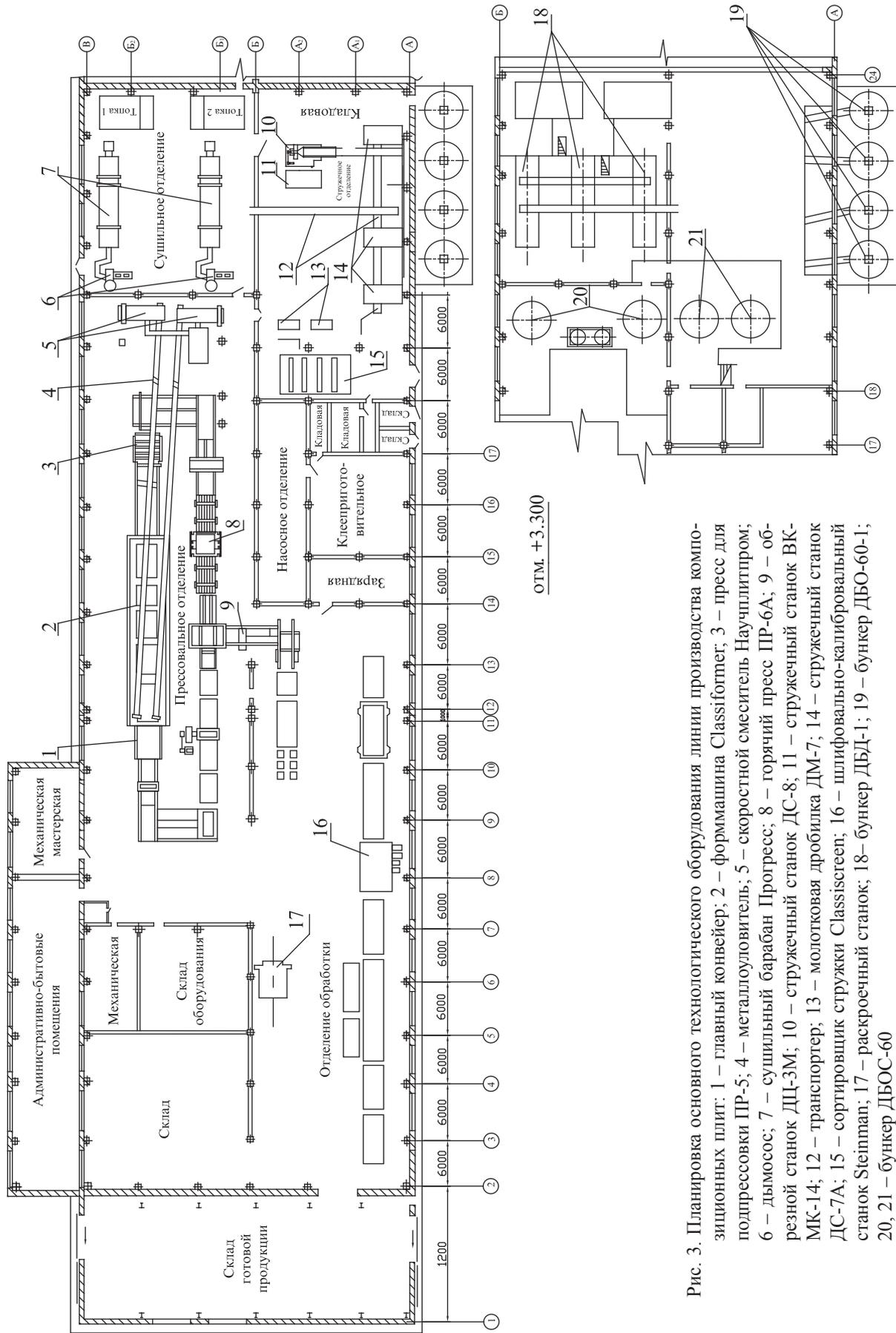


Рис. 3. Планировка основного технологического оборудования линии производства композиционных плит: 1 – главный конвейер; 2 – форммашина Classifortmer, 3 – пресс для подпрессовки ПР-5; 4 – металлоуловитель; 5 – скоростной смеситель Научлитпротом; 6 – дымосос; 7 – сушильный барабан Прогресс; 8 – горячий пресс ПР-6А; 9 – об-резной станок ДЦ-3М; 10 – стружечный станок ДС-8; 11 – стружечный станок ВК-МК-14; 12 – транспортер; 13 – молотковая дробилка ДМ-7; 14 – стружечный станок ДС-7А; 15 – сортировщик стружки Classiscreen; 16 – шифовально-калибровальный станок Steinman; 17 – бункер ДБО-60-1; 18 – бункер ДБД-1; 19 – бункер ДБО-60-1; 20, 21 – бункер ДБОС-60

вается в расходные емкости над смесителями. Расход отвердителя должен составлять от 4 до 6 весовых частей от рабочего раствора смолы. Рецепт приготовления отвердителя может быть изменен в зависимости от свойств наполнителя, режимов прессования, требуемых физико-механических свойств плит. Коэффициент рефракции отвердителя составляет от 1,4 до 1,41. Время отверждения связующего при температуре 100 °С составляет от 60 до 90 с.

Компоненты связующего поступают в смеситель.

Рабочий раствор смолы перистальтическим насосом НП-25 или насосом Г 11-25 подается в камеру смешивания высокоскоростного смесителя. Туда же из расходной емкости (объемом 0,9 м³) при помощи насоса 504 У подается отвердитель, расход которого устанавливается по ротаметру. Готовое связующее через полый вал смесителя и форсунки подается в рабочую камеру смесителя, где при помощи 34-х лопаток, расположенных под углом к оси вала от 0 до 45 °, происходит перемешивание стружечной массы со связующим и перемещение в сторону разгрузочного аппарата.

Необходимое количественное соотношение между кострой, древесной стружкой, смолой и отвердителем, поступающим в смеситель, определяется расчетным путем.

Осмоленная смесь транспортируется в формирующие машины.

Влажность осмоленной стружечной массы должна быть (22±2) %. Контроль влажности осмоленной производится системой автоматического контроля и ручным влагомером ДИ-2М.

План расположения оборудования на участке подготовки костры льна представлен на рис. 2. Планировка основного технологического оборудования линии производства плит на основе совмещенных наполнителей представлена на рис. 3.

Технико-экономические расчеты [6] показали эффективность процесса производства плит на основе совмещенных наполнителей. В отличие от выпуска традиционных древесно-стружечных плит возможно снижение техно-

логической потребности в смоле за счет введения модифицирующей добавки и снижения расхода при качественном и равномерном распределении по поверхности наполнителя; снижение затрат на электроэнергию за счет снижения загрузки энергоемкого оборудования, отвечающего за подготовку древесной стружки, даже несмотря на введение дополнительных единиц оборудования. Некоторое уменьшение производственных затрат наблюдается за счет экономии в электроэнергии на участке сушки костры, так как ее исходная влажность при соответствующих способах хранения незначительная (до 30 %).

Таким образом, производственные затраты и себестоимость снижаются при выпуске качественной конкурентоспособной продукции, удовлетворяющей требованиям ГОСТ 10632-07 на древесно-стружечные плиты.

Библиографический список

1. Леонович, А.А. Некоторые вопросы развития производства древесных плит / А.А. Леонович // Древесные плиты: теория и практика. Материалы международной научно-технической конференции. – СПб.: Изд-во политехн. ун-та, 2011. – С. 3–8.
2. Угрюмов, С.А. Сравнительная оценка свойств древесины и костры льна как наполнителей композиционных материалов / С.А. Угрюмов, А.А. Боровков, А.Б. Щербаков // Научные труды молодых ученых КГТУ. – Кострома : КГТУ, 2007. – Вып. 8. – Ч. I. – С. 135–138.
3. Угрюмов, С.А. Модифицирование карбамидоформальдегидной смолы для производства кстроплит / С.А. Угрюмов, В.Е. Цветков // Деревообрабатывающая промышленность. – 2008. – № 3. – С. 16–18.
4. Угрюмов, С.А. Применение теории адгезии и смачивания для модификации фенолформальдегидного олигомера, используемого для осмоления костры / С.А. Угрюмов, В.Е. Цветков // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2008. – № 2. – С. 104–106.
5. Угрюмов, С.А. Плитные композиционные материалы на основе совмещенных наполнителей / С.А. Угрюмов, Д.А. Кожевников // Вестник КГТУ. – 2009. – № 20. – С. 34–36.
6. Технико-экономические аспекты производства кстроплит / С.А. Угрюмов, Е.А. Боровков, Д.А. Кожевников // Актуальные проблемы лесного комплекса: сборник научных трудов. – Брянск: БГИТА, 2009. – Вып. 24. – С. 192–194.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЗАПАСОВ СТРУЖКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В.М. РЯБКОВ, *проф. каф. управления автоматизированными производствами ЛПК МГУЛ, канд. техн. наук,*

С.В. РЯБКОВ, *региональный менеджер фирмы ГРЕКОН, Германия,*

Е.Б. КОЗЛОВА, *доц. каф. геодезии и строительного дела МГУЛ*

ryabkov@mgul.ac.ru; lena@mgul.ac.ru

В составе технологических линий по производству древесно-стружечных плит (ДСП), как правило, предусматриваются бункера щепы, сырой, сухой и осмоленной стружки. Наличие таких межоперационных запасов необходимо для компенсации колебаний производительности и сбоев в работе оборудования линии.

В настоящее время в линиях одинаковой производительности и набора оборудования установлены различные по объему бункеры и наоборот – в разнотипных линиях одинаковые по объему бункеры. Считают, что чем больше объем бункеров, тем надежней работает вся технологическая линия. Но с другой стороны, чем больше объемы, тем выше затраты на содержание бункеров и на хранение в них межоперационных запасов. В связи с этим при модернизации действующих и проектировании новых технологических линий возникает задача определения оптимальных объемов, а при управлении работой линии – задача определения оптимальных текущих запасов в них [1].

В общем случае технологические линии по производству древесно-стружечных плит имеют структуру (рисунок).

Здесь Y_1, Y_2, \dots, Y_k – участки производства; B_2, \dots, B_k – промежуточные бункеры; $K \geq K_2 \geq K_1 \geq I$. Такая структура при $K = K_2$ переходит в линейную.

При отсутствии сбоев интенсивности входа и выхода i -го бункера принимаем оди-

наковыми и равными g_i . В случае сбоя j -го участка происходит заполнение предшествующего и опустошение следующего за ним бункеров. В дальнейших рассуждениях принято допущение о том, что за время восстановления отказавшего участка и последующего восстановления оптимальных текущих запасов в бункерах новых сбоев не происходит.

Итак, задача формулируется следующим способом: необходимо найти оптимальные объемы бункеров V_i^B и оптимальные текущие запасы в бункерах V_i^T , обеспечивающие минимум потерь по критерию

$$C = \frac{1}{T} \left[\sum_{i=1}^K C_{npi} + \sum_{i=2}^K \int_0^T (C_i^T(V_i(t)) + C_i^B(V_i)) dt \right],$$

$$C \rightarrow \min, \quad (1)$$

где C_{npi} – потери от простоя участка Y_i за период времени T (для участка Y_1 это, в основном, потери от сокращения выпуска продукции, для участка сушки – это потери от перерасхода топлива за время простоя и т. д.);

C_i^B – затраты на содержание i -го бункера в единицу времени;

C_i^T – затраты на содержание i -го запаса в единицу времени;

$V_i(t)$ – объем i -го запаса в момент времени t .

При этом должны выполняться ограничения

$$V_i^B \geq 0; 0 \leq V_i^T \leq V_i^B; i = 2, 3, \dots, K. \quad (2)$$

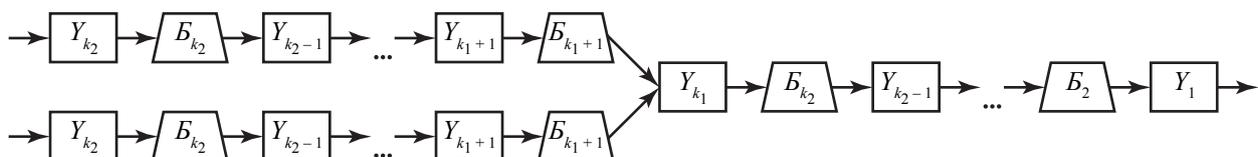


Рисунок. Структура линии производства ДСП

Критерий оптимизации (1) можно преобразовать к виду

$$C = \frac{1}{T} \left\{ \sum_{i=1}^K \bar{C}_{npi} \sum_{j=1}^K \tau_{npj} n_j^{ot} + \sum_{i=2}^K [TC_i^B(V_i^B) + \sum_{j=1}^K n_j^{ot} \bar{C}_{ij} + (T - \sum_{j=1}^K \bar{\tau}_{eij} n_j^{ot}) C_i^T(V_i^T)] \right\}, C \rightarrow \min, \quad (3)$$

где \bar{C}_{npi} – потери от простоя участка Y_i за единицу времени;

$\bar{\tau}_{npj}$ – среднее время простоя i -го участка при отказе j -го;

n_j^{ot} – количество отказов j -го участка за период времени T ;

\bar{C}_{ij} – средние затраты на содержание запасов в i -м бункере за время $\bar{\tau}_{eij}$;

$\bar{\tau}_{eij}$ – среднее время до восстановления текущего запаса в i -м бункере от момента отказа в j -го участка.

Избавляясь от времени T , получаем

$$C = \sum_{i=1}^K \bar{C}_{npi} \sum_{j=1}^K \bar{\tau}_{npj} \bar{n}_j^{ot} + \sum_{i=2}^K [C_i^B(V_i^B) + \sum_{j=1}^K \bar{n}_j^{ot} + (1 - \sum_{j=1}^K \bar{\tau}_{eij} \bar{n}_j^{ot}) \cdot C_i^T(V_i^T)], C \rightarrow \min, \quad (4)$$

где \bar{n}_j^{ot} – среднее количество отказов j -го участка в единицу времени $\bar{n}_j^{ot} = n_j^{ot} / T$.

Найдем входящие в (4) неизвестные $\bar{\tau}_{npj}$, $\bar{\tau}_{eij}$, \bar{C}_{ij} , \bar{n}_j^{ot} . Для этого введем еще ряд переменных:

τ'_{ij} – максимальное время, в течение которого величина запаса в i -м бункере может оставаться постоянной при отказе j -го участка;

τ''_{ij} – максимальное время работы i -го участка при отказе j -го;

$d_{ij} = \begin{cases} q_i & \text{если при отказе } j\text{-го} \\ & \text{участка бункер } B_i \text{ наполняется} \\ -q_i & \text{если бункер } B_i \text{ опустошается;} \end{cases}$

α – запас по производительности;

$\bar{\tau}_{ei}$ – среднее время восстановления i -го участка.

Пусть известны интенсивность возникновения отказов λ_i для участников производства и функции плотности вероятности $g_i(\tau)$, длительности отказов τ_{ei} .

Тогда

$$\bar{\tau}_{ei} = \int_0^{\infty} \tau g_i(\tau) d\tau.$$

При отказе j -го участка время τ_{npj} определяется по формуле

$$\tau_{npj} = \begin{cases} 0, & \text{если } \tau_{bj} \leq Q_{ij} \\ \tau_{ej} - Q_{ij}, & \text{если } \tau_{bj} > Q_{ij} \end{cases} \quad (5)$$

при $i \neq j, i = 1, \dots, k$.

При $i = j, \tau_{npj} = \tau_{ei}$.

Величины τ'_{ij} , τ''_{ij} , Q_{ij} , d_{ij} можно определить по формулам (6)

| | | |
|---------------------|---|--|
| | $1 \leq i \leq K_1$ | |
| $j < i$ | $\tau'_{ij} = \sum_{e=j+1}^{i-1} (V_e^B - V_e^T) / q_e; \tau''_{ij} = Q_{ij} = \tau'_{ij} + (V_i^B - V_i^T) / q_i; d_{ij} = q_i$ | |
| $i \leq j \leq K_2$ | $\tau'_{ij} = \sum_{e=i+1}^j V_e^T / q_e; \tau''_{ij} = \tau'_{ij} + V_i^T / q_i; Q_{ij} = \tau'_{ij}; d_{ij} = -q_i$ | |
| $K_2 < j \leq K$ | $\tau'_{ij} = \sum_{e=K_2+1}^j V_e^T / q_e + \sum_{e=i+1}^{K_1} V_e^T / q_e; \tau''_{ij} = \tau'_{ij} + V_i^T / q_i; Q_{ij} = \tau'_{ij}; d_{ij} = -q_i$ | |
| | $K_1 < i \leq K_2$ | |
| $i \leq j \leq K_2$ | $\tau'_{ij} = \sum_{e=i+1}^j V_e^T / q_e; \tau''_{ij} = \tau'_{ij} + V_i^T / q_i; Q_{ij} = \tau'_{ij}; d_{ij} = -q_i$ | |
| $j < i$ | $\tau'_{ij} = \sum_{e=j+1}^{i-1} (V_e^B - V_e^T) / q_e; \tau''_{ij} = Q_{ij} = \tau'_{ij} + (V_i^B - V_i^T) / q_i; d_{ij} = q_i$ | |
| $K_2 < j \leq K$ | $\tau'_{ij} = \sum_{e=K_2+1}^j (V_e^B - V_e^T) / q_e; \tau''_{ij} = Q_{ij} = \tau'_{ij} + (V_i^B - V_i^T) / q_i; d_{ij} = q_i$ | |
| | $K_2 < i \leq K$ | |
| $1 \leq j \leq K_1$ | $\tau'_{ij} = \sum_{e=j+1}^{K_1} (V_e^B - V_e^T) / q_e + \sum_{e=K_2+1}^{i-1} (V_e^B - V_e^T) / q_e; \tau''_{ij} = Q_{ij} = \tau'_{ij} + (V_i^B - V_i^T) / q_i; d_{ij} = q_i$ | |
| $K_1 < j \leq K_2$ | $\tau'_{ij} = \sum_{e=K_1+1}^j V_e^T / q_e + \sum_{e=K_2+1}^{i-1} (V_e^B - V_e^T) / q_e; \tau''_{ij} = Q_{ij} = \tau'_{ij} + (V_i^B - V_i^T) / q_i; d_{ij} = q_i$ | |
| $K_2 < j < i$ | $\tau'_{ij} = \sum_{e=K_1+1}^{i-1} (V_e^B - V_e^T) / q_e; \tau''_{ij} = Q_{ij} = \tau'_{ij} + (V_i^B - V_i^T) / q_i; d_{ij} = q_i$ | |
| $i \leq j \leq K$ | $\tau'_{ij} = \sum_{e=i+1}^j V_e^T / q_e; \tau''_{ij} / q_i; \tau'' = \tau'_{ij} + V_i^T / q_i; Q_{ij} = \tau'_{ij}; d_{ij} = -q_i$ | |

(6)

Учитывая (5), получаем

$$\begin{aligned} \bar{\tau}_{npj} &= \int_{Q_{ij}}^{\infty} (\tau - Q_{ij}) g_j(\tau) d\tau = \\ &= \bar{\tau}_{bj} - Q_{ij} - \int_0^{Q_{ij}} (\tau - Q_{ij}) g_j(\tau) d\tau. \end{aligned} \quad (7)$$

Для времени восстановления запаса τ_{bij} можно записать

$$\tau_{bij} \begin{cases} \tau_{bj}, & \text{если } \tau_{bj} \leq \tau'_{ij} \\ \tau_{bj} + (\tau_{bj} - \tau'_{ij}) / \alpha, & \text{если } \tau'_{ij} \leq \tau_{bj} \leq \tau''_{ij} \\ \tau_{bj} + (\tau''_{ij} - \tau'_{ij}) / \alpha, & \text{если } \tau_{bj} > \tau''_{ij} \end{cases} \quad (8)$$

Учитывая, что время восстановления j -го участка распределено с плотностью вероятности $g_j(\tau)$, получаем для среднего времени восстановления текущего запаса в i -м бункере при отказе j -го участка

$$\begin{aligned} \bar{\tau}_{bij} &= \int_0^{\infty} \tau_{bij} g_j(\tau) d\tau = \int_0^{\tau'_{ij}} \tau g_j(\tau) d\tau + \\ &+ \int_{\tau'_{ij}}^{\tau''_{ij}} \left(\tau + \frac{\tau - \tau'_{ij}}{\alpha} \right) g_j(\tau) d\tau + \\ &+ \int_{\tau''_{ij}}^{\infty} \left(\tau + \frac{\tau''_{ij} - \tau'_{ij}}{\alpha} \right) g_j(\tau) d\tau = \bar{\tau}_{bj} + \frac{1}{\alpha} \int_{\tau'_{ij}}^{\tau''_{ij}} (\tau - \tau'_{ij}) \times \\ &\times g_j(\tau) d\tau + \frac{\tau'_{ij} - \tau''_{ij}}{\alpha} \left(1 - \int_0^{\tau''_{ij}} g_j(\tau) d\tau \right). \end{aligned} \quad (9)$$

Затраты \bar{C}_{ij} вычисляются по формуле

$$\bar{C}_{ij} = \int_0^{\infty} C_{ij}(\tau) g_j(\tau) d\tau, \quad (10)$$

где $C_{ij}(\tau)$ – затраты на содержание запасов в i -м бункере за время τ_{bij} при времени восстановления j -го участка $\tau_{bj} = \tau$.

Интеграл (10) можно расписать по аналогии с (9)

$$\begin{aligned} \bar{C}_{ij} &= \int_0^{\tau'_{ij}} C_i^T(V_i^T) \tau g_j(\tau) d\tau + \int_{\tau'_{ij}}^{\tau''_{ij}} \left[C_i^T(V_i^T) \tau'_{ij} + \right. \\ &+ \int_{\tau'_{ij}}^{\tau} C_i^T(V_i(t)) + \int_{\tau'_{ij}}^{\tau} C_i^T(V_i(t)) dt \left. \right] g_j(\tau) d\tau + \\ &+ \int_{\tau''_{ij}}^{\infty} \left[C_i^T(V_i^T) \tau'_{ij} + \int_{\tau'_{ij}}^{\tau''_{ij}} C_i^T(V_i(t)) + (\tau - \tau''_{ij}) + \right. \\ &+ C_i^T(V_i(\tau''_{ij})) + \int_{\tau''_{ij}}^{\tau} C_i^T(V_i(t)) dt \left. \right] g_j(\tau) d\tau. \end{aligned} \quad (11)$$

где

$$\begin{aligned} V_i(t) &= V_i^T + d_{ij}(t - \tau'_{ij}) \text{ при } \tau'_{ij} \leq t \leq \tau''_{ij}, t \leq \tau; \\ V_i(t) &= V_i^T + d_{ij}(\tau - \tau'_{ij}) - \alpha d_{ij}(t - \tau) \\ &\text{при } \tau \leq t \leq (\tau - \tau'_{ij}) / \alpha, \tau'_{ij} \leq \tau \leq \tau''_{ij}; \\ V_i(t) &= V_i^T + d_{ij}(\tau''_{ij} - \tau'_{ij}) - \alpha d_{ij}(t - \tau) \\ &\text{при } \tau \leq t \leq \tau + ((\tau''_{ij} - \tau'_{ij}) / \alpha), \tau \leq \tau''_{ij}; \\ V_i(\tau''_{ij}) &= V_i^T + d_{ij}(\tau''_{ij} - \tau'_{ij}). \end{aligned}$$

Осталось определить величины $\bar{n}_j^{\text{от}}$. За период времени T i -й участок будет работать в течение времени t_i , определяемого по формуле

$$t_i = T - \sum_{j=1}^K n_j^{\text{от}} \bar{\tau}_{npj}. \quad (12)$$

Тогда для количества отказов i -го участка за время T можно записать

$$n_i^{\text{от}} = t_i \cdot \lambda_i = \left(T - \sum_{j=1}^K n_j^{\text{от}} \bar{\tau}_{npj} \right) \lambda_i. \quad (13)$$

Поделив обе части уравнения (13) на T , получаем следующую систему линейных уравнений относительно переменных $\bar{n}_j^{\text{от}}$

$$\bar{n}_i^{\text{от}} = \left(1 - \sum_{j=1}^K \bar{n}_j^{\text{от}} \bar{\tau}_{npj} \right) \lambda_i, \quad i = 1, 2, \dots, k. \quad (14)$$

Поскольку в общем случае нет возможности аналитически решить задачу минимизации критерия (4), для поиска минимума (4) используются численные методы минимизации на ЭВМ.

Вычисление значения $C(\bar{V}^B, \bar{V}^T)$ для некоторых векторов $\bar{V}^B = (V_2^B, \dots, V_k^B)$ и $\bar{V}^T = (V_2^T, \dots, V_k^T)$ производится в следующем порядке: по формулам (7), (8), (11) вычисляются $\bar{\tau}_{npj}$, $\bar{\tau}_{bij}$, \bar{c}_{ij} , затем решается система уравнений (14) и вычисляется значение $C(\bar{V}^B, \bar{V}^T)$.

Для определения оптимальных объемов бункеров V_i^B и оптимальных текущих запасов V_i^T по приведенной методике разработана программа *STOCK* для ЭВМ. Эта программа может использоваться в двух вариантах:

- 1) при проектировании технологических линий для расчета объемов V_i^B и V_i^T ;
- 2) для работающей технологической линии для расчета оптимальных текущих запасов V_i^T при известных V_i^B и характеристиках линии, например, в АСУ ТП производством ДСП.

Расчет оптимальных величин буферных запасов сырой стружки

| Массивы исходных данных | | | | | Результаты вычислений | |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------------------|--------|
| $W(K)$ | $I(K)$ | $D(K)$ | $M(K)$ | $T(K)$ | $F(K)$ | $Y(K)$ |
| 1000,0 | 0,050 | 5,0 | 8,0 | 0,250 | 0,778800 | 31,073 |
| 1000,0 | 0,050 | 5,0 | 16,0 | 0,250 | 0,778800 | 27,607 |
| 1000,0 | 0,050 | 5,0 | 24,0 | 0,250 | 0,778800 | 25,579 |
| 1000,0 | 0,050 | 5,0 | 32,0 | 0,250 | 0,778800 | 24,141 |
| 1000,0 | 0,050 | 5,0 | 40,0 | 0,250 | 0,778800 | 23,025 |
| 1000,0 | 0,050 | 5,0 | 48,0 | 0,250 | 0,778800 | 22,114 |
| При $T = const$ | | | | | | |
| Массивы исходных данных | | | | | Результаты вычислений | |
| $W(K)$ | $I(K)$ | $D(K)$ | $M(K)$ | $T(K)$ | $F(K)$ | $Y(K)$ |
| 1000,0 | 0,050 | 5,0 | 8,0 | 0,250 | 0,778800 | 31,073 |
| 1000,0 | 0,050 | 5,0 | 8,0 | 0,500 | 0,606530 | 31,073 |
| 1000,0 | 0,050 | 5,0 | 8,0 | 0,750 | 0,472366 | 31,073 |
| 1000,0 | 0,050 | 5,0 | 8,0 | 1,000 | 0,367879 | 31,073 |
| 1000,0 | 0,050 | 5,0 | 8,0 | 1,250 | 0,286504 | 31,073 |
| 1000,0 | 0,050 | 5,0 | 8,0 | 1,500 | 0,223130 | 31,073 |
| При $K = const$ | | | | | | |

На основании исследований на ряде предприятий стружечных отделений установлено, что время восстановления участка при отказе имеет распределение Эрланга с плотностью

$$g_i(\tau) = \frac{(\mu_j n_j)(\mu_j n_j \tau)^{n_j-1} e^{-\mu_j n_j \tau}}{(n_j - 1)!}, \quad (15)$$

где μ_j – интенсивность восстановлений j -го участка;

n_j – параметр распределения (при $n_j = 1$ имеем экспоненциальное распределение) [2].

Результаты расчета оптимальных величин буферных запасов сырой стружки для

линий древесных плит на минеральном вяжущем при постоянном законе и порядке распределения $K = 1$ плотности $g_j(t)$ приведены в таблице.

Библиографический список

1. Рябков, В.М. Моделирование и задачи управления технологическим комплексом производства древесно-стружечных плит / В.М. Рябков // Лесной журнал. – 1985. – № 4. – С. 59–63.
2. Селезнев, Б.С. Исследование эксплуатационной надежности оборудования по производству древесных плит / Б.С. Селезнев // Вопросы производства древесных плит: науч. тр. ВНИИДрева. – 1980. – С. 104–108.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННОЙ ФАНЕРЫ

А.С. СВЕШНИКОВ, *асп. каф. механической технологии древесины Костромского ГТУ*,
 С.А. УГРЮМОВ, *проф. каф. механической технологии древесины Костромского ГТУ*,
д-р техн. наук

mmarus@mail.ru; ugr-s@yandex.ru

В настоящее время в целях обеспечения конкурентоспособности выпускаемой продукции перед предприятиями по производству фанеры и древесных плит остро стоит проблема снижения материалоемкости производства. В мировой практике функционирования фанерных предприятий при нали-

чи операции окорки сырья образующиеся отходы перерабатываются в щепу и стружку и направляются в производство древесно-стружечных плит. При отсутствии операции окорки отходы сжигаются в топках котельных. Данные направления переработки образующихся отходов не являются достаточно

эффективными, так как не влияют на показатель расхода фанерного сырья на изготовление единицы продукции.

В фанерном производстве неизбежно образуются отходы: отбракованные низкокачественные круглые лесоматериалы и вырезки дефектных мест при раскрое сырья на чураки, отходы от лущения (шпон-рванина, обрезки кускового шпона), отходы от форматной обрезки готовой продукции и др. Одним из направлений эффективного использования древесных отходов фанерного производства является выпуск композиционной фанеры с наружными слоями из взаимно перпендикулярных слоев лущеного шпона и внутренним слоем на основе измельченных древесных отходов в смеси с клеем. Вовлечение измельченных отходов в производство композиционной фанеры позволит эффективно их утилизировать и улучшить экономические показатели работы фанерного производства – снизить расход сырья и себестоимость единицы продукции.

Композиционная фанера обладает высокими эксплуатационными характеристиками [1] и может эффективно использоваться в строительстве, мебельной промышленности и иных сферах. Выпуск композиционной фанеры может быть организован путем реконструирования отдельных участков существующих фанерно-плитных предприятий или путем строительства новых производств [2].

Производство композиционной фанеры можно организовать по одно- и двухстадийной схемам. В первом случае сборка пакетов шпона для нижнего и верхнего слоев фанеры, насыпка внутреннего слоя, подпрессовка и горячее прессование материала должно осуществляться за один общий цикл на одной технологической линии. Во втором случае возможно изготовление в отдельном потоке тонких плит для внутреннего слоя, а их облицовывание слоями шпона должно осуществляться на другом технологическом потоке.

Менее трудоемок, технологичен и экономически выгоден первый вариант производства композиционной фанеры по одностадийной схеме, представленной на рис.1. Предложенная технология производства ком-

позиционной фанеры позволяет эффективно использовать образующиеся отходы деревообработки с выработкой композиционной фанеры конструкционного назначения.

Производство начинается с подготовки исходного сырья. Доставленные лесоматериалы должны пройти гидротермическую обработку, окорку, раскрой на чураки и разлущивание с целью выработки лущеного шпона. После сушки шпона, его сортировки и нормализации можно приступить к формированию пакетов композиционной фанеры.

На стадии сборки пакетов происходит формирование нижней подложки шпона путем укладки наружного сухого листа и внутреннего, намазанного клеем, насыпка на подготовленную подложку осмоленной древесной стружки, накрывание сформированного внутреннего слоя листами шпоном.

С целью улучшения транспортабельности пакета и предотвращения смещения наружных листов в процессе загрузки в многоэтажный горячий пресс рекомендуется производить холодную подпрессовку единичных пакетов. Затем производится горячее прессование партии пакетов и комплекс работ по облагораживанию материала – охлаждение, форматная обрезка, шлифование, нормализация качества, маркировка, упаковка, отправка на склад готовой продукции.

При изготовлении композиционной фанеры необходимо создание комплекса оборудования, на котором по конвейерной технологии будет происходить формирование пакетов и их горячее прессование. Применительно к условиям фанерного производства ОАО «Фанплит», г. Кострома спланирован участок производства композиционной фанеры с привязкой к одному из действующих горячих прессов клеильно-обрезного цеха, исходный фрагмент которого представлен на рис. 2. Выполненные планировочные решения представлены на рис. 3.

Отличие технологического процесса производства композиционной фанеры от производства фанеры общего назначения начинается на стадии сборки пакетов и их загрузки в этажерку. Аналогично процессу производства древесных плит доставленные

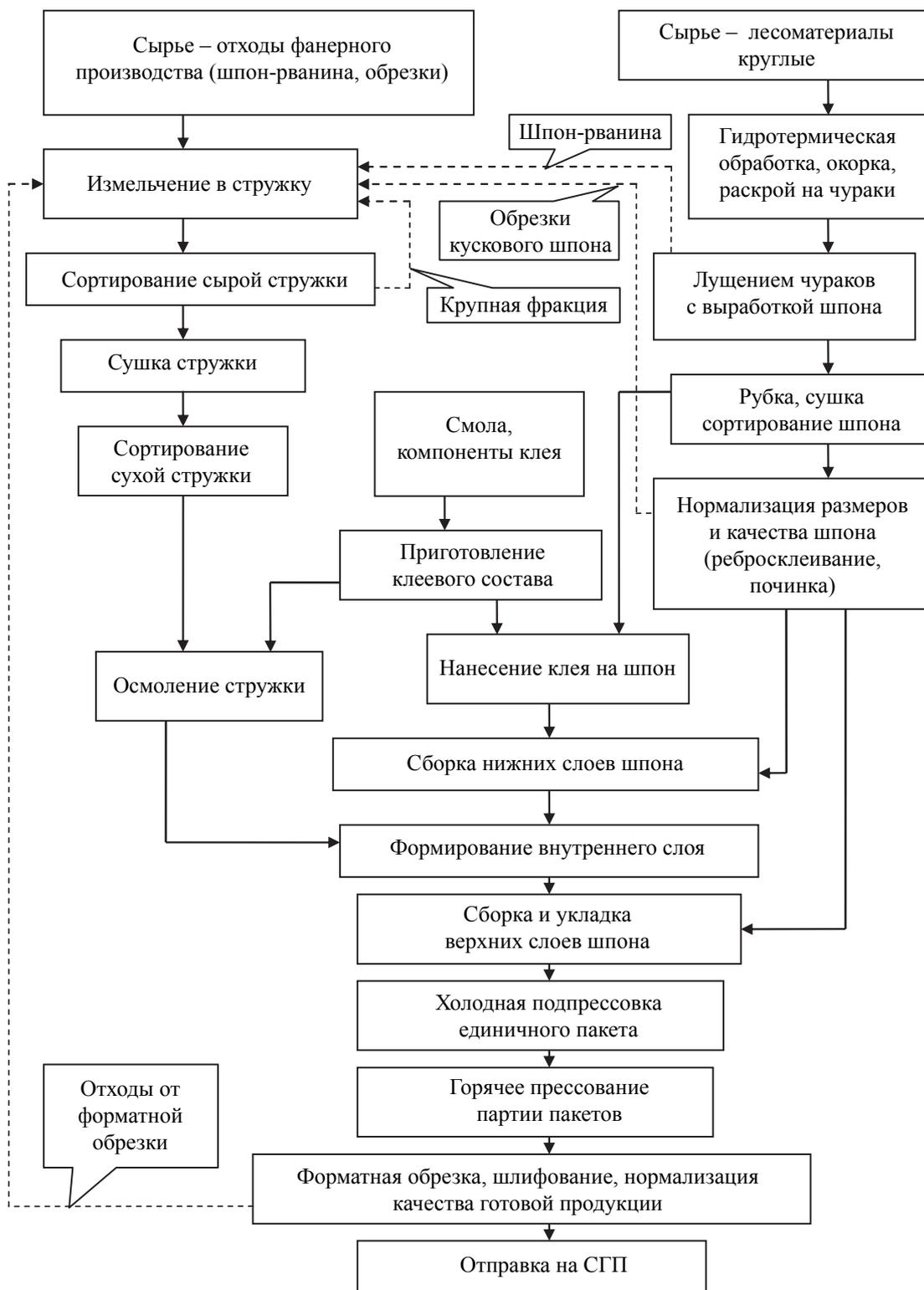


Рис. 1. Блок-схема технологического процесса производства композиционной фанеры с внутренним слоем на основе древесных частиц

дискретные древесные частицы (стружка) от существующих дробилок скребковым транспортером доставляются в бункер для хранения сырого наполнителя ДБ18-1. Отделение металлических включений осуществляется

с помощью электромагнитного шкива типа ШЭ. Затем стружка поступает на сортировку СЩ-1 с целью отделения крупных частиц, которые направляются на доизмельчение. Отсортированный наполнитель хранится в

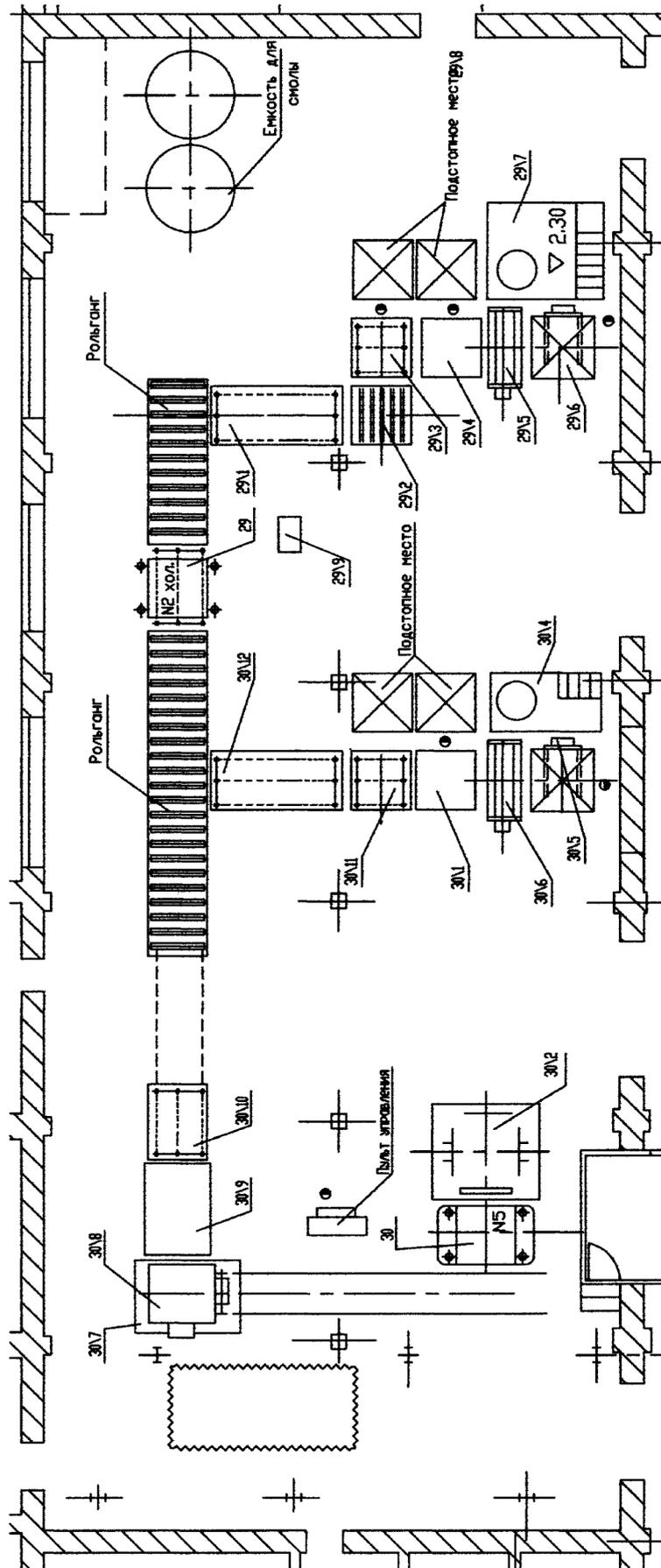


Рис. 2. Исходный фрагмент расположения технологического оборудования на участке производства фанеры общего назначения: 29 – пресс для холодной подпрессовки; 29/1, 30/11 – цепной транспортер; 29/2 – роликотный конвейер; 29/3 – поворотное устройство; 29/4, 30/4 – дисковый стол; 29/5, 30/6 – клеевые вальцы KB-18; 29/6, 30/5 – подъемный стол для стопы сухого шпона; 29/7, 30/4 – емкость для приготовления клея состава (смеситель); 29/9 – пульт управления холодным прессом; 30 – пресс горячего прессования П-714Б; 30/1 – дисковый стол; 30/2 – выгрузочный лифт; 30/7 – рельсовый путь; 30/8 – загрузочная этажерка; 30/9 – механизм загрузки этажерки; 30/10 – цепной конвейер; 30/12 – цепной конвейер

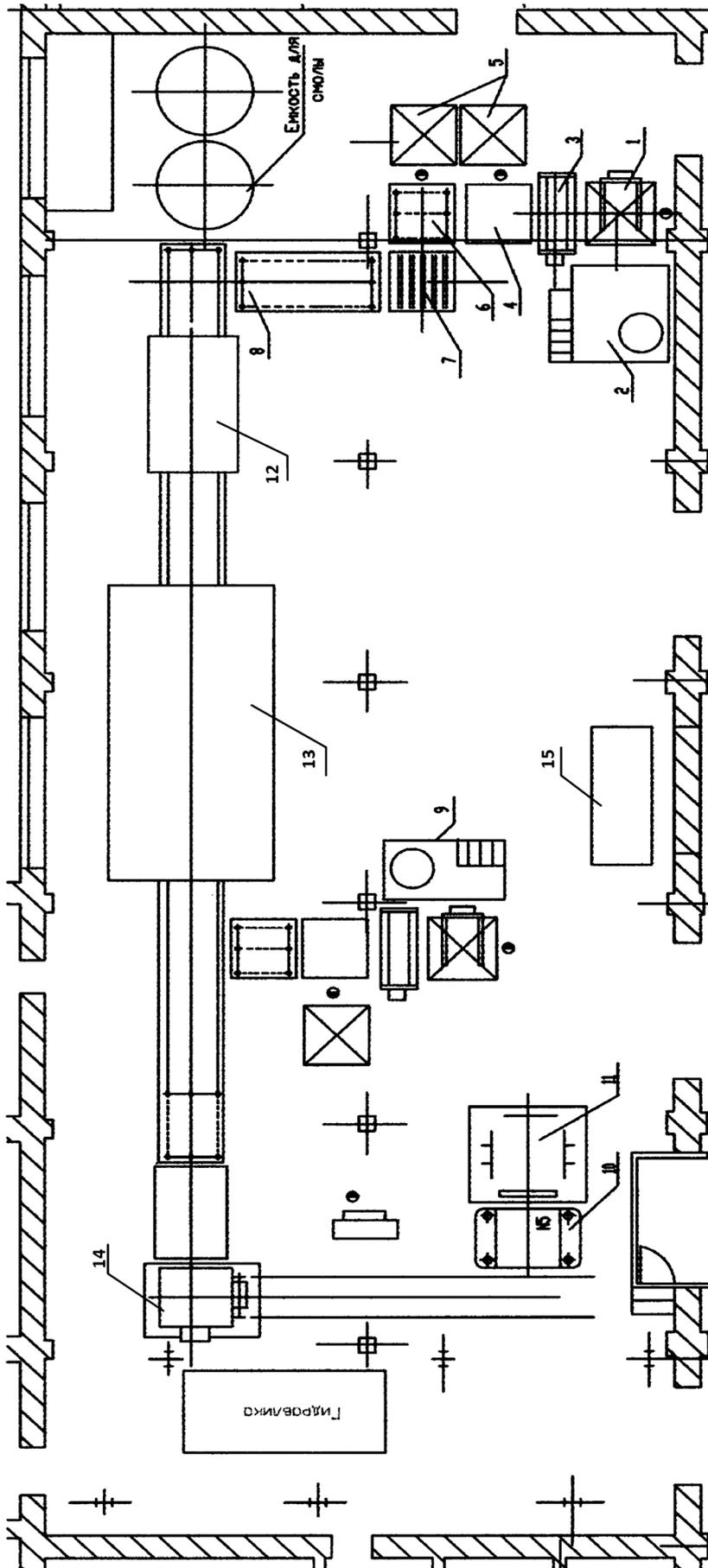


Рис. 3. План расположения технологического оборудования на участке производства композиционной фанеры: 1 – подъемный стол; 2 – емкость для приготовления клея; 3 – клеевые вальцы КВ-18; 4 – стол для сборки пакета; 5 – подстопные места сухого шпона; 6 – поворотное устройство; 7 – роликовый конвейер; 8 – цепной конвейер; 9 – емкость для приготовления клея; 10 – пресс горячего прессования П-714Б; 11 – место выгрузки готовой фанеры; 12 – формирующая машина ДФ-2М; 13 – пресс для холодной подпрессовки DeMets; 14 – загрузочная этажерка; 15 – смеситель ДСМ-5

бункере ДБ18-1. Далее частицы наполнителя поступают на стадию сушки в сушильном барабане «Прогресс» для достижения ими влажности 2...4 %. Затем частицы поступают на сортировку сухого наполнителя. Сортировка осуществляется с помощью механической сортировки ДРС-2, при этом пылевидная фракция отбирается и направляется на смежное производство древесно-стружечных плит для формирования наружных слоев или сжигания в производственных топках котельных. Смешивание древесного наполнителя с карбамидоформальдегидной смолой КФН-66 и отвердителем (хлористым аммонием) осуществляется с помощью высокооборотного смесителя ДСМ-5.

Формирование пакетов композиционной фанеры и их прессование осуществляется следующим образом. Сборщик полистно подает шпон в барабаны, зачерпывая небольшое количество клея на торцевую кромку, для равномерного его нанесения на лист. При выходе намазанного листа из барабанов при помощи выбрасывающего ролика и поддерживающих направляющих он ложится на стол с ребрами из уголка, служащими для наибольшего сохранения клея на нижней пластине листа. Норма расхода клея на один квадратный метр намазанной поверхности составляет от 100 до 115 г и контролируется лаборантами цеховой лаборатории. Нанесение клея должно быть равномерным по всей поверхности листа, что достигается правильной установкой и проточкой барабанов клеенаносящего станка. Глубина нарезки по кромкам на расстоянии от 150 до 200 мм составляет 0,15 мм, в середине барабанов 0,1 мм, высота опорных колец составляет 0,2 мм. Контроль производится технологом при замене барабанов.

Сборка пакетов осуществляется двумя бригадами, которые состоят из сборщика IV разряда и вентилевого V разряда. Шпон для сборки пакетов располагается на подступных местах, установленных согласно технологической планировке. Сборка пакетов производится на наборном столе с выравниванием двух взаимно перпендикулярных кромок в угольник. Во время сборки пакетов должны соблюдаться следующие правила:

- левая сторона наружных слоев шпона должна быть обращена внутрь пакета;
- во время сборки пакетов с поверхности листов шпона должен удаляться мусор;
- во время сборки пакетов вниз укладывается рубашка более высокого сорта.

По окончании сборки первой половины подложки, состоящей из двух слоев шпона, сборщик 4 разряда первой бригады нажатием кнопки включает толкатели на наборном столе, и пакет загружается на конвейер, толкатели возвращаются в исходное положение. Производится сборка следующего пакета. Операция повторяется до полной загрузки этажерки. При прохождении через формирующую машину ДФ-2М на подложку наносится слой осмоленного наполнителя. Затем пакет попадает на стадию подпрессовки, которая осуществляется с помощью прессы непрерывного действия DeMets. Далее с формирующего конвейера пакет попадает на второй наборный стол, где сборка осуществляется в обратном порядке (сборщик IV разряда через клеевые вальцы подает лист шпона, а вентилевой V разряда укладывает наружный слой шпона). По окончании сборки пакета сборщик IV разряда нажатием кнопки включает толкатели на наборочном столе и пакет загружается в этажерку, толкатели возвращаются в исходное положение. Производится сборка следующего пакета. Операция повторяется до полной загрузки этажерки. За загрузкой пакетов в этажерку и в лифт следит вентилевой V разряда и сборщик IV разряда.

Из загрузочной этажерки пакеты поступают в горячий пресс П-714Б, где осуществляется процесс прессования по установленным технологическим режимам.

После нормализации качества (выдержки в плотных стопах в течение 24 часов) осуществляется комплекс послепрессовой обработки композиционной фанеры – форматная обрезка, шлифование, сортирование, заделка дефектных мест, маркировка, упаковка, отправка на склад готовой продукции.

Данное производство отличается точностью, формирование и прессование пакетов фанеры происходит по конвейерной технологии.

Выводы

1. Предложена технология производства нового конструкционного материала – композиционной фанеры с внутренним слоем на основе отходов деревообработки, отличающаяся поточностью, простотой и доступностью применяемого оборудования.

2. Разработан технологический процесс производства композиционной фанеры с привязкой к участку клеильно-обрезного цеха ОАО «Фанплит», отличающийся поточностью, простотой и доступностью применяемого оборудования.

3. На основе анализа априорных данных установлено, что при производстве композиционной фанеры снижается расход дорогого лущеного шпона, эффективно утилизируются отходы деревообработки, рационально используются древесные ресурсы,

что способствует уменьшению производственных затрат и снижению себестоимости выпускаемой продукции.

4. Организация производства композиционной фанеры позволяет расширить ассортимент выпускаемых клееных материалов с выпуском конкурентоспособной продукции для строительства, авто-, вагоно- и контейнеростроения, мебельной промышленности и других сфер применения.

Библиографический список

1. Угрюмов, С.А. Комплексное исследование свойств композиционной фанеры / С.А. Угрюмов, А.С. Свешников // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2010. – № 6. – С. 163–165.
2. Угрюмов С.А. Разработка технологической последовательности производства композиционной фанеры / С.А. Угрюмов, Е.А. Боровков, А.С. Щербаков // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2007. – № 6. – С. 120–123.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ПЛОТНОСТЬ И РАЗБУХАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ БУКА ЛЕСНОГО (*FAGUS SYLVATICA* L.)

И. ШУХАНЬОВА, *асп. каф. древесиноведения Зволенского Технического университета, Словакия*,
Г.А. ГОРБАЧЕВА, *доц. каф. древесиноведения МГУЛ, канд. техн. наук*

ivica.suchanova@gmail.com; gorbacheva@mgul.ac.ru

При эксплуатации изделий и конструкций из древесины в переменных температурно-влажностных условиях одной из возникающих трудностей является разбухание древесины. Разбухание заключается в увеличении линейных размеров и объема древесины при повышении содержания связанной воды при выдерживании древесины во влажном воздухе или в воде. Снизить величину разбухания и улучшить формостабильность изделий из древесины можно путем ее модифицирования. Поскольку в странах Европейского Союза в 2004 г. были введены ограничения на использование химических реагентов при модифицировании древесины, одним из наиболее приемлемых способов направленного изменения свойств древесины является ее термомодификация. Известно, что при воздействии повышенных температур происходит изменение химического состава древесины, что приводит к потере массы, отражается на плотности древесины и величине ее разбу-

хания. Древесина бука лесного (*Fagus sylvatica* L.), широко распространенного в Словакии, применяется во многих отраслях деревообрабатывающей промышленности.

Материал и методика экспериментов

Для проведения экспериментов было изготовлено 340 образцов размерами 30×30×10 мм (последний размер вдоль волокон) из древесины бука лесного (*Fagus sylvatica* L.), из центральной части Словакии. Все образцы были выпилены из досок радиальной распиловки. Чтобы повысить точность измерений, размеры поперечного сечения образцов были увеличены по сравнению с действующими стандартами Словакии (ČSN 49 0104) и России (ГОСТ 16483.35-80 и 16483.36-80).

Все образцы были разделены на 10 групп. Образцы из 1 группы (контрольные) не подвергались термической обработке, остальные были термически модифицированы

Влияние термической модификации на плотность и разбухание древесины бука

| Температура, °С | Продолжительность обработки, ч | Статистические показатели | Плотность в абсолютно сухом состоянии ρ_0 , г/см ³ | α_p , % | α_r , % | α_t , % | $\alpha_{p,r}$, % |
|---------------------|--------------------------------|---------------------------|--|----------------|----------------|----------------|--------------------|
| контрольные образцы | – | x | 0,710 | 0,59 | 3,15 | 6,68 | 0,11 |
| | | $\pm s$ | 0,02 | 0,13 | 0,46 | 0,40 | 0,01 |
| | | $v[\%]$ | 2,31 | 22,47 | 14,68 | 6,03 | 6,78 |
| 160 | 2 | x | 0,683 | 0,47 | 2,95 | 6,09 | 0,10 |
| | | $\pm s$ | 0,04 | 0,20 | 0,45 | 0,50 | 0,01 |
| | | $v[\%]$ | 5,81 | 41,65 | 15,21 | 8,23 | 9,27 |
| | 4 | x | 0,692 | 0,48 | 3,23 | 6,29 | 0,11 |
| | | $\pm s$ | 0,04 | 0,12 | 0,48 | 0,43 | 0,01 |
| | | $v[\%]$ | 5,60 | 25,01 | 14,75 | 6,87 | 8,08 |
| | 6 | x | 0,689 | 0,55 | 3,39 | 6,22 | 0,11 |
| | | $\pm s$ | 0,04 | 0,25 | 0,40 | 0,42 | 0,01 |
| | | $v[\%]$ | 5,28 | 44,82 | 11,64 | 6,69 | 6,74 |
| 180 | 2 | x | 0,667 | 0,46 | 2,81 | 5,21 | 0,09 |
| | | $\pm s$ | 0,04 | 0,26 | 0,43 | 0,44 | 0,01 |
| | | $v[\%]$ | 5,45 | 57,88 | 15,33 | 8,41 | 9,56 |
| | 4 | x | 0,664 | 0,41 | 2,81 | 5,06 | 0,09 |
| | | $\pm s$ | 0,03 | 0,18 | 0,46 | 0,33 | 0,01 |
| | | $v[\%]$ | 4,46 | 44,53 | 16,49 | 6,45 | 7,73 |
| | 6 | x | 0,676 | 0,36 | 2,65 | 4,70 | 0,08 |
| | | $\pm s$ | 0,03 | 0,24 | 0,45 | 0,39 | 0,01 |
| | | $v[\%]$ | 4,92 | 65,21 | 16,89 | 8,23 | 8,95 |
| 200 | 2 | x | 0,669 | 0,30 | 2,66 | 5,17 | 0,09 |
| | | $\pm s$ | 0,04 | 0,20 | 0,54 | 0,33 | 0,01 |
| | | $v[\%]$ | 5,66 | 64,34 | 20,21 | 6,35 | 8,44 |
| | 4 | x | 0,667 | 0,23 | 2,47 | 4,67 | 0,08 |
| | | $\pm s$ | 0,03 | 0,20 | 0,43 | 0,42 | 0,01 |
| | | $v[\%]$ | 5,16 | 88,18 | 17,30 | 8,91 | 10,09 |
| | 6 | x | 0,661 | 0,22 | 1,99 | 3,92 | 0,06 |
| | | $\pm s$ | 0,04 | 0,17 | 0,38 | 0,56 | 0,01 |
| | | $v[\%]$ | 6,38 | 74,36 | 19,18 | 14,26 | 13,30 |

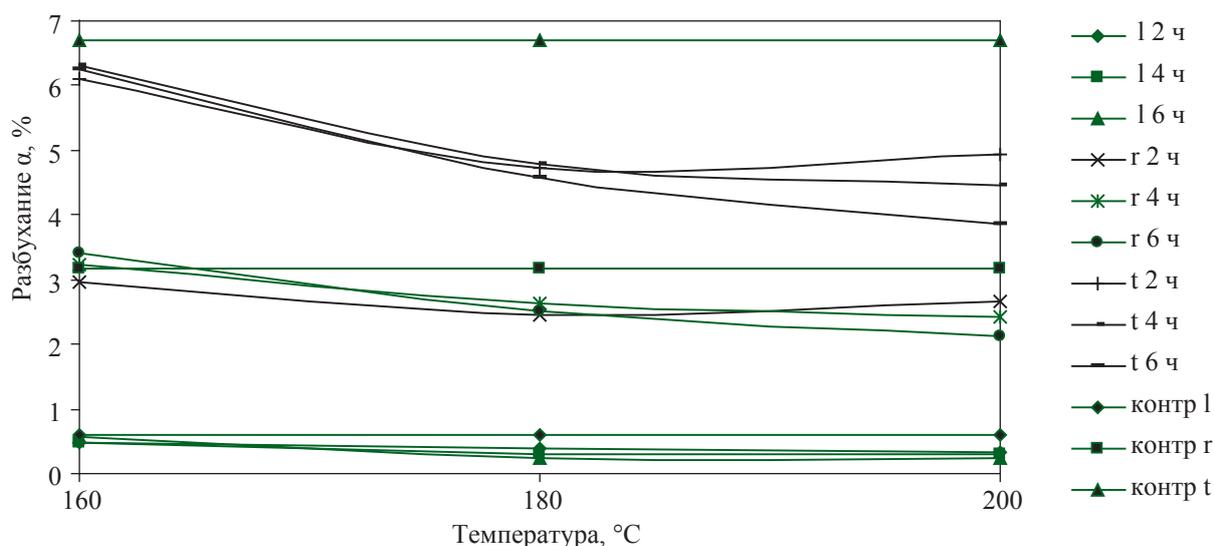


Рис. 1. Влияние температуры и продолжительности термообработки на разбухание древесины бука

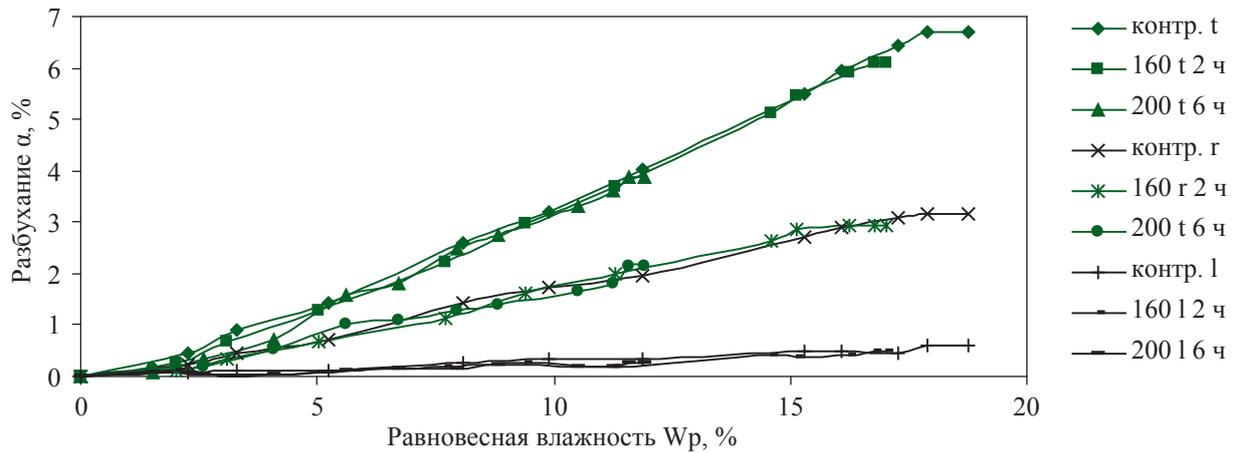


Рис. 2. Зависимость разбухания в тангенциальном, радиальном и продольном направлениях от влажности для необработанных и термически модифицированных образцов древесины бука

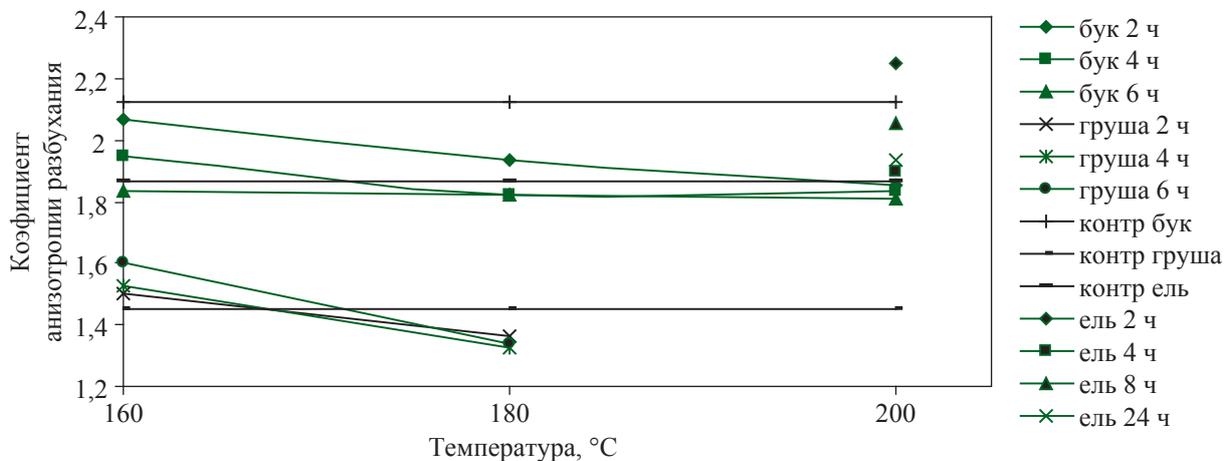


Рис. 3. Влияние термообработки на коэффициент анизотропии разбухания древесины бука, груши и ели

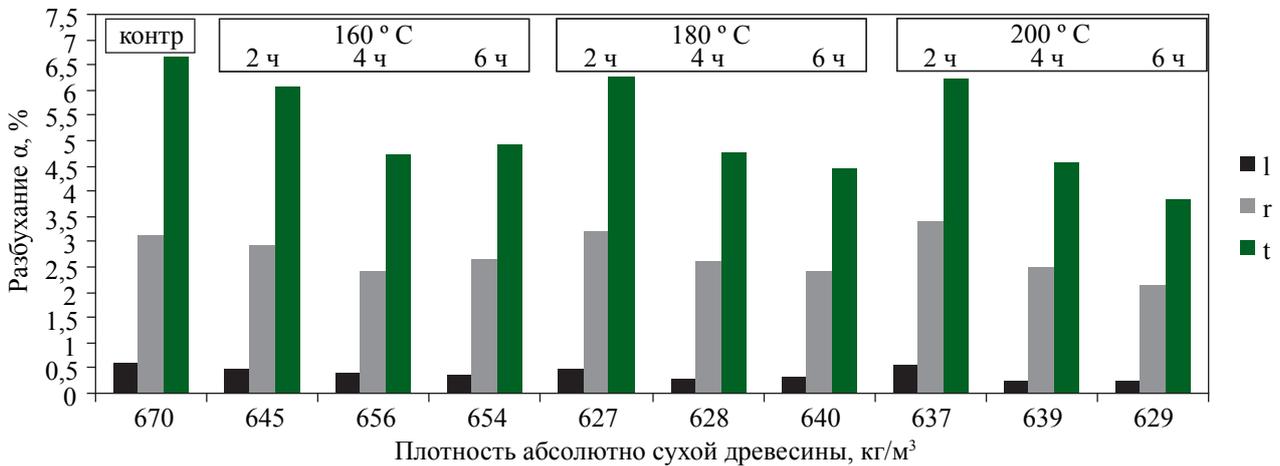


Рис. 4. Зависимости разбухания в различных структурных направлениях от плотности абсолютно сухой древесины для контрольных и термически обработанных образцов древесины бука

при трех температурных уровнях (160, 180 и 200°C) и разной продолжительности обработки (2, 4 и 6 часов).

Экспериментальные исследования проводились на кафедре древесиноведения Зволениского Технического университета

(Словакия). Образцы были высушены до абсолютно сухого состояния при температуре $103 \pm 2^\circ\text{C}$, затем в соответствии с режимом термически обработаны в воздушной среде.

Согласно принятой в Зволениском Техническом университете методике для опреде-

ления плотности и разбухания образцы были помещены в климатическую камеру со следующими параметрами: температура 20 °С, относительная влажность воздуха 85 %. Для более точного установления зависимости разбухания от влажности были уменьшены интервалы времени, через которые образцы извлекались из климатической камеры и определялись их масса и размеры. В первый день было проведено 10 измерений (через 0,5; 1; 1,5; 2; 3; 4; 6; 8; 10; 12 ч), во второй день – каждые 4 часа, третий день – каждые 6 часов, с четвертого по пятнадцатый дни – каждые 12 часов. Величина разбухания для каждого образца при увлажнении до равновесной влажности определялась в трех направлениях по формуле [3]

$$\alpha_i = ((a_{iw} - a_{i0}) / a_{i0}) \times 100 \%, \quad (1)$$

где i – направление измерения t , r , l ;

a_{iw} – размер (объем) образца при влажности W в момент измерения, мм;

a_{i0} – размер образца (объем) в абсолютно сухом состоянии, мм.

Принимая линейную зависимость между разбуханием и изменением содержания связанной воды [2], коэффициент разбухания (%/‰ влажности) вычисляли по формуле

$$K_{ai} = \alpha_i / W_p. \quad (2)$$

Результаты и их обсуждение

Результаты определения плотности в абсолютно сухом состоянии и разбухания (в тангенциальном, радиальном и продольном направлениях и объемное) контрольных необработанных и термически модифицированных образцов представлены в таблице, где указаны средние значения, среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации.

На рис. 1 представлены графики зависимости разбухания в трех структурных направлениях от температуры термомодификации для необработанных и обработанных образцов при разной продолжительности обработки.

Как следует из графиков, наибольшее влияние термической обработки на величину разбухания наблюдается в тангенциальном направлении. В диапазоне изменения температуры от 160 до 180 °С величина разбухания уменьшается сильнее, чем в диапазоне от 180 до 200 °С. Продолжительность обработки

оказывает большее влияние на величину разбухания при увеличении температуры от 180 до 200 °С.

На рис. 2 показаны зависимости разбухания в различных структурных направлениях от влажности для образцов, обработанных при двух режимах термообработки (наиболее мягкий – 160 °С, 2 ч. и наиболее жесткий – 200 °С, 6 ч.), а также необработанных образцов.

Величины разбухания и равновесной влажности уменьшаются с повышением температуры и продолжительности термообработки. Коэффициент разбухания, представляющий собой величину разбухания при изменении влажности на 1 %, во всем диапазоне изменения влажности примерно одинаков.

Коэффициент анизотропии разбухания в плоскости поперек волокон $K_{аниз}$ определяется из следующего соотношения

$$K_{аниз} = K_{ai} / K_{ar}, \quad (3)$$

где K_{ai} – коэффициент разбухания в тангенциальном направлении;

K_{ar} – коэффициент разбухания в радиальном направлении.

Как следует из графиков на рис. 1, у термомодифицированной древесины с увеличением температуры и продолжительности обработки этот показатель анизотропии уменьшается. Следовательно, уменьшается величина структурного коробления, т.е. повышается формостабильность.

Одной из причин анизотропии разбухания в плоскости поперек волокон является содержание и размеры сердцевинных лучей [2]. Известно, что с повышением их содержания радиальное разбухание уменьшается, поскольку сердцевинные лучи сдерживают разбухание в радиальном направлении. На рис. 3 представлены графики зависимости коэффициента анизотропии разбухания в плоскости поперек волокон $K_{аниз}$ от температуры для разных режимов термообработки для древесины бука. Кроме того, на рис. 3 показаны значения коэффициентов анизотропии, полученные по данным Р. Bekhta, Р. Niemz [4] для древесины ели (*Picea abies* (L.) Karst) и G. Gunduz, D. Aydemir, G. Karakas [5] для древесины груши (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.).

Древесина бука имеет многочисленные однорядные и двух- многорядные (до 28 клеток в ширину) сердцевинные лучи, от низких (1–8 клеток) до очень высоких (100–200 и более клеток) [1], общее число которых составляет до 21, 2 % [8]. Для древесины бука характерна высокая степень анизотропии, коэффициент анизотропии для экспериментальных образцов составил 2,12, а по данным А. Požgaj и др. [6] – 2,56. После термического модифицирования наблюдается уменьшение степени анизотропии, значения коэффициента анизотропии снизились до 2,07 – 1,81. Древесина груши содержит также многочисленные сердцевинные лучи, 16–26 % [8], однако, это однорядные или двух- трехрядные лучи, высота которых составляет от 3 до 30 клеток, поэтому термообработка оказывает меньшее влияние на величину коэффициента анизотропии, величина которого снизилась на 8 %. Для древесины ели, содержащей небольшое количество однорядных лучей (до 5,5 %), не наблюдается влияния термообработки на степень анизотропии разбухания. Таким образом, термообработка в большей мере способствует снижению степени анизотропии разбухания для пород, у которых многочисленные сердцевинные лучи имеют большую ширину и высоту.

Известно, что между плотностью древесины и величиной ее разбухания существуют тесные корреляционные связи [2]. На рис. 4 показаны зависимости разбухания в различных структурных направлениях от плотности абсолютно сухой древесины для контрольных и термически обработанных образцов древесины бука. Несмотря на общее снижение плотности, четкой зависимости плотности от температуры обработки не выявлено.

В результате термической обработки величина разбухания и плотности снизились. При термической модификации происходит уменьшение плотности древесины, связанное с изменением ее химического состава. По данным О. Skyba, P. Niemz, F. W. M. R. Schwarze [7] при термообработке древесины бука при температурах 160 и 180 °С происходит увеличение содержания глюкозы (с 67 до 77 %), уменьшение содержания ксилозы на 17 % и маннозы на 0,5 %.

Заключение

Таким образом, проведенные эксперименты показали, что при термической модификации древесины бука лесного (*Fagus sylvatica* L.) существенно меняются плотность и разбухание. Плотность древесины в абсолютно сухом состоянии уменьшается на 2 – 6,45 %, величина разбухания в тангенциальном направлении снижается на 5,9 – 41,6 %, а в радиальном – на 6,5 – 32,3 %. Кроме того, при термообработке уменьшается степень анизотропии разбухания в плоскости поперек волокон, коэффициент анизотропии разбухания уменьшается с 2,12 до 2,07–1,81. Таким образом, термическое модифицирование способствует увеличению формостабильности древесины. Данные изменения свойств древесины обусловлены изменениями химического состава древесины, и, в частности, разложением части гемицеллюлоз. Полученные результаты следует учитывать при эксплуатации изделий из термомодифицированной древесины бука в условиях переменной влажности.

Библиографический список

1. Атлас древесины и волокон для бумаги / Е.С. Чавчавадзе, З.Е. Брянцева, Е.В. Гончарова и др. – М.: Ключ, 1992. – 336 с.
2. Уголев, Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение: учебник, 5-е издание переизд. и дополн. / Б.Н. Уголев. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 352 с.
3. Babiak, M. Problémy z mechanických vlastností dreva: príručka / Babiak, M., Dubovský, J. – Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2001. – 71 p.
4. Bekhta, P., Niemz, P. Effect of High Temperature on the Change in Color, Dimensional Stability and Mechanical Properties of Spruce Wood// Holzforschung. – 2003. – Vol. 57, N 5. – P. 539–546.
5. Gunduz, G., Aydemir, D., Karakas, G. The effects of thermal treatment on the mechanical properties of wild Pear (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.) wood and changes in physical properties// Materials and Design. – 2009. – Vol. 30. – P. 4391–4395.
6. Požgaj, A. Ъtruktúra a vlastnosti dreva/ Požgaj, A. et al. – Bratislava: PRHRODA, 1997. – 485 p.
7. Skyba, O., Niemz, P., Schwarze, F. W. M. R. Resistance of thermo – hygro – mechanically (THM) densified wood to degradation by white rot fungus// Holzforschung. – 2009. – Vol. 63. – P. 639–646.
8. Wagenfuhr, R. Holzatlas: 3. Aufl./Wagenfuhr, R., Scheiber, Chr. – Leipzig: Fachbuchverl, 1989. – 720 p.

ВЛАГОПОГЛОЩЕНИЕ ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ БУКА ЛЕСНОГО (*FAGUS SYLVATICA* L.)

И. ШУХАНЬОВА, *асп. каф. древесиноведения Зволенского Технического университета, Словакия*,
Г.А. ГОРБАЧЕВА, *доц. каф. древесиноведения МГУЛ, канд. техн. наук*

ivica.suchanova@gmail.com; gorbacheva@mgul.ac.ru

Бук лесной (*Fagus sylvatica* L.) является одной из распространенных древесных пород в Словакии. Обладая высокими физико-механическими свойствами, древесина бука широко используется в различных отраслях деревообрабатывающей промышленности. Однако высокая гигроскопичность древесины бука существенно сужает области ее применения. Одним из способов снижения гигроскопичности древесины является тепловая обработка, т.е. термическая модификация. Благодаря снижению гигроскопичности улучшается формостабильность древесины, повышается биостойкость, но снижаются показатели механических свойств древесины. Степень изменения свойств древесины зависит от температуры и продолжительности обработки, давления и вида среды, древесной породы. Термическая обработка улучшает равномерность цвета древесины. Температура термомодификации обычно составляет 150–270 °С, время обработки от 2 до 10 часов. В качестве среды при термообработке используется воздух, водяной пар, инертный газ, масло. Несмотря на значительное количество работ по исследованию сорбционных свойств термомодифицированной древесины [3, 4, 5], в литературе встречается небольшое число публикаций по исследованию термически обработанной древесины бука [2, 6, 8], выполненных для нескольких режимов обработки.

Материал и методика экспериментов

Образцы были изготовлены из древесины бука лесного (*Fagus sylvatica* L.), произрастающего в центральной части Словакии. В действующих стандартах Словакии (ČSN 49 0104) и России (ГОСТ 16483.19-72) используются образцы в виде прямоугольной призмы. Основание составляет 20×20 мм (радиальное и тангенциальное направления), высота – 10–30 мм. Для увеличения точности

измерений эксперименты проводились на образцах размерами 30×30×10 мм – $r \times t \times l$. Все образцы были выпилены из досок радиальной распиловки. Образцы были разделены на 10 групп, в каждой по 34 образца. Температура и продолжительность обработки для каждой группы представлены в табл. 1

Эксперименты проводились на кафедре древесиноведения Зволенского Технического университета (Словакия). Образцы были высушены при температуре 103±2 °С до абсолютно сухого состояния и затем были термически модифицированы в воздушной среде в соответствии с выбранным режимом. Для всех образцов были определены размеры и масса в абсолютно сухом состоянии. Для исследования сорбционных свойств образцы были помещены в климатическую камеру со следующими параметрами: температура 20 °С, относительная влажность воздуха 85 %. Образцы извлекались из климатической камеры для взвешивания и определения размеров через определенные интервалы времени, представленные в табл. 2.

Результаты и их обсуждение

Результаты экспериментального определения равновесной влажности при сорбции для необработанных и обработанных образцов при температурах 160, 180 и 200 °С для продолжительности обработки 2, 4 и 6 часов представлены на рис. 1 а, б, в соответственно.

Для термически обработанных образцов была рассчитана величина снижения равновесной влажности по формуле

$$\Delta W_p = ((W_p^{\text{контр}} - W_p^{\text{обр}}) / W_p^{\text{контр}}) \times 100 \%,$$

где $W_p^{\text{контр}}$ – равновесная влажность при сорбции контрольных необработанных образцов,

$W_p^{\text{обр}}$ – равновесная влажность при сорбции термически обработанных образцов.

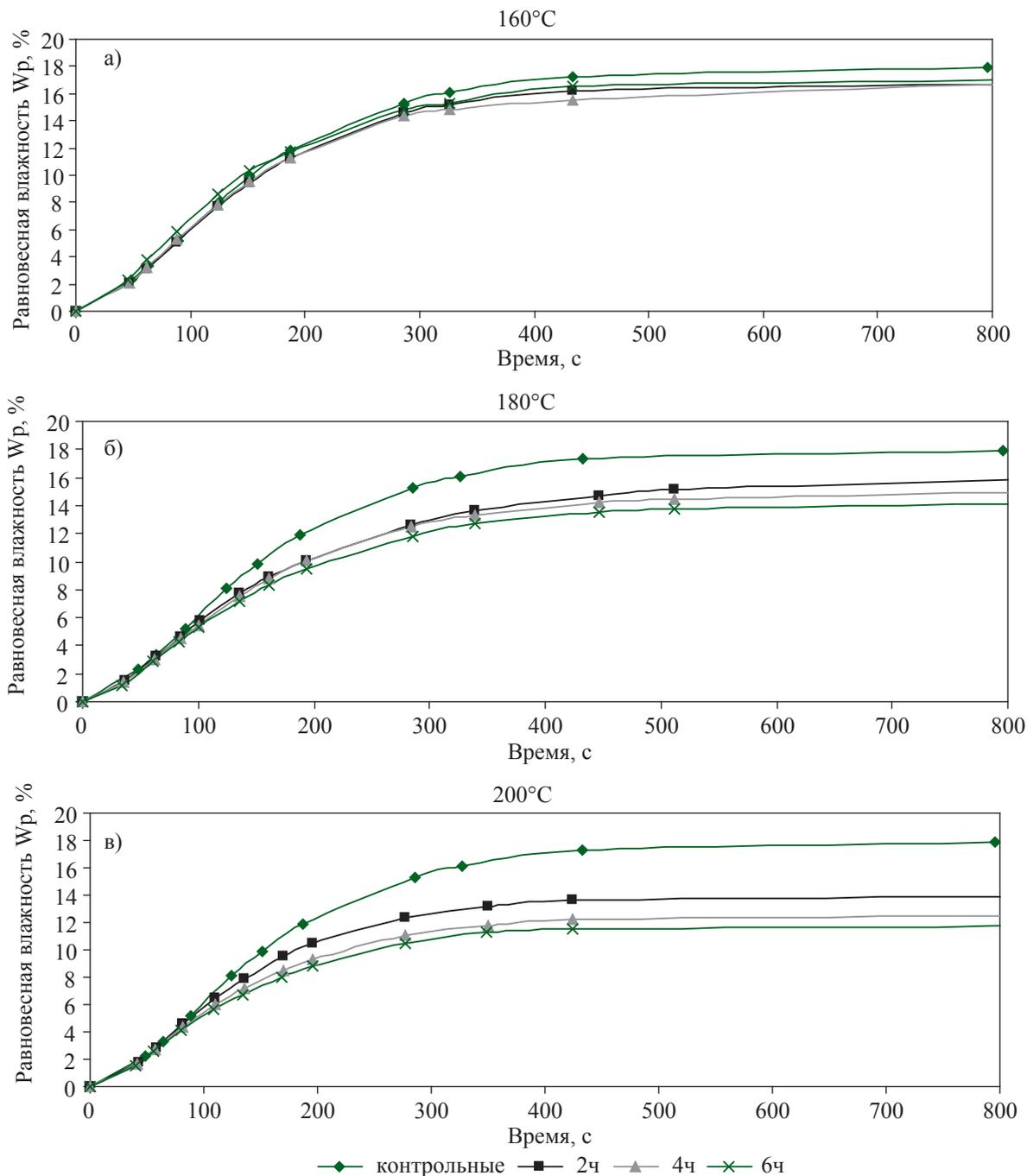


Рис. 1. Изменение равновесной влажности при сорбции во времени для различной продолжительности обработки при разных уровнях температуры: а) 160, б) 180 и в) 200 °С

В табл. 3 представлены результаты определения равновесной влажности при сорбции для всех образцов, величина снижения равновесной влажности (в процентах по отношению к равновесной влажности необработанных образцов) и статистические показатели.

На рис. 2 показано изменение равновесной влажности при сорбции в зависимо-

сти от температуры и продолжительности обработки.

Таким образом, проведенные эксперименты показали, что термическая обработка существенно снижает гигроскопичность древесины бука лесного (*Fagus sylvatica* L.). Величина равновесной влажности при сорбции термически обработанных образцов по сравнению с контрольными необработанными

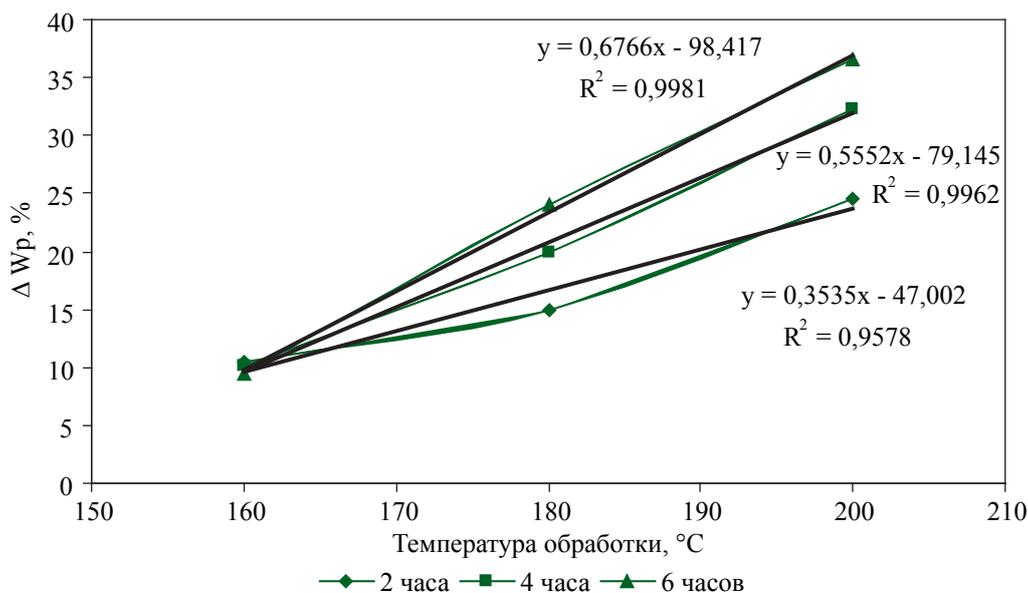


Рис. 2. Изменение равновесной влажности при сорбции в зависимости от температуры и продолжительности обработки

Т а б л и ц а 1

Режимы термической обработки образцов

| Номер группы | Температура [°C] | Продолжительность обработки [ч] |
|--------------|------------------|---------------------------------|
| 1 | 160 | Контрольные образцы |
| 2 | | 2 |
| 3 | | 4 |
| 4 | | 6 |
| 5 | 180 | 2 |
| 6 | | 4 |
| 7 | | 6 |
| 8 | 200 | 2 |
| 9 | | 4 |
| 10 | | 6 |

Т а б л и ц а 2

Интервалы измерений экспериментов

| Дни | Интервалы измерений , ч | | | | | | | | | |
|-----|-------------------------|---|-----|---|---|----|---|----|----|----|
| | 0,5 | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| 1 | | | | | | | | | | |
| 2 | 4 | | | 8 | | | | 12 | | |
| 3 | 6 | | | | | 12 | | | | |
| 4 | 12 | | | | | | | | | |
| 8 | 12 | | | | | | | | | |
| 15 | 12 | | | | | | | | | |

Т а б л и ц а 3

Влияние термообработки на равновесную влажность древесины при сорбции

| показатели | контрольные | 160 °C | | | 180 °C | | | 200 °C | | |
|------------------|-------------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | | 2 ч | 4 ч | 6 ч | 2 ч | 4 ч | 6 ч | 2 ч | 4 ч | 6 ч |
| $W_p, \%$ | 18,76 | 16,80 | 16,86 | 16,98 | 15,96 | 15,00 | 14,25 | 14,15 | 12,70 | 11,90 |
| $\pm s$ | 0,57 | 0,29 | 0,24 | 0,24 | 0,37 | 0,32 | 0,32 | 0,38 | 0,49 | 0,30 |
| $v[\%$] | 3,07 | 1,70 | 1,43 | 1,43 | 2,32 | 2,15 | 2,15 | 2,69 | 3,87 | 2,51 |
| $\Delta W_p, \%$ | 0,00 | 10,42 | 10,09 | 9,49 | 14,92 | 20,00 | 24,04 | 24,56 | 32,30 | 36,56 |

образцами снизилась на 9,5–36,5 %. Это снижение объясняется разложением гемицеллюлоз, обладающих наибольшей сорбционной способностью [1, 7]. Максимальное снижение наблюдается при температуре 200 °С и продолжительности обработки 6 часов. Скорость изменения равновесной влажности у термически обработанных образцов уменьшается. Результаты работы следует использовать для разработки промышленных режимов термической модификации древесины бука, применяемой для эксплуатации во влажной среде (фасады домов, окна, двери, террасы, сауны и т.п.).

Библиографический список

1. Уголев, Б.Н. Древесиноведение и лесное товароведение. 5-е издание переизд. и дополн / Б.Н. Уголев. – М.: МГУЛ, 2007. – 352 с.
2. Babicki, R., Grzeczyński, T., Wryblewska, H. Effect of hydro-thermal treatment of green beech wood on its chemical and physico-mechanical properties// Wood Science and Technology.– 1977. – Vol. 11, N 2.– P. 125–131.
3. Bekhta, P., Niemz, P. Effect of High Temperature on the Change in Color, Dimensional Stability and Mechanical Properties of Spruce Wood// Holzforschung. – 2003. – Vol. 57, N 5.– P. 539–546.
4. Gunduz, G., Aydemir, D., Karakas, G. The effects of thermal treatment on the mechanical properties of wild Pear (*Pyrus elaeagnifolia* Pall.) wood and changes in physical properties// Materials and Design. – 2009. – Vol. 30. – P. 4391–4395.
5. Hofmann, T., Retfalvi, T., Albert, L., Niemz, P. Investigation of the chemical changes in the structure of wood thermally modified within a nitrogen atmosphere autoclave// Wood Research. – 2008. – Vol. 53(3).– P. 85 – 98.
6. Majka, J., Weres, J., Olek, W. Aliteration of wood hygroscopic properties after thermal modification// Wood Sturcture and Properties ,10, edited by J. Kudela & R. Lagana, 2010, Arbora Publishers, Zvolen, Slovakia, pp. 117 – 121.
7. Skyba, O., Niemz, P., Schwarze, F. W. M. R. Resistance of thermo – hygro – mechanically (THM) densified wood to degradation by white rot fungus// Holzforschung. – 2009. – Vol. 63.– P. 639–646.
8. Tajvidi, M., Mirzaei, B. Effects of temperature on the mechanical properties of beech (*Fagus orientalis* Lipsky) and lime (*Tilia begonifolia*) wood// Wood Material Science and Engineering. – 2009. – Vol. 4, Issue 3-4.– P. 147–153.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ПО РАДИУСУ СТВОЛА

Е.С. ШАРАПОВ, доц. каф. деревообрабатывающих производств МарГТУ, канд. техн. наук,
А.С. ТОРОПОВ, проф. каф. деревообрабатывающих производств МарГТУ, д-р. техн. наук,
В.Ю. ЧЕРНОВ, магистрант каф. деревообрабатывающих производств МарГТУ

sharapov_evgeniy@mail.ru; chernov.vas7936@yandex.ru

Определение свойств древесины и древесных материалов является актуальным для многих направлений науки и отраслей производства. Работами в этой области занимались многие отечественные [1–4] и зарубежные ученые, накоплен огромный объем результатов теоретических и экспериментальных исследований. Однако развитие теоретической мысли, а также механики, микропроцессорной техники, создание новых программных продуктов раскрывают перед исследователями новые горизонты.

На современном этапе развития науки и техники в области древесиноведения с целью наиболее точного определения внутреннего состояния растущих деревьев и деревянных

конструкций различного назначения разработаны устройства, отличающиеся высокой мобильностью и скоростью работы. В основу этих устройств заложен принцип измерения величины сопротивления резанию, возникающему при просверливании исследуемого материала тонким буровым сверлом, диаметр которого не превышает 3 мм [6–9]. Лидирующие мировые позиции в этом направлении занимают фирмы «Rinntech» и «Instrument Mechanic Lab», Германия. Устройства имеют сходные конструкции, основными элементами которых являются электродвигатель постоянного тока, вращающий буровое сверло, и автоматический механизм подачи режущего инструмента. При использовании данных устройств фикси-

руются силовые параметры процесса сверления, характеризующие физико-механические свойства древесины. Автоматически производится обработка и сохранение данных как на ЭВМ, так и на бумажном носителе.

Полученные нами результаты морфологических исследований конструкций и принципов действий устройств для определения свойств древесины и древесных материалов механическим воздействием легли в основу проектирования новых механизмов. Преимущества над аналогами позволяют добиться повышения точности измерений, эксплуатационных характеристик, управляемости хода эксперимента, его наглядности. На сегодняшний день получен патент [5] на новую конструкцию устройства для исследования свойств древесины сверлением, подано несколько заявок на изобретения. Результаты проведенных нами патентных исследований, теоретических изысканий процесса сверления древесины, программирования в среде «LabVIEW», а также опытно-конструкторские разработки использованы при изготовлении лабораторной экспериментальной установки и измерительного шлейфа для определения свойств древесины и древесных материалов в условиях процесса сверления.

Целью исследований является разработка методики сбора данных и определение изменения свойств древесины круглых лесоматериалов по радиусу ствола в условиях процесса сверления.

Основными элементами лабораторной экспериментальной установки являются электрические приводы постоянного тока на резание и подачу, механизм подачи в виде резьбового вала, ограничители смещения бурового сверла при его вибрации, измерительный шлейф с использованием датчиков тока на эффекте Холла, универсального устройства источника напряжения (блока питания) и устройства сбора данных (УСД) «National Instruments» USB-6008. УСД служит для преобразования сигналов, поступающих с датчиков тока и напряжения питания электрических приводов, передачи данных на ПК, где с помощью разработанной блок-диаграммы (рис. 1) в среде «LabVIEW» осуществляется

управление экспериментом, запись данных, графическое отображение и хранение результатов исследований.

При разработке блок-диаграммы в среде «LabVIEW» использованы экспресс-виртуальные приборы (ВП), обеспечивающие удобный и понятный режим управления данными, поступающими с датчиков тока и универсального устройства источника напряжения. На рис.1 изображен виртуальный прибор определения мощности, потребляемой обоими приводами вращения и подачи сверла в процессе сверления, хранения и отображения данных, сигнализации нежелательных режимов работы лабораторной установки.

В соответствии с техническими характеристиками УСД USB-6008 частота дискретизации аналоговых сигналов может варьироваться от 10 Гц до 10 кГц и может изменяться непосредственно на блок-диаграмме виртуального прибора (ВП) (рис.1).

Разработанная блок-диаграмма посредством включения в схему необходимых экспресс-ВП осуществляет: фильтрацию цифровых сигналов, поступающих с УСД по току и напряжению питания приводов устройства с помощью экспресс-ВП «Filter» (использовался фильтр скользящего среднего). Математические преобразования проводились с помощью экспресс-ВП «Formula». Предварительно с помощью цифрового мультиметра UT-60G, через порт RS-232C выполнялись серии опытов по тарировке датчиков тока и определения фактических величин напряжений питания электрических приводов, холостых ходов приводов. Возможно использование ВП «Sample Compression» для уменьшения количества выборок входного сигнала в целое число раз.

Лицевая панель виртуального прибора состоит из шести цифровых осциллографов, элементов управления и индикации. В процессе сверления (исследования свойств) круглых лесоматериалов по радиусу ствола на цифровых осциллографах отображались и сохранялись данные величин напряжения, тока и мощностей приводов вращения сверла и его подачи. По желанию, автоматически осциллограммами других цветов отобража-

лись «сжатые» сигналы. На рис. 2 показана лицевая панель ВП, включающая цифровые осциллографы мощностей на сверление и подачу бурового сверла, элементов управления записью и компрессией данных. Представлено изменение мощностей, потребляемых приводами подачи и вращения бурового сверла в процессе сверления оцилиндрованного соснового бревна, диаметром 235 мм, средней влажностью 11,5 % (серия опытов 1, опыт 1).

В процессе проведения экспериментальных исследований были использованы: экспериментальная лабораторная установка для исследования свойств древесины и древесных материалов [5]; измерительный шлейф на основе УСД «National Instruments» USB-6008 и датчиков тока «Honeywell»; электровлагомер «Gann, Hydromette HT85T», цифровой мультиметр UT-60G; бензомоторная пила «Stihl 250MS»; электронный штангенциркуль «Matrix»; ЭВМ с установленным лицензированным программным комплексом «LabVIEW».

Проведены экспериментальные исследования свойств древесины круглых лесоматериалов по радиусу ствола в условиях процесса сверления. В качестве исследуемых образцов использованы: сосновое оцилиндрованное бревно (сосна обыкновенная, *Pinus sylvestris*) $D=235$ мм, $W_{ср}=11,5$ %; бревно ели с ядровой комлевой гнилью (ель европейская, *Picea abies*) $D=310-340$ мм, $W_{ср}=47,6$ %; бревно осины с ядровой стволовой гнилью (осина обыкновенная, *Pyrulus trūmula*) $D=265$ мм, $W_{ср}=72,9$ %; сосновое бревно с ситовой ядровой гнилью (сосна обыкновенная, *Pinus sylvestris*) $D=210$ мм, $W_{ср}=52,9$ %. Сверление осуществлялось тонким буровым сверлом с диаметром режущей части 3 мм, диаметром хвостовика 1,5 мм в строго радиальном направлении. На каждом исследуемом лесоматериале осуществлялось по 9–15 замеров с шагом 50 мм по длине ствола. Скорость подачи сверла 0,6 м/мин, номинальная мощность привода вращения сверла 90 Вт, номинальная скорость вращения бурового сверла 4100 об./мин.

В ходе эксперимента анализировались данные более 50 опытов на четырех исходных лесоматериалах. Методика проведения экспе-

риментальных исследований заключалась в следующем: первоначально по десяти замерам определялась влажность исследуемого материала, осуществлялась разметка зон сверления. После включения экспериментальной лабораторной установки (привода вращения бурового сверла) осуществляется запуск виртуального прибора на ЭВМ, при этом в режиме реального времени на виртуальных осциллографах отображаются данные изменения электрических параметров обоих приводов устройства. Вслед за включением контроллеров записи расчетных значений мощности на сверление производится включение электрического привода подачи устройства. Осуществляется процесс сверления лесоматериала в радиальном направлении на всю величину диаметра. После выхода сверла с противоположной стороны лесоматериала останавливалась работа виртуального прибора в среде «LabVIEW». Обратная подача сверла происходила в автоматическом режиме при его вращении без записи данных. Результаты каждого опыта для удобства обработки сохранялись в файле совместимом с «MS Excel», диаграммы изменения электрических параметров работы приводов устройства в условиях процесса сверления сохранялись в цветном (рис. 2) и черно-белом вариантах (рис. 4–6).

В местах просверливания осуществлялся поперечный раскрой лесоматериалов, при этом повторно замерялись влажность и диаметр образца (длина просверленного отверстия). Для выявления структуры древесины в местах просверливания торцевые поверхности лесоматериалов шлифовались. На рис. 3–6 представлены выборочные диаграммы изменения мощности в условиях процесса сверления круглых лесоматериалов по радиусу ствола. Диаграммы приложены на торцевые срезы лесоматериалов в местах прохождения сверла. Изменение мощности в процессе сверления соответствует изменению структуры, физико-механических свойств древесины.

При сверлении оцилиндрованного лесоматериала сосны (рис. 3) наблюдается четкое изменение величины мощности при прохождении сверлом поздних и ранних зон годовичных колец. Линия прохождения сверла в древеси-

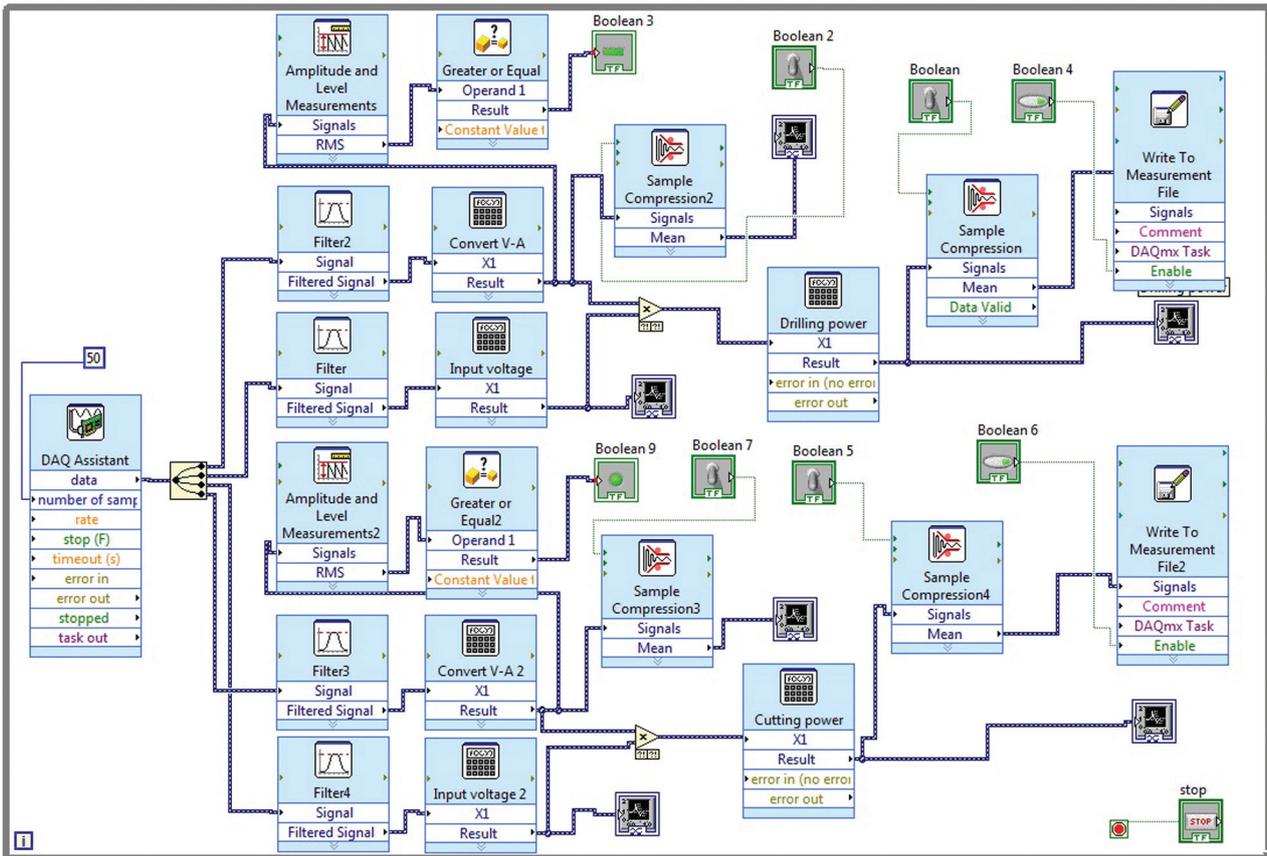


Рис. 1. Блок-диаграмма виртуального прибора определения свойств древесины и древесных материалов в условиях процесса сверления

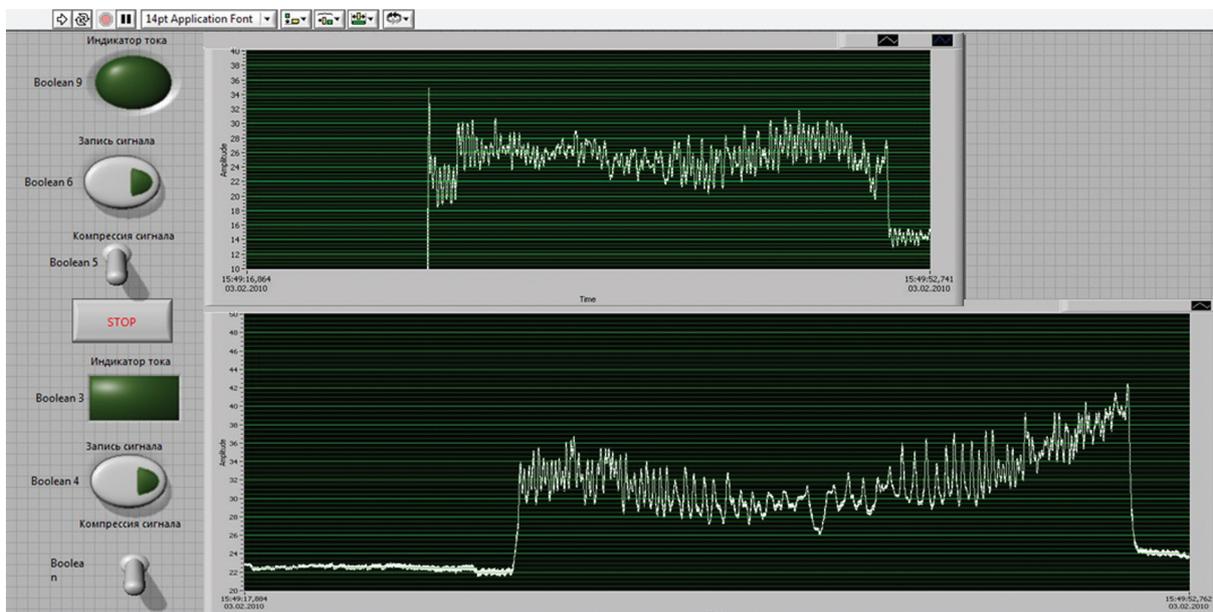


Рис. 2. Лицевая панель виртуального прибора для исследования процесса сверления древесины и древесных материалов

не на рисунках показана красной линией. При достижении сверлом сердцевины наблюдается снижение мощности и соответственно физико-механических свойств материала. На всей

серии опытов прослеживается незначительное снижение мощности на сверление (физико-механических свойств древесины) в центральной зоне лесоматериала.



Рис. 3. Диаграмма изменения мощности сверления по диаметру лесоматериала (сосна оцилиндрованная, $W_{ср}=11,5\%$, $D=235$ мм)

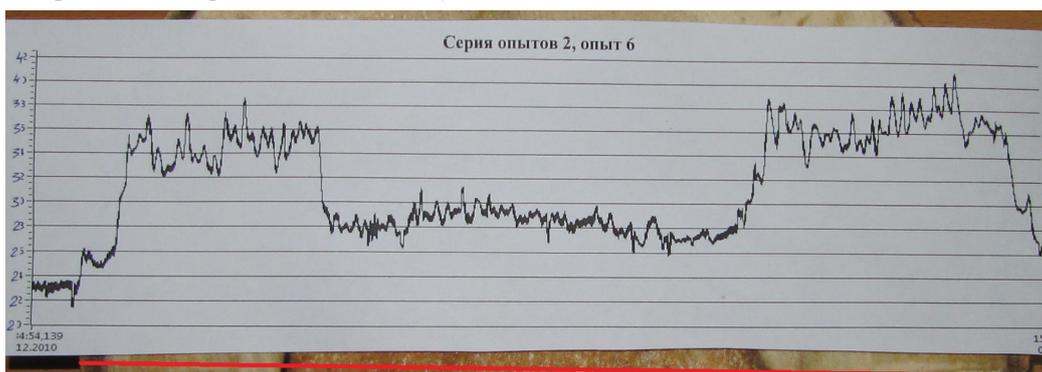


Рис. 4. Диаграмма изменения мощности сверления по диаметру лесоматериала (осина с ядровой стволовой гнилью, $W_{ср}=72,9\%$, $D=265$ мм)



Рис. 5. Диаграмма изменения мощности на сверление по диаметру лесоматериала (ель с ядровой комлевой гнилью, $W_{ср}=47,6\%$, $D=330$ мм)



Рис. 6. Диаграмма изменения мощности на сверление по диаметру лесоматериала (сосна с ситовой ядровой гнилью, $W_{ср}=52,9\%$, $D=210$ мм)

На рис. 4 представлен один из опытов сверления осины, пораженной ядровой стволовой гнилью. Амплитуда колебаний мощности на поздних и ранних участках годовичных колец не так выражена, как при сверлении древесины сосны. В начале процесса сверления заметен участок коры лесоматериала, имеющий относительно однородную структуру. Резким снижением потребляемой мощности на сверление характеризуется участок, пораженный гнилью.

Аналогичным образом на диаграмме отражается ядровая гниль ели (рис.5). При этом с левой стороны (в начале процесса сверления) наблюдается резкий спад усилия резания, вызванный пустотой, образованной в результате разрушения древесины.

На основании экспериментальных исследований свойств древесины круглых лесоматериалов по радиусу ствола сформулированы основные выводы.

Использование разработанной экспериментальной лабораторной установки и измерительного шлейфа на основе УСД «NI USB6008» позволяет наглядно и с высокой точностью определять энергосиловые параметры процесса сверления древесины круглых лесоматериалов по радиусу ствола.

Безусловно, скачкообразное изменение величины мощности на сверление от 30 до 55 Вт соответствует варьированию физико-механических свойств исследуемого материала. Структура древесины является неоднородной, наблюдаются разница в величине мощности на сверление ранних и поздних зон до 8 Вт, что составляет более 35 % от общей мощности на сверление. Следует также отметить наличие как максимальных, так и минимальных пиковых значений на каждом из участков зон годовичных колец. Опыты на сосне показывают незначительное изменение величины мощности (свойств древесины) в сторону уменьшения к центральным зонам лесоматериала.

При смещении отверстий сверления по длине лесоматериалов наблюдаются участки с одинаковыми физико-механическими свойствами древесины, что прослеживается у всех исследуемых лесоматериалов.

Величина мощности холостого хода привода резания до процесса сверления составляет около 22 Вт, после выхода сверла с противоположной стороны лесоматериала 24–30 Вт, что связано, на наш взгляд, с трением поверхности концевика сверла о стенки отверстия и стружку и зависит от породы, влажности, направления волокон древесины и геометрических параметров режущего инструмента.

При сверлении древесины осины с ядровой гнилью наблюдается резкое падение потребляемой мощности привода резания примерно на 70 %, что связано со снижением механических свойств пораженной древесины.

Величины напряжений питания приводов изменяются пропорционально изменению величины потребляемых токов, что делает возможным определение свойств древесины и древесных материалов по данному параметру или по величине тока, потребляемого приводом.

Величина мощности на подачу также изменяется скачкообразно, что может быть связано с конструктивными особенностями лабораторной экспериментальной установки (привод осуществляется по резьбовому валу), а также изменением усилия резания и подачи при прохождении сверлом поздних и ранних зон годовичных колец. Однако в рамках одного просверливания мощность на подачу варьируется незначительно и трудно прослеживается ее изменение по радиусу лесоматериала. На общем фоне данных величина мощности на подачу изменяется в пределах от 15 Вт до 40 Вт, что связано с породой древесины, влажностью, направлением волокон, а также силами трения, возникающими в механизме привода подачи.

Наблюдается отличие теоретических и экспериментальных данных мощности на сверление более чем в 2 раза (расчеты осуществлялись по методике проф. А.Л. Бершадского и по «объемной» формуле мощности резания), что связано, на наш взгляд, с фактическим значением и граничными условиями методик расчетов по диаметру сверления.

Проведение экспериментальных исследований выявило недостатки разработанной лабораторной экспериментальной уста-

новки, в частности, ее малую мобильность (на данный момент требуется стандартный источник напряжения в 220 В). Важной представляется необходимость проведения исследований по сопоставлению параметров плотности древесины с мощностью на сверление, а также автоматическим определением параметров годичных колец, что и будет являться направлением дальнейших работ.

Библиографический список

1. Перельгин, Л.М. Древесиноведение / Л.М. Перельгин, Б.Н. Уголев. – М.–Л.: Лесная промышленность, 1971.
2. Полубояринов, О.И. Плотность древесины / О.И. Полубояринов. – Л.: ЛТА, 1973. – 76 с.
3. Уголев, Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения / Б.Н. Уголев. – М.: МГУЛ, 2001. – 340 с.
4. Торопов, А.С. Исследование плотности древесины березы, пораженной сердцевинной гнилью / А.С. Торопов, Е.С. Шарапов // Изв. вузов. Лесной журнал. – 2006. – № 6. – С. 34–43.
5. Устройство для измерения сопротивления сверлению: пат 95128 Рос. Федерация: МПК 6 G01 N 3/40 / Е.С. Шарапов, В.Ю. Чернов, Т.В. Бычкова. – № 2010106686/22; заявл. 24.02.2010 ; опубл. 10.06.2010.
6. Brashaw, Brian K.; Vatalaro, Robert J.; Wacker, James P.; Ross, Robert J. 2005. Condition Assessment of Timber Bridges: 1. Evaluation of a Micro-Drilling Resistance Tool. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-159. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 8 p.
7. Costello, Laurence R.; Quarles, Stephen L. 1999. Journal of Arboriculture: 25(6) Detection of wood decay in blue gum andelm: an evaluation of the resistograph and the portable drill. pp. 311–318.
8. Mattheck, C., K. Bethge, and W. Albrecht. 1997. How to read the results of Resistograph M. Arboric. J. 21:331–346.
9. Wang, Xiping; Wiedenbeck, Jan; Ross, Robert J.; Forsman, John W.; Erickson, John R.; Pilon, Crystal; Brashaw, Brian K. 2005. Nondestructive evaluation of incipient decay in hardwood logs. Gen. Tech. Rep. FPL-GTR-162. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 11p.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СКЛЕИВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ЭЛЕКТРООБРАБОТАННЫМ КЛЕЕМ

В.М. ПОПОВ, *проф. каф. электротехники, теплотехники и гидравлики ВГЛТА, д-р техн. наук*,
М.А. ШЕНДРИКОВ, *асс.. каф. электротехники, теплотехники и гидравлики ВГЛТА*,
А.В. ЛАТЫНИН, *асп. каф. электротехники, теплотехники и гидравлики ВГЛТА*,
В.В. ПОСМЕТЬЕВ, *доц. каф. высшей математики и физико-математического моделирования ВГЛТА, канд. физ.-мат. наук*,
А.В. ИВАНОВ, *асс. каф. электротехники, теплотехники и гидравлики ВГЛТА, канд. техн. наук*

etgvghta@mail.ru

Ранее полученные экспериментальные данные по влиянию постоянного электрического поля на прочность клеевых соединений древесины свидетельствуют о перспективности такой технологии получения качественной клееной массивной древесины [1]. Полученные данные опытов требуют глубокого анализа с использованием элементов математического моделирования, что позволит сделать обобщения и рекомендации по предлагаемой технологии склеивания древесины. В данном случае математическая модель может быть основана на физической зависимости величин и выражать физическую сущность процесса или быть получена в ходе

проведения экспериментов по влиянию различных параметров на какой-либо процесс с получением уравнения регрессии, описывающего этот процесс.

Для реализации данной задачи в большей мере подходит второй метод, поскольку при образовании клеевого соединения одновременно протекают физические и химические процессы, а факторы, от которых зависит прочность клеевого соединения, различны по своей природе. Процесс склеивания древесины на клею, подвергнутом воздействию электрическим полем, является сложным и многофакторным. На процесс склеивания оказывают влияние напряженность электри-

ческого поля E , время обработки электрическим полем t , давление при склеивании P , температура отверждения клея T .

По результатам проведенных экспериментов [1] с использованием униформ – ротатбельного планирования установлена зависимость выходного параметра (предела прочности при скалывании вдоль волокон древесины σ_B) от перечисленных выше переменных факторов.

Уравнение регрессии в общем виде представляется в форме

$$J = \epsilon_0 + \sum_{i=1}^K \epsilon_i x_i + \sum_{i=1}^K \epsilon_{ii} x_i^2 + \sum_{K=1; y=1}^m \epsilon_{iy} x_i x_y, \quad (1)$$

где $\epsilon_0, \epsilon_i, \epsilon_{iy}, \epsilon_{ii}$ – коэффициенты регрессии;
 K – количество варьируемых факторов;
 x – варьируемые факторы.

Уравнение регрессии (1) для четырех факторов, имеющих место в рассматриваемом случае, имеет вид

$$J = \epsilon_0 + \epsilon_1 x_1 + \epsilon_2 x_2 + \epsilon_3 x_3 + \epsilon_4 x_4 + \epsilon_{11} x_1^2 + \epsilon_{22} x_2^2 + \epsilon_{33} x_3^2 + \epsilon_{44} x_4^2 + \epsilon_{12} x_1 x_2 + \epsilon_{13} x_1 x_3 + \epsilon_{14} x_1 x_4 + \epsilon_{23} x_2 x_3 + \epsilon_{24} x_2 x_4 + \epsilon_{34} x_3 x_4. \quad (2)$$

Коэффициенты регрессии находились по формулам

$$\epsilon_0 = T_1 \sum_{y=1}^N y_i - T_2 \sum_{i=1}^K \sum_{y=1}^N y_y x_{iy}^2; \quad (3)$$

$$\epsilon_i = T_3 \sum_{y=1}^N y_y x_{iy}; \quad (4)$$

$$\epsilon_{ii} = T_4 \sum_{y=1}^N y_i x_{iy}^2 + \sum_{i=1}^K \sum_{y=1}^N y_i x_{iy}^2 - T_2 \sum_{y=1}^N y_y; \quad (5)$$

$$\epsilon_{iy} = T_6 \sum_{y=1}^N y : x_{iy} (i, 4 = 1, 2, K; y = 1, 2, \dots, N; i \neq u), \quad (6)$$

где x_{iy} – кодированное значение i -го фактора в y -м опыте;

y_y – значение выходной величины в y -м опыте;

T_i – коэффициенты, зависящие от числа варьируемых факторов и плана эксперимента в ортогональной его части.

При переходе от кодированных факторов к натуральным следует иметь в виду, что каждый фактор варьируется в диапазоне от $-\lambda$ до $+\lambda$. Поэтому уровню $-\alpha$ соответствует минимальное значение фактора $V_{i\min}$, уровню $+\alpha$ – максимальное значение фактора $V_{i\max}$. Расчет натуральных значений факторов на остальных уровнях можно выполнять по

формулам для уровня (0) $V_i^0 = (V_{i\max} + V_{i\min}) / 2$, для уровня $(-1) V_i^{(-1)} = V_i^0 - (V_i^{(+\lambda)} - V_i^{(0)}) / \alpha$ и для уровня $(+1) V_i^{(+1)} = (V_i^{(+\alpha)} - V_i^{(0)}) / \alpha$.

Тогда интервал варьирования запишется

$$\Delta V_i = (V_i^{(+\alpha)} - V_i^{(0)}) / \alpha.$$

Формула перехода от кодированных значений факторов в натуральные представляется в виде

$$x_i = (V_i - V_i^{(0)}) / \Delta V_i. \quad (8)$$

После подстановки значения коэффициентов регрессии (3–6) и кодированного значения факторов (8) в формулу (1) получим значения отклика. Обработку данных для получения уравнений регрессии проводили в программе МАНТСАД 14.

После обработки экспериментальных данных [1,2] по прочности для клеевых соединений образцов из дуба и ясеня с клеевыми прослойками из клеев КФЖ и ПВА в зависимости от напряженности электрического поля, времени выдержки в электрическом поле, температуры и давления получены с помощью программы МАНТСАД 14 следующие уравнения регрессии второго порядка.

Для клея КФЖ на образцах из дуба

$$\sigma_B = -9,788x_1^2 - 7,485 \cdot 10^{-3}x_2^2 + 0,477x_3^2 - 1,612 \cdot 10^{-3}x_4^2 - 1,372 \cdot 10^{-5}x_1x_2 + 9,628 \cdot 10^{-4}x_1x_3 - 1,02 \cdot 10^{-5}x_1x_4 + 0,082x_2x_3 - 8,726 \cdot 10^{-4}x_2x_4 + 0,061x_3x_4 + 0,028x_1 + 0,252x_2 + 8,07x_3 + 0,142x_4 - 17,788, \quad (9)$$

на образцах из ясеня

$$\sigma_B = -2,14 \cdot 10^{-5}x_1^2 - 0,019x_2^2 - 14,711x_3^2 - 5,976 \cdot 10^{-3}x_4^2 - 11 \cdot 10^{-6}x_1x_2 - 7,713 \cdot 10^{-5}x_1x_3 + 8,175 \cdot 10^{-7}x_1x_4 - 6,597 \cdot 10^{-3}x_2x_3 + 6,991 \cdot 10^{-5}x_2x_4 - 4,904 \cdot 10^{-3}x_3x_4 + 0,065x_1 + 0,599x_2 + 25,991x_3 + 0,368x_4 - 51,55. \quad (10)$$

Для клея ПВА на образцах из дуба

$$\sigma_B = -2,572 \cdot 10^{-6}x_1^2 - 4,432 \cdot 10^{-3}x_2^2 - 6,805x_3^2 - 2,031 \cdot 10^{-3}x_4^2 + 1,287 \cdot 10^{-5}x_1x_2 - 9,029 \cdot 10^{-4}x_1x_3 + 9,589 \cdot 10^{-6}x_1x_4 + 0,077x_2x_3 + 8,184 \cdot 10^{-4}x_2x_4 - 0,087x_3x_4 + 8,464 \cdot 10^{-3}x_1 + 0,152x_2 + 16,947x_3 + 0,144x_4 - 0,539, \quad (11)$$

на образцах из ясеня

$$\sigma_B = -5,521 \cdot 10^{-6}x_1^2 - 7,622 \cdot 10^{-3}x_2^2 - 5,908x_3^2 - 1,435 \cdot 10^{-3}x_4^2 - 1,281 \cdot 10^{-5}x_1x_2 - 8,986 \cdot 10^{-4}x_1x_3 + 9,523 \cdot 10^{-6}x_1x_4 - 0,077x_2x_3 + 8,144x_2x_4 - 0,057x_3x_4 + 0,017x_1 + 0,239x_2 + 18,325x_3 + 0,142x_4 - 7,310. \quad (12)$$

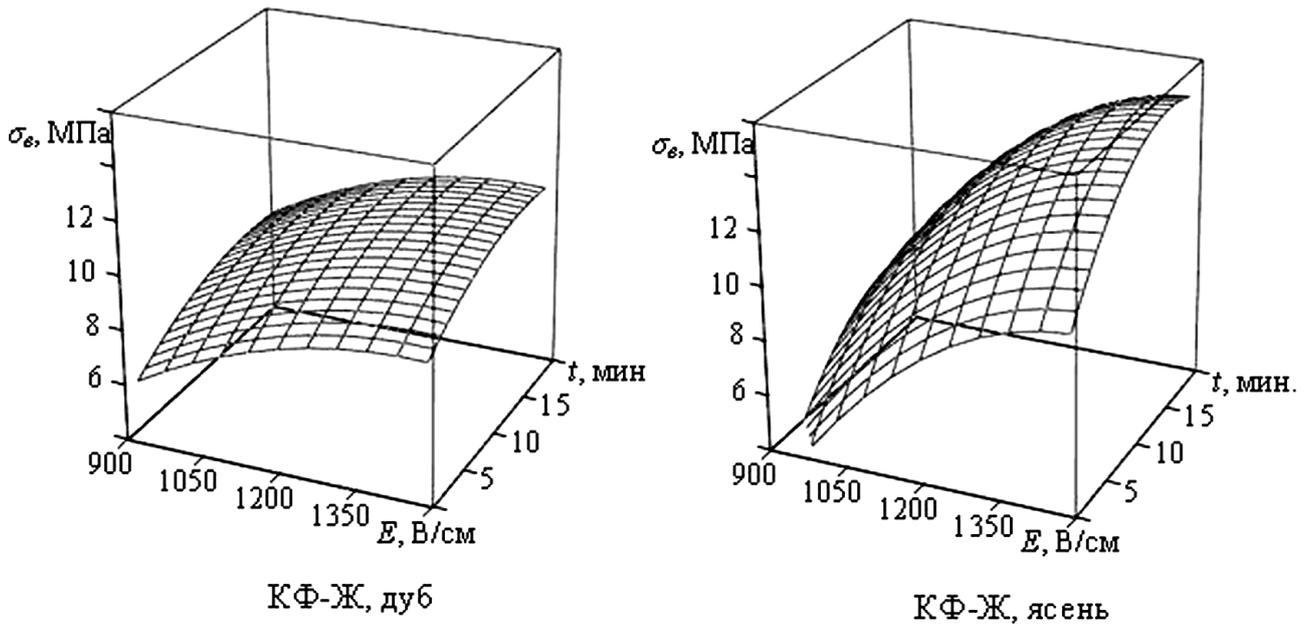


Рис. 1. Поверхности отклика $\tau(E, t)$ к оптимизации параметров процесса склеивания

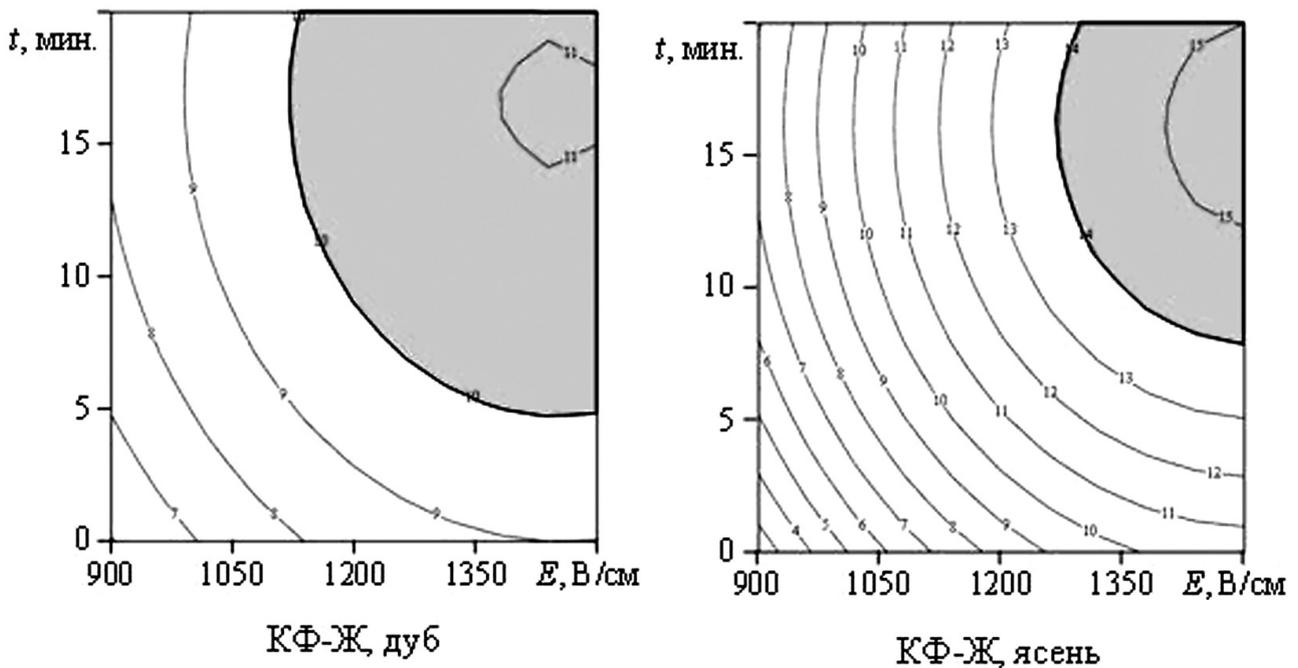


Рис. 2. Оптимальные области (затемнены) на поверхностях отклика $\sigma_b(E, t)$, представленных линиями уровня

Для технологических служб деревоперерабатывающих предприятий, занимающихся процессами склеивания древесины, особый интерес представляет вопрос оптимизации параметров процесса склеивания. В данном случае критерием оптимизации является предел прочности клеевого соединения σ_b , а факторами – параметры процесса склеивания E, t, p, T [4, 5]. Оптимизация поз-

воляет найти область изменения параметров, при которых прочность клеевого соединения является наибольшей, т.е.

$$\sigma_b(E, t, p, T) \rightarrow \max. \quad (13)$$

Оптимизация функции четырех переменных является достаточно сложной задачей. Максимум данной функции можно найти двумя способами. Первый способ основан на обычном алгоритме поиска экстремума фун-

кции нескольких переменных, имеющей аналитическое выражение. Однако аналитическая оптимизация дает решение в виде точек в четырехмерном факторном пространстве, которое не позволяет оценить, насколько ухудшится прочность клеевого соединения при некотором отклонении факторов оптимальных значений, что неизбежно в реальных условиях производства. Более целесообразным представляется подход, когда выделяются оптимальные области факторного пространства, в которых достигаются не максимальные, но достаточно высокие значения σ_b . Данные области удобно изобразить графически, однако это можно реализовать, если оставить из четырех факторов два наиболее важных, а именно напряженность поля E и время выдержки в поле t . Остальные факторы можно принять за постоянные и имеющие наиболее типичные в данном случае значения: $p = 0,5$ МПа и $T = 20^\circ\text{C}$.

Тогда задача оптимизации сводится к следующей

$$\sigma_b(E, t) \rightarrow \max. \quad (14)$$

Использование при оптимизации только двух факторов позволяет графически изобразить поверхность отклика и провести ее визуальный анализ (рис. 1) [5]. Представив каждую из поверхностей отклика с помощью линий уровня, можно условно разделить факторное пространство на две области: благоприятную, в которой критерий оптимизации принимает искомые максимальные значения, и неблагоприятную (рис. 2). Для выбора границы между благоприятной и неблагоприятной областью в данном случае руководствовались соображениями, что граница должна разделять область быстрого роста (неблагоприятная область) и область насыщения с примерно постоянным высоким значением σ_b (благоприятная область). Визуально благоприятные и неблагоприятные области можно различить по частоте изолиний на рис. 2. В благоприятной области изолинии редки, тогда как в неблагоприятной области плотность изолиний высока. В качестве границ между благоприятной и неблагоприятной областями выбраны следующие изолинии: 10 МПа (КФЖ, дуб) 14 МПа (КФЖ, ясень).

Анализ конфигурации благоприятных областей в факторном пространстве позволяет сделать следующие выводы:

1. Оптимальная область имеет форму, близкую к четверти круга. Максимальные значения σ_b достигаются ориентировочно при значениях E от 1100 до 1500 В/см и значениях t от 5 – 10 до 20 минут.

2. Так как граница оптимальной области имеет округлую форму, попасть в оптимальную область можно либо используя электрическое поле относительно низкой напряженности (около 1000 В/см) и длительное время выдержки (около 20 мин), либо электрическое поле высокой напряженности (около 1500 в/см) и малое время выдержки (около 5 мин). Такая гибкость при выборе технологических параметров является дополнительным плюсом использования предлагаемой технологии в производственных условиях.

3. То, что оптимальная область занимает значительную площадь факторного пространства, свидетельствует о том, что даже при существенном изменении параметров процесса склеивания, неизбежном в реальных производственных условиях, клеевое соединение будет обладать высокой прочностью.

Библиографический список

1. Попов, В.М. Влияние магнитного и электрического полей на прочность клееной древесины / В.М. Попов, М.А. Шендриков, В.В. Посметьев // Вестник МГУЛ – Лесной вестник, 2009. – № 4. – С. 122–126.
2. Попов, В.М. Способ получения клееной древесины повышенной прочности / В.М. Попов, А.Д. Платонов, А.В. Иванов и др. // Вестник МГУЛ. – Лесной вестник. – 2007. – № 6. – С. 123–125.
3. Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рошин. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.
4. Дегтярев, Ю.И. Методы оптимизации / Ю.И. Дегтярев. – М.: Сов. Радио, 1980. – 272 с.
5. Адлер, Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.П. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
6. Мухаметзянов, И.З. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / И.З. Мухаметзянов. – Уфа: УГНТУ, 1996. – 79 с.

ВЛИЯНИЕ ЗАТОЧКИ ПО БОКОВОЙ ГРАНИ НА КАЧЕСТВО ЗАТОЧКИ ТВЕРДОСПЛАВНОЙ КРУГЛОЙ ПИЛЫ

В.В. АМАЛИЦКИЙ, проф. каф. станков и инструментов МГУЛ, д-р техн. наук,
К.А. ПОЛОСУХИН, асп. каф. станков и инструментов МГУЛ

kevinhac@yandex.ru

В настоящее время наиболее широко применяются круглые пилы, оснащенные твердосплавными пластинами. Это обусловлено меньшей стоимостью по сравнению с пилами, оснащенными пластинами из алмаза. С помощью твердосплавных пил можно обрабатывать материалы различной прочности – от цельной древесины до легких металлов. Ресурс их работы между переточками намного выше, чем у круглых стальных пил.

Для обеспечения качественного раскроя материала необходимо качественно и своевременно затачивать инструмент. В данной статье рассмотрен процесс заточки пилы по боковым поверхностям.

Для проведения эксперимента было взято 5 пил немецкого производства. Параметры пил записаны в табл. 1. Все параметры записаны по заводской маркировке.

Во время первого этапа эксперимента пилы устанавливались на стенд для определения износа пластин. Данный стенд позволяет измерить торцевое и радиальное биение пилы, а также произвести фотографирование зуба с целью дальнейшего определения степени износа пластин. Так как все пилы имеют поочередно косую форму зуба, то измерение износа производилось отдельно четных и нечетных зубьев. Радиальное биение мерялось в вершине зуба, а торцевое – в середине пластин.

Т а б л и ц а 1

Параметры исследуемых пил

| Номер пилы | N | I | II | III | IV | V |
|-------------------------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Диаметр пилы | D | 300 | 120 | 120 | 120 | 120 |
| Диаметр посадочного отверстия | d | 30 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Число зубьев | Z | 60 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| Передний угол | α | 8 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Задний угол | γ | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| Толщина тела пилы | b | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 |
| Ширина пластины | B | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 | 3,2 |
| Форма зубьев | поочередно косая | | | | | |

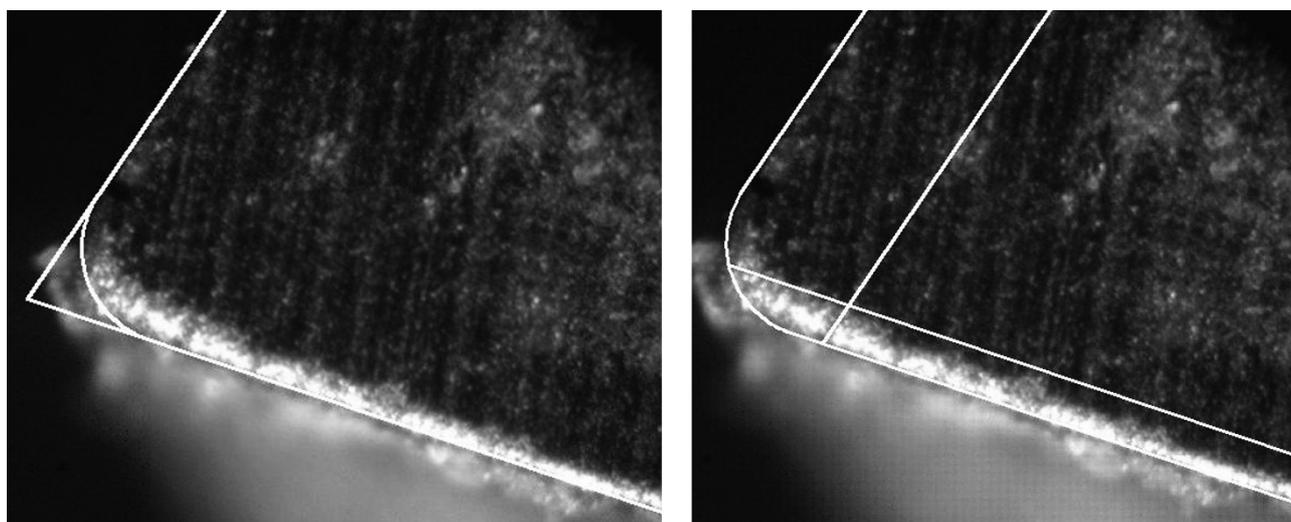


Рис. 1. Зуб пилы до заточки

Параметры исследуемых пил до заточки

| Номер пилы | I | II | III | IV | V |
|--|---------|-------|-------|-------|-------|
| ρ | 100–120 | 25–30 | 40–80 | 25–30 | 40–80 |
| Биение | | | | | |
| Радиальное биение | 0,1 | 0,12 | 0,12 | 0,1 | 0,11 |
| Торцевое биение пластин | 0,17 | 0,15 | 0,14 | 0,16 | 0,15 |
| Необходимая величина съема при заточке | | | | | |
| Передняя грань | 0,05 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | 0,03 |
| Задняя грань | 0,15 | 0,06 | 0,09 | 0,06 | 0,09 |

Параметры исследуемых пил до заточки

| Номер пилы | I | II | III | IV | V |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Ширина пластинки до заточки | 3,19 | 3,24 | 3,19 | 3,20 | 3,19 |
| Ширина пластинки после 1-й заточки | 2,91 | 3,10 | 3,03 | 3,00 | 3,02 |
| | 0,28 | 0,14 | 0,16 | 0,20 | 0,17 |
| Ширина пластинки после 2-й заточки | 2,65 | 2,96 | 2,89 | 2,83 | 2,84 |
| | 0,26 | 0,14 | 0,14 | 0,18 | 0,18 |
| ρ после заточки | 30-70 | 10-15 | 20-30 | 10-15 | 20-30 |
| Торцевое биение | 0,1 | 0,09 | 0,09 | 0,08 | 0,09 |
| Необходимая величина съема при заточке | | | | | |
| Передняя грань | 0,02 | 0,01 | 0,02 | 0,01 | 0,02 |
| Задняя грань | 0,06 | 0,03 | 0,06 | 0,03 | 0,06 |

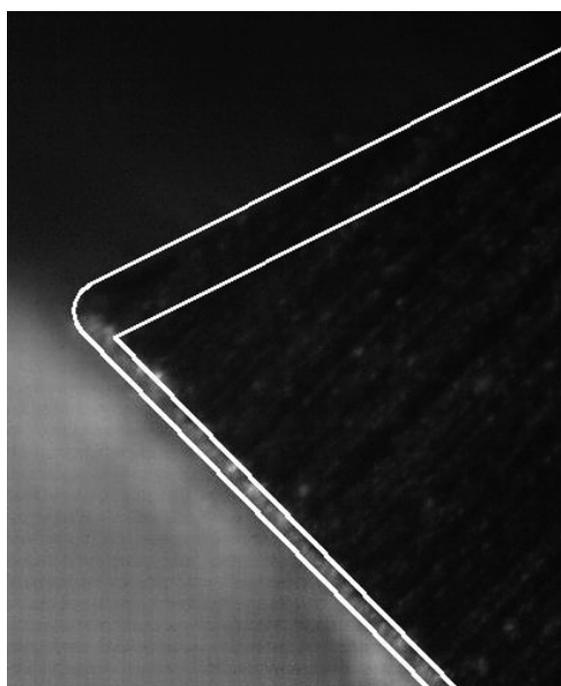


Рис. 2. Зуб пилы после заточки по боковой грани

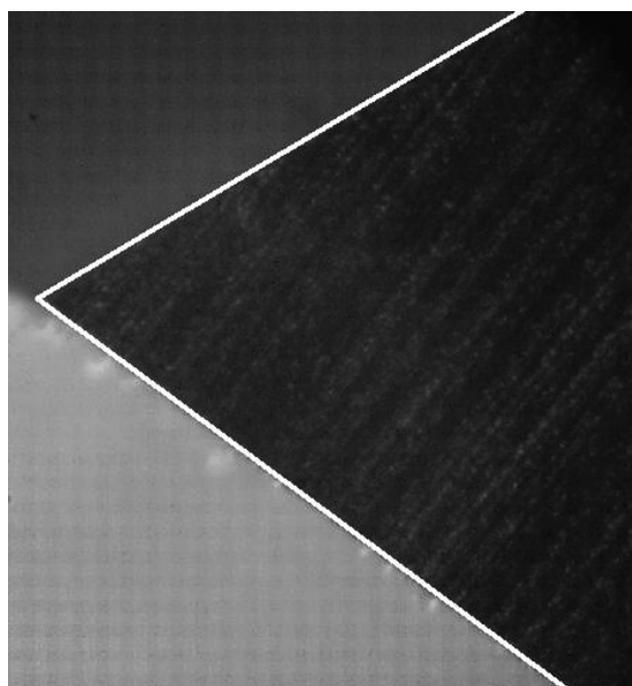


Рис. 3. Зуб пилы после заточки

тины и в теле пилы на расстоянии 10 мм от нижней части пластины.

На рис. 1 показан один из зубьев пилы. Для большей наглядности был выбран зуб с

высокой степенью затупления. На фотографии четко видно, что режущая кромка не является углом, а имеет переходную поверхность между передней и задней гранями.

Эта переходная поверхность обозначается ρ и является главным критерием оценки степени затупления инструмента. Значение ρ для острого и тупого инструмента не указываются ни в одном ГОСТе. Для дереворежущего инструмента, не оснащенного пластинками твердого сплава, оптимальное значение ρ было определено путем экспериментов. Оно равно 2–4 мкм для острого и 60 мкм для тупого инструмента.

Анализ измерений биения пилы показал, что у всех пил оно находится в пределах, допустимых ГОСТом (радиальное биение 0,15 мм, торцевое биение 0,2 мм).

Полученные во время первого и второго этапа эксперимента данные представлены в табл. 2.

Вторым этапом эксперимента было измерение с помощью микрометра ширины пластины в самом широком месте, а также заточка пилы по одной из боковых граней на станке Vollmer СННН21Н. Для того чтобы раскрой был качественным, боковые грани зубьев должны иметь одну общую поверхность вращения. Заточкой по боковой грани мы выводим все зубья пилы в одну плоскость. Заточка по боковой грани производится симметрично с обеих сторон. После заточки каждой из сторон производился замер ширины пластины. Это необходимо для того, чтобы оценить толщину сошлифованного слоя.

После заточки пил по боковым граням производилось повторное фотографирование зубьев пилы и измерение торцевого биения пластин. В табл. 3 представлены результаты, полученные во время второго этапа эксперимента.

На рис. 2 показан тот же зуб, что и на рис. 1, но уже после заточки по боковым граням. Очевидно, что радиус скругления режущей кромки стал значительно меньше.

Из данных табл. 2 и 3 видно, что радиус скругления уменьшился почти в 2 раза. Бла-

годаря этому величина необходимого съема во время заточки снизилась. Стоит отметить, что в большинстве случаев сошлифовывание 0,01 мм по передней и 0,03 мм по задней поверхностям необходимо для создания гладкой поверхности (т.е. ρ уже имеет необходимое значение). Измерение торцевого биения также показало его снижение почти в 2 раза.

Заключительным этапом эксперимента была заточка пилы по передней и задней поверхностям с последующим измерением радиального биения. Измерение показало, что величина радиального биения в результате заточки не изменилась. На рис. 3 показана фотография зуба после заточки. Из фотографии видно, что зуб стал острым и скругления режущей кромки в пределах данного увеличения не наблюдается.

В результате проведенного эксперимента было установлено, что сошлифовывание 0,02 мм по боковой грани снижает радиус скругления режущей кромки почти в 2 раза (до заточки – 120 мкм, после заточки – 70 мкм). Благодаря этому необходимая для качественной заточки величина сошлифовываемого слоя снизилась почти в 2 раза (по передней грани: до заточки – 0,05 мм, после заточки – 0,02 мм; по задней грани: до заточки – 0,15 мм, после заточки – 0,06 мм). Это приводит к увеличению возможного количества переточек пилы, следовательно, увеличивает срок службы пилы. Также заточка по боковой поверхности снижает торцевое биение (до заточки – 0,17 мм, после заточки – 0,1 мм).

Библиографический список

1. Амалицкий, В.В. Пиление твердосплавными круглыми пилами и их заточка / В.В. Амалицкий. – 2005. – № 5(560). – С. 6–10.
2. Полосухин, К.А. Инструмент и технология ремонта зубьев круглых твердосплавных пил / К.А. Полосухин. – М: МГУЛ, 2009. – С. 89–94.
3. Воскресенский, С.А. Резание древесины / С.А. Воскресенский. – 1955. – С. 19–21.

ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА ДЛЯ СИНТЕЗА РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ

В.А. ДОРОШЕНКО, проф. каф. управления автоматизированными производствами лесопромышленного комплекса МГУЛ, д-р техн. наук,

Л.В. ДРУК, доц. каф. управления автоматизированными производствами лесопромышленного комплекса МГУЛ, канд. техн. наук,

М.С. УСАЧЕВ, асп. каф. управления автоматизированными производствами лесопромышленного комплекса МГУЛ

druk@mgul.ac.ru

В настоящее время основой процесса компоновки распределенных систем управления [1] является модульный принцип, начиная с уровня технологического объекта управления и кончая уровнем непосредственно системы управления. Такой принцип компоновки является предметом структурного синтеза технологической и технической структуры. Под технологической структурой понимается множество взаимодействующего технологического оборудования, позволяющего получить множество состояний объекта обработки, начиная с состояния заготовки и кончая состоянием изделия (продукции). Под технической структурой понимается множество взаимодействующих средств автоматизации, позволяющих выполнять функции, соответствующие уровням распределенной системы управления, начиная с уровня датчиков и исполнительных устройств, уровня промышленных контроллеров и кончая

уровнем операторских станций и компьютерных систем управления производством [1]. Задача синтеза такой системы является многовариантной и многокритериальной. Необходимо синтезировать систему, которая удовлетворяет совокупности исходных данных $D = \{Y, O_s, K, O_k\}$, при этом, $Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_p\}$ – множество условий; $O_s = \{O_{s1}, O_{s2}, \dots, O_{sg}\}$ – множество ограничений на структуру и параметры системы; $K = \{K_1, K_2, \dots, K_m\}$ – множество показателей эффективности; $O_k = \{O_{k1}, O_{k2}, \dots, O_{kr}\}$ – множество ограничений, накладываемых на показатели эффективности. В большинстве случаев совокупность исходных данных носит неопределенный характер, когда указаны диапазоны значений. Решать такую задачу приходится в условиях неопределенности. Одним из способов решения таких задач является применение нечетких множеств, нейронных сетей, генетических алгоритмов. В данной работе предложено

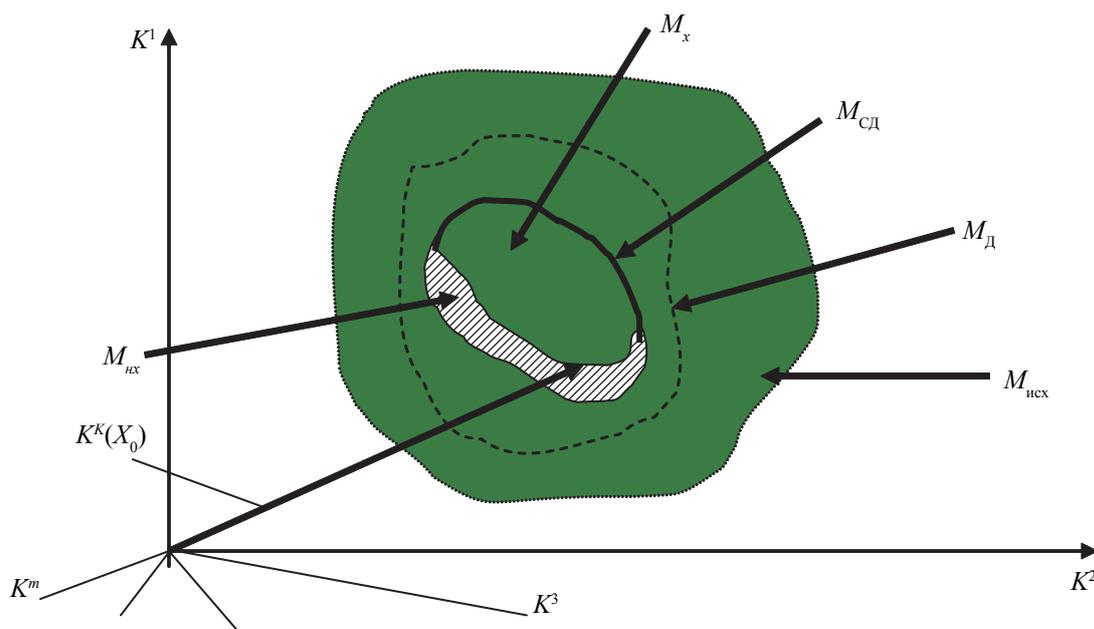


Рис. 1. К многокритериальному выбору вариантов

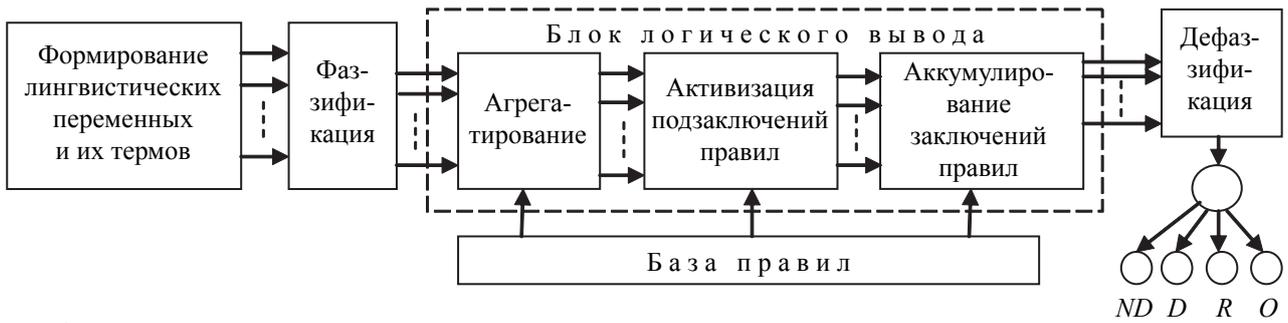


Рис. 2. Формирование системы нечеткого логического вывода для синтеза распределенной системы управления

на процедура формирования системы нечеткого логического вывода для выбора вариантов технологической и технической структуры. Имеется исходное множество вариантов, $M_{исх.}$ (рис. 1). Исходные варианты, которые не удовлетворяют совокупности $\{Y, O_s\}$, являются недопустимыми (ND). Варианты, удовлетворяющие совокупности $\{Y, O_s\}$ – допустимые D (M_D). Система, удовлетворяющая всей совокупности данных $D = \{Y, O_s, K, O_K\}$, является строго допустимой $M_{сд}$ (рис. 1). Для объективного выделения оптимального варианта необходимо из множества строго допустимых вариантов выделить область рациональных вариантов R ($M_{рх.}$). Непосредственно выделение оптимального варианта $O \{K^x(X_o)\}$ осуществляется из области рациональных вариантов (рис. 1). Для решения такой многостадийной задачи на основе нечетких множеств необходимо выполнить ряд операций [2–5] по формированию системы нечеткого логического вывода. Структура системы формирования дана на рис. 2.

Исходными данными для системы нечеткого логического вывода являются

– входные лингвистические переменные $\beta = \{\beta_i\}, i = \overline{1, n}$;

– значения входных лингвистических переменных

$$\beta_i = \{\alpha_j\}, j = \overline{j_1, j_2, \dots, j_m};$$

$$j_1 = \overline{1, m_1}; j_2 = \overline{1, m_2}, \dots, j_m = \overline{1, m_n};$$

– термы входных лингвистических переменных, принадлежащих их значениям

$$\{N_p, Z_p, P_p\} \in \{\alpha_j\}, a_j^1 \leq N_i \leq a_j^2,$$

$$a_j^2 \leq Z_i \leq a_j^3, a_j^3 \leq P_i \leq a_j^4;$$

– выходные лингвистические переменные $W = \{W_i\}, i = \overline{1, n}$;

– значение выходных лингвистических переменных

$$W_i = \{b_j\}, j = \overline{j_1, j_2, \dots, j_m};$$

$$j_1 = \overline{1, m_1}; j_2 = \overline{1, m_2}, \dots, j_m = \overline{1, m_n};$$

– термы выходных лингвистических переменных, принадлежащих их значениям

$$\{ND_p, D_p, R_p, O_p\} \in \{b_j\}, b_j^1 \leq ND_i \leq b_j^2, \\ b_j^2 \leq D_i \leq b_j^3, b_j^3 \leq R_i \leq b_j^4, b_j^4 \leq O_i \leq b_j^5;$$

Пример формирования исходных данных рассмотрен для выбора промышленных контроллеров. Основными показателями эффективности (лингвистические переменные) при выборе вариантов контроллеров являются: частота процессора β_1 (МГц), объем оперативной памяти β_2 (Мгб), объем *Flash*-памяти β_3 (Мгб) и стоимость β_4 (руб). Выходной лингвистической переменной является «Варианты». Диапазон значений входных лингвистических переменных: $\beta_1 = \alpha_{j_1} = 0,2$ ч 600 ; $\beta_2 = \alpha_{j_2} = 0,1$ ÷ 260 ; $\beta_3 = \alpha_{j_3} = 0,1$ ч 140 ; $\beta_4 = 5\ 000$ ч $50\ 000$. С учетом диапазонов входных переменных диапазон значений для выходной переменной «Варианты» равен $W_i = 0,1$ ч $50\ 000$. Термы для входных и выходных переменных: $\beta_1 = \{N_1, Z_1, P_1\}$, N_1 – низкая частота процессора, Z_1 – средняя частота процессора, P_1 – высокая частота процессора; $\beta_2 = \{N_2, Z_2, P_2\}$, N_2 – малый объем памяти, Z_2 – средний объем памяти, P_2 – большой объем памяти; $\beta_3 = \{N_3, Z_3, P_3\}$, N_3 – малый объем *Flash*-памяти, Z_3 – средний объем *Flash*-памяти, P_3 – большой объем *Flash*-памяти; $\beta_4 = \{N_4, Z_4, P_4\}$, N_4 – небольшая стоимость, Z_4 – средняя стоимость; P_4 – высокая стоимость; $W_i = \{ND_1, D_1, R_1, O_1\}$, ND_1 – недопустимый вариант, D_1 – допустимый вариант, R_1 – рациональный вариант, O_1 – оптимальный вариант. Терм-множества входных и выходных переменных: $0 \leq N_1 \leq 41, 41 \leq Z_1 \leq 120, 120 \leq P_1 \leq 600, 0 \leq N_2 \leq 0,6, 0,6 \leq Z_2 \leq 33, 33 \leq P_2 \leq 260, 0 \leq N_3 \leq 0,28, 0,28 \leq Z_3 \leq$

База правил для системы нечеткого логического вывода при выборе вариантов промышленных контроллеров

| Номер правила | ЕСЛИ | | | | ТО | Номер правила | ЕСЛИ | | | | ТО |
|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|---------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|
| | β_1 | β_2 | β_3 | β_4 | | | β_1 | β_2 | β_3 | β_4 | |
| 1 | N_1 | N_2 | N_3 | N_4 | ND | 18 | Z_1 | P_2 | Z_3 | N_4 | R |
| 2 | N_1 | N_2 | N_3 | Z_4 | ND | 19 | Z_1 | P_2 | P_3 | N_4 | R |
| 3 | N_1 | N_2 | Z_3 | N_4 | ND | 20 | P_1 | Z_2 | Z_3 | N_4 | R |
| 4 | N_1 | N_2 | Z_3 | Z_4 | ND | 21 | P_1 | Z_2 | P_3 | N_4 | R |
| 5 | N_1 | Z_2 | N_3 | N_4 | ND | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | 23 | P_1 | P_2 | P_3 | N_4 | O |
| 15 | Z_1 | Z_2 | Z_3 | N_4 | D | 24 | P_1 | P_2 | P_3 | Z_4 | R |
| 16 | Z_1 | Z_2 | Z_3 | Z_4 | D | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | 37 | Z_1 | Z_2 | P_3 | P_4 | R |
| 17 | Z_1 | Z_2 | P_3 | N_4 | R | 38 | Z_1 | Z_2 | Z_3 | P_4 | ND |

$\leq 33, 33 \leq P_3 \leq 130, 0 \leq N_4 \leq 15\ 000, 15\ 000 \leq Z_4 \leq 30\ 000, 30\ 000 \leq P_4 \leq 50\ 000; 0,1 \leq ND_1 \leq 50\ 000, 31,5 \leq D_1 \leq 30\ 000, 63,5 \leq R_1 \leq 30\ 000, 127,5 \leq O_1 \leq 15\ 000.$

Для описания процедуры фаззификации и операций непосредственного логического вывода (рис. 2) необходимо выполнить разработку базы правил. Процесс нечеткого вывода соединяет в себе все основные концепции теории нечетких множеств: функции принадлежности, лингвистические переменные, нечеткие логические операции, методы нечеткой импликации и нечеткой композиции. Система нечеткого логического вывода является частным случаем продукционных нечетких систем [3–5]. Основная особенность нечетких правил – условие и заключение отдельных нечетких правил формулируются в форме нечетких высказываний относительно значений тех или иных лингвистических переменных. Простейший вариант правила нечеткой продукции может быть записан в форме

$$\text{ПРАВИЛО}\langle\#\rangle \text{ ЕСЛИ } \langle\beta_1 \text{ есть } \alpha_1\rangle, \text{ ТО } \langle\beta_2 \text{ есть } \alpha_2\rangle. \quad (1)$$

Нечеткое высказывание « β_1 есть α_1 » представляет собой условие данного правила, а нечеткое высказывание « β_2 есть α_2 » – нечеткое заключение данного правила, при этом $\beta_1 \neq \beta_2$. Второй вариант нечетких высказываний, которые относятся к разным лингвистическим переменным в условии правил нечеткой продукции, записывается в форме

ПРАВИЛО $\langle\#\rangle$ ЕСЛИ « β_1 есть α_1 », И « β_2 есть α_2 » ТО « β_3 есть α_3 », или (2)

ПРАВИЛО $\langle\#\rangle$ ЕСЛИ « β_1 есть β_1 », ИЛИ « β_2 есть α_2 » ТО « β_3 есть α_3 » (3)

В данном случае высказывание « β_1 есть α_1 », И « β_2 есть α_2 » представляет собой условие правил, а « β_3 есть α_3 » – заключение правил. Каждое из нечетких высказываний « β_1 есть α_1 », « β_2 есть α_2 » называется подусловием данных правил, при этом $\beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3$.

В данной работе для формирования базы правил использована вторая форма (2). Фрагменты сформулированной базы правил представлены в табл. 1.

Фаззификация (введение нечеткости) производится в соответствии с подусловиями правила нечеткого вывода. Лингвистические переменные разбиваются на терм-множества с помощью определенной функции принадлежности. В работе используется трапециевидная функция [4]

$$f_T = (x, a, b, c, d) = \begin{cases} 0, x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}, a \leq x \leq b \\ \frac{d-x}{d-c}, b \leq x \leq c \\ 0, x \leq d \end{cases} \quad (4)$$

Для лингвистической переменной «Частота процессора» значение терм-множеств: $\mu_{N1}(\beta_1, a, b, c, d)$ при $a = 0,1; b = 0,25; c = 40; d = 41; \mu_{P1}(\beta_1, a, b, c, d)$ при $a = 40,9;$

$b = 41; c = 119,9; d = 120,5; \mu_{z1}(\beta_1, a, b, c, d)$
при $a = 119,9; b = 120,5; c = 599; d = 600;$

Значения терм-множеств для лингвистической переменной «Оперативная память»: $\mu_{N2}(\beta_2, a, b, c, d)$ при $a = 0,1; b = 0,2; c = 0,5; d = 0,6;$ $\mu_{z2}(\beta_2, a, b, c, d)$ при $a = 0,55; b = 0,65; c = 32,9; d = 33;$ $\mu_{p2}(\beta_2, a, b, c, d)$ при $a = 32,9; b = 33; c = 259; d = 260;$

Значения терм-множеств для лингвистической переменной «Flach-память» $\mu_{N3}(\beta_3, a, b, c, d)$ при $a = 0,1; b = 0,15; c = 0,27; d = 0,28;$ $\mu_{z3}(\beta_3, a, b, c, d)$ при $a = 0,275; b = 0,29; c = 32,9; d = 33;$ $\mu_{p3}(\beta_3, a, b, c, d)$ при $a = 32,9; b = 33; c = 128; d = 130;$

Значения терм-множеств для лингвистической переменной «Стоимость» $\mu_{N4}(\beta_4, a, b, c, d)$ при $a = 0,2; b = 0,25; c = 14\ 990; d = 15\ 000;$ $\mu_{z4}(\beta_4, a, b, c, d)$ при $a = 14\ 990; b = 15010; c = 29\ 990; d = 30\ 000;$ $\mu_{p4}(\beta_4, a, b, c, d)$ при $a = 29\ 990; b = 30\ 010; c = 49\ 900; d = 50\ 000;$

Значения терм-множеств для выходной лингвистической переменной «Варианты» $\mu_0(w, a, b, c, d)$ при $a = 127,5; b = 128; c = 14\ 990; d = 1\ 500;$ $\mu_R(w, a, b, c, d)$ при $a = 63,5; b = 64; c = 29\ 990; d = 30\ 000;$ $\mu_D(w, a, b, c, d)$ при $a = 31,5; b = 32; c = 29\ 990; d = 30\ 000;$ $\mu_{ND}(w, a, b, c, d)$ при $a = 0,1; b = 0,15; c = 49\ 900; d = 50\ 000;$

В результате фаззификации должны быть определены конкретные значения функций принадлежности по каждому из вышеприведенных лингвистических термов, которые используются в подусловиях базы правил (табл. 1) системы нечеткого вывода, с учетом значений терм-множеств для трапециевидной функции принадлежности. Рассматривается каждое из подусловий вида « β_i есть α_i » правил системы нечеткого вывода. Значение α_i используется в качестве аргумента функции принадлежности (4). В итоге находится количественное значение $b_i^1 = \mu(\alpha_i)$. Это значение и является результатом фаззификации подусловия « β_i есть α_i ». Находятся все значения $b_i^1 = \mu(\alpha_i)$ для каждого из подусловий всех правил, входящих в базу правил. Это множество значений обозначим через $B = \{b_i^1\}$. В данном случае рассмотрен пример фаззификации для предусловий правила 23 (табл. 1)

$$b_1^1 = \mu_{\beta_1}(\beta_1 = 520 \text{ МГц}) = 1,0; b_2^1 = \mu_{\beta_2}(\beta_2 = 64 \text{ Мб}) = 1,0; b_3^1 = \mu_{\beta_3}(\beta_3 = 128 \text{ Мб}) = 1,0; b_4^1 = \mu_{\beta_4}(\beta_4 = 14\ 000 \text{ руб.}) = 1,0.$$

Операция агрегатирования блока логического вывода предназначена для определения степени истинности условий по каждому из правил системы нечеткого вывода. Исходным является результат фаззификации, то есть множество $B = \{b_i^1\}$. Степень истинности определяется на основе формул нечеткой конъюнкции или формул нечеткой дизъюнкции [4, 5]. В работе используется нечеткая конъюнкция вида $T(A \wedge B) = \min \{T(A), T(B)\}$ или применительно к решаемой задаче $\mu(\beta_1 \wedge \beta_2 \wedge \beta_3 \wedge \beta_4) = \min \{\mu(\beta_1), \mu(\beta_2), \mu(\beta_3), \mu(\beta_4)\}$. В качестве аргументов функций принадлежности используются значения b_i^1 из множества $B = \{b_i^1\}$, то есть находятся количественные значения истинности всех условий правил нечеткого вывода. В результате найдено множество значений, соответствующих разработанной базе правил $B'' = \{b_1'', b_2'', \dots, b_k''\} = \{b_1''\}$. Конкретно для правила 23 можно записать $\mu(\beta_1 \wedge \beta_2 \wedge \beta_3 \wedge \beta_4) = \min \{\mu_{\beta_1}(\beta_1 = 520), \mu_{\beta_2}(\beta_2 = 64), \mu_{\beta_3}(\beta_3 = 128), \mu_{\beta_4}(\beta_4 = 14000)\} = \min \{b_1'' = 1,0; b_2'' = 1,0; b_3'' = 1,0; b_4'' = 1,0\}$, в итоге $B'' = \{1,0\}$.

В процессе активизации необходимо найти степень истинности каждого из подзаклучений разработанных правил (R_K). Исходными данными являются результат агрегатирования $B'' = \{b_1'', b_2'', \dots, b_k''\}$ и значения весовых коэффициентов для каждого правила (F_i). Степень истинности каждого из подзаклучений равна алгебраическому произведению соответствующего значения $B'' = \{b_i^1\}$ на весовой коэффициент F_i . В результате находятся все значения степеней нечеткости подзаклучений для каждого из правил R_K , входящих в разработанную базу правил системы нечеткого вывода $C = (C_1, C_2, \dots, C_K) = \{C_i\}$. После нахождения значений C_i определяются функции принадлежности каждого из подзаклучений для рассматриваемых выходных лингвистических переменных. Для этого существует несколько методов [4]. В данной работе используется метод min-активации $\mu'(C_i) = \min\{C_i, \mu(C_i)\}$, где $\mu'(C_i)$ – функция принадлежности термина некоторой выходной лингвистической переменной w_p в данном случае это переменная «Варианты». Тогда $\mu(w_1) = \min\{C_i, \mu(w_1)\}$. Для рассматриваемого примера, для правила 23, можно записать $\mu_0(w_1)$

$= \min\{b_1'' \cdot F_1, \mu(b_1'' \cdot F_1)\} = \min\{C_1, \mu(C_1)\} = 1.0$, где $C_1 = B''$, $\mu_0(w_1)$ – функция принадлежности терма «оптимальный вариант» в соответствии с правилом 23 (табл. 1).

Аккумуляция представляет собой процедуру нахождения функции принадлежности для каждой выходной лингвистической переменной $w_1 = (w_i)$. Для этого необходимо объединить все степени истинности подзаклучений, так как подзаклучения, относящиеся к одной и той же выходной переменной, принадлежат различным правилам. Исходным для выполнения аккумуляции являются значения, полученные в результате активизации $C = \{C_i\}$. Последовательно рассматривается каждая из выходных переменных $w_i \in w$ и относящиеся к ней нечеткие множества [4] $C_{j1}, C_{j2}, \dots, C_{jk}$. Результат аккумуляции для выходной переменной w_i определяется как объединение этих нечетких множеств по формуле, реализующей объединение нечетких множеств $\mu(X) = \max\{\mu_A(X), \mu_B(X)\}, \forall x \in X$. Для данного примера, правила 23, $\mu(w) = \mu_0(w_1) = 1.0$. Это относится к терму $\mu_0(w, a, b, c, d)$ при $a = 127,5; b = 128; c = 14\ 900; d = 15\ 000$.

Цель дефаззификации заключается в том, чтобы на основе результатов аккумуляции получить обычное количественное значение каждой из выходных переменных (осуществить приведение к четкости), получение некоторого действительного числа. Для выполнения численных расчетов на этапе дефаззификации используются ряд формул, методов дефаззификации [4, 5]. Широкое применение получили метод центра тяжести и метод центра тяжести для одноточечных множеств

$$y = \frac{\int_{\min}^{\max} X \cdot \mu(x) dx}{\int_{\min}^{\max} \mu(x) dx} \text{ и } y = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot \mu(x_i)}{\sum_{i=1}^n \mu(x_i)},$$

где n – число одноточечных (одноэлементных нечетких множеств), каждое из которых характеризует единственное значение рассматриваемой выходной лингвистической переменной. Для приведенного примера

$$y = \frac{\sum_{i=1}^n w_i \cdot \mu_0(w_i)}{\sum_{i=1}^n \mu_0(w_i)}, \quad (5)$$

где w_1 – значение выходной переменной «Варианты» для ее терма и «оптимальный вариант» с диапазоном $127,5 \leq 0 \leq 150\ 000$. Для выбранных значений этого диапазона 128, 2 500, 3 000, 7 500, 10 000, 12 500, 14 990 в соответствии с (4) получены функции принадлежности: $\mu_0(128) = 1,0; \mu_0(2\ 500) = 1,0; \mu_0(3\ 000) = 1,0; \mu_0(7\ 500) = 1,0; \mu_0(10\ 000) = 1,0; \mu_0(12\ 500) = 1,0; \mu_0(14\ 990) = 1,0$; В результате в соответствии с (5) $y = 7374$. Полученное значение входит в зону терма «оптимальный вариант», что соответствует правилу 23.

На основе изложенного процесса формирования системы нечеткого логического вывода проведена реализация процесса нечеткого моделирования в среде *MATLAB* с использованием специального пакета расширения *Fuzzy Logic Toolbox* для выбора оптимального варианта промышленных контроллеров серии *I-8000, WinCon/WinPac 8 000* фирмы *ICP DAS*. Оптимальным вариантом является контроллер *LP-5441-EH* с параметрами: частота процессора 520 МГц, оперативная память 64 Мб, *Flash*-память 128 Мб, стоимость 14 280 руб., значение $Y = 7\ 500$. Результат моделирования подтверждает полученные данные в работе. На основе применения сформированной системы нечеткого логического вывода был выбран оптимальный вариант технологической структуры для распределенной системы управления с использованием моделирования в среде *MATLAB*.

Библиографический список

1. Дорошенко, В.А. Метод выбора компьютерных средств автоматизации для распределенных систем управления / В.А. Дорошенко, Л.В. Друк, А.А. Назаренко // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2008. – № 2 (59).
2. Методы принятия решений / И.Г. Черноруцкий. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 416 с.
3. Рутковская, Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. – М.: Горячая линия – Телеком, 2008. – 452 с.
4. Леоненков, А.В. Нечеткое моделирование в среде *MATLAB* и *Fuzzy TECH* / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 736 с.
5. Штовба, С.Д. Проектирование нечетких систем средствами *MATLAB* / С.Д. Штовба. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.

СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ СИНТЕЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

В.А. ДОРОШЕНКО, проф. каф. управления автоматизированными производствами лесопромышленного комплекса МГУЛ, д-р техн. наук,

Л.В. ДРУК, доц. каф. управления автоматизированными производствами лесопромышленного комплекса МГУЛ, канд. техн. наук,

М.С. УСАЧЕВ, асп. каф. управления автоматизированными производствами лесопромышленного комплекса МГУЛ

usachevmaksim@mail.ru

При разработке распределенных по уровням систем управления одной из основных задач является синтез технологической структуры объекта управления, начиная с выбора рационального исходного сырья на множестве размерно-качественных параметров, выбора взаимодействующего технологического оборудования, реализующего упорядоченные технологические операции и позволяющего получить множество состояний объекта обработки и кончая состоянием продукции. Задача является многовариантной и многокритериальной. Для ее решения необходима, в первую очередь, разработка модели структурного синтеза, в которую входят: этапы синтеза, критерии, методы решения поэтапного синтеза на основе единого математического описания. В работе предложена структурная модель (рисунок) синтеза технологической структуры обработки древесного сырья при разработке распределенной системы автоматизации лесопромышленных предприятий.

Исходное древесное сырье и требуемая лесопродукция имеют множество поверхностей, размерно-качественных параметров поверхностей, значений параметров поверхностей. При этом размерно-качественные параметры исходного сырья имеют различные значения для лесосырьевых зон. Номенклатура лесопродукции, значения ее размерно-качественных параметров определяются требованиями потребителей, часто меняющимся спросом на внешнем и внутреннем рынках. Поэтому необходимы методы автоматизированной оценки и выбора рационального исходного сырья на основе требуемой лесопродукции при минимизации отходов. Для этой цели предложен метод, позволяющий определить оптимальное соответствие между множеством размерно-качественных значений параметров требуемой лесопродукции и множеством размерно-качественных параметров исходного сырья на основе выражения (1)

$$Z_p = \left\{ \begin{array}{l} Z_\beta \in Z (\exists t \in T) (\exists \beta \in B) (\exists \delta \in \Delta) \left[|P^Z \cap P^H| \rightarrow \max \right] \wedge (\forall t \in T') (\exists l \in L) \\ (\exists \beta \in B') (\exists \varepsilon \in E) (\exists \delta \in \Delta') \left[|P^{ZP} \cap P^{HP}| \rightarrow \max \right] \wedge (\forall t \in T'') (\exists l \in L') \\ (\exists \beta \in B'') (\exists \varepsilon \in E') (\exists \delta \in \Delta'') \left[|\hat{P}^{ZP} \cap \hat{P}^{HP}| \rightarrow \min \right] \end{array} \right\} \quad (1)$$

где $Z = \{Z_\beta\}$ – множество исходного древесного сырья; H – множество лесопродукции; T – число поверхностей лесопродукции; Δ – число поверхностей исходного древесного сырья; L – число параметров лесопродукции; \exists – число параметров исходного сырья; P^Z – множество поверхностей исходного сырья; P^H – множество поверхностей лесопродукции; P^{ZP} – множество параметров поверхностей исходного сырья; P^{HP} – множество параметров поверхностей лесопродукции; \hat{P}^{ZP} – множество значений параметров исходного сырья; \hat{P}^{HP} – множество значений параметров лесопродукции; B' – число исходного сырья, имеющего максимальное пересечение поверхностей с поверхностями лесопродукции; Δ' – число поверхностей исходного сырья, имеющего максимальное пересечение поверхностей с поверхностями лесопродукции T' ; E' – число параметров поверхностей исходного сырья, имеющего максимальное пересечение с параметрами лесопродукции L' ; B'' – число исходного сырья, имеющего максимальное пересечение значений параметров поверхностей со значениями параметров лесопродукции L' ; Δ'' – число поверхностей исходного сырья, имеющего максимальное пересечение значений параметров со значениями параметров лесопродукции T' .

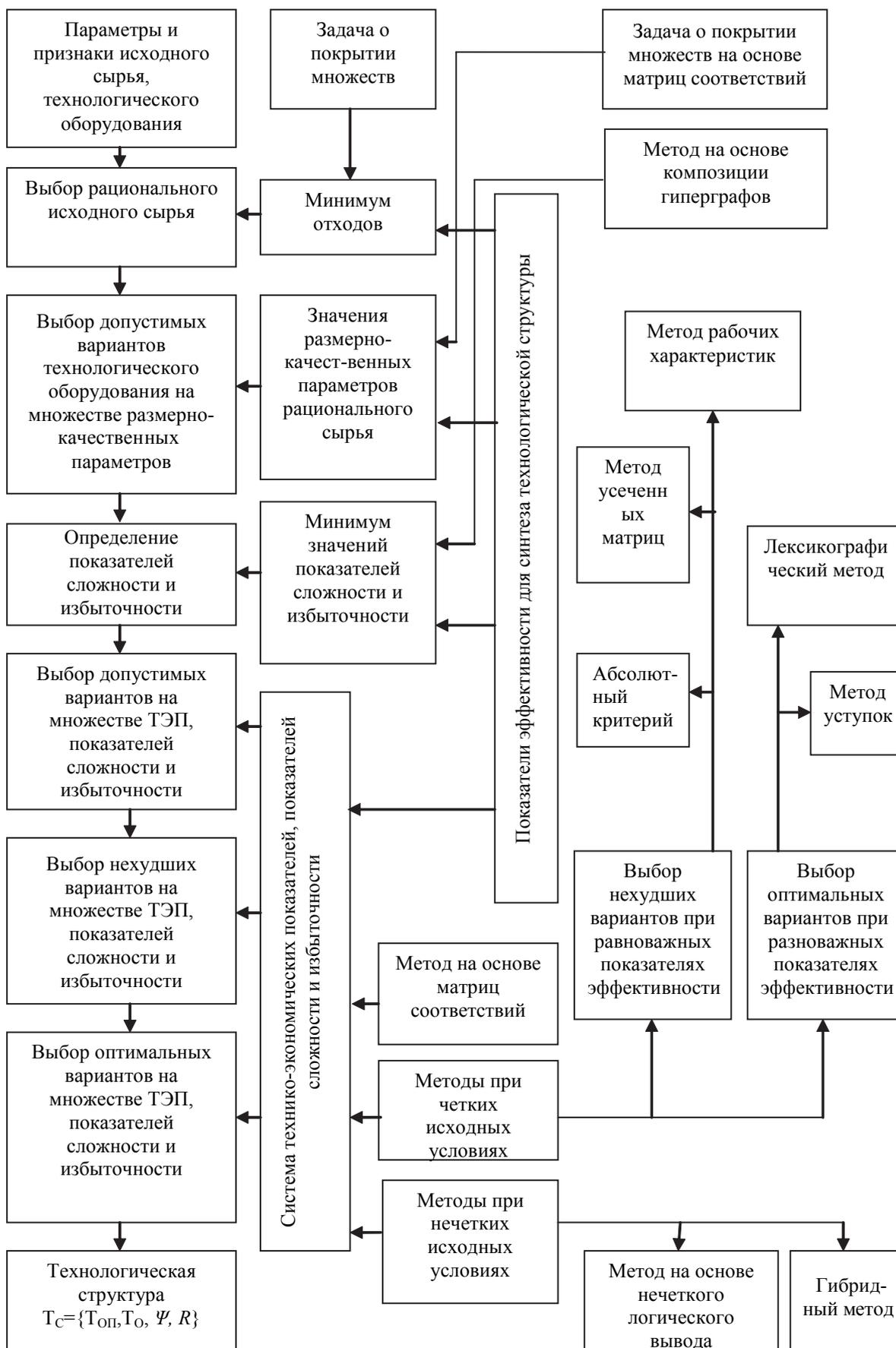


Рисунок. Структурная модель синтеза технологической структуры

Выбор рационального сырья производится в три этапа [1]. На первом этапе выполняется выбор исходного сырья по максимальному пересечению (совпадению) множества поверхностей исходного сырья и лесопродукции на основе решения задачи о покрытии множеств. Исходным является граф поверхностей исходного сырья и лесопродукции с переходом к матрице инцидентий. На втором этапе производится выбор сырья по признаку максимального пересечения множества параметров сырья, выбранного на первом этапе, и лесопродукции. Исходным является граф связей между сырьем и лесопродукцией. Выбор осуществляется также на основе решения задачи о покрытии множеств путем операций с матрицей инцидентий. На третьем этапе выполняется выбор исходного сырья по минимальной разности между значениями параметров поверхностей сырья, выбранного на втором этапе и значениями параметров лесопродукции. Процедура выбора решена на основе задачи о покрытии множеств и функции расстояния между множествами. В результате осуществляется выбор рационального исходного сырья.

Выбор допустимых вариантов проходит в два этапа. Вначале выбираются варианты, удовлетворяющие множеству размерно-качественных значений параметров лесопродукции на основе решения задачи о покрытии множеств и матрицы соответствия, с количественной оценкой сложности и избыточности с применением гиперграфов, матриц инцидентий и матриц соответствий [2, 5]. Окончательный выбор допустимых вариантов осуществляется на множестве технико-экономических показателей (производительность, приведенные затраты, эксплуатационные расходы, капитальные вложения и т.д.) и показателей сложности и избыточности. Выбор осуществляется на основе матрицы [3], строки которой соответствуют допустимым вариантам, выбранным на первом этапе, столбцы – требуемым значениям показателей эффективности. Выделение допустимых вариантов осуществляется путем логического умножения столбцов матрицы $A_g = A_1 \wedge A_2 \wedge \dots \wedge A_n$ и пересечения множеств $X_g = X_{A_1} \wedge X_{A_2} \wedge \dots \wedge X_{A_n}$, элементами кото-

рых являются варианты, которым в столбцах матрицы соответствуют единичные значения.

Для выбора нехудших (рациональных) вариантов при четких исходных условиях применяются методы на основе четких множеств, при нечетких исходных условиях – методы на основе нечетких множеств. Для выбора оптимального варианта на основе четких множеств предложен многостадийный метод, на первом этапе которого используется безусловный критерий предпочтения [2, 4] при равнозначных показателях эффективности, позволяющий объективно выделить из допустимых вариантов рациональные варианты с использованием абсолютного критерия, метода рабочих характеристик, метода усеченных матриц. Исходными для выбора нехудших вариантов являются матрицы для каждого показателя эффективности [2, 4], которые формируются по упорядоченным рядам значений показателей эффективности. Упорядоченные ряды формируются по возрастанию при минимизации показателей эффективности, по убыванию – при максимизации показателей эффективности. Строки соответствуют допустимым вариантам, столбцы – значениям показателей эффективности, в соответствии с упорядоченными рядами. Выбор нехудших вариантов по абсолютному критерию позволяет выбрать варианты с минимальными (максимальными) значениями всех показателей эффективности путем логического умножения первых столбцов матриц показателей эффективности $A_{HX} = A_1^1 \wedge A_1^2 \wedge \dots \wedge A_1^m$, $1, m$ – число показателей эффективности. В процессе логического умножения выделяются нехудшие варианты в соответствии с выражением $X_{HX} = X_1^1 \wedge X_1^2 \wedge \dots \wedge X_1^m$, где $X_1^1, X_1^2, \dots, X_1^m$ – множества, элементами которых являются все варианты, имеющие в первых столбцах матриц единичные значения. В вырожденном случае может быть выделен один вариант, который и будет оптимальным. При отсутствии решения необходимо сделать переход к выбору нехудших вариантов на основе метода рабочих характеристик [3]. Для этого необходимо выполнить процедуру логического умножения матриц показателей эффективности в соответствии с условиями

$$A_{HX} = A_{j_1 j_2}^2 \wedge A_{j_1 j_3}^3 \wedge \dots \wedge A_{j_1 j_m}^m,$$

где $A_{j_1}^1, A_{j_1}^2, \dots, A_{j_m}^m$ – столбцы матриц показателей эффективности $A_{K^1}, A_{K^2}, \dots, A_{K^m}$.

Каждый столбец матрицы A_{K^1} логически умножается на столбцы матриц $A_{K^2}, A_{K^3}, \dots, A_{K^m}$ до получения решения – совпадения хотя бы одного из элементов столбцов. В результате, в соответствии с условием

$$X_{HX} = X_{j_1 j_2}^2 \wedge X_{j_1 j_3}^3 \wedge \dots \wedge X_{j_1 j_m}^m,$$

в координатах показателей эффективности $k^1 = f(k^2)$, $k^1 = f(k^3)$, ..., $k^1 = f(k^m)$ выделено множество точек, соответствующих множеству вариантов $X_{j_1 j_2}^2 \rightarrow M_{1,2}$, $X_{j_1 j_3}^3 \rightarrow M_{1,3}, \dots, X_{j_1 j_m}^m \rightarrow M_{1,m}$. Нехудшими являются варианты, соответствующие левой границе множеств (при минимизации показателей эффективности), выделенных в координатах показателей эффективности $M_{1,2} \vee M_{1,3} \vee \dots \vee M_{1,m}$. Достоинством метода рабочих характеристик является полная картина распределения вариантов в координатах показателя эффективности. Ускорить процесс выделения нехудших вариантов и одновременно исключить вычислительные операции по определению левых границ множеств в координатах показателей эффективности возможно на основе метода усеченных матриц, при котором на первом шаге определяется число столбцов усеченных матриц в соответствии с условиями [1, 2], $j_1^2 = A_{j_1}^1 \wedge A_1^2$, $j_1^3 = A_{j_1}^1 \wedge A_1^3 \dots j_1^m = A_{j_1}^1 \wedge A_1^m$. Логическое умножение выполняется до получения решения. Непосредственно выделение нехудших вариантов осуществляется путем логического умножения усеченных матриц, аналогичного методу рабочих характеристик. В результате выделяются только варианты, соответствующие левой границе $M_{HX} = M_{1,2} \vee M_{1,3} \vee \dots \vee M_{1,m}$. В целом методы выделения нехудших вариантов не дают возможности получения единственного решения, т.е. выделения оптимального варианта. Поэтому на следующей стадии применяются методы на основе условных критериев предпочтения при равнозначных показателях эффективности (рис. 1).

В соответствии с условием лексикографического метода – строгое ранжирование показателей эффективности – на первом шаге выделяется вариант с минимальным значением (при минимизации) первого показателя эф-

фективности путем логического умножения выделенного множества нехудших вариантов на столбцы матрицы первого показателя эффективности до получения единственного решения. $A_0^1 = M_{HX} \wedge A_{j_1}^1$, $X_0^1 = M_{HX} \wedge X_{j_1}^1$, если X_0^1 включает более одного варианта, то вводится матрица следующего по важности показателя эффективности $A_0^1 = M_{HX} \wedge A_{j_1}^1$, $A_0^2 = X_0^1 \wedge X_{j_2}^2$ и так до получения единственного решения в соответствии с условием и я м и $A_0^m = M_{HX} \wedge A_0^1 \wedge A_0^2 \wedge A_0^3 \wedge \dots \wedge A_{j_m}^m$, $X_0^m = M_{HX} \wedge X_0^1 \wedge X_0^2 \wedge X_0^3 \wedge \dots \wedge X_{j_m}^m$. Если в процессе выбора единственного решения нет, то необходимо сделать переход от строгого лексикографического ранжирования показателей эффективности к ранжированию с уступками. Предложенный метод уступок отличается от существующего тем, что уступки для всех показателей эффективности [1, 2] определяются одновременно, что в итоге сокращает вычислительную процедуру выбора, особенно при увеличении числа показателей эффективности. Исходными являются матрицы для показателя эффективности. На первом шаге определяются значения уступок для всех показателей эффективности, кроме последнего в соответствии с условиями: $\Delta K_1^K = K_2^K - K_1^K$, $\Delta K_2^K = K_3^K - K_2^K, \dots, \Delta K_{M_K-1}^K = K_{M_K}^K - K_{M_K-1}^K$, где $k = 1, m$ – показатели эффективности; M_K – число значений показателей эффективности. На втором шаге накладываются ограничения на все показатели, кроме последнего. На основе уступок осуществляется выбор допустимых вариантов в соответствии с условием $A_D = A_{j_1+1}^1 \wedge A_{j_2+1}^2 \wedge \dots \wedge A_{j_{m-1}+1}^{m-1}$; $X_D = X_{j_1+1}^1 \wedge X_{j_2+1}^2 \wedge \dots \wedge X_{j_{m-1}+1}^{m-1}$. На основе ограничений осуществляется выбор оптимального варианта

$$A_0 = M_{HX} \wedge A_D \wedge A_{j_m}^m, X_0 = M_{HX} \wedge A_D \wedge X_{j_m}^m.$$

В результате выбран вариант, имеющий оптимальные технико-экономические показатели, показатели сложности и избыточности. $T_C = \{T_{\text{оп}}, T_0, \Psi, R\}$, где $T_{\text{оп}}$ – упорядоченные технологические операции; T_0 – технологическое оборудование; Ψ – составляющая структуры, определяющая соответствие между технологическим оборудованием и технологическими операциями при автоматизированном синтезе; R_n – отношение поряд-

ка, определяющее место технологического оборудования в технологическом процессе.

При нечетких исходных условиях делается переход к выбору допустимых, нехудших и оптимальных вариантов на основе сформулированной системы правил нечеткого логического вывода, включающей базу правил и процедуры: фаззификация, агрегатирование, активизация, аккумуляция, дефаззификация. При решении задачи синтеза с прогнозированием развития технологических и технических структур необходим переход к гибриднему методу, основанному на системе нейро-нечеткого вывода. Нечеткие нейронные сети объединяют в себе достоинства нейронных сетей и систем нечеткого вывода. Они позволяют разрабатывать модели в форме правил нечетких продукций, которые обладают наглядностью и простотой содержательной интерпретации, с другой стороны, для построения правил нечеткой продукции используются методы нейронных сетей, что является более удобным и менее трудоемким процессом для системы анализа. Решать такую задачу возможно на основе *ANFIS* – адаптивной системы нейро-нечеткого вывода в среде *MATLAB* [6].

Библиографический список.

1. Дорошенко, В.А. Синтез технологической структуры автоматизированных технологических процессов первичной обработки древесины: монография / В.А. Дорошенко. – Красноярск: КГТА, 1996. – 299 с.
2. Друк, Л.В. Повышение эффективности обработки древесного сырья на основе рациональных компоновок технологического оборудования: автореф. дис... канд. техн. наук / Л.В. Друк. – М.: МГУЛ, 2000. – 25 с.
3. Многокритериальный выбор оборудования на основе метода рабочих характеристик при технологической подготовке первичной обработке древесного сырья / В.А. Дорошенко, Л.В. Друк, А.А. Назаренко // Технология и оборудование для переработки древесины: Науч. тр. – М.: МГУЛ, 2007. – Вып. 335. – С. 86–105.
4. Метод выбора компьютерных средств автоматизации для распределенных систем управления / В.А. Дорошенко, Л.В. Друк, А.А. Назаренко // Вестник МГУЛ. – Лесной вестник. – 2008. – № 2(59). – С. 121–125.
5. Математическое описание компоновки технологической структуры первичной обработки древесного сырья // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2010. – № 5(74). – С. 178–185.
6. Леоненков, А.В. Нечеткое моделирование в среде *MATLAB* и *Fuzzy TECH* / А.В. Леоненков. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 736 с.

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЕМ КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ В ГИБКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ (ГПС) ЕДИНИЧНОГО И МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.В. ГОГОЛЕВ, *асп. каф. менеджмента и маркетинга МГУЛ*

leshka_gogolev@mail.ru

Оптимизационная математическая модель задачи оперативного управления ГПС должна строиться на базе методов теории нечетких множеств. Это условие диктуется тем, что задача оперативного управления является неформализованной, поскольку должна учитывать множество факторов, воздействующих на данную систему, которые в принципе не поддаются формализации. Это обстоятельство обусловлено тем, что управление реальной производственной системой всегда опиралось на знания и интуицию специалистов в данной области. Такие знания, а тем более

интуиция, не поддаются строгой формализации в виде четких математических моделей. Поэтому, как отмечают многие исследователи, строгие математические оптимизационные модели, хорошие в теории, оказались бесполезными на практике.

Нечеткие множества позволяют, как показала практика их применения, достаточно хорошо формализовать знания специалистов (экспертов), используя нечеткую логику.

Чтобы построить оптимизационную математическую модель задачи оперативного управления, необходимо рассмотреть этапы



Рис. 1. Схема изготовления изделий корпусной мебели на малых предприятиях

изготовления мебельного изделия на малых предприятиях, показанные на рис. 1 [1].

Технологический процесс изготовления мебельных изделий с учетом использования складов (сырья, материалов, комплектующих и готовой продукции), а также межоперационных запасов (плитных материалов, заготовок с различной степенью обработки и готовых деталей) можно представить в виде схемы, описывающей материальные потоки в производственной системе мебельного предприятия (рис. 2). На этой схеме показаны интенсивности материальных потоков и уровни межоперационных запасов (плитных материалов, заготовок различной степени обработки и готовых изделий) как в виде комплектов, так и в виде собранных изделий.

На рис. 2 цифрами помечены межоперационные запасы: 1 – запас плитных материалов перед раскроем; 2, 3, 4 – запасы черновых заготовок после раскроя; 5 – запас декорированных фасадных элементов; 6 – запас заготовок перед стадией сверления/присадки отверстий; 7 – запас деталей перед сборкой/комплектацией готовых изделий; 8 – запас готовых изделий.

На схеме рис. 2 введены следующие обозначения: X – вектор количества ресурсов (сырья, расходных материалов и комплектующих для производства мебельных изделий); X_t^i – вектор числа плитных материалов, по-

полняющих межоперационный запас $Q_{t-1}^X(1)$ в t -смену; Q_t^X – уровень запаса к концу t -й смены; N_t^i – потребление запасов плит в t -смену; δ_t – вектор объемов кусковых отходов ДСтП, образующихся при раскрое в t -ю смену; заготовок, вырабатываемых в t -ю смену; Q_{t-1}^Y – вектор количеств заготовок на начало t -ой смены; Q_t^Y – вектор количеств заготовок на конец t -й смены; Q_t^δ – вектор объемов кусковых отходов на конец t -й смены; η_t – вектор заготовок различных типоразмеров, потребляемых в t -ю смену; Y_t – вектор заготовок, вырабатываемых в t -ю смену; σ_t – вектор количества заготовок, обрабатываемых на сверлильном станке в t -ю смену; Q_t^σ – вектор количества заготовок в межоперационном запасе после обработки на сверлильном станке на конец t -й смены; Z_t – запас готовых мебельных изделий, поступающих на склад готовой продукции в t -ю смену.

Оптимизационная математическая модель управления производственной системой мебельного предприятия имеет вид:

$$C_\Sigma(X) = \min \left[\sum_{i \in T} \left\{ \left(\sum_{q \in M} C_q^x Q_t^q + \sum_{i \in T} C_q^b X_t^q + C_\Sigma^q \right) \right\} \right], \quad (1)$$

где $C_\Sigma(X)$ – суммарные производственные затраты на хранение в межоперационных запасах, выработку $\sum_{i \in T} C_q^x Q_t^q$, выработку заготовок, деталей и сборку (комплектацию) готовых изделий,

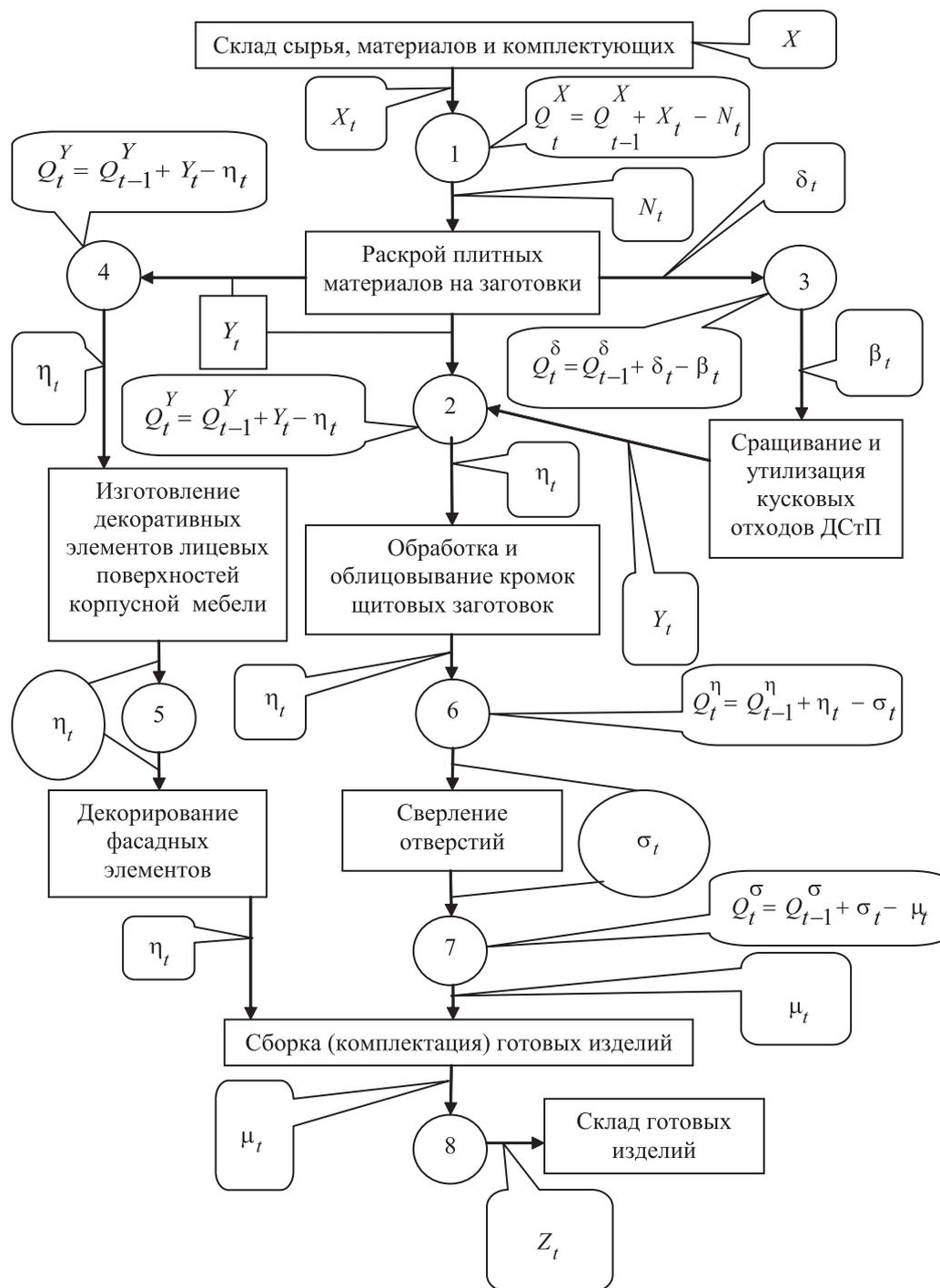


Рис. 2. Схема материальных потоков в производственной системе мебельного предприятия

сращивание и утилизацию кусковых отходов ДСтП, изготовление декоративных элементов лицевых поверхностей корпусной мебели и декорирование фасадных элементов $\sum_{t \in T} C_{qt}^b Q_t^q$, а также на использование внутрицехового транспорта C_{Σ}^q ;
 X – вектор интенсивностей и уровней запасов материальных потоков в про-

изводственной системе мебельного предприятия;

Ω – множество экономико-технологических ограничений;

T – горизонт планирования;

$M = [1 \div 8]$ – множество стадий обработки;

q – стадия обработки;

C_q^x – затраты на хранение заготовок, деталей в межоперационных запасах;

C_q^B – затраты на выработку (обработку) заготовок, деталей и сборку (комплектацию) готовых изделий;

Q_t^q – объемы межоперационных запасов на q -й стадии обработки в t -ю смену;

X_t^q – объемы вырабатываемых (обрабатываемых) заготовок и деталей, сборки готовых изделий.

Система ограничений

1. Ограничения на уровни запасов плитных материалов, заготовок, деталей и изделий до и после обработки по сменам планируемого периода

$$Q_t^q \in [Q_t^{q-}, Q_t^{q+}], q = 1 \div 8, t = 1 \div T, \quad (2)$$

где Q_t^q – текущий уровень межоперационного запаса на q -й стадии обработки в t -ю смену;

Q_t^{q-} – минимальный (страховой) запас на q -й стадии обработки;

Q_t^{q+} – максимальный (предельный) уровень запаса на q -й стадии обработки.

2. Ограничения на вместимость складов (производственных площадей под межоперационные запасы) на каждой стадии обработки

$$Q_t^q \in \zeta_q V_q, q = 1 \div 8, t = 1 \div T, \quad (3)$$

где ζ_q – коэффициент использования складов $\zeta_q \in (0, 1]$;

V_q – вместимости складов.

3. Ограничения на производительность обрабатывающих линий (загрузочные и разгрузочные устройства, обрабатывающие станки)

$$X_t^q \tau^q \leq T_{\text{эфф}}, q = 1 \div 8, t = 1 \div T, \quad (4)$$

где X_t^q – интенсивности потоков обрабатываемых плит, заготовок, фасадных декоративных элементов, кусковых отходов ДСтП и готовых изделий на q -й стадии обработки в течение t -й смены;

$T_{\text{эфф}}$ – эффективное время смены.

4. Ограничения на непопадания предприятия в зону убытков

$$\sum_{q \in M} \{ (\sum_{t \in T} C_q^x Q_t^q + \sum_{t \in T} C_q^B X_t^q + C_\Sigma^q) \} < \sum_{k \in K} C_k Z_k,$$

где C_k – рыночная стоимость мебельного изделия k -го вида;

Z_k – количество мебельных изделий k -го вида;

K – число видов мебельных изделий.

Использование рассмотренной оптимизационной модели на основе применения нечетких множеств, экспертных систем на базе искусственных нейронных сетей позволит эффективно управлять производством корпусной мебели в рамках интегрированных автоматизированных систем управления (ИА-СУП) в ГПС корпусной мебели [2÷21].

Библиографический список

1. Бухтияров, В.П. Технология производства мебели: учебник для техникумов / В.П. Бухтияров. – М.: Лесная пром-сть, 1987. – 264.
2. Хонгрэн, Ч.Т. Бухгалтерский учет: управленческий аспект / Ч.Т. Хонгрэн, Дж. Фостер: пер. с англ.; под ред. Соколова. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 416 с.
3. Муращенко, Д.Д. Применение математических методов в исследовании процессов деревообработки / Д.Д. Муращенко. – М.: МГУЛ, 2008. – 413 с.
4. Фроман, Б. ГПС в механической обработке / Б. Фроман и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 120 с.
5. Алиев, Р.А. Методы интеграции в системах управления производством / Р.А. Алиев. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 271 с.
6. Борисов, А.Н. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.Н. Борисов и др. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
7. Негойце, К. Применение теории систем к проблемам управления / К. Негойце. – М.: Мир, 1981. – 184 с.
8. Алиев, Р.А. Производственные системы с искусственным интеллектом / Р.А. Алиев и др. – М.: Радио и связь, 1990. – 264 с.
9. Попов, Э.В. Статические и динамические экспертные системы: учебное пособие / Э.В. Попов и др. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 320 с.
10. Бэстенс, Д.Э. Нейронные сети и финансовые рынки: принятие решений в торговых операциях / Д.Э. Бэстенс. – М.: ТВП, 1997. – 236 с.
11. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
12. Медведев, В.С. Нейронные сети. MATLAB 6 / В.С. Медведев, В.Г. Потемкин. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с.
13. Мелихов, А.Н. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой / А.Н. Мелихов и др. – М.: Наука. Гл. ред. физ. Мат. лит., 1990. – 272 с.
14. Герман, О.В. Введение в теорию экспертных систем и обработку знаний / О.В. Герман. – Мн.: Ди-зайнПРО, 1995. – 255 с.
15. Круглов, В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 382 с.
16. Тэрано, Т. Прикладные нечеткие системы / Т. Тэрано: пер. с япон. – М.: Мир, 1993. – 368 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЕМ КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ В ГИБКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ (ГПС) ЕДИНИЧНОГО И МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.В. ГОГОЛЕВ, *асп. каф. менеджмента и маркетинга МГУЛ*

leshka_gogolev@mail.ru

Оптимизация оперативного управления в ГПС корпусной мебели в единичном и мелкосерийном производстве должна сводиться к минимизации общих затрат на производство мебели. Чтобы понять, что необходимо для достижения этой цели, необходимо рассмотреть все виды производственных затрат. Производственные затраты обычно делятся на постоянные и переменные [1]. Переменные (variable) затраты изменяются прямо пропорционально объемам выпускаемой продукции. Постоянные затраты (fixed) не зависят от указанных объемов.

Затраты на производство продукции (мебельных изделий) состоят из трех элементов [1].

1. Сырье (плитные материалы), комплектующие (элементы мебельного изделия, поставляемые, как правило, из других организаций). Это затраты на материалы, из которых, в основном, состоит мебель. Материалы, имеющие незначительную стоимость по сравнению основными, например клей, считаются вспомогательными (supplises).

2. Трудозатраты (Direct labor costs) – заработная плата производственных рабо-

чих. Косвенная зарплата – зарплата работников предприятия, непосредственно не связанных с производством мебели.

3. Косвенные затраты – это затраты на энергию и энергоносители, на содержание и обслуживание складов сырья и готовой продукции. Кроме того, сюда входят затраты на страхование, местные налоги, амортизацию и т. п.

В отдельные статьи затрат выделяются, как правило, только те, которые имеют значительный вес в себестоимости выпускаемой продукции. Затраты делятся на два вида: затраты на изделие (product) и затраты на период (period).

На практике обычно используется так называемый маржинальный подход, который заключается в том, что прибыль предприятия зависит от того, попадает ли оно в результате производственной деятельности в «зону прибыли» или в «зону убытков», рис. 1.

Чтобы гарантированно попадать в зону прибыли, необходимо обеспечить минимум затрат на производство мебельных изделий. Математически такой критерий оптимизации можно представить в виде

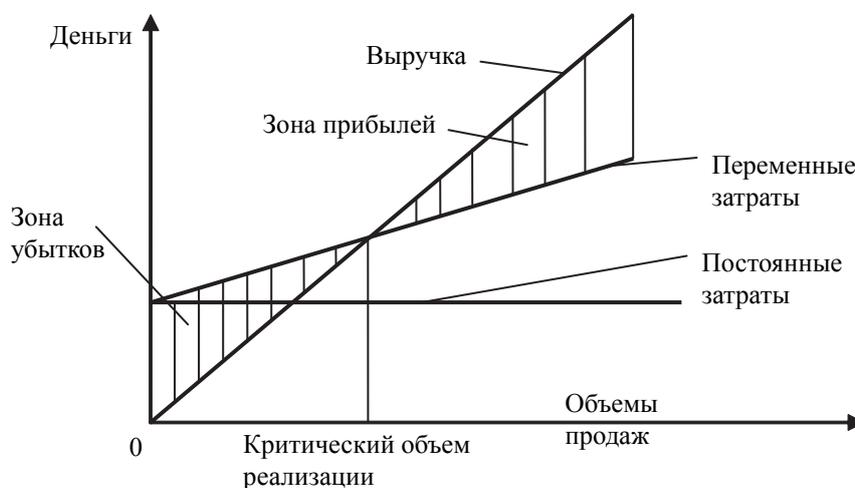


Рис. 1. График для анализа затрат, прибыли и объема продаж

$$P(X) = \sum_{X \in \Omega} \sum_{k=1}^m C_k(X) \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $P(X)$ – суммарные затраты по изготовлению мебельных изделий от стадии раскроя до сборки (комплектации) готовых изделий;

$C_k(X)$ – затраты на k – й стадии производственного процесса;

m – число стадий производственного процесса;

Ω – множество организационно-технологических и экономических ограничений.

Множество Ω состоит из ограничений на [2]:

1) потребности в черновых заготовках, вырабатываемых из плитных древесных материалов (ДСтП, ДВП, МДФ, фанеры), на план производства мебельных изделий;

2) уровни запасов заготовок и деталей;

3) производительность технологического оборудования;

4) минимальное количество плит, раскраиваемых по одной схеме раскроя;

5) длительности переналадок технологического оборудования в смену;

6) вместимость складов под межоперационные запасы плитных материалов, заготовок и деталей мебельных изделий;

7) непопадание в «зону убытков» по каждому мебельному изделию.

В мебельной промышленности, как и во всех обрабатывающих отраслях, собственно обработка заготовок и деталей составляет примерно 5 % от общего времени изготовления мебельных изделий, остальное время занимают транспортно-переместительные и накопительные операции, а также время загрузки заготовок (деталей) в станок и выгрузки из станка после обработки [3], рис. 2.

Из-за названных потерь в середине 70-х годов прошлого века начался мощный отток капиталов из обрабатывающих отраслей промышленности в электронную и компьютерную индустрию. Чтобы поддержать обрабатывающую промышленность, начали создавать гибкие автоматизированные производства, основанные на применении автома-

тических станков с числовым программным управлением (ЧПУ), роботизированных производств, обрабатывающих центров и т.д. Поэтому очень актуальной стала задача компьютерного и программного обеспечения системы оперативного управления ГПС. В результате начались работы по созданию систем автоматизированного управления производством с применением локальных сетей ПЭВМ. Эти интегрированные системы были призваны объединить в себе функциональное, техническое, программное и информационное обеспечение управления производством на базе ГПС [4].

Одна из таких интегрированных автоматизированных систем управления производством (ИАСУП) мебели была создана в научно-исследовательском институте при Брауншвейгском университете в Германии в конце 80-х годов прошлого века. Эта система включает следующие подсистемы:

1. PPS (управление банком данных, оперативно-календарное планирование, материально-техническое снабжение, анализ производственных мощностей, регистрация и контроль заказов).

2. CAD (планирование предметов обстановки, конструирование и дизайн мебели, конфигурация мебели).

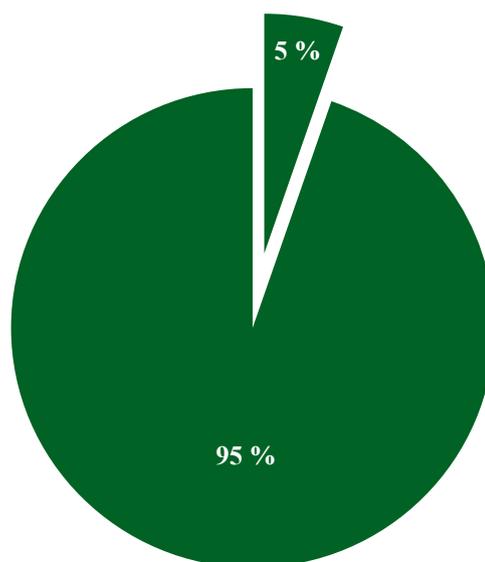


Рис. 2. Соотношение времени обработки и потерь времени на хранение и перемещение заготовок и деталей (5 % – собственно обработка; 95 % – переместительно-накопительные операции)

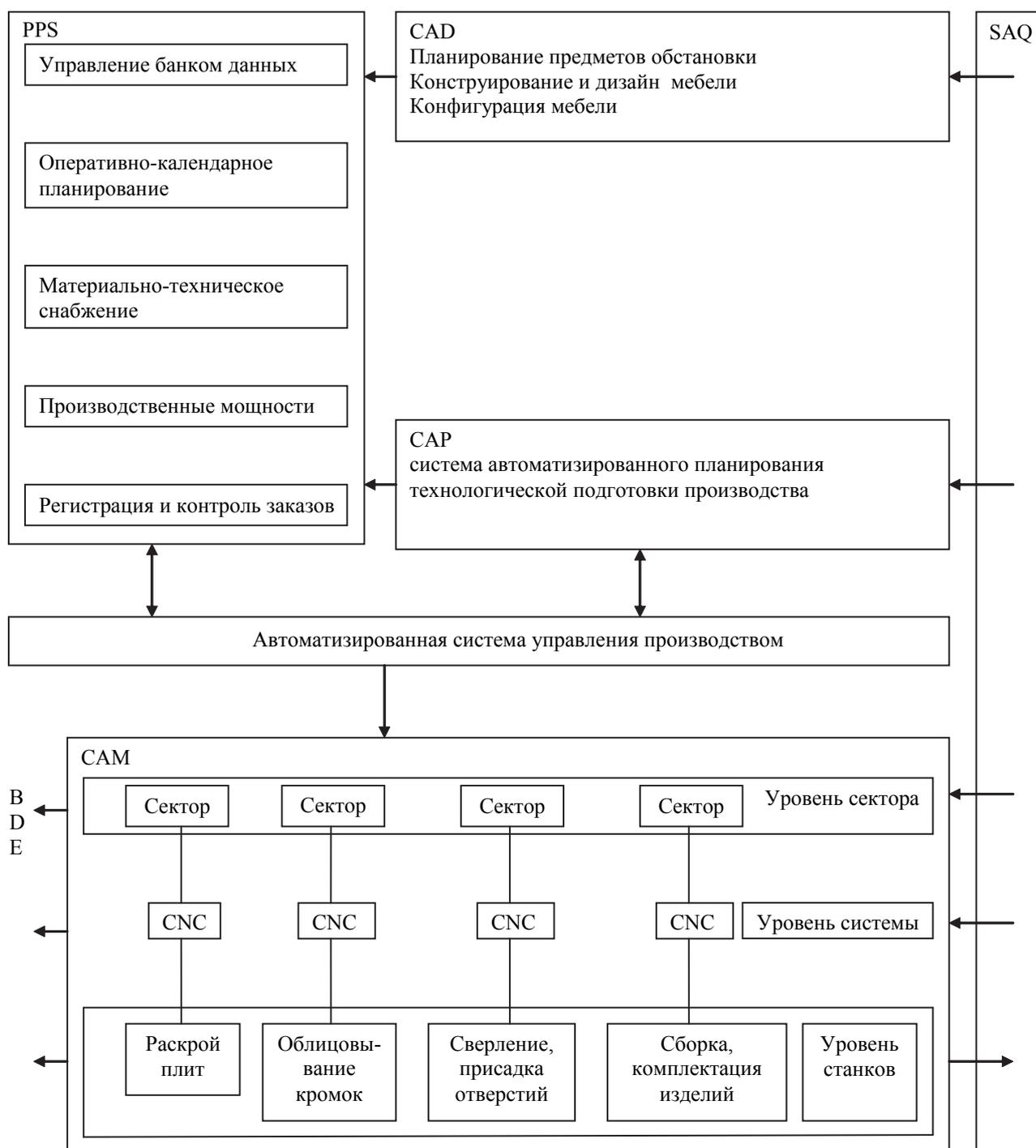


Рис. 3. Схема ИАСУП

3. CAP – система автоматизированного планирования технологической подготовки производства.

4. CAM – система автоматизированного управления производством мебели.

5. SAQ – система автоматизированного контроля качества продукции на всех стадиях выработки и последующей обработки заготовок и деталей мебельных изделий.

6. BDE – система, реализующая обратную связь между производственной системой и системой управления производством.

Примерная схема рассматриваемой системы показана на рис. 3.

В управлении производственными процессами информация всегда носит неформализованный характер, поскольку при анализе возникающих производственных си-

туаций, а также принятии управленческих решений используется естественный язык, который сам является неформализованным. Для формализации управленческой информации необходимо использовать теорию нечетких множеств [4–8].

Производственная система S может быть представлена двумя отображениями

$$\begin{aligned} f: X \times U &\rightarrow X, \\ \varphi: X &\rightarrow Y, \end{aligned} \quad (2)$$

где X – множество состояний системы;

U – множество управляющих воздействий на систему (управлений);

Y – множество выходных величин (реакций на входные воздействия).

Система является достижимой, если отображение $f(x_0, \diamond) : U \rightarrow X$ сюръективно. Здесь x_0 – начальное состояние системы S . Если система S наблюдаема, то отображение $x \rightarrow S_x$ инъективно [8].

В нечеткой производственной среде система S_f задается отображениями вида

$$\begin{aligned} f: \mathfrak{Z}(X) \times \mathfrak{Z}(U) &\rightarrow \mathfrak{Z}(X), \\ \varphi: \mathfrak{Z}(X) &\rightarrow \mathfrak{Z}(Y), \end{aligned} \quad (3)$$

где $x(t) \in \mathfrak{Z}(X)$ – нечеткое состояние производственной системы в момент времени t , $u(t) \in \mathfrak{Z}(U)$ – нечеткое управляющее воздействие в момент времени t .

Пусть $\mathfrak{Z}(U^\circ)$ – последовательность нечетких управляющих воздействий на производственную систему. Эта последовательность является свободным моноидом, образованным $\mathfrak{Z}(U)$. Зная начальное состояние системы $x_0 \in \mathfrak{Z}(X)$, можно построить отображение

$$fx_0 : \mathfrak{Z}(U^\circ) \rightarrow \mathfrak{Z}(X). \quad (4)$$

Нечеткая производственная система S_f будет достижимой из начального состояния x_0 в том случае, если отображение $fx_0(u^\circ)$ сюръективно. Это означает, что $(\forall x \in \mathfrak{Z}(X)) \Rightarrow \exists u^\circ \in \mathfrak{Z}(U^\circ), fx_0(u^\circ) = x$. Нечеткая производственная система S_f будет наблюдаемой, если

отображение $x \rightarrow S_{fx}$ инъективно ($S_{fx} = S_{fx^\circ} \Rightarrow x = x^\circ$) [8].

Построение программного обеспечения должно быть основано на применении экспертных систем, построенных с использованием искусственных нейронных сетей [9 – 19].

Библиографический список

1. Хонгрэн, Ч.Т. Бухгалтерский учет: управленческий аспект / Ч.Т. Хонгрэн, Дж. Фостер: пер. с англ.; под ред. Соколова. – М.: Финансы и статистика, 1995. – 416 с.
2. Муращенко, Д.Д. Применение математических методов в исследовании процессов деревообработки / Д.Д. Муращенко. – М.: МГУЛ, 2008. – 413 с.
3. Фроман, Б. ГПС в механической обработке / Б. Фроман и др. – М.: Машиностроение, 1988, – 120 с.
4. Алиев, Р.А. Методы интеграции в системах управления производством / Р.А. Алиев. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 271 с.
5. Борисов, А.Н. Обработка нечеткой информации в системах принятия решений / А.Н. Борисов и др. – М.: Радио и связь, 1989. – 304 с.
6. Алиев, Р.А. Производственные системы с искусственным интеллектом / Р.А. Алиев. – М.: Радио и связь, 1990. – 264 с.
7. Попов, Э.В. Статические и динамические экспертные системы: учебное пособие / Э.В. Попов и др. – М.: Финансы и статистика, 1996. – 320 с.
8. Бэстенс, Д.Э. Нейронные сети и финансовые рынки: принятие решений в торговых операциях / Д.Э. Бэстенс и др. – М.: ТВП, 1997. – 236 с.
9. Осовский, С. Нейронные сети для обработки информации / С. Осовский. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 344 с.
10. Медведев, В.С. Нейронные сети. MATLAB 6 / В.С. Медведев, В.Г. Потемкин. – М.: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с.
11. Утермен, Д. Руководство по экспертным системам / Д. Утермен. – М.: Мир, 1989. – 388 с.
12. Герман, О.В. Введение в теорию экспертных систем и обработку знаний / О.В. Герман. – Мн.: ДизайнПРО, 1995. – 255 с.
13. Круглов, В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2001. – 382 с.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО СЕКТОРА ЭКОНОМИКИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ

Р.А. ХУНАГОВА, *асп. каф. экономики и финансового менеджмента Кубанского ГТУ*,
О.З. ХУАЖЕВ, *проф. каф. экономики и финансового менеджмента Кубанского ГТУ, д-р экон. наук*

x03@inbox.ru

Лесосырьевой потенциал Краснодарского края представляет реальную и надежную основу для полноценного развития, функционирования экономики лесопромышленного комплекса. Леса Кубани уникальны по видовому разнообразию экологическому и ресурсному потенциалу, лесной фонд занимает 1,7 млн га – пятую часть территории края. Основной лесобразующей породой края является дуб, удельный вес которого составляет 58,6 %, на долю хвойных насаждений приходится 5,1 %, буковых – 15,9 %, остальные породы занимают 12,6 %. По объему продукции, выпускаемой лесной и деревообрабатывающей промышленностью в 2010 г. (5,3 млрд руб.), край занимает первое место в Южном федеральном округе. В 2010 г. рост производства продукции деревообработки по отношению к предыдущему году составил порядка 116 %, а объем налоговых платежей в консолидированный бюджет края – 123,4 млн. рублей. В межотраслевой структуре промышленного производства края на долю лесопромышленного комплекса приходится 4 % товарной продукции.

Лесосырьевым потенциалом для переработки предприятиями в 2010 г. является древесина, поставляемая от рубок главного пользования (около 300 тыс. м³ за год) и от рубок ухода (около 600 тыс. м³), что составляет в общем объеме 900 – 1000 тыс. м³ в год. Доля крупных и средних предприятий в деревообрабатывающей промышленности составляет порядка 30–35 %,

остальные предприятия относятся к малому бизнесу. Анализ структуры лесного производства в крае показывает, что доля продукции глубокой переработки древесины незначительна. Слабо развито производство древесных плит, фанеры, сращенного бруса, мебельного щита, столярных изделий. Отходы деревообработки не перерабатываются в готовую продукцию, а в лучшем случае сжигаются в котлах для обогрева сушильных камер.

Так, объем выпуска товарной продукции в текущих ценах вырос в 2010 г. до 5269,8 млн. рублей (240,7 % к уровню 2001 г.), в бюджет края предприятиями деревообработки перечислено 337,2 млн руб. (241 % к уровню 2001 г.)

Мебельное производство является составной частью лесоперерабатывающей промышленности края. Товарооборот организаций в мебельной промышленности в 2010 г. составил 2288,7 млн руб., индекс промышленного производства к уровню 2006 г. – 86,9 %. Предприятиями мебельной промышленности за 2010 г. перечислено налоговых платежей в консолидированный бюджет края 146,5 млн руб.

Ежегодный прирост объемов производства промышленной продукции и налоговых платежей в консолидированный бюджет края характеризуется следующими показателями.

Возникшие рыночные отношения между производителями и продавцами мебели, фирмами-импортерами оказали влияние на структуру производственных отношений.

Т а б л и ц а 1

Динамика объемов производства основных видов лесной продукции

| Вид продукции | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--|------|------|------|------|------|-------|--------|
| Пиломатериалы, тыс. м ³ | 157 | 130 | 142 | 127 | 137 | 123,7 | 143,3 |
| ДСП плиты, тыс. м ³ | 45 | 57 | 35 | 29 | 52,5 | 62,6 | 46,5 |
| ДВП плиты, тыс. м ³ | 14,3 | 16 | 10 | 15 | 17 | 13,7 | 15,3 |
| Товарная продукция в текущих ценах, млн руб. | 2189 | 2559 | 3305 | 4608 | 4653 | 4543 | 5269,8 |

Объемы производства промышленной продукции и налоговых платежей

| Наименование показателя | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2020 |
|---|--------|---------|--------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Объем производства промышлен. продукции, млн руб. | 5230 | 5913 | 6623 | 7418 | 8308 | 9400 | 10625 | 12000 | 13600 |
| Темп роста объема произ-ва к предыдущему году, % | 112,4 | 113,0 | 112,0 | 112,0 | 112,0 | 113,0 | 113,0 | 113,0 | 113,0 |
| Налоговые платежи в консолидир. бюджет края по основным налогам, млн руб. | 297 | 342 | 403,0 | 475,0 | 532,0 | 602,0 | 680,4 | 768,4 | 870,8 |
| Темп роста налоговых платежей к предыдущему году, % | 112,9 | 115,0 | 118,0 | 118,0 | 112,0 | 113,2 | 113,0 | 113,0 | 113,3 |
| Среднемесячная з/п в д/о промышленности, руб. | 3756,1 | 4241,4 | 4792,8 | 5272 | 5694 | 6150 | 6457,5 | 6715,8 | 6984,4 |
| Темп роста заработной платы, % | | 113 | 113 | 110 | 108 | 108 | 105 | 104 | 104 |
| Среднемесячная з/плата в целлюлозно-бумажной промышленности, руб. | 8399,4 | 10141,4 | 11460 | 12606 | 13614 | 14703 | 15438 | 16055 | 16698 |
| Темп роста заработной платы, % | | 120,7 | 113 | 110 | 108 | 108 | 105 | 104 | 104 |
| Создание дополнительно рабочих мест в отраслях, чел. | 45 | 98 | 190 | 278 | 300 | 580 | 450 | 490 | 670 |

**Сальдированная прибыль за период 2001–2007 гг.
по деревообрабатывающим предприятиям Краснодарского края**

| Год | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|
| Сальдированная прибыль, млн руб. | 109 | 96 | 80 | 116 | 86,8 | 88,1 | 141,6 |

Процесс сращивания функций «производителя» и «продавца» обеспечил уменьшение издержек и повышение конкурентоспособности готовых изделий на внутреннем рынке. В условиях конкуренции торговля мебелью вышла на новый качественный виток: изучение и внедрение зарубежного опыта способствовало повышению общего уровня квалификации специалистов. Открываются новые торговые дома и салоны, организованы услуги продаж по образцам, доставка и сборка изделий на месте, предлагаются консультации дизайнеров, рекомендации по выбору аксессуаров. Интерьерный бизнес способствовал созданию дизайн-студий. Развитию рынка мебели в крае способствуют проводимые выставки и ярмарки, сопутствующая реклама. Под влиянием растущего спроса, увеличения объемов производства и ценовой конъюнктуры на внешнем и внутреннем рынке финансовое состояние деревообрабатывающих предприятий края начало улучшаться.

В то же время по-прежнему высоки объемы дебиторской и кредиторской

задолженности предприятий, в том числе просроченной. Просроченная кредиторская задолженность составляла в лесопромышленном комплексе края 127,6 млн руб., а дебиторская задолженность соответственно 192,5 млн руб.

Низкая платежеспособность предприятий лесопромышленного комплекса означает, что подавляющее большинство из них, за исключением нескольких ведущих предприятий, не располагает требуемым запасом финансовой прочности, т.е. не имеет средств, которые при необходимости можно направить на погашение не только долгосрочных, но и текущих краткосрочных платежей.

Товарооборот организаций в целлюлозно-бумажной промышленности в 2010 г. оставил 3457,8 млн руб., индекс промышленного производства к уровню 2009 г. – 139,4 %. Общероссийский индекс производства за 2010 г. по предприятиям данной отрасли составил 98,8 %, предприятиями ЦБП 2010 г. перечислено налоговых платежей в бюджет края 221,2 млн руб.

Производство основных видов продукции ЦБП края за 2007–2010 гг.

| Вид изделия | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|------------------------------------|------|------|------|------|
| Картон тарный, тыс. т | 20,9 | 23,4 | 25,1 | 24,4 |
| Ящики из картона, млн кв.м. | 43,5 | 44,8 | 53,1 | 54,7 |
| Бумага туалетная, млн рул. | 29,0 | 29,0 | 29,0 | 35,9 |
| Салфетки бумажные, млн шт. (пачек) | 2,5 | 2,5 | 2,9 | 2,9 |

Динамика объемов инвестиций за период 2001–2010 гг.

| | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 |
|--|------|------|-------|-------|------|-------|------|
| Объемы инвестиции всего, млн. руб. | 71,8 | 65,0 | 181,5 | 190,5 | 256 | 370,5 | 391 |
| В том числе иностранных инвесторов, млн. руб. | 5,6 | 2,9 | 4,7 | 12,2 | 16,7 | 20,1 | 26,5 |
| % объемов инвестиций отрасли в общем объеме инвестиций в промышленность края | 1,5 | 1,2 | 2,3 | 2,2 | 2,4 | 2,4 | 2,3 |

Основными потребителями продукции этих предприятий на внутреннем рынке являются предприятия пищевой, табачной и химической отраслей.

В последние годы отмечаются некоторые положительные тенденции в инвестиционной и инновационной деятельности лесного комплекса края, объем инвестиций составил 256 млн руб., в т.ч. иностранных инвесторов – 16,7 млн руб.

Анализ динамики инвестиционного процесса в ЛПК края показывает, что наблюдается резкий подъем инвестиций, связанный с введением новых экспортных пошлин на лесную продукцию. В последнее время в отрасли были введены производственные мощности за счет нового строительства, а также реконструкции существовавших ранее площадей, что позволило увеличить объемы производства продукции деревообработки в 2004–2010 гг. в среднем в 1,4–1,8 раза, а картона – на 3,5 тыс. т. Более 50 % инвестиций лесного комплекса края было направлено в деревообрабатывающую промышленность.

В основном это собственные средства предприятий. В то же время лесная промышленность испытывает нехватку инвестиционных средств порядка 2–5 млрд руб. ежегодно, необходимых для проведения технического перевооружения, внедрения современных технологий глубокой переработки древесины, организации выпуска нового, качественного ассортимента лесобумажной продукции.

Вопрос обеспечения предприятий лесопромышленного комплекса сырьевыми ресурсами является важнейшим при анализе перспектив развития отрасли и планировании размещения будущих производств в рамках инвестиционных проектов. Объемы древесины, переработанной ведущими предприятиями отрасли, свидетельствуют о том, что в суммарном объеме лесного сырья, переработанного этой группой предприятий, количество древесины, заготовленной на территории края, составило 46,1 тыс. куб. м (36,6 %). Количество древесины, ввезенной в край для переработки, составило 82,5 тыс. куб. м (63,4 %). С проблемой обеспеченности ресурсами напрямую связан вопрос загрузки технологических мощностей в отрасли. *Анализ их использования показывает, что они были загружены не более чем на 57 %, т.е. существует недогрузка порядка 43 %. Ведущие предприятия края испытывают острую нужду в сырье и в связи с его нехваткой используют имеющиеся технологические мощности неэффективно.* Наличие существующих технологических производственных мощностей в отрасли позволит увеличить выпуск готовой продукции, при полной их загрузке лесосырьевыми ресурсами, практически в 2 раза. Также одна из основных проблем, сдерживающих развитие лесной промышленности края, – дефицит энергоресурсов.

В стратегических планах развития лесопромышленного комплекса края намечено

дальнейшее наращивание ключевых мощностей по глубокой переработке древесины, созданию новых производств, что может быть ускорено при использовании конкурентных преимуществ отечественного лесопромышленного производства.

Во-первых, это лучшие в стране потребительские свойства дубовой, буковой, каштановой древесины, использование которых в мебельной промышленности и строительной индустрии обеспечивает наилучший эффект.

Во-вторых, рынок края конечной продукции из древесины – бумаги, картона, упаковки – является одним из быстрорастущих в Российской Федерации.

В-третьих, в крае по-прежнему сравнительно дешевые сырьевые и энергетические ресурсы, стоимость рабочей силы.

Имея названные конкурентные преимущества, лесопромышленный комплекс края мог бы в ближайшей перспективе увеличить свое присутствие на внутреннем рынке и занять новые ниши на внешнем. Потенциальный спрос на лесобумажную продукцию и имеющийся сырьевой потенциал могут обеспечить ежегодный рост выпуска продукции на 7–8 %.

При формировании стратегии развития деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности рассматриваются следующие сценарии развития:

- инерционный, предполагающий сохранение умеренной консервативной динамики развития;

- инвестиционный, предполагающий ускорение темпов экономического роста на основе максимального использования инвестиционного потенциала транспортного комплекса и связи.

Исходя из оценки реального состояния промышленности края, поставленных целей и задач промышленной политики, перспективными мероприятиями, направленными на развитие лесной промышленности Краснодарского края на период 2008–2020 гг., являются следующие:

- техническое перевооружение отраслей промышленности;

- внедрение новых передовых форм управления в отраслях промышленности;

- увеличение расходов на научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки в отраслях промышленности;

- увеличение инвестиционной активности в отраслях промышленности;

- глубокая переработка сырья и материалов;

- развитие малого предпринимательства в сфере промышленного производства;

- выход с конкурентоспособным продуктом на рынки России и зарубежья.

Развитие социально-экономической стратегии служит основой для разработки системы комплексных планов развития лесной отрасли промышленности края, конкретных целевых программ, перспективных и текущих планов социально-экономического развития, планов деятельности департамента промышленности края, законодательных инициатив.

С определенной периодичностью стратегия социально-экономического развития должна корректироваться, при этом должны учитываться результаты мониторинга хода реализации плана, изменившиеся обстоятельства, мнения и оценки участников его реализации, разных слоев населения. Постоянная работа над стратегией социально-экономического развития области обусловлена необходимостью успешной адаптации к меняющейся политической и экономической ситуации и эффективного решения перспективных задач:

- оценка степени достижения стратегической цели и целевых показателей по стратегическим направлениям;

- уточнение показателей деятельности отраслей на соответствующий год и среднесрочную перспективу с учетом новых обстоятельств и условий экономического развития.

- стимулирование реализации стратегии в целом, а также отдельных программ и проектов.

- определение необходимых значений целевых показателей социально-экономического развития отраслей;

- сбор и обработка информации по проектам и программам;

– анализ основных тенденций и проблем социально-экономического развития отраслей.

– достижение целевых показателей реализации отдельных мероприятий;

– улучшение динамики основных показателей социально-экономического развития отраслей.

Оценка результатов реализации стратегии развития, а также их эффективности должны стать основой для выявления слабых звеньев, неучтенных факторов, появившихся возможностей, положительного опыта с целью выработки в дальнейшем предложений

по корректировке стратегии социально-экономического развития лесной отрасли.

Библиографический список

1. Хунагова, Р.А. Механизмы экономического менеджмента инновационным развитием лесного сектора / Б.О. Хашир, Р.А. Хунагова, Ю.Г. Терещенко и др. – Краснодар: ООО «Издательский дом-Юг», 2010. – 22,5 п.л.
2. Хунагова Р.А. Формирование механизма регулирования устойчивого развития лесного сектора. Materialy VI mezinarodni vedecko-prakticka conference «Vedecky pokrok na rozmezi tisicileti-2010» Dill 8. Ekonomicke vedy. Publishing house «Education and science» s.r.o. Praha. 2010.– 0.7 п.л.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ В СФЕРЕ ЛЕСНЫХ ОТНОШЕНИЙ, СФОРМИРОВАВШЕЙСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИНЯТИЯ НОВОГО ЛЕСНОГО КОДЕКСА РФ*

И.А. КИСЛУХИНА, доц. каф. менеджмента Сургутского ГУ, канд. экон. наук

irina_for@mail.ru

Современная политика государства в сфере лесных отношений сформировалась после принятия в декабре 2006 г. нового Лесного кодекса Российской Федерации [1]. Принятие Лесного кодекса разрушило всю систему лесных отношений, создаваемых в России в течение многих десятилетий. При этом новую эффективную систему управления лесами так и не удалось создать. За истекший пятилетний период действия Лесного кодекса проявились все «слабые места» формируемой на его основе системы лесных отношений, выявив ее полную несостоятельность и предопределив необходимость радикальной модернизации.

Как отмечает руководитель лесного отдела «Гринпис России» А. Ярошенко: «Хаотичные реформы последних лет не позволили создать новую работающую систему управления лесами, но они сделали невозможным и возвращение к старой системе, унаследованной от СССР и сохранявшей свои основные черты вплоть до введения Лесного кодекса 2006 г. Богатые и доступные лесные ресурсы, благодаря которым формировалась

и поддерживалась старая система управления лесами, сейчас в значительной степени разорены и истощены. Кадровый потенциал старых лесничеств и «обходной» системы охраны лесов сейчас почти полностью утрачен, и восстановить его в нынешних условиях вряд ли возможно. Мировая экономика коренным образом изменилась, и обладание большими лесными ресурсами само по себе еще не делает лесной сектор страны конкурентоспособным. ... Изменилось все смежное законодательство, в той или иной степени касающееся лесов и других природных территорий. В общем, изменилось слишком многое, чтобы можно было просто вернуть Лесной кодекс в редакции 1997 г. и рассчитывать, что это поможет перейти от разрухи в лесном хозяйстве к его развитию» [2].

Реформирование соответствующей системы управления лесами должно происходить постепенно, без резких радикальных изменений, с соблюдением известного принципа «не навреди», с бережным отношением к тем механизмам, которые сегодня работают, и

* Публикуется в порядке обсуждения

с привлечением к обсуждению широкого круга специалистов и общественности по всем принципиально важным вопросам модернизации системы лесных отношений.

Поиск оптимальных путей реформирования системы управления лесами следует начинать с детального анализа. Выявление недостатков существующей системы управления и анализ причинно-следственных связей их возникновения помогут выработать эффективные управленческие решения.

Принятию Лесного кодекса предшествовала острая общественная дискуссия, продолжавшаяся в течение трех лет. За это время было подготовлено тридцать вариантов проекта Лесного кодекса Российской Федерации.

Первоначальные варианты Лесного кодекса предусматривали беспрецедентные сроки аренды лесных участков – от 1 года до 99 лет, отсутствие каких-либо существенных условий для потенциальных арендаторов и возможность аренды участков леса для неограниченного, по сути, круга лиц, включая юридические и физические лица, в том числе иностранные и лица без гражданства. Возможность победы в лесном аукционе обуславливалась только одним критерием – величиной предложенной арендной платы [3].

Основной целью принятия нового Лесного кодекса была широкомасштабная приватизация лесных земель в кратчайшие сроки, осуществляемая через аренду лесных участков. Согласно первоначальным вариантам ЛК РФ, арендатор наделялся правом приобретения лесных земель в собственность по истечении 10–15-летнего (по разным вариантам проекта) срока аренды. Кроме того, арендатору предоставлялась возможность передачи права выкупа лесных земель третьему лицу без согласия собственника (Российской Федерации, субъекта РФ или муниципального образования), которого достаточно было лишь поставить в известность о совершенной сделке.

Последствия утверждения таких норм лесного законодательства, по мнению российских ученых, нетрудно спрогнозировать: «вырубив в короткий срок остатки единственно рентабельного пиловочного ресурса («сливок»), лесопользователь не упустит предоставленной

Кодексом возможности передачи права аренды другому лицу, чтобы вовремя «смыться», да еще и получить определенный куш под право нового лица выкупить затем арендуемый участок для целей, которые могут быть и не связаны с интересами лесного хозяйства» [4].

Под давлением общественного мнения ряд положений проекта Лесного кодекса был исключен или смягчен в последующих вариантах. Так, в частности, предельный срок аренды лесных участков был сокращен с 99 до 49 лет и упразднено положение о возможности перехода арендуемых участков леса в собственность арендаторов или третьих лиц.

Формирование института частной собственности на лесные земли с закреплением соответствующих правовых норм в Лесном кодексе, полагаем, целесообразно было бы начать с принятия федерального закона о частных лесах в Российской Федерации, предварительно обсудив вопрос о возможности введения частной собственности на лес на всенародном референдуме. Однако такой путь был бы гораздо более длительным и трудным, тем более что большинство населения России (как показывают многочисленные социологические исследования) пока не готовы сказать «да» частной собственности на лес. Именно этим, на наш взгляд, и объясняется попытка «лесного лобби» (представителей крупного бизнеса), форсируя события, пролонгировать принятие нового Лесного кодекса в первоначальном варианте.

Несмотря на то, что в процессе трехлетней дискуссии проект Лесного кодекса РФ претерпел ряд существенных изменений, в последнем варианте, утвержденном в декабре 2006 г., Лесной кодекс, по мнению большинства ученых и специалистов, был весьма далек от совершенства. Так, академик РАСХН Моисеев Н.А. охарактеризовал новый Лесной кодекс как «образец неолиберального толка», подтверждающий, что «лесные законы принимаются отнюдь не благодаря научному обоснованию и передовому опыту или даже здравому смыслу, а только по принципу, кто в данный момент силен» [5].

С принятием нового Лесного кодекса и утверждением совокупности подзаконных ак-



Рисунок. Схема причинно-следственных связей формирования основных недостатков системы управления лесами вследствие принятия нового Лесного кодекса РФ

тов сформировалась новая система управления лесами в Российской Федерации, недостатки которой отчетливо проявились в течение пятилетнего периода его действия. К числу таких недостатков можно отнести следующие.

1. *Непрямое (отсылочное) действие Лесного кодекса* (рисунок). Согласно статье 3 ЛК РФ, имущественные отношения, связанные с оборотом лесных участков и лесных насаждений регулируются гражданским и земельным законодательством (а не лесным). Понятие леса как объекта лесных отношений нередко подменяется понятием земельных участков как объекта земельных отношений. Согласно статье 7 ЛК РФ, регламентирующей понятие лесного участка, «лесным участком является земельный участок». Кроме того, Федеральным законом «О введении в действие

Лесного кодекса Российской Федерации» (ст. 16) [6] понятие «лес и многолетние насаждения» исключено из статьи 130 Гражданского кодекса [7] как самостоятельная категория недвижимого имущества. Это фактически приводит к смешиванию понятий «лесной участок» и «земельный участок», делая участки леса разновидностью земельных участков. Между тем, лесное и земельное законодательство выступают в российском праве в качестве отдельных отраслей законодательства. На эти правовые противоречия указывалось в заключении на проект Лесного кодекса РФ, принятого Государственной Думой в первом чтении, об этом заявляли известные российские ученые: А.С. Исаев, Г.Н. Коровин, Н.А. Моисеев, Н.Б. Пинягина. Однако эти замечания законодателями были проигнорированы.

В Лесном кодексе 1997 г. статья 63 регламентировала порядок перевода лесных земель в нелесные земли для использования их в целях, не связанных с ведением лесного хозяйства и использованием лесным фондом [8]. В Лесном кодексе 2006 г. данная статья отсутствует ввиду того, что земли лесного фонда, согласно Земельному кодексу РФ (ЗК РФ) [9], учитываются в составе земель Российской Федерации (ст. 7; ст. 101 ЗК РФ), перевод которых регламентируется статьей 8 ЗК РФ и Федеральным законом «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую» [10]. При этом для перевода лесных земель в другую категорию достаточно решения органов исполнительной власти субъекта Российской Федерации (ст. 8 ЗК РФ), т.к. полномочия по управлению лесным фондом Российской Федерации переданы на уровень субъектов РФ [11; 1].

Подмена понятия «лесной участок» понятием «земельный участок», очевидно, сделана для того, чтобы облегчить перевод участков лесного фонда в другие виды землепользования, а затем и в другие виды собственности. Такая подмена позволяет оборот лесных земель совершать уже не по лесному, а по земельному и гражданскому законодательству. С этой целью предусматривается составление кадастра на лесные земли (ст. 92 ЛК РФ), введение их в реестр (ст. 91 ЛК РФ). Это позволяет сделать вывод, что Лесной кодекс РФ, несмотря на огромное количество поправок (всего, по данным экспертов, к проекту ЛК РФ поступило более 1,5 тысяч поправок [12]), по существу, мало отличается от первоначального варианта, т.к. основная идея принятия нового Лесного кодекса – возможность быстрого и беспрепятственного перевода земель лесного фонда в частную собственность – все-таки нашла свое воплощение.

Между тем, регулирование оборота лесных участков земельным законодательством не только противоречит нормам российского права, но и может привести к отторжению земель лесного фонда, что повлечет за собой серьезные экологические последствия. Перевод земель лесного фонда в категории иных земель с последующим их освоением

в целях, не связанных с ведением лесного хозяйства или пользования лесным фондом (для строительства коттеджных и дачных поселков, размещения промышленных объектов, баз отдыха, ведения сельского хозяйства и т. п.), может привести к нарушению гидрологического режима, биологического баланса и естественного лесовосстановления не только на данном участке леса, но и на обширных территориях, прилегающих к этому участку леса. Решения о переводе земель лесного фонда в иные категории земель должны приниматься с большой осторожностью, учитывая их вероятные негативные последствия.

Принятие нового Лесного кодекса обусловило необходимость создания вновь всей системы подзаконных актов, регламентирующих различные аспекты лесных отношений. Подготовка и утверждение в течение последующего 2007 г. порядка 80-ти нормативных актов силами малочисленных научных организаций происходила в авральном режиме, и, как следствие, были разработаны документы низкого качества, применение которых только усугубило ситуацию в лесной отрасли, обострив противоречия, заложенные как в самом Лесном кодексе, так и в формирующейся на его основе системе лесных отношений. Непродуманная и во многом противоречивая система нормативно-правовых актов приводила к конфликтным ситуациям в сфере управления лесами и создавала почву для коррупции.

Более того, созданный узким кругом лиц, не прошедший всенародного обсуждения Лесной кодекс и сформированная наспех система подзаконных актов привели к тому, что ряд областей лесных отношений вообще остались без нормативно-правового обеспечения. Так, в правовом вакууме оказался статус городских лесов, позднее приравненных к лесопарковым зонам (п. 3 ст. 23 ЛК РФ); неурегулированными оказались многие вопросы, связанные с обеспечением пожарной безопасности в лесах (статья 53 ЛК РФ в декабре 2010 г. была дополнена статьями 53,1 – 53,8, регламентирующими предупреждение лесных пожаров, мониторинг пожарной опасности, тушение лесных пожаров, ограничение пребывания в лесах граждан и ликвидацию

последствий чрезвычайных ситуаций); существенной доработки потребовало правовое обеспечение лесоустройства и конкретизации – передача отдельных полномочий Российской Федерации в области управления лесами органам государственной власти субъектов РФ.

2. *Создание новой структуры управления лесной отраслью с радикальным перераспределением полномочий* (рисунок). 31 декабря 2005 г. был принят Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием разграничения полномочий» № 199-ФЗ, который внес изменения в 33 законодательных акта Российской Федерации, в том числе в Лесной кодекс РФ 1997 г., передав леса России в управление субъектам РФ [11].

Принятый в 2006 г. новый Лесной кодекс закрепил полномочия субъектов Российской Федерации в области управления лесами. Согласно статье 82 ЛК РФ, к полномочиям органов государственной власти субъектов РФ относятся «владение, пользование, распоряжение лесными участками, находящимися в собственности субъектов Российской Федерации».

Российская Федерация передала субъектам РФ полномочия по разработке и утверждению лесных планов и лесохозяйственных регламентов (ст. 83 ЛК РФ), являющихся основным документом в области планирования освоения лесов и лесовосстановления. Таким образом, Федеральное Правительство, фактически самоустранившись от разработки планов развития лесной отрасли, «перевалило, – по точному замечанию Н.А. Моисеева, – все накопившиеся и неразрешенные до сих пор проблемы лесного сектора на «плечи» губернаторов» [5], сняв с себя ответственность за их решение.

Анализируя мировой опыт децентрализации полномочий в области управления лесами, доктор экономических наук, профессор А.П. Петров рассматривает в качестве наиболее приемлемого для России сценарий централизованного государственного управления лесами на основе выстроенной вертикали власти в сочетании с децентрализацией хозяйственного управления лесами с целью

создания в этой области конкурентной рыночной среды, где частный и государственный бизнес получали бы равные условия. В качестве положительного примера А.П. Петров приводит опыт институциональной организации государственного управления федеральными лесными землями в США и провинциях Канады [13].

Однако, несмотря на положительный опыт развитых стран, в России был реализован другой, неизвестный в мировой практике сценарий децентрализации полномочий в области управления лесами одновременно по двум направлениям – государственному и хозяйственному управлению [13].

Новый Лесной кодекс внес радикальные изменения в систему лесного хозяйства Российской Федерации. Согласно статье 23 ЛК РФ, основными территориальными единицами управления в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов являются лесничество и лесопарки. Федеральным законом «О введении в действие Лесного кодекса РФ» (ст.11) был установлен предельный срок преобразования лесхозов – до 1 января 2008 г. При этом Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз) наделялось только функциями контроля и надзора в области лесных отношений (п. 1 Положения о Федеральном агентстве лесного хозяйства) [14], вместо выполняемого им ранее комплексного управления лесами, включающего охрану лесов от пожаров и лесохозяйственные функции.

Реорганизация Рослесхоза привела к высвобождению большого количества персонала: по оценкам экспертов, три четверти специалистов потеряли рабочие места, а оставшиеся работники стали тратить большую часть своего рабочего времени на составление разнообразных форм чрезмерно возросшей отчетности.

В результате упразднения лесохозяйственной функции Рослесхоза лесоустройство перестало осуществляться на регулярной основе, значительно снизилась эффективность лесовосстановления: приживаемость лесных культур сегодня составляет чуть более 50 % [15].

Упразднение функции охраны лесов от пожаров привело к дезорганизации систе-

мы пожарной охраны, что, по мнению специалистов, стало основной причиной катастрофических последствий пожаров 2010 г. [16]. Критическая ситуация с лесными пожарами обусловила необходимость вмешательства Президента Российской Федерации Д.А. Медведева, который указал на необходимость проведения тщательной инвентаризации всего законодательства о лесе, в том числе Лесного кодекса, и поручил обратить особое внимание на механизм управления лесным фондом, а также на численность работников лесного хозяйства [17].

Впоследствии в Лесной кодекс и другие нормативно-правовые акты был внесен ряд существенных поправок, касающихся различных аспектов осуществления пожарной охраны леса. Указом Президента РФ от 27 августа 2010 г. Федеральное агентство лесного хозяйства было выведено из подчинения Минсельхоза РФ и подчинено напрямую Правительству Российской Федерации [17].

Однако, как отмечает профессор В. Страхов, внесение многочисленных поправок «ничего не улучшило в созданной Кодексом вместо системы управления лесами контрольно-надзорной системы, потому что Кодекс сделал главное: осуществил практически полное отчуждение собственника лесов – государство – от управления своей собственностью – лесным фондом» [15].

3. *Создание новой неэффективной системы арендных отношений* (рисунок). Согласно пункту 8 статьи 29 Лесного кодекса РФ, граждане и юридические лица осуществляют заготовку древесины на основании аренды лесных участков. При этом договор аренды лесного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности, заключается на срок от десяти до срока девяти лет (п. 3, ст. 72 ЛК РФ) [1].

Следовательно, единственно возможная форма аренды лесных участков, установленная Кодексом для лесозаготовителей – долгосрочная аренда, для большинства арендаторов, представляющих собой мелкие предприятиями (с объемом лесозаготовок до 50 тыс. м³ в год), стала труднодоступной, поскольку, во-первых, договор аренды лесного участка заключается

по результатам аукциона (п. 1 ст. 74 ЛК РФ), выиграть который в условиях конкуренции небольшим хозяйствующим субъектам довольно сложно; во-вторых, статья 62 Лесного кодекса обязывает арендаторов лесных участков осуществлять на этих участках лесовосстановление, что для мелких лесозаготовительных предприятий является непосильным бременем ввиду низкой рентабельности производства; в-третьих, долгосрочная аренда участков требует создания соответствующей инфраструктуры – лесовозных дорог круглогодичного действия, складских и бытовых помещений, мобильных жилых комплексов для работы вахтовым методом пр., что для низкорентабельного малого бизнеса также является непосильной задачей.

Кроме того, Лесной кодекс вводит наряду с процедурой аукционных торгов (по результатам которых происходит заключение договоров аренды) механизм привлечения инвестиций через приоритетные инвестиционные проекты в области освоения лесов (ст. 22 ЛК РФ), ориентированный на решение масштабных задач и привлечение крупного капитала в отрасль, который также создает неравные условия для крупного и малого бизнеса.

В этой связи конкурентоспособными становятся только крупные лесопромышленные предприятия, а также непрофильные организации, занимающиеся лесозаготовительным производством в качестве дополнительного вида, но владеющие крупным капиталом.

Выходом из сложившейся ситуации может стать интеграция производственных предприятий лесной отрасли: объединение малых и средних предприятий в крупные производственно-хозяйственные структуры, а также интеграция небольших предприятий с крупным бизнесом.

О необходимости интеграционных процессов в лесном секторе экономики сегодня говорят многие ученые и специалисты. Так, Н.Б. Пинягина отмечает, что сегодня на долю крупных лесопромышленных холдингов приходится только 1/5 общего объема выпуска лесобумажной продукции в России, однако «результаты их деятельности убедительно показывают преимущества такой структуры организации ЛПК» [18].

Н.А. Моисеев называет корпоратизацию лесопромышленных предприятий «главным направлением повышения конкурентоспособности отечественного лесного сектора». По мнению ученого, в малолесных регионах, где отсутствуют крупные корпорации, малые и средние производители по заготовке, обработке и переработке древесины должны объединиться в ассоциации. Для многолесных регионов желательна кооперация малого и среднего бизнеса с крупными лесными корпорациями на основе договоров и инвестиционных соглашений [19].

Вместе с тем, целесообразность выбора арендной формы организации лесных отношений между государством и частным бизнесом вызывает вполне определенные сомнения, поскольку практика арендных отношений в Российской Федерации свидетельствует о низкой эффективности такой формы использования лесов. Результатами арендных отношений стали: нерациональное использование лесного фонда с перерубами расчетных лесосек в транспортно доступных лесах; большие объемы нелегальных лесозаготовок, обусловленные высоким уровнем коррупции в лесной сфере; неудовлетворительное состояние лесов после сплошных рубок, не отвечающее требованиям экологических стандартов.

А.П. Петров [13] указывает на то, что само применение термина «аренда» противоречит определению объекта аренды, данному в статье 607 Гражданского кодекса РФ, в соответствии с которым «в аренду могут быть переданы земельные участки и другие обособленные природные объекты, предприятия и другие имущественные комплексы, здания, сооружения, оборудование, транспортные средства и другие вещи, которые не теряют своих натуральных свойств в процессе их использования (неупотребляемые вещи)» [20]. «Очевидно, что натуральные свойства лесного участка с растущими деревьями несопоставимы с аналогичными свойствами участка после рубки» – констатирует ученый [13].

В мировой практике, в частности в провинциях Канады, доступ к лесным участкам осуществляется на основе концессионного соглашения, которое в отличие от договора

аренды, по словам А.П. Петрова, «представляет собой инвестиционный договор, согласно которому привлечение инвестиций не только обязательно, но и в определенной мере должно опережать изъятие древесных ресурсов с лесных территорий» [13].

В Российской Федерации правовую основу концессионным соглашениям составляет федеральный закон «О концессионных соглашениях» № 115-ФЗ. Согласно статье 11 данного федерального закона, земельный участок, на котором располагается объект концессионного соглашения и (или) который необходим для осуществления концессионером деятельности, предусмотренной концессионным соглашением, лесной участок, водный объект или участок недр предоставляются концессионеру в аренду (субаренду) или на ином законном основании на срок, который устанавливается концессионным соглашением [21]. При этом предметом концессионного соглашения может быть строительство гидротехнических сооружений, линий электропередачи, линий связи, дорог, спортивных сооружений и т.п. Однако заготовку древесины в качестве вида деятельности, осуществляемой на основе концессионного соглашения, указанный федеральный закон не рассматривает, что исключает возможность применения концессионных соглашений для данного вида деятельности.

4. *Формирование новой классификации рубок и системы учета заготовки древесины* (рисунок). Согласно статье 113 Лесного кодекса 1997 г., заготовка древесины в лесах осуществлялась при рубках главного, промежуточного и прочего пользования [8]. К рубкам главного пользования относили сплошные рубки, проводимые лесопромышленными предприятиями в перестойных и спелых древостоях в целях заготовки древесины. В составе прочих рубок учитывали различные виды рубок, связанные с расчисткой лесных площадей (сплошные санитарные рубки; расчистку лесных площадей для строительства гидроузлов, трубопроводов, дорог; прокладку просек; создание противопожарных разрывов). Это позволяло подразделять лесопользователей на профильные и непрофильные предприятия и вести статистичес-

**Виды рубок лесных насаждений в общем объеме фактических рубок
в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре за период 2002 – 2007 гг., %**

| Виды рубок | Вырублено лесных насаждений, % | | | | | |
|----------------------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | 2002 г. | 2003 г. | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. |
| Рубки главного пользования | 63,0 | 75,39 | 66,19 | 60,08 | 59,66 | 48,86 |
| Рубки промежуточного пользования | 2,26 | 4,21 | 3,71 | 4,07 | 2,57 | 1,56 |
| Прочие рубки | 34,72 | 22,21 | 29,95 | 35,84 | 37,75 | 49,56 |
| Всего | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

**Производство продукции деревообработки на 1 м³ заготовленной древесины
по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре**

| Наименование показателя | 2002 г. | 2003 г. | 2004 г. | 2005 г. | 2006 г. | 2007 г. |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1. Заготовлено древесины, тыс. м ³ | 2064 | 2043 | 1901 | 1794 | 1847 | 1911 |
| 2. Произведено продукции деревообработки, тыс. руб. | 2365769 | 2345201 | 2135800 | 1858902 | 3296680 | 4230328 |
| 3. Производство продукции, руб. на 1 м ³ | 1146 | 1148 | 1123 | 1036 | 1785 | 2214 |
| 4. Темп роста к предыдущему году | – | 100,2 % | 97,8 % | 92,2 % | 172,3 % | 124,1 % |

кий учет заготовки древесины в зависимости от назначения рубок и лесопользователей.

Лесной кодекс 2006 г. отменил указанную классификацию рубок древесины, установив только две формы рубок: выборочные и сплошные (ст. 17 ЛК РФ) [1]. Соответственно изменились и формы отчетности в лесничествах, профильных комитетах, департаментах. В результате таких изменений стало крайне сложно оценить эффективность использования древесины, т.к., во-первых, по показателю «заготовка древесины» невозможно отслеживать динамику лесозаготовок профильных предприятий; во-вторых, показатель «производство продукции деревообработки на 1 м³ заготовленной древесины», характеризующий структуру лесопромышленного производства, динамику объемов переработки древесины, рост стоимости лесопромышленной продукции к объему заготовки древесины, без выделения объемов лесозаготовок профильных предприятий полностью утратил смысл.

Так, анализ динамики рубок лесных насаждений по Ханты-Мансийскому автономному округу – Югре за период 2002–2007гг. показывает, что начиная с 2003 г. доля рубок леса по главному пользованию в общем объеме фактических рубок ежегодно со-

кращалась с 75,39 % до 48,86 %. Доля прочих рубок, напротив, возросла за аналогичный период с 22,21 % до 49,56 %, превысив в 2007 г. объемы рубок по главному лесопользованию (табл. 1).

Устойчивая тенденция изменения структуры использования лесных древесных ресурсов в сторону сокращения доли главных рубок свидетельствует о нерациональности использования заготавливаемой древесины в округе. Значительная часть вырубаемой древесины не является сырьем для лесоперерабатывающих производств, а становится производственными отходами при расчистке лесных площадей под строительство нефте- и газопроводов, линий электропередач, производственных баз и утилизируется как низкосортная древесина, т.е. используется при строительстве автомобильных дорог в болотистой местности и площадок бурения для разработки месторождений нефти.

Вместе с тем, производство продукции деревообработки за аналогичный период увеличилось с 1146 руб. до 2595 руб. на 1 м³ заготовленной древесины, что свидетельствует о развитии деревообрабатывающих производств в округе и росте эффективности использования заготовленной древесины профильными предприятиями (табл. 2).

Таким образом, в качестве основных положений политики государства в лесной сфере, сформировавшейся в результате принятия нового Лесного кодекса Российской Федерации, можно обозначить следующие.

1. Признание лесного участка земельным участком.

2. Определение основных территориальных единиц управления в области использования, охраны, защиты и воспроизводства лесов – лесничеств и лесопарков.

3. Децентрализация полномочий в области управления лесами одновременно по двум направлениям – государственному и хозяйственному управлению.

4. Наделение лесничеств контрольными и надзорными функциями.

5. Утверждение арендных отношений в качестве приоритетной формы организации лесных отношений между государством и частным бизнесом.

6. Признание аукциона основной формой доступа к использованию лесов.

Очевидно, что, опираясь на данные положения, невозможно осуществлять эффективное управление лесной отраслью. Определение путей повышения эффективности государственной политики в лесной сфере необходимо начинать с разработки и утверждения базового документа, устанавливающего цели и направления развития лесных отношений – Лесной политики Российской Федерации, на базе которой можно совершенствовать лесное законодательство, создающее правовое поле и механизмы достижения поставленных целей.

Основу эффективной лесной политики государства должны составлять следующие базовые положения:

1. Утверждение в качестве приоритетной цели государственной политики сохранение лесов как целостной экосистемы.

2. Осуществление перехода от экстенсивного лесопользования к интенсивному и рациональному использованию лесов.

3. Четкое разграничение понятий «лесной участок» и «земельный участок». Признание лесного участка частью леса, изменяющего натуральные свойства в результате его

хозяйственного использования и обладающего способностью восстановления утраченных свойств.

4. Наделение лесничеств функцией управления лесами, включая контроль и надзор в лесной сфере, охрану лесов и лесовосстановление (содействие естественному лесовосстановлению и привлечение коммерческих организаций для проведения лесохозяйственных мероприятий, таких как выращивание саженцев и лесопосадка).

5. Децентрализация полномочий в области управления лесами, основанная на принципах централизованного государственного управления и децентрализации хозяйственных функций.

6. Повышение эффективности лесовосстановления, вторичное использование лесных участков.

7. Утверждение концессионных отношений в качестве приоритетной формы организации лесных отношений между государством и частным бизнесом.

8. Утверждение арендных отношений как альтернативной формы частно-государственного партнерства, ориентированного на малый бизнес, с установлением срока аренды лесных участков от 1 года до 49 лет, без обязательств по лесовосстановлению, но с соблюдением жестких экологических стандартов.

9. Признание конкурса формой доступа к использованию лесов на основе концессионного соглашения.

10. Признание аукциона формой доступа к использованию лесов при заключении договора аренды лесного участка.

Библиографический список

1. Лесной кодекс Российской Федерации от 4 декабря 2006 г. № 200-ФЗ // Российская газета от 8 декабря 2006 г. № 277.
2. Ярошенко, А. Семь раз отмерить / А. Ярошенко // Лесная газета. – 2011. – 13 декабря (вторник). – № 95 (10245). – С. 1–2.
3. Проект Лесного кодекса Российской Федерации от 16 сентября 2004 г. [Электронный ресурс] // Официальный сайт Государственной Думы Российской Федерации. – Режим доступа : www.duma.gov.ru.
4. Моисеев, Н.А. О новом Лесном кодексе Российской Федерации / Н.А. Моисеев, Н.А. Бурдин // Лесное хозяйство. – 2004. – № 3. – С. 2–5.

5. Моисеев, Н.А. Проблемы экономики и организации лесопользования, связанные с новым Лесным кодексом // Вестник МГУЛ – Лесной вестник. – 2007. – № 3(52). – С. 19–27.
6. Федеральный закон «О введении в действие Лесного кодекса Российской Федерации» от 4 декабря 2006 г. № 201-ФЗ // Российская газета от 8 декабря 2006 г. № 227.
7. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть первая от 30 ноября 1994 г. № 51-ФЗ // Собрание законодательства РФ от 5 декабря 1994 г. № 32, ст. 330.
8. Лесной Кодекс Российской Федерации от 22 января 1997 г. № 22-ФЗ // Российская газета от 4 февраля 1997 г. № 23.
9. Земельный кодекс Российской Федерации от 25 октября 2001 г. № 136-ФЗ // Собрание законодательства РФ от 29 октября 2001 г. № 44, ст. 4147.
10. Федеральный закон «О переводе земель или земельных участков из одной категории в другую» от 21 декабря 2004 г. № 172-ФЗ // Российская газета от 30 декабря 2004 г. № 290.
11. Федеральный закон «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с совершенствованием разграничения полномочий» от 31 декабря 2005 г. № 199-ФЗ // Собрание законодательства РФ, 2006 № 1, ст. 10; № 8, ст. 853; № 23, ст. 2380.
12. Надарейшвили, Г. Времени остается мало, а число проблем не уменьшается / Г. Надарейшвили // Лесная газета. – 2006. – 11 февраля. – № 12.
13. Петров, А.П. Децентрализация управления лесами в Российской Федерации: уроки осуществленных реформ и стратегия последующих действий / А.П. Петров // Лесной экономический вестник. – 2010. – № 3(66). – С. 3–19.
14. Положение о Федеральном агентстве лесного хозяйства. Утверждено Постановлением Правительства РФ от 23 сентября 2010 г. № 736 // Собрание законодательства Российской Федерации от 4 октября 2010 г. № 40, ст. 5068.
15. Страхов, В. Нравственный кризис управления лесами / В. Страхов // Лесная газета. – 2011. – 15 ноября (вторник). – № 87 (10237). – С. 1–2.
16. Приоров, Г.Е. Организация профилактики и тушения лесных пожаров / Г.Е. Приоров // Лесопромышленник. – 2010. – № 3 (55).
17. Новости официального сайта Президента Российской Федерации. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/news>.
18. Пинягина, Н.Б. Концептуальные подходы к стратегическому планированию развития лесного сектора экономики России / Н.Б. Пинягина // Лесной экономической вестник. – 2007. – № 1(51). – С. 21–25.
19. Моисеев, Н.А. Об основных направлениях стратегии развития лесного сектора экономики России / Н.А. Моисеев // Лесной экономический вестник. – 2007. – № 3(53). – С. 11–17.
20. Гражданский кодекс Российской Федерации. Часть вторая от 26 января 1996 г. № 14-ФЗ // Собрание законодательства РФ от 29 января 1996 г. №5, ст. 410.
21. Федеральный закон «О концессионных соглашениях» от 21 июля 2005 г. № 115-ФЗ // Российская газета от 26 июля 2005 г. № 161.

СТРАТЕГИЯ И КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОГО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КОМПАНИЙ, КОРПОРАЦИЙ, РЕГИОНОВ, СОЦИАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОГО ГОСУДАРСТВА

Н.Г. ЗАБРОДСКАЯ, доц. *Института экономики Национальной академии наук Беларуси, г. Минск, канд. экон. наук*

prostoleo@inbox.ru

Важнейшим вопросом определения направления развития корпорации, региона и любого государства является выработка приоритетов и сроков их достижения. Главенствующая роль целеполагания предопределяет выработку стратегии направления финансовых потоков вложения инвестиций государственного и местных бюджетов, льгот и субсидий в приоритетные отрасли и сферы социального развития. При кажущейся простоте главной цели государственного стро-

ительства социального государства, состоящей в повышении уровня и качества жизни населения страны, встают проблемы ее оценки, выработки показателей и эффективных путей достижения. Наглядным доказательством важности вышеперечисленных положений является двадцатилетний опыт развития постсоветских государств, которые при приблизительно одинаковых стартовых условиях достигли противоположных результатов: страны Балтии, вошедшие в Европейский

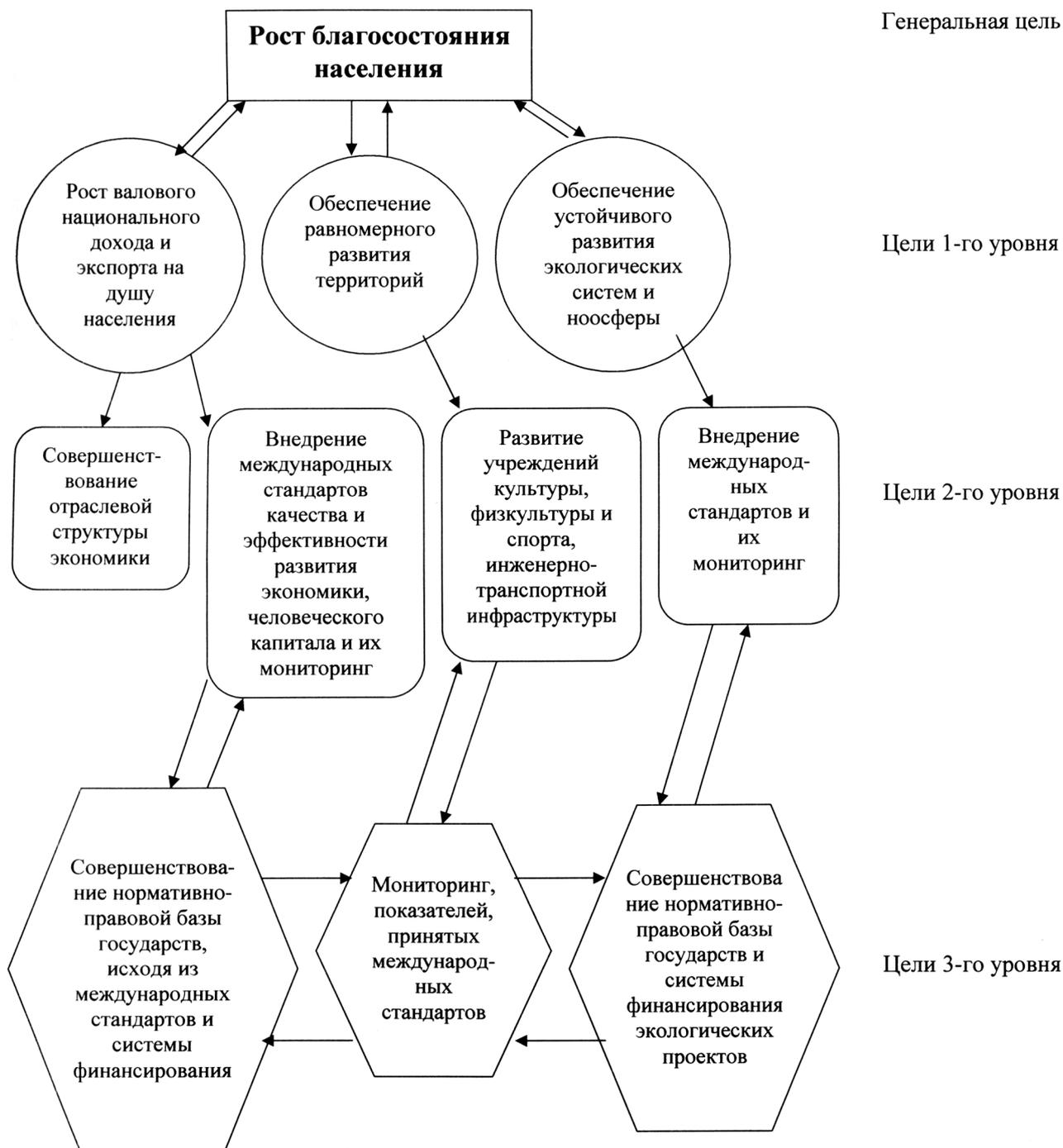


Рис. 1. Универсальное дерево целей стратегии эффективного устойчивого развития

Союз, и Киргизия с Таджикистаном, экономический кризис которых приводит к социальным взрывам, многочисленным человеческим жертвам, наркотизации и деградации населения и грозит потерей государственной самостоятельности и распадом стран.

В настоящее время крупнейшими экономическими школами мира (Чикагской, Лондонской, учеными Института экономики Национальной академии наук Республики Бе-

ларусь) принят постулат, что развитие и приумножение человеческого капитала является главной целью и основным средством достижения устойчивого экономического роста. Однако экономической наукой не выработана универсальная стратегия ее достижения, более того, существуют противоположные взгляды на пути и методы, критериальную оценку эффективности способов их достижения (либерализм, кейнсианство, монетаризм

и др.) Кроме чисто экономических и научных вопросов, зачастую присутствуют политические, субъективные и даже конъюнктурные моменты, формирующие массовое сознание и влияющие на качество принимаемых решений. Следовательно, необходимо построение дерева целей и единый критерий, а также система показателей, оценивающих повышение уровня и качества жизни, развитие человеческого потенциала и достижение конкретных результатов в назначенные сроки.

Большинством экономистов оспаривается возможность построения универсальной стратегии и целевой программы устойчивого развития, пригодной для всех стран мира.

По нашему мнению, это нужно сделать как можно быстрее и внедрить в практику СНГ, ООН мониторинг показателей для своевременного выявления кризисных отраслей, регионов и предотвращения социальных и гуманитарных катастроф, отрицательно влияющих не только на развитие данных территорий, но и всей мировой экономики.

Универсальное дерево целей стратегии эффективного устойчивого развития государства, регионов, мировой экономики может выглядеть следующим образом (рис. 1).

Исходя из дерева целей необходимо разработать стратегию устойчивого, эффективного развития экономики, базирующуюся на трех фундаментальных принципах:

1) неуклонный рост благосостояния населения, уровня и качества жизни, человеческого капитала;

2) обеспечение устойчивого функционирования экономических, социальных систем, ноосферы;

3) выравнивание регионального и территориального развития, уровня жизни в различных типах поселений.

Безусловно, для каждого региона и страны мира дерево целей будет иметь свою специфику и отличия, которые не должны вступать в противоречие с универсальным деревом целей и глобальными, фундаментальными принципами устойчивого, эффективного экономического роста (рис. 1). Например, в Республике Беларусь в настоящее время сложились следующие экономические

условия, препятствующие эффективному развитию экономики:

1) низкий уровень эффективности управления и экономической ответственности чиновников, персонала предприятий за конечные результаты их деятельности;

2) недостаток высококвалифицированных специалистов высшего звена, менеджеров, маркетологов, антикризисных управляющих с рыночным мышлением, нацеленных на разработку и внедрение инновационных, наукоемких, ресурсосберегающих, информационных технологий, высокопроизводительной техники, освоение новых видов продукции и услуг;

3) медленное формирование рыночной инфраструктуры, особенно рынка капитала, ценных бумаг, инвестиционных фондов;

4) недостаточно благоприятная правовая и экономическая среда для развития бизнеса;

5) слабая государственная поддержка предпринимательской деятельности, малого и среднего бизнеса;

6) низкий удельный вес среднего класса эффективных собственников, ориентированных на долгосрочное развитие предприятий и организаций, насыщение белорусского рынка инновационной продукцией и услугами с активным продвижением их на мировой рынок;

7) недостаточная инвестиционная привлекательность для иностранного капитала, в том числе за счет высокой налоговой нагрузки, сложной системы учета и отчетности, несоответствия их требованиям и стандартам развитых стран.

Следовательно, эффективное развитие экономики страны должно базироваться на фундаментальных принципах, органически вобравших ряд фундаментальных постулатов:

1) неуклонный рост благосостояния населения, уровня и качества жизни, в том числе за счет совершенствования образования, здравоохранения, физической культуры;

2) завершение создания социально ориентированной рыночной экономики при сохранении потенциала валообразующих

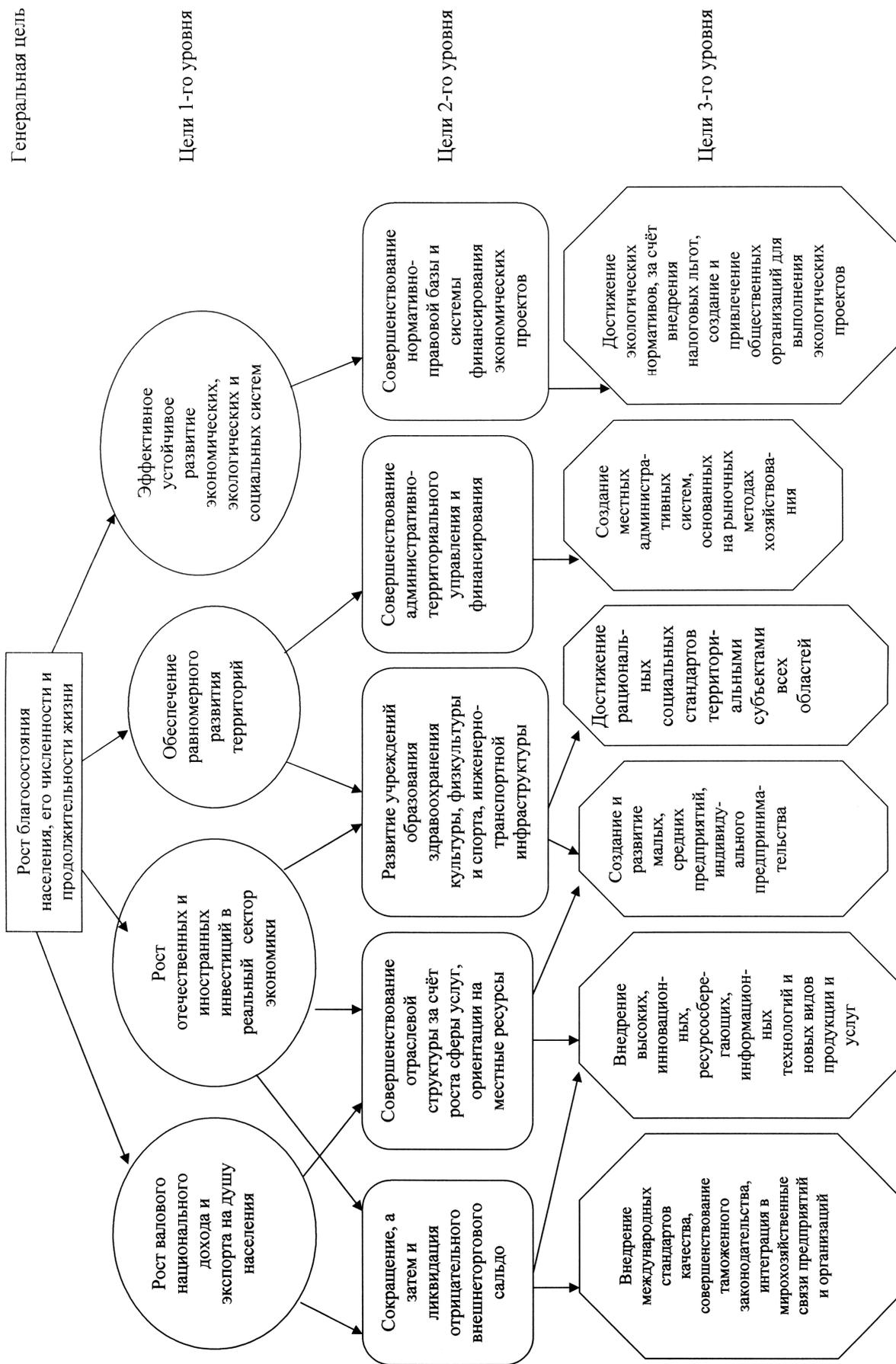


Рис 2. Дерево целей стратегии устойчивого развития Республики Беларусь

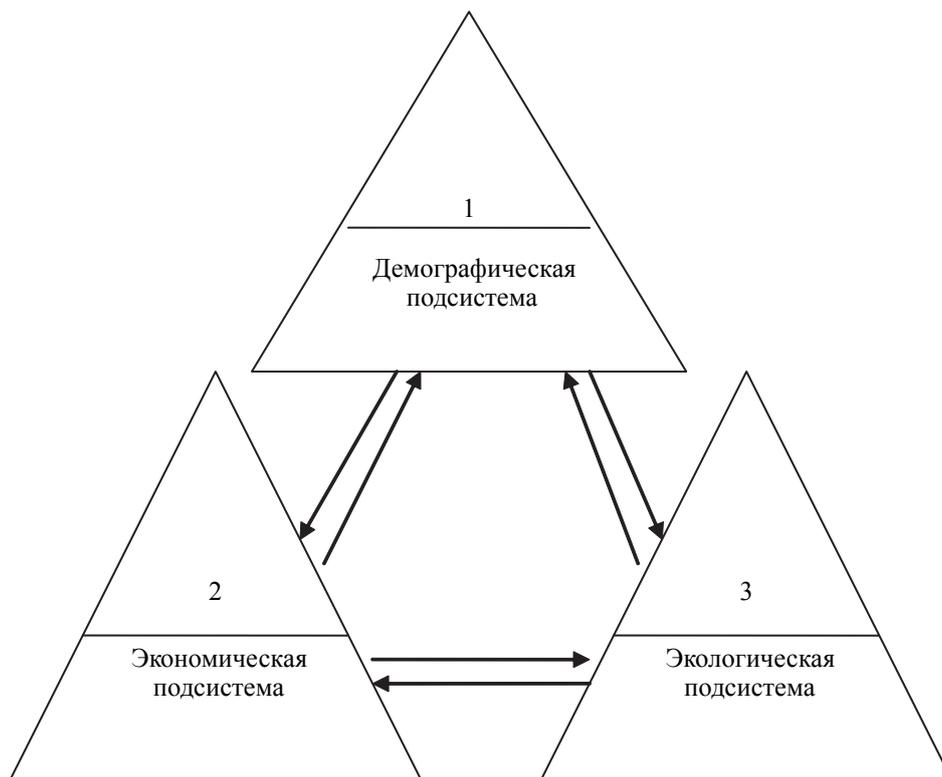


Рис. 3. Социальная система устойчивого эффективного развития

предприятий и расширении поддержки малого, среднего бизнеса и индивидуальных предпринимателей;

3) максимальное привлечение отечественных и зарубежных инвестиций путем продолжения реформирования нормативно-правовой базы, создания благоприятных условий для привлечения иностранных инвесторов и предпринимателей;

4) рост экспорта, интеграция в мировые хозяйственные связи за счет глобализации экономических процессов, сокращения, а затем и ликвидации отрицательного внешнеторгового сальдо;

5) сокращение государственного регулирования экономики путем либерализации, направления институционального сопровождения экономических преобразований на инновационную, ресурсосберегающую модель развития;

6) совершенствование отраслевой структуры путем внедрения информационных, ресурсосберегающих, высоких технологий, выпуска новых видов продукции, услуг и материалов, отвечающих требованиям международных стандартов;

7) обеспечение развития территорий, выравнивание жизни населения за счет совершенствования моделей расселения, инженерно-транспортной инфраструктуры, внедрения новой политики финансирования и административно-территориального управления, соответствующих рыночной экономике;

8) поддержка целостности экологических систем посредством эффективного управления экономическим потенциалом страны, снижения давления на окружающую среду, расширения международного сотрудничества с учетом глобальной экологической взаимозависимости.

Используя дерево целей, необходимо выработать стратегию устойчивого, эффективного развития и целевые программы с определением критериев, показателей, мероприятий и сроков их выполнения, учитывающих специфику отдельных территорий, регионов, городских поселений, районов и корпораций.

Причина отсутствия в настоящее время единого общепринятого критерия устойчивого эффективного развития и многочисленные разногласия в экономической науке, касающиеся методологии, методов и спосо-

бов определения показателей эффективности, предопределены сложностью системы и необходимостью учитывать разнонаправленный характер показателей эффективности, например в экономической и экологической подсистемах.

Оценивая развитие социальной системы поселений, регионов, страны можно выделить в ее составе три основных подсистемы, главенствующее место в которых должно принадлежать демографической как влияющей и обуславливающей развитие двух соподчиненных подсистем: экономической и экологической (рис.3).

Следовательно, разрабатывая критерий эффективности устойчивого развития, необходимо включать в него показатели эффективности каждой из этих трех подсистем. И вновь сталкиваемся с разнонаправленностью показателей и трудностью определения критериев эффективного устойчивого развития подсистем.

В экономической теории принято оценивать демографическое благополучие развитых стран ростом численности населения, продолжительности жизни, сокращением младенческой смертности (показатель смертности детей в возрасте до 1 года). Методика расчета данных показателей проста, а информацию для их расчета получают из статистических сборников. Специалисты ООН, ежегодно определяя индекс развития человеческого потенциала или индекс развития в более чем 180 странах мира, включают в него показатели продолжительности жизни, младенческой смертности, уровня грамотности и образования населения, реального дохода на душу населения, рассчитывая последний делением валового внутреннего продукта на численность населения, при учете покупательной способности национальной валюты. Затем в ежегодном докладе ООН о развитии по индексу развития все страны мира распределяются по трем корзинам – с высоким, средним и низким уровнем развития человеческого потенциала. Достоинства Международной системы показателей оценки экономического развития, уровня и качества жизни, роста благосостояния населения заключаются в

простоте, объективности и основании методологии расчетов на статистической информации. Однако показатель индекса развития человеческого потенциала не является исчерпывающим, и главным недостатком данной методологии является невозможность выделить страны и регионы, находящиеся в критических точках развития, социально неблагополучные территории.

В разных странах мира разрабатываются системы оценки устойчивого развития, как правило, включающие составляющие индекса развития ООН и учитывающие национальные особенности социального, экономического и регионального развития. Например, в Республике Беларусь методика национального статистического комитета включает следующие комплексные показатели:

- демографические характеристики населения;
- показатели доходов, расходов и сбережений населения;
- показатели потребления населением материальных благ и услуг;
- показатели обеспеченности населения жильем и предметами длительного пользования;
- показатели занятости, уровня безработицы, условий труда;
- показатели образования, здравоохранения, культуры, физкультуры и спорта, туризма и отдыха;
- показатели свободного времени.

Аналогичные системы оценки применяются в ряде постсоветских стран (Россия, Казахстан). Данные системы показателей весьма громоздки, требуют большого количества информации, статистических данных, многие из которых отсутствуют в государственной статистике. Методология расчетов сложна и трудоемка, а часть полученных показателей разнонаправлена. Главным недостатком постсоветских методик является невозможность на их основе выработки стратегии развития корпораций и поселений, регионов и страны в целом и отсутствие критериев, целевых показателей развития.

По нашему мнению, в критерий эффективного, устойчивого развития в демографическом, экономическом, социальном, экологическом и культурном аспектах

рафической подсистеме следует включать индексные показатели роста продолжительности жизни, численности населения и уровня образования, особое внимание обращая на развитие системы повышения квалификации и переподготовки кадров, которая обеспечивает мобильность населения и быструю адаптацию его к структурным сдвигам экономики и научно-техническому прогрессу.

Для критериальной оценки экономической подсистемы предлагаются следующие три показателя:

- 1) индекс роста валового внутреннего продукта на душу населения, с учетом покупательной способности национальной валюты;
- 2) индекс роста экспортных поставок;
- 3) индекс роста добавленной стоимости на единицу перерабатываемых сырьевых и энергетических ресурсов.

Особое внимание стоит уделять двум последним показателям, характеризующим успешность инновационного развития корпораций, регионов и стран в целом и их место в мировой экономике, успешность встраивания в мировые хозяйственные связи.

В настоящее время отношение стоимости экспортируемой продукции (P) к ее физической массе ($Mв$) является критерием инновационного развития страны ($Kв$)

$$Kв = Pв / Mв. \quad (1)$$

Правильность данной методологии подтверждается наглядным примером малой эффективности экспорта сырьевых ресурсов (Россия, страны Африки и Латинской Америки) и получения больших доходов от экспорта услуг космической связи, телекоммуникаций (США, Европейский Союз, Япония).

Особое внимание следует уделить экологическим показателям устойчивого экономического развития предприятий, корпораций, территорий и поселений, т.к. деятельность человека приводит к изменению климата и необратимым природным процессам (эрозия почв, стремительное сокращение лесов). Сложность экологических проблем, отсутствие единого мнения ученых, политиков, практиков и отсутствие единой методологии оценки влияния ноосферы на природную

среду требуют консолидации научной мысли и международных независимых исследований, мониторинга изменений природной среды и ноосферы, влияния данных процессов на социальную сферу и здоровье населения.

Критериальные показатели экономической и демографической подсистем эффективны при положительной динамике роста, следовательно, в экологической подсистеме целесообразны показатели с аналогичной динамикой. Однако экономический рост, как правило, сопровождается ухудшением экологических показателей. Кроме того, недостаточно изучено влияние высоких и биотехнологий на окружающую среду и здоровье (высоко- и низкочастотное излучение, генномодифицированные продукты). Поэтому в качестве основного критериального показателя экологической подсистемы ($Kр$) предлагается отношение используемых возобновляемых ресурсов ($Qв$) к общей массе потребленного сырья ($Mс$) Коэффициент использования возобновляемых ресурсов рассчитывается по формуле

$$Kр = Qв / Mс. \quad (2)$$

Основное отрицательное влияние жизнедеятельности человека, ноосферы заключается во все увеличивающихся объемах отходов производства и загрязнении природной среды (воздушного, водного бассейнов и почвы и подземных вод). Поэтому в экологическую подсистему включаются показатели восстановления природной среды и сокращения данных выбросов (чистоты вод, площади лесов, болот).

Исходя из вышеизложенного далее строится система критериальных показателей по трем подсистемам схемы социального эффективного устойчивого экономического развития (таблица).

Для простоты описания система критериальных показателей эффективного, устойчивого развития компаний, регионов и поселений приведена для двухлетнего периода (таблица). Мониторинг вышеприведенных показателей необходимо осуществлять за длительный период, вовремя выявляя негативные тенденции и разрабатывая превентивные меры сокращения отрицательного

Система критериальных показателей эффективного устойчивого развития компаний, регионов и поселений

| Критериальные показатели | Единица измерения | Условные обозначения | Методика расчета | Источники информации |
|--|-------------------------|--|---|---|
| Демографическая подсистема | | | | |
| 1. Индекс роста продолжительности жизни (I_{D1}) | Коэффициент | T_1 – средняя продолжительность жизни в отчетном году, лет; T_0 – средняя продолжительность жизни предыдущего года, лет | $I_{D1} = T_1 / T_0$ | Статистическая отчетность |
| 2. Индекс изменения численности населения (I_{D2}) | Коэффициент | H_1 – численность населения отчетного года, чел.; H_0 – численность населения предыдущего года, чел. | $I_{D2} = H_1 / H_0$ | Статистическая отчетность |
| 3. Индекс роста образования населения (I_{D3}) | Коэффициент | O_1 – средний уровень образования населения в отчетном году, лет; O_0 – средний уровень образования населения в предыдущем году | $I_{D3} = O_1 / O_0$ | Статистическая отчетность, данные министерства образования |
| Критерий демографического развития | Коэффициент | | $K_D = I_{D1} \times I_{D2} \times I_{D3}$ | |
| Экономическая подсистема | | | | |
| 1. Индекс роста добавленной стоимости на единицу перерабатываемых сырьевых и энергетических ресурсов (I_E) | Коэффициент, долл./кг | K_{E1}, K_{E2} – коэффициент роста добавленной стоимости соответственно отчетного и предыдущего года; P_1, P_0 – добавленная стоимость соответственно отчетного и предыдущего года, долл.; M_1, M_0 – физическая масса перерабатываемых ресурсов соответственно в отчетном и предыдущем году, кг | $I_E = K_{E1} / K_{E0}$ $K_{E1} = P_1 / M_1$ $K_{E0} = P_0 / M_0$ | Статистическая отчетность, данные министерств корпораций, аналитические расчеты |
| 2. Индекс роста критерия инновационного развития страны (I_K) | Коэффициент, долл./кг | K_{B1}, K_{B0} – критерий инновационного развития страны соответственно отчетного и предыдущего года; P_{B1}, P_{B2} – стоимость экспортируемой продукции соответственно в отчетном и предыдущем годах, долл.; M_{B1}, M_{B0} – физическая масса экспортируемой продукции соответственно в отчетном и предыдущем году, кг | $I_K = K_{B1} / K_{B0}$ $K_{B1} = P_{B1} / M_{B1}$ $K_{B0} = P_{B0} / M_{B0}$ | Статистическая отчетность, данные министерств, ведомств, корпораций, предприятий, аналитические расчеты |
| 3. Индекс роста валового внутреннего продукта на душу населения с учетом покупательной способности национальной валюты (I_B) | Коэффициент, долл./чел. | BB_1, BB_0 – валовой внутренний продукт, соответственно отчетного и предыдущего года, долл. H_1, H_0 – численность населения, соответственно отчетного и предыдущего годов, чел. B_1, B_0 – валовой внутренний продукт, приходящийся на одного человека с учетом покупательной способности национальной валюты, долл./чел. | $I_B = B_1 / B_0$ $B_1 = BB_1 / H_1$ $B_0 = BB_0 / H_0$ | Статистическая отчетность, данные министерств, ведомств, корпораций, бизнеса, аналитические расчеты |
| Критерий экономического развития | Коэффициент | | $K_E = I_E \times I_K \times I_B$ | |

| Критериальные показатели | Единица измерения | Условные обозначения | Методика расчета | Источники информации |
|---|--|---|--|--|
| Экологическая подсистема | | | | |
| 1. Индекс роста использования возобновляемых ресурсов (I_p) | Коэффициент, кг/кг | K_{p1}, K_{p0} - коэффициент использования возобновляемых ресурсов, соответственно в отчетном и предыдущем году; Q_{B1}, Q_{B0} - масса используемых возобновляемых ресурсов, соответственно в отчетном и предыдущем году, кг; M_{C1}, M_{C0} - общая масса потребленного сырья, соответственно в отчетном и предыдущем году, кг | $I_p = K_{p1} / K_{p0};$ $K_{p1} = Q_{B1} / M_{C1};$ $K_{p10} = Q_{B0} / M_{C0}$ | Статистическая отчетность, данные министерств, ведомств, корпораций, бизнеса, аналитические расчеты |
| 2. Индекс изменения площади лесов, болот, водоемов (I_s) | Коэффициент, м ² /м ² ; км ² /км ² | S_{L1}, S_{L0} - покрытая лесом площадь, соответственно в отчетном и предыдущем году, км ² , м ² ; S_{B1}, S_{B0} - площадь водоемов, соответственно в отчетном и предыдущем году, км ² , м ² ; S_{C1}, S_{C0} - площадь болот, соответственно в отчетном и предыдущем году, км ² , м ² | $I_s = (S_{L1} + S_{B1} + S_{C1}) / (S_{L0} + S_{B0} + S_{C0})$ | Статистическая отчетность, данные министерств, ведомств, корпораций, бизнеса, природоохранных организаций |
| 3. Индекс изменения загрязнения окружающей среды (I_c) | Коэффициент, кг/кг; м/м | M_{T1}, M_{T0} - масса твердых отходов соответственно в отчетном и предыдущем году, тонны, кг; M_{A1}, M_{A0} - масса жидких отходов соответственно в отчетном и предыдущем году, тонны, кг; M_{K1}, M_{K0} - масса газообразных отходов соответственно в отчетном и предыдущем году, тонны, кг | $I_c = (M_{T0} + M_{A0} + M_{K0}) / (M_{T1} + M_{A1} + M_{K1})$ | Статистическая отчетность, данные министерств, ведомств, корпораций, бизнеса, природоохранных организаций, аналитические расчеты |
| Критерий экологического развития | Коэффициент | | $K_s = I_p \times I_s \times I_c$ | |
| Критерий эффективного устойчивого роста | Коэффициент | | $K = K_D \times K_E \times K_S = I_{D1} \times I_{D2} \times I_{D3} \times I_E \times I_K \times I_B \times I_p \times I_s \times I_c$ | |

влияния на демографическую, экономическую и экологическую сферы. Для точности и достоверности расчетов показатели необходимо определять не только на мезо- и макроуровнях регионов и страны в целом, но и на уровне компаний, холдингов, предприятий, организаций, городских районов и сельских поселений (микроуровень). В данном случае в формулы вводятся показатели i -го периода и j -организации, территории и формулы приобретают вид (3, 4)

$$K_{sij} = I_{pij} \times I_{sij} \times I_{cij} = I_{D1ij} \times I_{D2ij} \times I_{D3ij} \times I_{Eij} \times I_{Kij} \times I_{Bij} \times I_{pij} \times I_{sij} \times I_{cij} \quad (3)$$

$$I_{D2ij} = H_{1ij} / H_{0ij} \quad (4)$$

Для обеспечения эффективного устойчивого роста организаций, корпораций, поселений, регионов, страны критерий (формула 3) должен иметь положительную динамику. Однако она может обеспечиваться путем устойчивого экономического развития за счет нещадной эксплуатации природной среды и нарушения природных экосистем, влияющих на экологическое состояние не только данных поселений и территорий, но и на глобальные климатообразующие и биосферные процессы. Следовательно, разделение критерия на

три составляющие – демографическую, экономическую, экологическую – позволяет объективно оценить экономическое развитие и его влияние на уровень и качество жизни населения и экологическое состояние внешней среды. Например: устойчивые темпы экономического роста валового внутреннего продукта, наблюдающиеся в Республике Беларусь с 2000 г. (6–11 % ежегодно), не привели за десятилетие к росту численности населения и сокращению его смертности (устойчивый отрицательный тренд наблюдается с 1993 г.), и население страны сократилось с 10, 2 млн чел. до 9, 5 млн чел. в 2010 г. Принимаемые многочисленными программами и планами по развитию малых городов и сельских поселений, демографической безопасности и поддержке молодых семей, развитию здравоохранения следует считать невыполненными и исследовать причины негативных тенденций, а не самоуспокаиваться высокими экономическими показателями. Даже в Российской Федерации с более сложной демографической ситуацией Программа материнского капитала и комплексные меры по развитию здравоохранения, оснащению медицинских учреждений современным оборудованием, частичный переход на западные стандарты лечения позволили за последние четыре года увеличить рождаемость на 25 %, сократив смертность на 12 %.

Учитывая инерционность демографических процессов, в Республике Беларусь в ближайшее десятилетие главенствующей должна стать демографическая сфера, а основные бюджетные средства должны на-

правляться на развитие науки, образования, здравоохранения, физической культуры. К сожалению, наблюдается устойчивая тенденция роста бюджетных расходов на государственное управление, оборону и внутреннюю безопасность, а по количеству заключенных на 100 000 населения страна занимает четвертое место в мире после США и России.

Уровень средней заработной платы продолжает значительно отставать от зарплат сопредельных стран, что приводит к миграции квалифицированных кадров, особенно молодежи, и при сохранении негативных тенденций может привести к люмпенизации населения, росту удельного веса маргинальных слоев. Следовательно, необходима консолидация научной мысли, бизнеса, общественных организаций, законодательной и исполнительной властей и преодоление негативных тенденций, встраивание бизнеса, компаний, экономики страны в мировые хозяйственные связи и международное разделение труда.

Библиографический список

1. Забродская, Н.Г. Бизнес-планирование: теория и практика / Н.Г. Забродская. – Минск: Амалфея, 2006. – 302 с.
2. Никитенко, П.Г. Ноосферное развитие Беларуси: теория, методология и практика / П.Г. Никитенко. – Минск: Белорусская наука, 2009. – 305 с.
3. Статистический ежегодник Республики Беларусь, Статистический сборник. – Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2010. – 489 с.
4. Таможенная статистика внешней торговли Республики Беларусь: Бюллетень, 2009. Государственный таможенный комитет Республики Беларусь. – Минск, 2010. – 235 с.

ОБРАЗ ЛЕСА-ДОМА В ЛИРИКЕ СЕРГЕЯ КЛЫЧКОВА

С.А. ЩЕРБАКОВ, доц. зав. каф. русского языка и литературы МГУЛ, канд. филол. наук

xylon@bk.ru

Поэтическое наследие Сергея Клычкова относительно невелико, в отличие от Клюева и Есенина он известен в равной мере как лирик и как прозаик. Лирика Клычкова имеет несомненную самостоятельную ценность и органично вписывается в теорию «климатического стиля». Уроженец Калязинского уезда Тверской губернии (сейчас Талдомский район Московской области, и по сей день являющийся одним из самых лесистых районов средней полосы России), он, по выражению Н.М. Солнцевой, «растворился в природе» [1] и посвятил свою музу не стихам даже и прозе в привычном их понимании, а своеобразным мифологическим сказаниям «о дремучем лесе, в котором, как ему кажется, заблудилась его душа» [1].

По воле судьбы поэт даже родился в лесу. В одной из его автобиографий записано: «<...> Я родился в малиннике около густой елки 3 или 4 июля <18>89 года в Чертухинском лесу, которого в настоящее время уже не имеется <...>; матушка моя... принесла меня домой в кузову с малиной, втайне от соседей и от отца, страдавших излишней строгостью и страхом перед лешей и нечистой силой...» [2]. Факт своего рождения в лесу он неоднократно обыгрывал в стихах. Впервые в стихотворении 1907 года «Лесовик»: «Я родился на постели / Колких иголь, мхов, / Я качался в колыбели / Смоляных сучков» [3]. Именно «лесное происхождение», по убеждению Клычкова, способствовало формированию его особенного песенного дара.

Была над рекою долина,
В дремучем лесу у села,
Под вечер, собирая малину,
На ней меня мать родила...

<...>

Ах, верно с того я и дикий,
С того-то и песни мои –
Как кузов лесной земляники
Меж ягод с игольем хвои... [т.1, с.

108 – 109].

Там же, среди лесов и болот, перемежающихся полосками полей и лугов, прошло детство писателя, а «жизнь в лесу любого человека сделает поэтом» [4], как выразился один из «пролетарских» критиков новокрестьянской поэзии Василий Князев. Такое близкое соседство с природной жизнью и патриархальный уклад староверческой семьи с его особыми традициями и языком во многом определили направление творческого пути Клычкова.

Лес – среда обитания его лирического героя. Сборник стихов поэта «Потаенный сад» (1913 г.) открывается таким символическим признанием: «Я все пою – ведь я певец, / Не вывожу пером строки: / Брожу в лесу...» Этот же мотив служит зачином книги «Домашние песни» (1923 г.): «Душа моя, как птица, / Живет в лесной глуши...» [т.1, с.124]. Н.И. Неженец, характеризуя образ лирического героя поэта, писал: «Природа в стихах Клычкова чудодейственно одухотворена. Она живет независимой, полнокровной и разнообразной жизнью, очень схожей с человеческой. Она мыслит, говорит, радуется, печалится, проявляет живой интерес к людям и всегда добивается у них особого расположения. Ей есть что сказать им: она наделена богатой душой художника, чутко воспринимающего самые сложные жизненные события и явления. Кажется, вся история народа и история отдельной человеческой личности запечатлены ее волшебными красками и звуками... Не случайно поэт обращался к ним, чтобы “погадать” о своей немудреной судьбе. Из внешних посылок слагал он свои “пророческие” сценки и символические зарисовки, “проливающие” зыбкий свет на облик романтического певца» [5].

Подобную мысль высказывает французский исследователь творчества писателя Мишель Нике: «Через очеловечивание природы в произведениях Клычкова выражены фундаментальные антиномии бытия:

земли и неба, плоти и мысли, реальности и мечты» [6].

В юношеском стихотворении «Детство» начинает складываться сквозной в его творчестве образ леса как дома: «Помню, помню лес дремучий, / Под босой ногою мхи... / <...> / Шел я в чаще, как в палате...» [т.1, с. 62–63]. Причем, дома не только лирического героя, но дома в самом прямом смысле этого слова, куда, например, приезжают в гости стога с близлежащих лугов:

Запоют на пирушке обозы
Сквозь березовый частый лесок...
Словно гость, под густые березы
Присядет причесанный стог [т.1, с. 69].

Когда стог сложили, его действительно «причесывают», то есть убирают граблями висящие клочья сена, чтобы стог и выглядел красиво, и ветру лучше противостоял.

В стихотворении «Снег обтаял под сосною...» лес предстает общим домом для разной живности, в нем «собрались зайцы грудой», «дятел красногрудый», «медведь с хребтом багровым»; туда же отправляется лирический герой «Поглядеть, как никнет хвоя, / Как в истоме клохчут сои / И кружатся глухари. / Как гуляет перед бором / Чудный странничек...» [т.1, с. 73], судя по дальнейшему описанию, один из мифологизированных лирических персонажей поэта – Лель.

Комментируя данное стихотворение, А.И. Михайлов писал: «Конечно же, именно сказочного Леля и не хватало этому вполне добротному реалистическому (как у Некрасова, Майкова, А.К. Толстого или Бунина) пейзажу, чтобы стать по-настоящему клычковским! Этим присутствием наивного фольклорного элемента и объясняется обаяние клычковской лирики, как бы реконструирующей поэтическое мышление патриархального крестьянства» [7].

В роще, как в светлице, живет лесная царевна – Дубравна («В нашей роще есть хоромы...»). Причем светлица эта обладает некоторыми атрибутами реального человеческого жилья: «Там в лесу, на косогоре,

/ У крыльца и у окон / Тихий свет – лесные зори, / Как оклады у икон...» [т.1, с. 123]. В незаконченном романе «Серый барин» Клычков напрямую сравнивает лес с домом: «<...>Сама дорога по лесу идет, как темные сени в хорошем доме...» [т. 2, с. 446].

Из биографии поэта известно, что в 1908 году на средства мецената М.И. Чайковского (брата великого композитора) он совершил поездку в Италию, посетил Помпею и Капри, был там счастлив, но поездка эта напрямую отразилась в его дальнейшем творчестве лишь однажды, в юношеском стихотворении «Образ Троеручицы...»:

К морю синему – к веселию
Первый путь в начале...
В лес да к темным елям в келию –
Путь второй к печали [т.1, с. 61].

Мотив связанной с лесом печали продолжается в одном из следующих стихотворений: «Печаль, печаль в моем саду, / Пришла тропой лесною...» [т.1, с. 63]. Образ сада в творчестве Клыčkкова является таким же сквозным, как образ леса, причем сад как ареал природы окультуренной порой противопоставляется лесу как пространству природы дикой. Образ сада у поэта всегда светел, что соответствует его природному аналогу: все плодовые породы деревьев светолюбивы. Самые же распространенные эпитеты, характеризующие лес, – *темный и дремучий*, что лежит и в русле фольклорной традиции, в которой данные эпитеты по отношению к лесу являются постоянными, и соответствует теории «климатического стиля», поскольку леса, преобладающие на родине поэта, в лесной типологии называются темнохвойными. Под их густым пологом всегда сумрачно, а сумрак ассоциируется с печалью. Но печаль эта у Клыčkкова всегда по-пушкински светла, как в стихотворении «Иду я лесною дорогой»:

...В сиянии тихом, осеннем
Я душу, как чашу, несу,
К златым уношу ее сеням
Зари, сворожившей в лесу.

Ветвями мне ольхи кивают,
И тянутся руки хвои,
Как будто бы благословляют
И песни и думы мои...

Так грустен их шорох прощальный,
И льются ручьи в чапуги,
Шурша, как Дубравны печальной
В лучах повечерья шаги [т.1, с. 116–117].

Впрочем, печаль и радость в лирике Клычкова тесно соседствуют, не случайно первый раздел книги «Потаенный сад» поименован им как «Печаль – радость». Совершив в разгар гражданской войны «путешествие» из Крыма в Москву через объятую ужасом страну, побывав в плену у махновцев и белогвардейцев, чудом уцелев, он пишет стихотворение «Улюсь, Улюсь, лесная речка...», в котором констатирует: «Пылает призрачная Русь» и призывает своего лирического героя остаться «в плену веселом / В лесу у голубой Улюсь» [т.1, с. 134].

Любопытно, что негативную эмоциональную окраску словосочетание «дремучий лес» приобретает у Клычкова лишь однажды, когда с ним метафорически ассоциируется человеческое сообщество: «Мы в горькой напасти / Друг друга калечим / И мучим... / Звериные пасти / В лесу человекьем, / Дремучем...» [т.1, с. 200]. Как заметил Н.И. Неженец, «он непременно хотел видеть в жизни гармонию, а в гармоническом мире – полное умиротворение и согласованность» [8]. И находил именно в лесной глухомани, где, как он выразился в вышеупомянутом стихотворении «Улюсь, Улюсь, лесная речка...», «я один и не боюсь» [т.1, с. 134].

Лес – среда обитания и многочисленных лирических персонажей поэта: «По лесным полянам /<...>/ Ходит старец древний...» [т.1, с. 62], «Встал в овраге леший старый... /<...>/ Бродит он один по лесу...» [т.1, с. 69], «Всходит Лада в лес дремучий...» [т.1, с. 101], «В лесу невидимка поет...» [т.1, с. 116] и т.д. Будучи подростком, он (как и многие крестьяне того времени) не сомневался в реальности существования леших и прочих мифологических обитателей лесных дебрей, о

чем есть его собственное свидетельство: «Во время объяснения учителем Кречетовичем классификации животных я со всей детской серьезностью спросил: к какому классу относится леший?» [9]. Возможно, поэтому природа как в лирике (особенно ранней), так и в романах Клычкова густо населена русскими фольклорными персонажами.

Н.М. Солнцева по этому поводу пишет: «В каждом дереве для пантеиста Клычкова таилась живая сила, пугливая душа, нечто сокровенное, скрытое от ленивого человеческого глаза. В его буйном воображении лешие рождались из благословенных молний пней, они вырастали над брэнной землей, как врубелевский Пан, и, как Пан, пели свою языческую песню» [1].

В то же время лес сам часто выступает у него в роли персонажа. Если Есенин персонифицировал обычно какое-то конкретное дерево, например, старый клен или растущую под окном березку, то Клычков одушевлял лес в целом: «Лес – как грозный воевода / С опаленными бровями» [т.1, с. 64], «лес головою колышет» [т.1, с. 114], «лес, как юноша, вздыхает...» [т.1, с. 146], «в сторонке лес стоит, как нищий» [т.1, с. 163], «Кого это так чутко / Подслушивает лес?» [т.1, с. 258] и т.д. Кроме того, лес является тем лирическим пространством, где происходят многие лирические события, в том числе планетарного масштаба: «Месяц канул в дальний лес...» [т.1, с. 77], «Ночью Месяц, утром Солнце /<...>/ Сыплют сверху в лес червонцы...» [т.1, с. 227], «Дядя Ветер... /<...>/ Прянет лесом, пьяный, злючий...» [т.1, с. 226], «По лесам гуляет осень...» [т.1, с. 164].

Об олицетворении леса Клычковым упоминает Н.И. Неженец, рассматривая на примере стихотворения «Как прежде все в знакомом перелеске...» художественный метод философской лирики поэта: «Действие изложено здесь на грани природного и психологического. В картине осеннего леса автором найдены и описаны приметы естественного увядания деревьев, их старости. Но эти штрихи поданы так, что они могут стать и характеристикой человеческой жизни. Тут сама сюжетная ситуация развита в одухотворен-

ном плане: речь идет о каком-то готовящемся торжестве; что это за праздник, сказать трудно; одно ясно, что это не свадьба: ведь «непохожи старые березы на пышный хоровод невест»... <...> Так обычные явления природы стали средством изображения людской судьбы, обусловленной неумолимым сроком. Жизнь уходит, и человек, подобно олицетворенному лесу, ждет своего колдуна (символический образ старости)» [8].

Лес у поэта – и главный элемент пейзажа, на фоне которого разворачиваются лирические события большинства произведений. Исключение составляют лишь ранние стихотворения с революционной тематикой и цикл любовной лирики 27-го года, основной мотив которого определяет «нерадостная муза – неверная жена» [т.1, с. 150]. Об особом пристрастии поэта к лесному ландшафту говорит и то, что слово *лес* в различных его формах часто становится опорным для рифмы. *Лес* – бес, обрез, полез, облез, завес, наперерез; *лесов* – слов, сов, усов; *леса* – небеса; в *лесу* – псу; *лесочку* – мосточку и т.д. А рифмующиеся слова в стихе в силу звуковых повторов несут на себе повышенную смысловую и эмоциональную нагрузку.

Кроме различных форм существительного морфема *лес* часто используется Клычковым и в составе прилагательного *лесной* (*лесная*). При этом каких-либо метафор данное прилагательное не образует и даже редко является эпитетом, выступая в предложении в роли простого определения: *лесная* – опушка, топь, густынь, сырь, волшебница, пустыня, опушка, поляна, заря, речка, дорога, сторонка, царевна, тишина; *лесной* – ручей, шум и т.д.

Зато весьма метафорично морфема *лес* используется в составе обстоятельства. Сравнивая птиц лесных и птиц, издавна живущих рядом с человеком, так сказать «в условиях цивилизации», поэт замечает: «Крикливы и прожорливы вороны,/ И *по-лесному* (курсив мой – С.Ш.) вежливы дрозды...» [т.1, с. 164]. Какой уважительный оттенок придает данное обстоятельство высказыванию поэта, видно, что называется, невооруженным глазом.

В его текстах отсутствуют какие-либо

экзотические растения, зато в полном объеме представлен растительный мир тверского края. Можно без преувеличения утверждать, что Клычковский *лес*, подобно лесу реальному, представляет собой биоценоз, где помимо древесных пород произрастают мхи и травы, грибы и ягоды. Так, в стихотворении «Улюсь, Улюсь, лесная речка...» *лес* предлагает на выбор лирическому герою сразу несколько видов ягод: пьянику, морошку, бруснику, малину.

Подобно реальному лесу испытывает он и растущее день ото дня антропогенное давление. В очерке о Михаиле Пришвине Г.Д. Гачев писал: «И вот еще чему научил наш век и Пришвин – уразумению какому. Бояре-дворяне-феодалы опасности для Природы не составляли. Купец начал уже переводить леса и портить жизнь природы. Но ни в какое сравнение его выборочная порча не идет с натиском организованного в Государственный аппарат рабочего класса, что, горожанин и заводчик, природы, земли, жизни леса не знает и не любит, и для кого это не Мать-Природа-землица-травушка, а “материал” и “сырье” и “техническая культура”...» [10]. Пришвин, близкий друг Клычкова, как известно, даже одно время жил в доме у его родителей, настолько ему полюбилась природа малой родины поэта. И вышесказанное Гачевым о Пришвине вполне можно отнести к самому Клычкову.

Начавшееся в двадцатом веке широкомасштабное нашествие на живую природу технического прогресса вызывало у него, так же как у других новокрестьянских поэтов, чувство безысходного протеста. Однако, если Есенин, например, как основную коллизию противостояния природы и человека рассматривал наступление «скверного гостя» – города на деревню, то у Клычкова и крестьянский уклад жизни таит в себе угрозу для живой природы, прежде всего для лесного биоценоза. В стихотворении «Дрожит, трясется и боится...» он рисует печальную картину оскудения природы:

Дубна мелеет, и на плесе,
Как плешь, за тростниками мель,
И разве только на откосе
От леса уцелела ель...

Пройдешь по гарям и по сечам,
И пнем прикинется глухарь...
Да, похвалиться больше нечем,
Как раньше похвалялись, встарь!

И объясняет причину этого оскудения тем, что «...вширь и вдаль на версты / Село у леса разлеглось!» [т.1, с. 172]. То есть, человек у него в принципе враждебен лесу, что, конечно, соответствует истине со времен возникновения подсечного земледелия.

У Клюева мотив истощения лесов тоже присутствует, но у него это происходит под натиском городской цивилизации, а все его лирические персонажи с патриархальным укладом жизни: и «берестяный светлый поп», и «резчик Олеха», и даже мужики, сводящие сосновый бор на строительство храма, – находятся в полной гармонии с лесом. У Клычкова же в гармонии с лесом находятся лишь мифологические персонажи: Лель, Дубравна, Лада и т.д., и еще сам лирический герой. Обычные же люди даже грибы и ягоды «по-человечески» собрать не способны:

Грибы садятся у дороги,
По пояс зарываясь в мох,
Чтоб мог их и старик убогий
Собрать в плетёный кузовок!

И чем тропа лежит прямее,
Тем возле ягода крупней,
Но человек, не разумея,
Шагает в жадности по ней!

Да хуже он, чем зверь рыскачий:
Раскрывши рот, нахмуря бровь,
Не видит, как с его онучей
Стекает ягодная кровь... [т.1, с. 174].

Общим для всех новокрестьянских поэтов является мотив, обозначенный Есениным в «Письме деду» как «проклятье силе паровоза». У Клычкова он выражен особенно отчетливо в силу личных трагических обстоятельств: под колесами поезда погибла бабушка поэта по отцовской линии, которой он был многим обязан. Н.М. Солнцева сви-

детельствует: «Смерть Евдокии Михайловны стала потрясением для внука. Поэтому в творчестве Клычкова тема «чугунки» звучала печальной, горькой песней, неожиданной, худой, черной вестью о надвигающейся на деревню сатанинской цивилизации города» [1].

В ракурсе нашего исследования уточним, что главной жертвой «чугунки» Клычков полагал именно лес. Такие его стихотворения, как «Пухлый снежок – словно заячьи лапки...», «Медвежата», «Родина» целиком посвящены пагубным для лесных обитателей последствиям вторжения в их жизненное пространство железной дороги. В первом из них сначала «два душегуба – колун да топор» и с ними «пила-верезга» свели лес «на ворохи дров», затем «...заступ-могильщик на грудь глухомани / Насыпь – змею земляную – нагреб». И теперь «Некуда деться полесному бесу, Некуда лосю укутать рога» [т.1, с. 161]. Финал стихотворения наряду с апокалипсическими мотивами полон христианского смирения и всепрощения, причем роль «смиранных христиан» отведена деревьям:

В сумерках вдруг заорет что есть духу
Бык однорогий – шальной паровоз;
Выйдет на вырубку верба-старуха,
Поросли крестит и шепчет под нос.

Ели оденутся в заячьи шубки,
Выпадут звезды, как заячий след,
И на накат от саней по порубке
Сыплется иней и с инеем свет [т.1, с. 162].

В стихотворении «Медвежата» «...таежную сторонку / Сковали рельсы, словно кандалы!» и после большого пожара, возникшего «от искр из паровозной топки», отсюда «... ушли медведи, и подались лоси» [т.1, с. 162]. Заключительные аккорды обоих стихотворений практически совпадают:

...Совсем в сторонке лес стоит, как нищий,
Гнусаво тянет про себя аминь!..
...Взойдет луна и словно что-то ищет
И цедит сверху золото и синь...

...И у села, куда в овес несжатый
От облака ложится полусвет,
Играют золотые медвежата
И бродит бурый муравьед... [т.1, с. 163].

О том, что железные и автомобильные дороги перерезали тысячелетиями формирующиеся пути сезонной миграции диких животных, чем поставили их на грань выживания, экологи заговорили лишь во второй половине двадцатого века, и только в двадцать первом веке на вновь строящихся трассах стали проектировать подземные переходы для животных. Так что абсурдное, на первый взгляд, но органическое неприятие новокрестьянскими поэтами вторжения «железки» в живую природу имело под собой весьма весомые аргументы.

* * *

Деревья как самостоятельные персонажи представлены в лирике Клычкова, по сравнению с Клюевым и Есениным, не столь разнообразно, хотя присутствуют в ней в немалом количестве. Из древесных пород в текстах поэта запечатлены *береза, дуб, верба, ель, ива, ольха, осина, роза, рябина, сирень, сосна, тополь, черемуха, яблоня* и др. При этом деревья часто наделяются человеческими чертами, как, например, в стихотворении «Стала жизнь человечья бедна и убога...», в финале которого «в лесу тоже ходят деревья: / Шапкой в небо, а в землю – корнем» [т.1, с. 167]. Помимо способности ходить деревья у Клычкова обладают способностью говорить и особой, недоступной человеку мудростью: «О чем в ночи шепочут ивы, / Поникши у дорог? / Но разум мой кичливый / Их разгадать не мог... <...> Весна, берез зеленокудрость / И свежесть их лица... / Вот только это мудрость, / Которой нет конца!» [т.1, с. 189].

Вслед за Есениным, в порыве чувств воскликнувшем «Здравствуй, мать голубая осина!» [11] («По-осеннему кычет сова...»), – Клычков в стихотворении «Надела платье белое из шелка...» этим самым дорогим для человека именем называет придорожную иву, наделяя ее при этом материнской душой:

У матери – у придорожной ивы,
Прильнув к сухим ногам корней,
Я задремлю, уж тем одним счастливым,
Что в мире не было души верней» [т.1, с. 126 – 127].

Присутствует у Клычкова и мотив «мирового древа», принявшего облик традиционного для славянской мифологии дуба. В стихотворении «Бова» у погибшего Королевича-Бовы «Из сердца вырос крепкий дуб! / Высоко в небе дуб стоит, / Над ним, прозрачна и светла, / Корона звездная горит, / А корни оmyвает мгла / И глубина земли таит...» [т.1, с. 79]. По мнению А.И. Михайлова, «дуб и есть продолжение жизни героя – перерастающее его человечески ограниченную жизнь и растающее в жизнь иных поколений его же рода: в виде природы и темных, заповедных преданий, связующих многие поколения в единое целое, единый народ. <...> Этой концепцией глубинного языческого родства между поэзией и природой обуславливается и сама цельность поэтического мира ранних книг Клычкова...» [7].

Однако самая «распространенная» древесная порода в стихах Клычкова соответствует реалиям растительного мира его малой родины – это ель. Она часто предстает в женском обличье. В стихотворении «Иванушка», своеобразной мифологизированной притче о русском бунте, «в окно стучит сиротка-ель...» [т.1, с. 168]. В стихотворении «Сегодня день морозно-синий...», наполненном светлой элегической грустью, поэту грезится, что «ели, убранные в иней, / <...> /...это девки в белых платьях...» [т.1, с. 216]. В стихотворении «Метель» – страшном свидетельстве свирепствующего в русских деревнях голода – ему рисуется «бабой-кликушей / У деревни согбенная ель, / Погубившей невинную душу / В эту долгую злую метель...» [т.1, с. 241]. Напоминающая шатер форма ели вызывает у поэта ассоциации с человеческим жилищем. В упомянутом выше стихотворении «Образ Троеручицы...» ель представляется монашеской кельей, зато в стихотворении «Душа моя, как птица...» дается развернутый образ ели-светлицы прямо таки планетарного масштаба:

...Густая ель-светлица,
В светлице хвойный звон,

Светлы в светлице сени,
И тепел дух от смол,
Прилесный скат – ступени,
Крыльцо – приречный дол,

Разостлан мох дерюгой,
И слились ночь и день,
И сели в красный угол
За стол трапезный – пень... [т.1, с. 125]

Часто ель выступает в паре с какой-либо другой древесной породой: «Ели – пиками зелеными, / А дубы меж пик – знаменами!» [т.1, с. 81], «Обступили Ладу ели, / Разом сосны зашумели...» [т.1, с. 101], «Верба шапку ниже клонит, / За прясло выходит ель...» [т.1, с. 131], «Кружатся за руки елочки / <...> / Кружатся за руки сосенки...» [т.1, с. 230] и т.д. В полном предчувствия скорой гибели цикле «Заклятие смерти» ель вместе с другими деревьями приходит к дому лирического героя разделить с ним его боль: «Ой, как ветер в поле воеет, / Как шипит метель... / У закуты головою / Бьется ель! / И березы полукругом / Подошли к крыльцу: / Хлещут ветками друг друга / Прямо по лицу! / И лежит ничком, в растяжку / Верба под окном... / И подкатывает тяжко / К горлу ком!» [т.1, с. 253].

В художественном мире Сергея Клычкова, так же как в произведениях Николая

Клюева и Сергея Есенина, древесные персонажи постоянно сопровождают лирического героя и соперничают ему. Но помимо этого Клычкову удалось создать цельный образ леса как общего дома для растений, птиц, зверей, людей и мифологических персонажей.

Библиографический список

1. Солнцева, Н.М. Последний Лель: О жизни и творчестве Сергея Клычкова / Н.М. Солнцева. – М.: Моск. Рабочий, 1993.
2. Цит. по Субботин С.И. Свет неизъяснимый // С.А. Клычков Стихотворения / Сост., подгот. Текста, вступ. ст. и примеч. С.И. Субботина. – М.: Сов. Россия, 1991.
3. Клычков, С.А. Собр. соч.: В 2 т. / С.А. Клычков; предисл. Н.М. Солнцевой. – М.: Эллис Лак, 2000. – Т. 1.
4. Князев, В. Ржаные апостолы. Клюев и клюевщина / В. Князев. – Л., Прибой, 1924.
5. Неженец, Н.И. Поэзия народных традиций / Н.И. Неженец. – М.: Наука, 1988.
6. Нике, М. Клычков и его время. Проблемы крестьянской литературы / М. Нике // Информкультура. – 1992. – № 3.
7. Михайлов, А.И. Пути развития новокрестьянской поэзии / А.И. Михайлов. – Л.: Наука, 1990.
8. Неженец, Н.И. Русская народно-классическая поэзия / Н.И. Неженец. – М.: Раритет, 2007.
9. Клычков, С. Неспешные записи / С. Клычков // Новый мир. – 1989. – № 9.
10. Гачев, Г.Д. Русская дума. Портреты русских мыслителей / Г.Д. Гачев. – М.: Издательство «Новости», 1991.
11. Есенин С.А. Полн. собр. соч.: В 7 т./ Ю.Л. Прокушев. – М.: Наука; Голос, 1995–2002. Т. 1.

100 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ПРОФЕССОРА БОРИС АБРАМОВИЧА ТАУБЕРА (1912 – 1991)



29 февраля 2012 года 100 лет со дня рождения профессора, доктора технических наук, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР Бориса Абрамовича Таубера.

Б.А. Таубер начал трудовой путь в 1929 г. слесарем на заводе им. Петровского в г. Херсоне. После окончания Уральского политехнического института Б.А. Таубер работал конструктором на заводах «Уралмаш», «Металлист» и «Подъемник». С 1941 г. его деятельность связана с развитием одной из важнейших отраслей народного хозяйства – подъемно-транспортным машиностроением. С 1943 г. он занимал должности заместителя начальника, затем начальника производства и заместителя главного инженера завода «Подъемник».

В 1946 г. Борис Абрамович защитил кандидатскую диссертацию и стал работать в МЛТИ, где с 1952 г. заведовал кафедрой «Теория механизмов и детали машин». В 1957 г. защитил докторскую диссертацию, а в 1959 г. ему было присвоено звание профессора. Его добрые дела вдохновляли студен-

тов и сотрудников института, которому он отдал 45 лет жизни.

Б.А. Таубером выполнены крупные исследования по теории зачерпывания грейферных механизмов, созданы методы расчета и конструирования систем механизмов, положенные в основу новых разработок, впервые в Советском Союзе и за рубежом опубликованы основополагающие работы по теории грейферных механизмов. Им получено 62 авторских свидетельства на изобретения.

Борис Абрамович создал научную школу по проблемам механизации переместительных операций в народном хозяйстве. Им опубликовано более 180 научных работ, в том числе 2 учебника для вузов и 2 монографии по грейферным механизмам. Эти книги переведены и изданы за рубежом. Под его руководством подготовлены и успешно защищены 42 кандидатские и 4 докторские диссертации. Он читал лекции в высших учебных заведениях Югославии, Германии, Болгарии и Венгрии. Б.А. Таубер являлся членом бюро НТС Минлеспрома СССР и научного совета по лесным проблемам Государственного комитета СССР по науке и технике, председателем комиссии лесной промышленности секции НТС Государственного комитета СССР по народному образованию, членом ученого совета МГУЛ и редколлегии журнала «Лесная промышленность». За выдающиеся заслуги в области развития науки и техники Б.А. Тауберу присуждено звание Заслуженный деятель науки и техники РСФСР.

Б.А. Таубер был мудрым и добрым человеком, замечательным воспитателем, ученым и талантливым изобретателем. Таким его помнят все, кто с ним работал – ученики, сотрудники кафедры и университета, специалисты лесной промышленности.

Коллектив кафедры «Теория и конструирование машин»
Московского государственного университета леса, ученики

Обыдёнников В.И., Тибуков А.В. СОВРЕМЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТИПОЛОГИИ ВЫРУБОК ДЛЯ ЛЕСНОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ.

Типология вырубок является современной научной основой восстановления леса на площадях сплошных рубок. Кроме того, учение о типах вырубок И.С.Мелехова имеет практическое значение при экологической экспертизе заготовки леса, оценке эффективности сохранения и восстановления лесных пищевых ресурсов после рубки, расчете объемов рубок и т.д.

Ключевые слова: тип вырубки, живой напочвенный покров.

Obydennikov V.I., Tibukov A.V. MODERN VALUE OF TYPOLOGY OF CUTTINGS DOWN FOR THE WOOD SCIENCE AND PRACTICE.

The typology of cuttings down is a modern scientific basis of restoration of wood on the areas of continuous cabins. Besides, the doctrine about types of cuttings down of I.S.Melehova has practical value at ecological examination of preparation of wood, an estimation of efficiency of preservation and restoration of wood food resources after cabin, calculation of volumes of cabins etc.

Key words: type of logging, living ground cover.

Лаур Н.В., Царев А.П. ПРОИСХОЖДЕНИЕ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, СИСТЕМАТИКА И НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ ПРИ СЕЛЕКЦИИ *PINUS SYLVESTRIS* L.

Приведен обзор исследований по происхождению, современному ареалу, систематическому положению, формовому разнообразию и результатам некоторых селекционных исследований у сосны обыкновенной. Даны предложения по проведению некоторых мероприятий по улучшению и повышению продуктивности ее насаждений.

Ключевые слова: сосна обыкновенная, ареал, систематика, формовое разнообразие, селекция.

Laur N.V., Tsarev A.P. THE ORIGIN, DISTRIBUTION, SYSTEMATIZATION AND SOME APPROACHES AT SELECTION *PINUS SYLVESTRIS* L.

The review of researches by origin, to a modern area, systematic position, variety diversity and results of some selection researches at a Scots pine is resulted. Offers on carrying out of some actions for improvement and increase of efficiency of its stands are given.

Key words: a Scots pine, an area, systematization, a variety diversity, selection.

Лаур Н.В. ПЛЮСОВЫЕ ДЕРЕВЬЯ И НАСАЖДЕНИЯ КАРЕЛИИ.

Приведены обзор истории развития лесной селекции и фактические данные по наличию плюсовых деревьев и плюсовых насаждений основных лесобразующих и редких ценных древесных пород в Карелии. Показан неблагоприятный тренд сохранения ценного генофонда лесных древесных растений. Отмечено, что для сохранения уникального генофонда лесов необходимо принятие соответствующих защитительных законов и восстановление селекционной службы республики.

Ключевые слова: плюсовые деревья, плюсовые насаждения, лесной генетико-селекционный комплекс.

Laur N.V. PLUS TREES AND FOREST STANDS OF KARELIA.

The review of forest selection development and real data of basic and rare valuable plus trees and plus stands presence in Karelia are given. The unsuccessful trend of valuable forest genofund preservation is shown. It is noticed that for preservation of forest trees unique genofund an acceptance is necessary protective laws and restoration of forest selection service of the Republic of Karelia.

Key words: plus trees, plus stands, forest genetic complex.

Лаур Н.В., Махрова Т.Г. СОЗДАНИЕ ЛЕСОСЕМЕННЫХ ПЛАНТАЦИЙ ЕЛИ В РЕСПУБЛИКЕ КАРЕЛИЯ.

В статье излагается история создания семенных плантаций ели на территории Республики Карелия, а также оценивается современное состояние Петрозаводской укрупненной лесосеменной плантации ели.

Ключевые слова: ель, лесосеменная плантация

Laur N.V., Mahrova T.G. CREATING OF SEED PLANTATIONS OF SPRUCE OF THE REPUBLIC OF KARELIA.

The article describes the history of the creation of seed plantations of spruce on the territory of the Republic of Karelia, as well as assess the present state of Petrozavodsk enlarged fir seed orchards.

Key words: spruce, seed orchards.

Танюкевич В.В., Ивонин В.М. ОСОБЕННОСТИ ХОДА РОСТА ОСНОВНЫХ ПОРОД ЛЕСНЫХ ПОЛОС В РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ.

С учетом предложенного авторами лесомелиоративного районирования Ростовской области исследован ход роста основных пород лесных полос: дуба черешчатого, робинии ложноакациевой, ясеня зеленого, вяза приземистого, гледичии трехколючковой, тополя черного.

Ключевые слова: ход роста, лесная полоса, древесная порода.

Tanyukevich V.V., Ivonin V.M. PECULARITIES OF THE GROWTH OF MAIN SPECIES IN FOREST BELTS OF ROSTOV REGION.

The authors proposed forest reclamation zoning of Rostov region and studied the growth of main species in forest belt there: *Quercus robur*, *Robinia pseudoacacia*, *Fraxinus lanceolata*, *Ulmus pumila*, *Gleditschia triacanthos*, *Populus nigra*.

Key words: stand development, forest strip, tree.

Алейников А.А., Лазников А.А. ПОПУЛЯЦИОННАЯ СТРУКТУРА ДРЕВЕСНЫХ ВИДОВ РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЕЛОВО-ПИХТАРНИКОВ СЕВЕРНОГО ПРЕДУРАЛЬЯ.

Изучена популяционная структура древесных видов среднетаежных разновозрастных малонарушенных пихтовых лесов Северного Урала. В сообществе пихта сибирская доминирует вместе с елью сибирской, кедром сибирским и березой пушистой.

Дана характеристика размерной, возрастной, онтогенетической и виталитетной структур ценопопуляций четырех видов деревьев. Выявлено, что исследуемые показатели характеризуются значительным разнообразием. Определение абсолютного возраста ($n = 193$) подтвердило, что ценопопуляции всех видов абсолютно разновозрастные. Анализ онтогенетических спектров показал, что ценопопуляции пихты, ели и березы характеризуются устойчивым потоком поколений, а ценопопуляция кедра – нет.

Ключевые слова: ценопопуляция, популяционная структура, пихтовые леса, средняя тайга, Печоро-Ильчский заповедник, Северный Урал.

Aleynikov A.A., Laznikov A.A. THE POPULATION STRUCTURE OF WOODY SPESIES UNEVEN-AGED FIR (*Abies sibirica*) FORESTS NORTHERN URALS.

The population structure of wood species in fir pristine middle-taiga forests of the north Urals has been studied *Abies sibirica*, *Picea sibirica*, *Pinus sibirica* and *Betula pendula* dominant in the studied community. The measurement, age, ontogenesis and vitality structures were characterized for four wood species cenopopulations. The studied parameters are characterized by significant diversity. The absolute age determination proved that all species cenopopulations are different aged. Ontogenesis specter analysis showed that fir, spruce, birch cenopopulations are characterized by permanent stream of generations and cedar populations are not.

Key words: cenopopulations, population structure, fir forests, middle-taiga, Pechora-Ilych Nature Reserve, northern Urals.

Итешина Н.М., Касимов А.К., Данилова Л.Н. ДИНАМИКА ТЕМНОХВОЙНЫХ ЛЕСОВ НА ВОСТОКЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ.

В статье рассматривается динамика темнохвойных лесов на востоке Русской равнины на примере Удмуртской Республики. Приведены данные динамики лесного фонда, породного состава, возрастной структуры лесов за период с 1936 по 2008 гг. Выявлено, что отрицательная в прошлом, вплоть до 60-х гг. XX столетия, динамика площадей еловых лесов в последние десятилетия имеет тенденцию к улучшению благодаря мерам восстановления насаждений темнохвойной формации, создания лесных культур, применения выборочных, постепенных рубок.

Ключевые слова: темнохвойные леса, лесной фонд, динамика породного состава.

Iteshina N.M., Kasimov A.K., Danilova L.N. DYNAMICS CONIFEROUS WOOD IN THE EAST RUSSIAN PLAIN.

The article is considered dynamics coniferous wood in the east Russian plain on example Udmurtskoy Republics. They are Brought given speakers of the timber fund, composition wood, age structure wood for period with 1936 on 2008 gg. Is revealed that negative in past, up to 60-h gg. XX centuries, track record of the areas fur wood in the last decennial events tends to improvement due to measure of the recovering the plantings to coniferous sytucture by making the timber cultures, using selective and gradual chopping.

Key words: coniferous wood, timber fund, dynamics composition wood.

Кулаков В.Ю., Матвеев С.М. СУКЦЕССИОННАЯ ДИНАМИКА ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО (QUERCUS ROBUR L.) И ПОРОД-СПУТНИКОВ НА СКЛОНАХ РАЗНЫХ ЭКСПОЗИЦИЙ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА (ПО ДАННЫМ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА).

Изучена сукцессионная динамика радиального прироста дуба черешчатого, граба кавказского и бука кавказского при совместном произрастании в условиях южной и северной экспозиций склонов на Западном Кавказе. Выявлены особенности межвидовой конкуренции, периоды активного роста и периоды депрессии.

Ключевые слова: сукцессия, дуб черешчатый, граб кавказский, бук кавказский, радиальный прирост, экспозиции, западный кавказ.

Kulakov V.Y., Matveev S.M. THE SUCCESSION DYNAMICS OF ENGLISH OAK (QUERCUS ROBUR L.) AND CONCOMITANT SPECIES ON SLOPES OF DIFFERENT EXPOSITIONS IN THE WESTERN CAUCASUS (ACCORDING TO THE DATA OF THE RADIAL INCREASE).

The succession dynamics of the radial increase of English oak, European hornbeam and Caucasian beech in cohabital growing in conditions of southern and northern expositions on the slopes in the Western Caucasus was studied. Peculiarities of the interspecies competition, the periods of active growth and the depression periods were revealed.

Key words: english oak, european hornbeam, caucasian beech, radial increase, expositions, western caucasus.

Сурсо М.В. МИКРОФЕНОЛОГИЯ ВЕСЕННЕГО РАЗВИТИЯ ПЫЛЬЦЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*Pinus sylvestris* L.) И ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ (*Larix sibirica* Ledeb.) В СЕВЕРНОЙ ПОДЗОНЕ ТАЙГИ.

В условиях северной подзоны тайги мейоз у сосны начинается при сумме эффективных температур 5,5–5,8 %, пыление – при 21,5–22,5 % от среднемноголетнего значения общей суммы эффективных температур. Мейоз в микроспороцитах лиственницы возобновляется в конце марта, при среднесуточных значениях температуры воздуха около отметки –5°C, и завершается в начале апреля, при небольших (–2...–3°C) отрицательных среднесуточных температурах, пыление завершается в середине мая, до или вскоре после перехода среднесуточных значений температуры воздуха через минимальную пороговую отметку +5°C.

Ключевые слова: сосна, лиственница, микроспороциты, микроспорогенез, мейоз, микроспоры, пыльца.

Surso M.V. MICROPHENOLGY OF SPRING DEVELOPMENT OF POLLEN OF THE PINE ORDINARY (*Pinus sylvestris* L.) AND LARCHES SIBERIAN (*Larix sibirica* Ledeb.) IN NORTHERN SUBBAND OF THE TAIGA.

In northern taiga the meiosis in pine microsporocytes beginning at 5,5–5,8, the pollination – at 21,5–22,5 in percentages of average annual old indexes of effective temperature sums. The meiosis in larch microsporocytes renew after winter hibernation at average daily temperatures about -5°C in March and finished in early April at small negative average daily temperatures. The larch male «flowering» finished in middle of May, when average daily temperatures indexes is about +5°C.

Key words: pine, larch, microsporocytes, microsporogenesis, meiosis, microspores, pollen.

Ставникова Л.В., Степень Р.А. АЭРОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ КРАСНОЯРСКА ВЫБРОСАМИ АВТОТРАНСПОРТА.

Сравнена потенциальная опасность промышленных и автотранспортных выбросов Красноярска. Установлена биоиндикационными методами высокая агрессивность последней.

Ключевые слова: автотранспорт, загрязнение, биоиндикация, воздушная среда.

Stavnikova L.V., Stepen R.A. AEROGENIC POLLUTION FROM ROAD TRANSPORT EMISSIONS IN KRASNOYARSK.

Potential dangers of industrial and road transport emissions in Krasnoyarsk are compared. Using bioindicator methods, it was estimated that the aggressiveness of road transport emissions is high.

Key words: transport, pollution, bioindication, air environment.

Тарханов С.Н., Бирюков С.Ю. СОСТОЯНИЕ АССИМИЛЯЦИОННОГО АППАРАТА И РОСТ ДЛИННОХВОЙНОЙ И КОРОТКОХВОЙНОЙ ФОРМ СОСНЫ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ В УСЛОВИЯХ АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ.

Изучены поврежденность, рост, флуктуирующая асимметрия хвои деревьев длиннохвойной и короткохвойной форм сосны сфагновой группы типов леса северной тайги бассейна Северной двины при аэротехногенном загрязнении.

Ключевые слова: сосна, длиннохвойная, короткохвойная формы, атмосферное загрязнение, поврежденность, флуктуирующая асимметрия.

Tarhanov S.N., Biryukov S.Yu. STATE OF ASSIMILATION APPARATUS AND GROWTH PINE FORMS WITH SHORT AND LONG NEEDLES THE NORTHERN TAIGA IN ATMOSPHERIC POLLUTION.

Studied the damage, growth, fluctuating asymmetry and needles of trees forms pine with long and short needles of sphagnum forest types of the northern taiga of the Northern Dvina basin with aerotechnogenic pollution.

Key words: a pine, the forms pine with long and short needles, atmospheric pollution, erosion, fluctuating asymmetry.

Дружинин Ф.Н. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕЛЬНИКОВ РАВНОМЕРНО-ПОСТЕПЕННЫМИ РУБКАМИ.

Выполнено комплексное исследование по установлению возможности восстановления темнохвойных формаций выборочными формами рубок. В работе рассматриваются равномерно-постепенные рубки, проведенные в высокополнотных березняках. На основе мониторинговых наблюдений определена повреждаемость компонентов древостоя, сохранность лесной среды и установлена лесоводственная эффективность равномерно-постепенных рубок.

Ключевые слова: вторичные леса, равномерно-постепенные рубки, лесная среда, сохранность, состояние и повреждаемость древостоя, величина прироста.

Druzhinin F.N. SPRUCE FOREST RENEWAL USING EVEN PROGRESSIVE FELLINGS.

The complex research to state the possibility of dark coniferous formations using selective forms of fellings has been fulfilled. The research examines the even progressive fellings conducted in high density birch forests. On the basis of our monitoring observations the damageability of the forest stand components as well as forest environment retention have been determined. The efficiency of the even progressive fellings has been also stated.

Key words: second-growth forest, even progressive fellings, forest stand condition and damageability, increment size.

Дружинин Ф.Н. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЕЛЬНИКОВ ДЛИТЕЛЬНО-ПОСТЕПЕННЫМИ РУБКАМИ.

Исследовательские работы в полевых условиях проведены в 2007–2008 гг. Пробные площади заложены на территории Леденгского участкового лесничества Бабушкинского лесхоза Вологодской области в лиственнично-еловых насаждениях, пройденных рубками в 1999 г. В результате исследований определены количественные показатели господствующего и согосподствующего ярусов (II ярус и подрост ели) по категориям жизненного состояния, повреждаемости и сохранности, произведен анализ хода роста и моделирование производительности насаждения.

Ключевые слова: длительно-постепенные рубки, подпологовая ель, интенсивность изреживания, верховой метод отбора деревьев в рубку, отпускной диаметр, формовое разнообразие.

Druzhinin F.N. SPRUCE FOREST RENEWAL USING REGULAR PROGRESSIVE FELLINGS.

Research works in field conditions were conducted in the years 2007–2008. Research sample plots were laid down on the territory of Ledenskii district forestry of Babushkino forestry enterprise of the Vologda region in deciduous spruce plantations having been cutted in 1999. As a result of our research the quantitative indices of the dominant and co-dominant storeys (the second storey and spruce undergrowth) were determined according to the categories of living condition, damageability and retention. The analysis of the growth course and plantation productivity modelling was fulfilled as well.

Key words: regular progressive fellings, undershelter spruce, thinning intensity, top method of selecting trees for cutting, sale diameter, form variety.

Дымов А.А., Лаптева Е.М., Милановский Е.Ю. ИЗМЕНЕНИЕ ПОЧВ И ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ПРОЦЕССЕ ЕСТЕСТВЕННОГО ЛЕСОВОЗОБНОВЛЕНИЯ ПОСЛЕ РУБКИ СОСНЯКА БРУСНИЧНО-ЗЕЛЕНОМОШНОГО.

Сравнение почв спелого сосняка и производных березняков, сформировавшихся после рубки соснового леса, показало, что их различие связано, в первую очередь, с изменением гидрологического режима, которое диагностируется по различной интенсивности оглеения. Смена растительности и временное заболачивание изменяют содержание лабильных форм гумуса. В подстилках березняков увеличивается доля сильно- и среднекислых ионогенных функциональных групп водорастворимого органического вещества при близкой доле гидрофильных компонентов. В минеральных оглеенных горизонтах почв молодых березняков выявлено возрастание доли гидрофобных компонентов органических соединений.

Ключевые слова: бореальные экосистемы, сплошно-лесосечные рубки, почвенное органическое вещество.

Dymov A.A., Lapteva E.M., Milanovskiy E.Yu. SOIL AND SOIL ORGANIC MATTER CHANGES DURING NATURAL REFORESTATION AFTER FELLED COWBERRY-GREEN MOSS PINE FOREST.

Comparison between mature pine forest and secondary birch forests formed instead of felled pine forest has demonstrated that they differ first by water regime which is diagnosable by gleyzation degree. Vegetation change and temporary over-moisture alter the content of mobile humus forms. Birch forests' litters increase in the part of strong- to moderate-acid ionogenic functional groups of water-soluble organic matter with similar portion of hydrophilic components. Mineral gley soil horizons of young birch forests have been revealed for the increase in portion of hydrophobic components in organic compounds.

Key words: boreal ecosystems, clear felling, soil organic matter.

Закамский В.А. РАЗРАБОТКА ЛЕСОСЕК РАВНОМЕРНО-ПОСТЕПЕННО ДЕЛЯНОЧНЫМ МЕТОДОМ НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ТЕРРИТОРИЯХ.

Предложенная рубка ухода позволяет за счет сохранения семенных деревьев и лесных природных комплексов и формирования мозаичности с их окружением за счет защитных вспомогательных деревьев и нетронутых стен леса, а также периодического наблюдения за ростом и состоянием появившегося подроста и подлеска, формировать естественные молодняки сложной структуры, наиболее устойчивые к антропогенному воздействию и способствующие сохранению флоры и фауны.

Ключевые слова: лесосека, деланка, особо охраняемые территории.

Zakamskiy V.A. WOODCUTTING AREA DEVELOPMENT WITH THE METHOD OF UNIFORM-GRADUAL PLOTS ON ESPECIALLY PROTECTED AREAS.

The offered release cutting at the expense of seed trees' conservation and forest natural complexes and formation of mosaic structure with its environment at the expense of protective auxiliary trees and untouched forest walls, and also periodic monitoring over growth and condition of appeared undergrowth and underwood allows to form natural young growths of difficult structure the steadiest against anthropogenic influence and flora and fauna's conservation promoting.

Key words: woodcutting area, plot, especially protected areas.

Абсалимов Р.Р., Петров А.А., Закиров Р.Р., Журавлев С.С. УДМУРТСКИЙ МЕТОД РАЗРАБОТКИ ЛЕСОСЕК УЗКИМИ ЛЕНТАМИ – ОДИН ИЗ ПУТЕЙ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ УСТОЙЧИВОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ В УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ.

В статье рассматривается эффективность использования естественных способностей леса к воспроизводству в условиях Удмуртской Республики. В основе сохранения подроста хозяйственно-ценных хвойных пород при разработке лесосек удмуртский метод разработки лесосек узкими лентами. Эффективность этого метода для сохранения хвойного подроста приведена в динамике качественных показателей лесного фонда по Удмуртской Республике за 50 лет.

Ключевые слова: удмуртский метод разработки лесосек узкими лентами, метод узких лент с сохранением хвойного подроста и молодняка, естественные способности леса к воспроизводству, лесной фонд.

Absalyamov R.R., Petrov A.A., Zakirov R.R., Zhuravlev S.S. UDMURT DEVELOPMENT METHOD OF LOGGING SITES NARROW RIBBONS – ONE OF WAYS OF REALIZATION OF THE CONCEPT OF SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT IN THE UDMURT REPUBLIC.

The article considers the effectiveness of the use of natural regeneration of forests in the Republic of Udmurtia. In the basis of preservation of valuable coniferous species in the development of a cutting area – Udmurt development method of logging sites narrow ribbons. The effectiveness of this method is presented in the dynamics of the qualitative indicators of the forest fund of the Udmurt Republic for 50 years.

Key words: Udmurt development method of logging sites narrow ribbons, method narrow ribbons with the preservation of coniferous undergrowth and the young, the natural ability of forests to reproduce, forest fund.

Федотов Г.Н., Шалаев В.С. ОРГАНО-МИНЕРАЛЬНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ В ПОЧВАХ И ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ПОЧВЕННЫХ СВОЙСТВ.

Проведен анализ методов выделения органического вещества и органоминеральных соединений из почв при использовании различных методов. Показано, что проведение исследований с позиций физической модели почв не позволяет правильно трактовать получаемые экспериментальные результаты и уйти от эмпирических подходов.

Ключевые слова: органо-минеральные образования, почвенные гели, гумусовое вещество, гидрофильность.

Fedotov G.N., Shalaev V.S. ORGANO-MINERAL FORMATION IN SOILS AND WAYS OF IMPROVEMENT OF SOIL PROPERTIES.

The analysis of methods of selection of organic substances and of organic and mineral compounds from the soil using a variety of methods.

It is shown that the research from the standpoint of a physical model of the soil does not allow to properly interpret the obtained experimental results and get away from the empirical approaches.

Key words: Organo-mineral formation, soil gels, humic substance, hydrophilicity.

Плакса С.А., Плакса Д.С. БОНИТИРОВКА ОХОТНИЧЬИХ УГОДИЙ ЛЕСНОГО ФОНДА ДАГЕСТАНА И МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИХ ЕСТЕСТВЕННОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ.

В статье изложены разработанные авторами методика по определению естественной производительности охотничьих угодий, региональная типология и нормативы плотности населения животных в различных по бонитетам качества охотничьих угодьях. На примере лесного фонда Дагестана показано применение методики и произведен расчет естественной производительности угодий. На этой основе приведена качественная характеристика лесного фонда для видов охотничьей фауны. Предложенная методика может быть использована в практической работе при составлении схем размещения, использования и охраны охотничьих угодий на территории субъектов РФ; составлении лесных планов; проектов использования лесных участков и проектов внутрихозяйственного охотоустройства.

Ключевые слова: бонитировка, животные, лесной фонд, методика, охотоустройство, охотничьи угодья, производительность, типология.

Plaksa, S.A., Plaksa, D.S. ESTIMATION OF THE HUNTING HABITATS OF WOOD FUND OF DAGESTAN AND METHOD DEFINITIONS OF THEIR NATURAL PRODUCTIVITY.

In clause the regional typology and specifications of population density of animals in various on quality of the hunting habitats are stated developed by authors a technique by definition of natural productivity of the hunting habitats. On example of wood fund of Dagestan application of a technique is shown and calculation of natural productivity of habitats is made. On this basis the qualitative characteristic of wood fund for kinds of the hunting fauna is resulted. The offered technique can be used in practical work at drawing up of schemes of accommodation, use and protection hunting uгодий in territory of subjects of the Russian Federation; drawing up of wood plans; projects of use of forest plots and projects interfarm the hunting device.

Key words: estimation, animals, wood fund, a technique, hunting device, hunting habitats, productivity, typology.

Золотаревский А.А., Рожко А.А., Курамшин В.В. ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕЛЕКВИДНОЙ ДРЕВЕСИНЫ В ЛЕСОПАРКОВОМ ПОЯСЕ ГОРОДА МОСКВЫ.

Передача Правительству Москвы на праве постоянного (бессрочного) пользования участков леса, расположенных в границах лесопаркового пояса, ставит перед городом новые задачи по утилизации неликвидной древесины.

Ключевые слова: неликвидная древесина, наземные крупные древесные остатки.

Zolotarevskiy A.A., Rozhko A.A., Kuramshin V.V. PROCESSING PROSPECTS COARSE WOODY DEBRIS IN A FOREST-PARK BELT OF A CITY OF MOSCOW.

Transfer to the Government of Moscow on the right of constant (termless) using of sites of the wood located in borders of a forest-park belt puts before a city new problems on recycling coarse woody debris.

Key words: coarse woody debris, the land large wood rests.

Стоноженко Л.В., Коротков С.А., Иванов Н.Г. ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПОРОКОВ ДРЕВЕСИНЫ В ЕЛЬНИКАХ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА СОРТИМЕНТНО-СОРТНУЮ СТРУКТУРУ.

Проведен исторический обзор развития методов сортиментной оценки леса на корню. Изложены результаты исследования сортиментной структуры ельников. Выявлены зависимости качественных показателей древесины на корню от таксационных показателей насаждений.

Ключевые слова: сортиментные таблицы, еловые насаждения, пороки древесины.

Stonozhenko L.V., Korotkov S.A., Ivanov N.G. REGULARITY OF EXPANSION OF TIMBER DEFECTS IN MOSCOW REGION SPRUCE STANDS AND THEIR INFLUENCE ON THE ASSORTMENT-RANGE STRUCTURE.

The historical review was implemented according to development of the methods for standing forest assortment estimation. It was presented the results of researching the assortment structure of spruce stands. It was determined dependings the standing timber quality indexes from the stand taxation indexes.

Key words: assortment tables, spruce stands, defects in timber.

Мерзленко М.Д. ЛЕТОПИСЬ УНИКАЛЬНОГО ОБЪЕКТА ЛЕСОКУЛЬТУРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.

В статье подробно анализируется рост и производительность 135-летних насаждений лиственницы европейской на северо-востоке Московской области. Дана динамика роста и развития деревьев разных рангов.

Ключевые слова: лиственница европейская (*Larix decidua* Mill.), интродукция, лесные культуры, метод посева.

Merzlenko M.D. ANNALS OF UNIQUE OBJECT OF WOOD ACTIVITY.

In article growth and productivity of 135-year-old plantings of a larch of the European Moscow Region in the northeast is in detail analyzed. Dynamics of growth and development of trees of different ranks is given.

Key words: a larch European (*Larix decidua* Mill.), an introduction, wood cultures, crops method.

Васильев В.В. ОБОСНОВАНИЕ ИНЕРЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЛОТОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПЛОСКИЕ СПЛОТОЧНЫЕ ЕДИНИЦЫ СТАБИЛИЗИРОВАННОЙ ПЛАВУЧЕСТИ.

Получены дифференциальные уравнения движения плота при различных режимах, учитывающие влияние на процесс движения сплотовых единиц стабилизированной плавучести, присутствующих в конструкции плота. На основе данных уравнений выведены формулы для определения времени и расстояния, требуемых для разгона и торможения плота до полной остановки в неподвижной жидкости и в речном потоке, которые позволяют рассчитать все требуемые инерционные характеристики плотов, включающих в свою конструкцию определенный процент плоских сплотовых единиц стабилизированной плавучести.

Ключевые слова: плот, плоская сплотовая единица стабилизированной плавучести, дифференциальное уравнение, торможение, путь, время.

Vasilyev V.V. JUSTIFICATION OF THE INERTIAL CHARACTERISTICS OF RAFTS CONTAINING FLAT RAFT SECTIONS OF STABILIZED BUOYANCY.

Differential equations of motion of the raft under different conditions taking into account the impact on movement of raft sections of stabilized buoyancy, presenting in the construction of the raft, are obtained. Based on these equations, formulas for determining of time and path required for raft acceleration and braking to a stop in a stationary fluid and river flow, which allows to calculate all the required inertial characteristics of rafts, which include a certain percentage of flat raft sections of stabilized buoyancy are obtained.

Key words: raft, flat raft sections of stabilized buoyancy, differential equation, braking, path, time.

Афоничев Д.Н. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТОРМОЖЕНИЯ АВТОПОЕЗДА, УЧИТЫВАЮЩАЯ ВЛИЯНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ.

Разработана математическая модель, описывающая процесс торможения автопоезда при максимально возможном и переменном значении тормозной силы, а также при постоянном значении тормозной силы. Аprobация разработанной математической модели показала, что влияние воздушной среды на процесс торможения может быть существенным и зависит как от скорости движения автопоезда, так и от скорости ветра вдоль направления движения. Предложенная математическая модель торможения автопоезда может быть использована для обоснования допустимых спусков автомобильных дорог и скоростей движения с учетом влияния господствующих ветров.

Ключевые слова: математическая модель, зависимость, скорость, автопоезд, торможение, коэффициент тормозной силы, коэффициент сцепления.

Afonichev D.N. MATHEMATICA MODEL OF ARTICULATED TRUCK BRAKING, CONSIDERING IMPACT OF AIR MEDIUM.

A mathematical model describing the process of articulated truck braking at the maximum possible value and a variable braking force, as well as for a constant braking force. Testing of the developed model showed that impact of air medium on the process of braking may be considerable, and it depends on the speed of articulated truck as well as of the wind velocity along the direction of motion. The proposed mathematical model of articulated truck braking can be used to support allowable slopes of roads and speeds of movement with the influence of prevailing winds.

Key words: mathematical model, dependance, speed, articulated truck, braking, braking force ratio, adhesion factor.

Рыбников П.С. ПОТЕРИ ВРЕМЕНИ ЛЕСОВОЗНЫМИ АВТОПОЕЗДАМИ НА РАЗВОРОТЫ В ПРЕДЕЛАХ ЛЕСОСЕК.

Выполненная оценка потерь времени лесовозными автопоездами на развороты в пределах лесосек показала, что коэффициент потерь времени на развороты возрастает с увеличением дополнительного пробега транс-

портных средств по лесовозному усю и количества рейсов независимо от типа автотранспортного средства и конструкции уса, и не превышает величины 0,08. При обосновании размещения разворотных петель на лесовозных усах целесообразно обеспечивать такие значения коэффициента потерь времени на развороты, которые будут не более половины от коэффициента неиспользования времени смены, то есть 0,05.

Ключевые слова: лесовозный ус, разворотная петля, время, потери, коэффициент потерь времени на развороты, размещение.

Rybnikov P.S. TIME LOSS OF LOGGING VEHICLES ON U-TURNS IN THE LOGGING SITE.

The evaluation of time loss of logging vehicles on U-turns in the logging site shows that the coefficient of time loss on U-turns increases with the rise of additional mileage of vehicles along the spur logging road and the number of trips and is not dependant on the type of vehicles and spur logging roads and does not exceed 0,08. When proving the placement of U-turn curves on spur logging roads, it is reasonable to assure such coefficient of time loss on U-turns, which does not exceed the half of coefficient of time shift disuse – 0,05.

Key words: spur logging road, U-turn curve, time, loss, coefficient of time loss on U-turns, placement.

Лощенов П.Ю. ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОПРИВОДОВ ЛЕСНЫХ МАШИН.

В статье приведена оценка эксплуатационной надежности гидроприводов лесных машин, которая дает представление о том, насколько конструкция, технология и условия эксплуатации обеспечивают желаемые показатели надежности.

Ключевые слова: анализ надежности, количество отказов, наработка гидропривода, анализ результатов исследования, рукава высокого давления.

Loshenov P.Y. ASSESSMENT OF AN OPERATIONAL ACCURACY OF HYDRAULIC DRIVES OF FORESTRY CARS.

The article is devoted to the assessment of an operational accuracy of hydraulic drives of forestry cars, which gives an idea of how a construction, a technology and terms of operation provide desired characteristics of the accuracy.

Key words: The analysis of the accuracy, a number of failures, operating time of a hydraulic drive, the analysis of the results of the research, sleeves of high-pressure.

Левушкин Д.М. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ В УСЛОВИЯХ ВЕРОЯТНОСТНОГО ХАРАКТЕРА ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.

В статье приведена методика расчета потребности в энергоресурсах, позволяющая выполнить прогнозирование ресурсопотребления строительного объекта (лесовозной автомобильной дороги) с учетом принятой организации и технологии работ, природно-климатических условий района строительства и физико-механических свойств материалов.

Ключевые слова: лесовозная дорога, дорожная одежда, ресурсопотребление.

Levushkin D.M. PROVISION OF RESOURCES FOR THE CONDITIONS OF THE PROBABILISTIC NATURE OF BUILDING OF LOGGING ROADS.

The article describes methods of calculating the demand for energy resources of resource use for forecasting building object (logging road) bearing in mind the organization and technology works, the climatic conditions of the construction area and the physical and mechanical properties of materials.

Key words: logging roads, road surface, resource use.

Левушкин Д.М. К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ РЕМОНТНЫХ РАБОТ ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ЛЕСОВОЗНЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ.

В статье разработан метод управления качеством дорожных покрытий на основе оптимизации ремонтных работ. По результатам приведенных расчетов с помощью данного метода были составлены планы ремонтных работ на опытных участках дорог.

Ключевые слова: лесовозная дорога, дорожная одежда, ремонтные работы, межремонтные сроки.

Levushkin D.M. QUESTION OF OPTIMIZATION REPAIR WORKS OF ROAD SURFACES LOGGING ROADS.

In the article developed a method for quality control of road surfaces on the basis of optimizing the repair work. According to the results of calculations presented by this method were made up of plans for repairs to the road experimental plots.

Key words: logging roads, road surface, repair work, require repairs.

Тарасов С.М., Азаров В.И., Иванова А.М. МОДИФИКАЦИЯ АМИНОАЛЬДЕГИДНЫХ ОЛИГОМЕРОВ СОВРЕМЕННЫМИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ.

Осуществлен синтез модифицированных карбамидомеламиноформальдегидных олигомеров. В качестве модификаторов использовался катионный крахмал в сочетании с алкиламидопропилбетаинами жирных кислот. Синтезированы олигомеры, модифицированные катионным крахмалом и диэтаноламидом. Исследована стабильность водных растворов полученных олигомеров.

Ключевые слова: катионный крахмал, карбамидомеламиноформальдегидный олигомер, алкиламидопропилбетаины жирных кислот, диэтаноламид.

Tarasov S.M., Azarov V.I., Ivanova A.M. THE MODIFICATION OF AMINE-ALDEHYDIC OLIGOMERS BY THE MODERN SURFACTANTS.

The synthesis of modified carbamide-melamine-formaldehyde oligomers is carried out. As modifiers the cationic starches in combination with cocamidopropyl betaines of fatty acids were used. Oligomers modified by the cationic starch with diaethanolamidum are synthesized. The stability of water solutions of received oligomers is investigated.

Key words: cationic starch, carbamide-melamine-formaldehyde oligomers, cocamidopropyl betaines of fatty acids, diaethanolamidum.

Панов Н.Г., Питухин А.В., Рожков С.С., Цветков В.Е., Санаев В.Г. ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫЕ ПЛИТЫ НА ОСНОВЕ КАРБАМИДОФОРМАЛЬДЕГИДНОЙ СМОЛЫ, МОДИФИЦИРОВАННОЙ НАНОРАЗМЕРНЫМ ШУНГИТОМ.

В работе приводятся результаты исследований влияния наноразмерного шунгитового наполнителя композиции ДСП на основе карбамидоформальдегидной смолы на ее физико-механические свойства, водостойкость (разбухание и водопоглощение) и содержание свободного формальдегида.

Ключевые слова: древесно-стружечные плиты, наноразмерный шунгитовый наполнитель, физико-механические свойства.

Panov N.G., Pitukhin A.V., Rozhkov S.S., Tzvetkov V.E., Sanaev V.G., Firulina O.V. WOOD CHIPBOARDS OF CARBAMIDE-FORMALDEHYDE RESIN MODIFIED WITH NANOSIZED SHUNGITE.

The paper deals with study of the nanosized shungite effect on physical mechanical properties, water resistance (swelling and water adsorbing) and free formaldehyde content of wood chipboards produced of carbamide-formaldehyde resin modified with shungite fillers.

Key words: wood chipboards, nanosized shungite filler, physical and mechanical properties.

Кожевников Д.А., Угрюмов С.А. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ НА ОСНОВЕ СОВМЕЩЕННЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ.

Разработана технология производства плит конструкционного назначения на основе совмещенных наполнителей (древесных частиц и костры льна). Подобрано технологическое оборудование, представлены планировочные решения по организации выпуска плит с использованием костры льна, дано описание технологического процесса. Разработанный технологический процесс позволяет снизить затраты на производство древесных плит.

Ключевые слова: древесный наполнитель, костра льна, плита на основе совмещенных наполнителей, планировка оборудования.

Kojevnikov D.A., Ugryumov S.A. THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF WOOD PLATES ON THE BASIS OF THE COMBINED FILLERS.

A technology for production of particle boards for constructional purposes, based on the combined filler (wood particles and the fires of flax). Chosen processing equipment, are planning decisions for the organization registration plates with the use of campfires flax, a description of the process. The technological process allows to reduce the cost of producing wood-based panels.

Key words: a wood filler, a flax fire, a plate on the basis of the combined fillers, an equipment lay-out.

Рябков В.М., Рябков С.В., Козлова Е.Б. РАЦИОНАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЗАПАСОВ СТРУЖКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНО-СТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ.

Статья включает постановку и решение задачи оптимизации межоперационных запасов древесной стружки в производстве древесно-стружечных плит. Выбран критерий оптимизации, обеспечивающий минимум потерь от простоев линии и затрат на содержание оптимального запаса стружки в бункерах. Приведена математическая модель, алгоритм и примеры решения задачи численными методами.

Ключевые слова: технологические линии, объем бункеров, оптимальный запас стружки, критерии оптимизации.

Ryabkov V.M., Ryabkov S.V., Kozlova E.B. RATIONAL PARAMETERS OF CHIP STOCK IN THE WOOD PARTICLE BOARD PRODUCTION.

This article contains setting and solving the task on the optimization of interoperational stock of wood chips in the chipboard production. The optimization criterion that provides the minimum loss caused by the line downtime and costs for storing the optimal chip stock in bunkers is selected. A mathematical model and an algorithm and the examples of solving the task by numerical computing are given.

Key words: processing lines, bunker size, optimal chip stock, optimization criteria.

Свешников А.С., Угрюмов С.А. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННОЙ ФАНЕРЫ.

Представлены проектные решения по организации производства композиционной фанеры с наружными слоями из листов лущеного шпона и внутренним наполнителем на основе древесных частиц с привязкой к основному оборудованию клеильно-обрезного цеха ОАО «Фанплит», г. Кострома.

Ключевые слова: лущеный шпон, древесные отходы, древесный наполнитель, композиционная фанера, технологическая планировка, технология производства.

Sveshnikov A.S., S. Ugrymov S.A. THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF COMPOSITE PLYWOOD.

Design decisions on the organization of manufacture of composite plywood with external layers from sheets лущеного an interline interval and an internal filler on the basis of wood particles with a binding to the capital equipment of Open Society «Fanplit», Kostroma are presented.

Key words: a wood interline interval, a wood waste, a wood filler, composite plywood, a technological lay-out, the production technology.

Шуханьова И., Горбачева Г.А. ВЛАГОПОГЛОЩЕНИЕ ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ БУКА ЛЕСНОГО (*FAGUS SYLVATICA* L.).

В статье приводятся результаты экспериментального исследования влияния термической модификации на величину равновесной влажности при сорбции древесины бука лесного (*Fagus sylvatica* L.).

Ключевые слова: древесина бука, термическая модификация, равновесная влажность при сорбции.

Suchanova I., Gorbacheva G.A. THE SORPTION OF THERMAL TREATED BEECH WOOD (*FAGUS SYLVATICA* L.).

This paper deals with the influence of the heat treatment on the equilibrium moisture content at the sorption on beech wood (*Fagus sylvatica* L.).

Key words: beech wood, heat treatment, equilibrium moisture content at the sorption.

Шуханьова И., Горбачева Г.А. ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ПЛОТНОСТЬ И РАЗБУХАНИЕ ДРЕВЕСИНЫ БУКА ЛЕСНОГО (*FAGUS SYLVATICA* L.).

Представлены результаты экспериментального исследования влияния термической модификации на плотность и разбухание поперек волокон древесины бука.

Ключевые слова: древесина бука, термическая модификация, плотность, разбухание поперек волокон.

Suchanova I., Gorbacheva G.A. THE INFLUENCE OF HEAT TREATMENT ON THE DENSITY AND SWELLING OF BEECH WOOD (*FAGUS SYLVATICA* L.)

Submitted experimental results deals with the influence of heat modification on some physical properties of beech wood – density and swelling across the grain.

Key words: beech wood, heat treatment, density, swelling across the grain.

Шарапов Е.С., Торопов А.С., Чернов В.Ю. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ СВОЙСТВ ДРЕВЕСИНЫ КРУГЛЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ ПО РАДИУСУ СТВОЛА.

Обозначена актуальность исследований в области определения свойств древесины и древесных материалов. Представлены результаты разработки новой конструкции устройства для исследования свойств древесины сверлением и измерительного шлейфа на основе УСД «NI USB-6008». Приведены результаты программирования в среде «LabVIEW». Разработана методика и представлены результаты экспериментального исследования

свойств круглых лесоматериалов по радиусу ствола в условия процесса сверления. Сформулированы выводы и дальнейшее направление исследований.

Ключевые слова: свойства древесины, сверление, экспериментальные исследования, резистограф, LabVIEW, устройство сбора данных.

Sharapov E.S., Toropov A.S. Chernov V.Y. EXPERIMENTAL RESEARCHES RESULTS OF WOOD PROPERTIES ALONG THE ROUND LOGS RADIUS.

Researching relevance in properties wood determining and wood products denotes. The results of new device researching properties of materials by drilling and measuring loop basics on «NI USB-6008» are presents. Results of programming in «LabVIEW» presents. The method and experimental researches results of the round timber properties during drilling process are submitted. Conclusions and directions of the subsequent researches in a considered direction are formulated and determined.

Key words: wood properties, wood drilling, experimental researches, resistograph, «LabVIEW», data acquisition device.

Попов В.М., Шендрик М.А., Латынин А.В., Посметьев В.В., Иванов А.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СКЛЕИВАНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ЭЛЕКТРООБРАБОТАННЫМ КЛЕЕМ.

Предложена модель процесса склеивания древесины клеем, подвергнутому воздействию постоянным электрическим полем. Показана возможность оптимизации параметров процесса склеивания древесины электрообработанным клеем.

Ключевые слова: древесина, процесс склеивания древесины, электрическое поле.

Popov V.M., Shendrikov M.A., Latynin A.V., Posmetyev V.V., Ivanov A.V. MODELLING OF THE GLUING WOOD PROCESS BY ADHESIVE TREATED IN ELECTRIC FIELD

We propose a model of the process of adhesive bonding of wood subjected to influence of a constant electric field. The possibility of optimizing the the process parameters of wood gluing by glue, processed by electric field, is shown.

Key words: wood, gluing wood process, electric field.

Амалицкий В.В., Полосухин К.А. ВЛИЯНИЕ ЗАТОЧКИ ПО БОКОВОЙ ГРАНИ НА КАЧЕСТВО ЗАТОЧКИ ТВЕРДОСПЛАВНОЙ КРУГЛОЙ ПИЛЫ.

В статье представлены результаты эксперимента по заточке пил по боковой грани. Полученные результаты доказывают возможность увеличения срока службы пилы за счет заточки пилы по боковым граням.

Ключевые слова: заточка, круглые пилы, боковая грань, радиус затупления

Amalitsky V.V., Polosukhin K.A. EFFECT OF GRINDING ON THE SIDE EDGE GRINDING HARD ON THE QUALITY OF CIRCULAR SAWS.

The paper presents experimental results on sharpening saws on the lateral face. The results obtained demonstrate the possibility of increasing the life of the saw by sharpening the saw on the lateral faces.

Key words: grinding, circular saws, side edge, the radius of blunting

Дорошенко В.А., Друк Л.В., Усачев М.С. ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ НЕЧЕТКОГО ЛОГИЧЕСКОГО ВЫВОДА ДЛЯ СИНТЕЗА РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ.

В данной статье предложена процедура формирования системы нечеткого логического вывода для выбора вариантов технологической и технической структуры распределенной системы, начиная с формирования лингвистических переменных, базы правил и кончая дефаззификацией, выбором недопустимых, допустимых, рациональных и оптимальных вариантов.

Ключевые слова: распределенная система, логический вывод, технологическая структура, техническая структура, лингвистическая переменная, нечеткое множество, функция принадлежности, терм-множество, база правил, фаззификация, дефаззификация.

Doroshenko V.A., Druck L.V., Usachev M.S. FORMATION OF THE FUZZY LOGICAL INFERENCE SYSTEM FOR THE SYNTHESIS OF DISTRIBUTED CONTROL SYSTEMS.

The procedure of forming the of fuzzy logical inference system used to select options for technological and technical structure of a distributed system beginning with the formation of linguistic variables, rule base and ending with the defuzzification, the choice of unacceptable, acceptable, rational and optimal options has been proposed in this paper.

Key words: distributed system; logical output; technological structure; technical structure; linguistic variable; fuzzy set; membership function; term-set; base rules; fuzzification; defuzzification.

Дорошенко В.А., Друк Л.В., Усачев М.С. СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ СИНТЕЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ.

В данной статье предложена структурная модель синтеза технологической структуры распределенной системы управления, включающая этапы синтеза, критерии, методы решения задач на основе равноважных и равноважных показателей эффективности, при четких и нечетких исходных условиях.

Ключевые слова: технологическая структура, структурная модель, показатели эффективности, матрицы соответствий, четкие множества, распределенная система, равноважные показатели эффективности, равноважные показатели эффективности.

Doroshenko V.A., Druk L.V., Usachev M.S. STRUCTURAL MODEL OF SYNTHESIS OF THE TECHNOLOGICAL STRUCTURE OF DISTRIBUTED CONTROL SYSTEMS.

The structural model of the synthesis of the technological structure of distributed control systems including the steps of synthesis, criteria, methods of solving problems based on equally important and differently important performance indicators, under clearly set (distinct) and fuzzy initial conditions, has been proposed in this paper.

Key words: technological structure, structural model, performance indicators, matrix of correspondences, distinct sets, distributed system, equally important performance indicators, differently important performance indicators.

Гоголев А.В. ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАДАЧИ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЕМ КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ В ГИБКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ (ГПС) ЕДИНИЧНОГО И МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА.

1. Основное условие для создания оптимизационной математической модели задачи оперативного управления.

2. Этапы изготовления мебельного изделия на малых предприятиях.

3. Оптимизационная математическая модель управления производственной системой мебельного предприятия и система ограничений.

Ключевые слова: математическая модель, малые предприятия, мебельное предприятие.

Gogolev A.V. OPTIMIZING MATHEMATICAL MODEL OF A PROBLEM OF AN OPERATIONAL ADMINISTRATION MANUFACTURING OF CASE FURNITURE IN FLEXIBLE INDUSTRIAL SYSTEM INDIVIDUAL AND SMALL-SCALE MANUFACTURE.

1. The basic condition for creation of optimizing mathematical model of a problem of an operational administration.

2. Fabrication stages of a furniture product at small enterprises.

3. Optimizing mathematical model of management of industrial system of the furniture enterprise and system of restrictions.

Key words: mathematical model, small enterprises, furniture enterprise.

Гоголев А.В. ОПТИМИЗАЦИЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЕМ КОРПУСНОЙ МЕБЕЛИ В ГИБКОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЕ (ГПС) ЕДИНИЧНОГО И МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА.

В статье проводится оценка затрат на производство продукции, рассматриваются условия для получения прибыли, необходимость создания автоматизированных систем управления производством мебели.

Ключевые слова: автоматизированные системы, мелкосерийное производство.

Gogolev A.V. OPTIMIZATION OF AN OPERATIONAL ADMINISTRATION BY MANUFACTURING OF CASE FURNITURE IN FLEXIBLE INDUSTRIAL SYSTEM INDIVIDUAL AND SMALL-SCALE MANUFACTURE.

1. Expenses for production.

2. Conditions for profit reception.

3. Necessity of creation of the automated control systems of furniture manufacture.

4. The automated control system of manufacture of furniture of Braunschweig university in Germany.

Key words: automated system, small-scale manufacture.

Хунагова Р.А., Хуажев О.З. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО СЕКТОРА ПРОМЫШЛЕННОСТИ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ.

Рассмотрены вопросы рационального и эффективного использования лесных ресурсов, а также территориального размещения инвестиций по организации лесопромышленного производства. Представлены пути

внедрения инновационных проектов с учетом размещения производственных сил, на основе стратегии социально-экономического развития лесной отрасли.

Ключевые слова: лес, лесные ресурсы, инвестиции, инновации, рекреация, экономика, мебель.

Khunagova R.A., Khuazhev O.Z. ECONOMIC TENDENCIES OF REGIONAL DEVELOPMENT OF WOOD SECTOR OF THE INDUSTRY OF KRASNODAR TERRITORY.

Questions rational and an effective utilization of wood resources, and also territorial accommodation of investments on the organization of timber industry manufacture are considered. Ways of introduction of innovational projects are submitted by the account of accommodation

Industrial forces, on the basis of strategy of social and economic development of wood branch.

Key words: wood, wood resources, investments, innovations, a recreation, economy, furniture.

Кислухина И.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ В СФЕРЕ ЛЕСНЫХ ОТНОШЕНИЙ, СФОРМИРОВАВШЕЙСЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИНЯТИЯ НОВОГО ЛЕСНОГО КОДЕКСА РФ.

В статье представлены результаты исследования особенностей государственной лесной политики, сформировавшейся в результате принятия нового Лесного кодекса Российской Федерации, выделены основные недостатки системы управления лесами, предложены пути их преодоления.

Ключевые слова: лесная отрасль, государственная лесная политика, аренда лесных участков, децентрализация полномочий, лесничества.

Kislukhina I.A. THE PUBLIC POLICY STUDY IN THE FIELD OF TIMBER INDUSTRY FORMED AS THE RESULT OF THE ADMISSION OF THE NEW TIMBER CODE.

The results of the national timber policy studies, formed as the result of the new Timber Code of the Russian Federation are given. The main disadvantages of the forest management system are singled out and the ways to overcome them are suggested.

Key words: timber industry, government timber policy, the lease of forest areas, decentralization, forest area.

Забродская Н.Г. СТРАТЕГИЯ И КРИТЕРИЙ ЭФФЕКТИВНОГО УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КОРПОРАЦИЙ, РЕГИОНОВ, СОЦИАЛЬНО ОРИЕНТИРОВАННОГО ГОСУДАРСТВА.

Стратегия эффективного устойчивого развития должна быть направлена на рост благосостояния, уровня и качества жизни. Разработано универсальное дерево целей и на его основе, с учетом отличительных особенностей экономики страны и фундаментальных принципов, предложено дерево целей стратегии устойчивого эффективного развития Республики Беларусь, отраслей, регионов, поселений. В предложенном критерии выделено три основных составляющих: демографическая, экономическая, экологическая, а методика расчета основана на индексных показателях роста продолжительности жизни, уровня образования, численности населения; добавленной стоимости на единицу переработанного сырья; стоимости экспортируемой продукции на единицу ее массы; валового внутреннего продукта на душу населения с учетом покупательской способности национальной валюты; использования возобновляемых ресурсов; изменения площади лесов, болот, водоемов; изменения загрязнения окружающей среды. Разделение критерия на три составляющие, мониторинг вышеприведенных показателей позволит объективно оценить экономическое развитие, его влияние на уровень и качество жизни населения, экологическое состояние внешней среды.

Ключевые слова: экономическая эффективность, стратегия устойчивого развития, человеческий капитал, уровень и качество жизни, международные компании, инвестиции, инновации, показатели и критерий экономической эффективности.

Zabrodskaya N.G. STRATEGY AND A CRITERION FOR EFFECTIVE SUSTAINABLE DEVELOPMENT CORPORATIONS, REGIONS, SOCIALLY-ORIENTED STATE.

Effective sustainable development strategy should focus on increasing prosperity, and quality of life. A universal tree of fact and based on it, with the distinctive features of the economy and the fundamental principles of the proposed tree strategy's goals of sustainable effective development of the Republic of Belarus, industries, regions and settlements. The proposed criteria are divided into three main components: the demographic, economic, environmental, and method of calculation is based on index numbers increased life expectancy, education levels, population, value added per unit of processed raw materials, the cost of exported goods per unit mass, gross domestic product per capita, taking into account the purchasing power of the national currency, the use of renewable resources, changes in the area of forests, marshes, ponds, changes of environmental pollution. Separation criterion into three components, monitoring the above indicators would objectively assess the economic development and its impact on the level and quality of life, ecological state of the environment.

Key words: economic efficiency, sustainable development strategy, the human capital, level and quality of life, the international companies, investments, innovations, indicators and criterion of economic efficiency.

Щербаков С.А. ОБРАЗ ЛЕСА-ДОМА В ЛИРИКЕ СЕРГЕЯ КЛЫЧКОВА.

Статья посвящена литературоведческому анализу образа леса в лирике Сергея Клыкова. Близкий друг Михаила Пришвина и Леонида Леонова, поэт в своих произведениях не только воспел «русский лес», но создал цельный образ леса как общего дома для всех его обитателей.

Ключевые слова: дерево, дом, лес, мотив, образ, пейзаж, природа, растение, цивилизация, человек.

Shcherbakov S.A. IMAGE OF WOOD-HOME IN THE LYRICS BY SERGEY KLYCHKOV.

The article is devoted to the literary criticism analysis of the image of forest in Sergey Klykov's lyrics. A close friend of Michail Prishvin and Leonid Leonov, the poet in his works not only sang the «Russian Forest», but created a whole image of the forest as a common home for all its inhabitants.

Key words: tree, home, forest, motif, image, landscape, nature, plant, civilization, human.