

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АРХАНГЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

**МАТЕРИАЛЫ, ПОСВЯЩЕННЫЕ 70-ЛЕТИЮ
МАРИЙСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Основан в 1833 г.
Издается в серии ИВУЗ с 1958 г.
Выходит 6 раз в год

4

2002

ИЗДАТЕЛЬ – АРХАНГЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Главный редактор – проф. **О.М. Соколов**
Заместители главного редактора:
проф. **Е.С. Романов**, проф. **С.И. Морозов**

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

проф. **Е.Д. Гельфанд**, проф. **И.И. Гусев**, проф. **Р.Е. Калитеевский**, проф. **А.Н. Кириллов**, проф. **В.И. Комаров**, проф. **Н.В. Лившиц**, проф. **В.И. Мелехов**, проф. **Е.Г. Мозолевская**, **В.В. Мусинский**, доц. **О. А. Неволин**, проф. **А.Н. Обливин**, проф. **В.И. Онегин**, проф. **Г.С. Ощепков**, проф. **А.В. Питухин**, проф. **В.К. Попов**, проф. **С.М. Репах**, проф. **А.Р. Родин**, проф. **В.П. Рябчук**, проф. **Е.Д. Сабо**, проф. **Э.Н. Сабуров**, проф. **Е.Н. Самошкин**, проф. **В.И. Санев**, проф. **О. А. Терентьев**, проф. **Ф.Х. Хакимова**, проф. **В.Я. Харитонов**, проф. **Г.А. Чибисов**, проф. **Х.-Д. Энгельманн**

Ответственный секретарь – заслуженный работник культуры **Р.В. Белякова**

«Лесной журнал» публикует научные статьи по всем отраслям лесного дела, сообщения о внедрении законченных исследований в производство, о передовом опыте в лесном хозяйстве и лесной промышленности, информации о научной жизни высших учебных заведений, рекламные материалы и объявления. Предназначается для научных работников, аспирантов, инженеров лесного хозяйства и лесной промышленности, преподавателей и студентов.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 4

Редакторы **Н.П. Бойкова**, **Л.С. Окулова**
Перевод **Н.Т. Подражанской**
Компьютерный набор **О.В. Деревцовой**, верстка **Е.Б. Красновой**

Сдан в набор 02.09.2002. Подписан в печать 07.10.2002.
Форм. бум. 70×108 1/16. Гарнитура Таймс. Усл. печ. л. 13,6. Усл. кр.-отт. 13,6.
Уч.-изд. л. 16,4. Тираж 1000 экз.
Архангельский государственный технический университет

Адрес редакции: 163002, г. Архангельск, наб. Сев. Двины, 17, тел.: (818-2) 28 07 18,
факс: (818-2) 28 07 14, e-mail: forest@agtu.ru http://lesnoizhurnal.agtu.ru

Типография Архангельского государственного технического университета
163002, г. Архангельск, наб. Сев. Двины, 17



СОДЕРЖАНИЕ

<i>Г.С. Ощепков.</i> Марийский государственный технический университет: прошлое и настоящее	7
<i>М.М. Котов, Е.М. Романов.</i> Проблемы кадрового и научного сопровождения лесного комплекса в Среднем Поволжье.....	11
<i>ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО</i>	
<i>П.М. Верхунов.</i> Показатели эффективности лесоустроительного проектирования	16
<i>М.А. Карасева.</i> Продуктивность и углерододепонирующие функции листовых фитосообществ в Среднем Поволжье	22
<i>А.В. Кусакин.</i> Выращивание леса в лесомелиоративном заказнике «Лебедань».....	27
<i>Ю.П. Демаков.</i> Изменчивость и классификация форм кривых хода роста деревьев в онтогенезе	33
<i>З.Г. Хакимова.</i> Карельская береза в Республике Марий Эл и Ульяновской области	40
<i>Е.И. Успенский, С.А. Денисов, К.К. Калинин, С.П. Лоскутов.</i> Естественное возобновление под пологом леса в Среднем Поволжье	46
<i>Е.М. Волжанина, С.М. Лазарева.</i> Посевные качества семян сосны корейской.	54
<i>М.М. Котов, Э.П. Лебедева, Е.В. Прохорова.</i> Водоудерживающая способность хвои как диагностический признак для оценки объектов единого генетико-селекционного комплекса.....	58
<i>ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ</i>	
<i>И.Н. Багаутдинов, Я.И. Шестаков.</i> Оценка влияния неплоскостности опорного кольца опорно-поворотного круга платформы машины ЛП-19В на напряженное состояние механизма поворота	65
<i>М.Ю. Смирнов.</i> Расчет допустимой полезной нагрузки транспортного средства с навесным гидроманипулятором	71
<i>П.Ф. Войтко.</i> Расчет нагрузки на башенный кран от действия передвижного торцевыравнивателя	77
<i>В.А. Аллилуев, В.Д. Попов, Ю.Н. Сидыганов, Г.В. Каледин.</i> Определение индикаторных показателей двигателей внутреннего сгорания	83
<i>Ю.А. Ширнин.</i> Комплексное освоение участков лесного фонда.....	89
<i>МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ</i>	
<i>А.С. Торопов, А.П. Домрачев.</i> Обоснование мест и числа замеров при моделировании предмета труда в деревообрабатывающих производствах	96
<i>Л.Н. Шобанов, И.П. Демитрова.</i> Применение компьютерного пакета Mechanical Desktop 6.0 при проектировании изделий из древесины	102
<i>Л.А. Мусихина.</i> Квалиметрия березовых лесоматериалов	105

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- Ю.Б. Грунин, Д.Р. Бакиева, Л.Ю. Грунин.* Гидрофильные свойства целлюлозных материалов 109
- Т.В. Смотрина, Л.П. Кулакова, Ю.Б. Грунин.* Влияние механического модифицирования на гидрофильные свойства технической целлюлозы 114
- Г.Ш. Гогелашвили, Ю.Б. Грунин, А.А. Кречетов, Д.В. Ладычук.* Исследование доступности целлюлозы к дейтерированию 119

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- М.М. Ахмадеева.* Методологические аспекты проблемы оценки лесных земель 123
- Л.М. Чернякевич.* К вопросу трансформации системы управления лесным хозяйством 128
- Н.М. Стрельникова, Е.В. Родионова.* Реформирование процесса планирования оборотных средств в деревообрабатывающей промышленности..... 133

МЕТОДИКА И ПРАКТИКА ПРЕПОДАВАНИЯ

- В.И. Федюков.* Особенности подготовки древесиноведов и лесных товароведов в современных условиях..... 139

НЕКРОЛОГИ

- Ректорат и коллектив Санкт-Петербургского государственного университета растительных полимеров, редколлегия и редакция «Лесного журнала».* Памяти Отто Алексеевича Терентьева 143





CONTENTS

G.S. Oshchepkov. Mari State Technical University: the Past and the Present..... 7

M.M. Kotov, E.M. Romanov. Problems of Personnel and Scientific Maintenance of Forest Complex in the Middle Volga Region..... 11

FORESTRY

P.M. Verkhunov. Efficiency Data on Forest Management Design..... 16

M.A. Karaseva. Productivity and Carbon Storage Functions of Larch Phytocenoses in the Middle Volga Region..... 22

A.V. Kusakin. Growing of Forests in Forest-meliorative Reservation «Lebedan». 27

Yu.P. Demakov. Variability and Classification of Tree Growth Curves in Ontogenesis..... 33

Z.G. Khakimova. Karelian Birch in Marij-El Republic and Ulyanovsk Region..... 40

E.I. Uspensky, S.A. Denisov, K.K. Kalinin, S.P. Loskutov. Natural Regeneration under Forest Canopy in the Middle Volga Region..... 46

E.M. Volzhanina, S.M. Lazareva. Sowing Quality of *Pinus Koraiensis* Seeds..... 54

M.M. Kotov, E.P. Lebedeva, E.V. Prokhorova. Water-retention Ability of Needle as Diagnostic Indication for Assessment of Objects of Common Genetic-selection Complex..... 58

WOODEXPLOITATION

I.N. Bagautdinov, Ya.I. Shestakov. Impact Assessment of Out-of-flat Bearing Ring of Support Turntable of LP-19B Machine Platform on Tension of Turning Device..... 65

M.Yu. Smirnov. Calculation of Bearing Capacity of Vehicle with Hydraulic Handling Device..... 71

P.F. Voitko. Calculation of Load on Tower Crane Resulting from Mobile Trimmer Operation..... 77

V.A. Alliluev, V. D. Popov, Yu. N. Sidyanov, G. V. Kaledin. Determination of Indicator Indices of Internal Combustion Engines..... 83

Yu.A. Shirnin. Complex Development of Forest Stock Sites..... 89

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOODSCIENCE

A.S. Toropov, A. P. Domrachev. Substantiation of Places and Number of Measurements when Modelling Products in Woodworking Industry..... 96

L.N. Shobanov, I.P. Demitrova. Use of “Mechanical Desktop 6.0” for Designing Wood Products..... 102

L.A. Musikhina. Qualimetry of Birch Timber..... 105

CHEMICAL TECHNOLOGY OF WOOD

- Yu.B. Grunin, D.R. Bakieva, L. Yu. Grunin.* Hydrophilic Properties of Cellulose Materials..... 109
- T.V. Smotrina, L. P. Kulakova, Yu. B. Grunin.* Influence of Mechanical Modification on Hydrophilic Characteristics of Pulp..... 114
- G.Sh. Gogelashvili, Yu. B. Grunin, A. A. Krechetov, D. V. Ladychuk.* Research of Pulp Accessibility to Deuteriumation..... 119

ECONOMICS AND MANAGEMENT

- M.M. Akhmadeeva.* Methodological Aspects of Forest Land Assessment..... 123
- L.M. Chernyakevich.* To Question of Transformation of Forestry Management System..... 128
- N.M. Strelnikova, E.V. Rodionova.* Reformation of Process of Current Assets Planning in Woodworking Industry..... 133

METHODS AND PRACTICAL EXPERIENCE OF TEACHING

- V.I. Fedyukov.* Peculiarities of Training Wood Science and Forest Commodity Experts in Modern Conditions..... 139

NECROLOGUE

- University administration and staff of St.-Petersburg State University of Vegetative Polymers, editorial board and editorial staff of "Lesnoi Zhurnal".*
In Commemoration of Otto A. Terentjev..... 143
-

Г.С. Ощепков

Ощепков Геннадий Сергеевич родился в 1935 г., окончил в 1959 г. Поволжский лесотехнический институт, кандидат экономических наук, профессор, ректор Марийского государственного технического университета, действительный член РАЕН, заслуженный деятель науки Республики Марий Эл, почетный работник высшей школы Российской Федерации.

**МАРИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ**

История современного технического университета на марийской земле началась в 1932 г. с переводом из Казани в Йошкар-Олу лесотехнического института. Переименованный в Поволжский лесотехнический (ПЛТИ) институт получил от государства задание готовить инженеров по лесозэксплуатации, водному и сухопутному транспорту, гидромелиорации и защите леса для нужд национальных автономий Поволжья, а также выполнять научные исследования по лесному профилю.

Вскоре институт приобрел статус вуза всесоюзного значения. Особенно неocenимой стала его роль в подготовке инженерных кадров для страны в годы индустриализации. Выпускники пополнили командный состав отечественной лесной промышленности, работая директорами, главными специалистами лесхозов, леспромхозов, лесных трестов и других лесных предприятий, организаций.

Прежде чем стать университетом, коллектив прошел сложный и трудный путь. По сути, на пустом месте была создана материально-техническая база, выполнялись научные исследования и с помощью известных ученых, рискнувших поменять место жительства, готовились новые кадры преподавателей. Целая плеяда ученых этого периода – профессора М.В. Колпиков, А.П. Тольский, А.А. Першаков, Л.И. Яшнов, А.А. Юницкий, А.А. Труфанов – оставили свой след в российской лесной науке и создали традиции интеллектуальной культуры в провинциальном крае. Руководители кафедр лесоводства проф. М.В. Колпиков, лесных культур проф. А.П. Тольский, открыв аспирантуру, пополнили преподавательский корпус дипломированными специалистами. Один из основателей школы экологии наземных позвоночных А.А. Першаков подготовил многих видных зоологов и экологов, известных в стране и за рубежом (В.П. Теплов, И.В. Жарков, Н.Д. Григорьев, В.И. Тихвинский, В.А. Попов и др.). Ученый лесовод и дендролог Л.И. Яшнов, автор учебников для студентов «Биология лесных деревьев», «Краткий курс лесоведения и лесоводства», стремился «... как можно больше пользы сделать для своего государства и остаться с наименьшими долгами перед лесным хозяйством». Корифей лесокультурных знаний, лесной метеорологии и климатологии д-р с.-х. наук А.П. Тольский стал автором четырехтомного теоретического курса «Частное лесоводство».

Основателем Поволжской фитопатологической школы явился проф. А.А. Юницкий, стоявший у истоков опытного дела в Казанской губернии. Проф. А.А. Труфанов первым исследовал главные сплавные реки Кокшайского массива с гидрологической и транспортно-экономической с точек зрения, составил учебный курс водного транспорта для вузов.

Большие трудности испытал коллектив в военные и послевоенные годы. Но эвакуированный в лесной поселок институт продолжал готовить кадры, внедрил в производство важные для фронта научные идеи, за что получил ряд благодарностей правительства и Верховного Главнокомандующего страны.

В 50–60-е гг. внедрены в производство 84 научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы под руководством профессоров М.Л. Дворецкого, В.Н. Смирнова, И.С. Аверкиева, М.Д. Данилова, П.В. Воропанова и доцентов И.И. Гаврилова, А.Р. Чистякова, П.П. Сулханова, В.Е. Печенкина, М.В. Пайбердина, В.И. Мельникова, Ю.Я. Дмитриева, П.В. Алексеева и др. Именно эти годы в истории ПЛТИ можно с полным основанием назвать периодом наращивания сил, временем роста потенциальных возможностей, предопределившим его превращение в политехнический вуз. В этих процессах безусловная заслуга директора – ректора М.Д. Данилова.

В 1968 г. ПЛТИ был преобразован в Марийский политехнический институт (МарПИ). В первое же десятилетие открыты новые факультеты: инженерно-строительный, радиотехнический, технологии деревообработки, машиностроительный, мелиоративно-дорожный.

В эти годы задачи повышения качества инженерной подготовки потребовали широкого внедрения в учебный процесс технических средств обучения и вычислительной техники. Институт активно решал эти задачи и в конце 70-х гг. были созданы учебная замкнутая телевизионная система, учебно-вычислительный центр, оформлен первый дисплейный класс.

МарПИ определен Минвузом РСФСР как головная организация в решении проблемы «Автоматизация проектирования, конструирования и технологической подготовки производства в ведущих отраслях промышленности и строительства» (САПР), научный руководитель – д-р техн. наук, проф. А.И. Половинкин. Результаты разработок САПР внедрены на предприятиях республики – Марийском машиностроительном и механическом заводах, ЦКТБ «Холодмаш», ОКТБ «Кристалл». Одновременно ученые активно участвовали в комплексных программах «Человек и окружающая среда», «Океанотехника» и др.

По заданию правительства Марийской АССР под руководством проф. Ю.Я. Дмитриева совместно с Институтом экономики и организации промышленного производства СО АН СССР впервые разработана целевая программа «Марийский лес», которая в дальнейшем использовалась при составлении подобных программ в других лесных регионах.

С началом перехода к рыночным отношениям в экономике и реформирования высшего образования ректорат и ученый совет взяли курс на обеспечение стабильной работы вуза в новых условиях.

Достигнутый вузом уровень учебно-методической и научной работы дал основание коллективу получить 31 марта 1995 г. статус государственного технического университета (МарГТУ).

В настоящее время на факультетах университета ведется подготовка 6258 студентов очной и 3610 студентов заочной форм обучения по 52 специальностям высшего профессионального образования, 11 направлениям бакалавриата и 3 – магистратуры. Работают 9 факультетов и 3 образовательных центра на правах факультетов, 46 кафедр, межотраслевой региональный центр повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, факультет повышения квалификации преподавателей. В составе университета функционируют учебно-опытный лесхоз (площадь 24073 га), ботанический сад (71 га) как научная и учебная база подготовки специалистов лесного хозяйства и других природоохранных специальностей.

Созданный в 1994 г. центр довузовской подготовки объединяет работу 30 специализированных классов школ и 12 техникумов. При университете работают Научно-информационный центр государственной аккредитации Минобрнауки России, Региональный (Марийский) центр новых информационных технологий в образовании, ряд других научно-образовательных структур.

За годы своего существования университетом подготовлено около 50 тысяч специалистов. Его выпускники в разные годы работали и работают директорами крупных промышленных, строительных и лесохозяйственных предприятий и объединений, руководителями банков, возглавляют министерства и ведомства Республики Марий Эл, Татарстана, Чувашии, Удмуртии. Среди них руководящие работники союзных министерств и правительства Республики Марий Эл, депутаты законодательных органов всех уровней. Подготовленные вузом специалисты внесли значительный вклад в развитие образования и науки, работают профессорами, проректорами и ректорами высших учебных заведений, руководителями научно-исследовательских и проектных организаций.

Подготовка специалистов в университете осуществляется по ряду естественно-научных, инженерно-технических и социально-экономических направлений. В составе научно-педагогических кадров университета 46 докторов и 296 кандидатов наук. Имеется аспирантура по 32 специальностям (150 аспирантов), докторантура по 8 специальностям. Работают советы, которые имеют право рассматривать по 6 специальностям докторские и по 10 кандидатские диссертации. Университет проводит исследования по широкому спектру направлений. Научной общественности известны такие работы ведущих коллективов, как оптимизация системы «Человек – лес – среда», финансируемая Минпромнауки и Минобрнауки РФ, а также Агентством по международному развитию США и фирмой Швайцелхалл из Германии (руководитель – проф. М.М. Котов); комплекс работ по созданию современных методов и средств исследования динамических процессов в ионосфере и диагностики ионосферных каналов коротковолновой связи (проф. В.А. Иванов); исследования по анализу сцен и распознаванию образов в системах

обработки изображений (проф. Я.А. Фурман) и др. В течение многих лет ученые университета принимали участие в международных океанологических исследованиях (руководитель – доц. Б.Ф. Лаврентьев) и советских антарктических экспедициях (проф. А.Н. Громыко). Проводится ряд важных исследований по научно-исследовательским направлениям: разработка информационных систем поддержки процесса государственной аккредитации вузов России (руководитель – проф. В.Г. Наводнов), использование средств MultiMedia в образовании (доц. М.М. Морозов), создание учебных и производственных информационно-программных комплексов автоматизации начальных стадий проектирования на основе фондов физико-технологических эффектов (проф. А.Н. Соболев). Разработки выполняются по программам и грантам Минпромнауки и Минобразования РФ, Российской академии наук, Российского фонда фундаментальных исследований и др. По итогам научных и методических исследований за 1998–2001 гг. в университете издано 65 монографий и 87 учебников и учебных пособий с грифом Минобразования России и учебно-методических объединений.

Университет располагает мощной материально-технической и социально-культурной базой и успешно ее развивает. Общая стоимость основных фондов составляет 167,466 млн р., в том числе машин и оборудования – 23,373 млн р.; приращение стоимости машин и оборудования за 2001 г. – 5,123 млн. р.

В учебной работе и научных исследованиях используется более 580 рабочих мест, оборудованных IBM-совместимыми средствами информационной техники. Развивается многофункциональная аппаратно-программная среда на основе технологий MultiMedia и телекоммуникаций, используемая в учебном процессе по гуманитарным, языковым и специальным дисциплинам. Вуз имеет около 200 рабочих мест с доступом к информационным ресурсам сетей INTERNET, является абонентом информационных сетей RELCOM и FIDONET, участником выполнения проекта «Национальная академическая электронная сеть Unicom/Россия» и др. Библиотечный фонд университета насчитывает около миллиона томов.

Университет располагает учебно-лабораторными корпусами общей площадью 59,2 тыс. м² и семью общежитиями – 34,7 тыс. м², профилакторием, столовыми, спортивными залами, спортивно-оздоровительным лагерем.

В последние годы университет активно включился в общероссийский комплекс мероприятий по модернизации образования. Работа идет по трем взаимосвязанным направлениям: аккредитация образовательных учреждений, единый государственный экзамен, государственные именные финансовые обязательства.

Центр государственной аккредитации Минобразования РФ, расположенный в здании Марийского государственного технического университета, был создан в апреле 1995 г. Его основной задачей является научное, информационное, методическое и техническое сопровождение процедуры государственной аккредитации учреждений высшего, среднего профессионального и дополнительного профессионального образования. Коллективом

создан и ежегодно обновляется центральный банк данных государственной аккредитации, что позволяет обеспечить объективность и обоснованность юридических аккредитационных процедур.

С 2001 г. Республика Марий Эл участвует в эксперименте по введению Единого государственного экзамена по математике. По его результатам в 2001 г. в МарГТУ зачисляли абитуриентов на 42 специальности и направления подготовки, в 2002 г. – по всем экзаменационным дисциплинам и на все специальности.

Естественным следующим шагом для университета стало его включение в 2002 г. еще с пятью вузами России в эксперимент по финансированию высших учебных заведений на основе государственных именных финансовых обязательств (ГИФО). Уже предварительные итоги показывают, что система ГИФО, сочетающая оценку знаний абитуриента и экономику, позволила в этом году принять более качественный студенческий контингент, чем в 2001 г. Эксперимент планируется продолжить в будущем году.

Сохранение всего лучшего, что было достигнуто в системе образования в предшествующий исторический период, и развертывание новых эффективных моделей подготовки кадров для общества – такова, на наш взгляд, стратегическая цель модернизации системы образования. И как часть этой системы коллектив МарГТУ полон решимости и далее вносить достойный вклад в это благородное и очень нужное для страны дело.

G.S. Oshchepkov

Mari State Technical University: the Past and the Present

УДК 630: 331.108 (470.40/.43)

М.М. Котов, Е.М. Романов

Котов Михаил Михайлович родился в 1939 г., окончил в 1962 г. Поволжский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологии Марийского государственного технического университета, почетный академик Международной академии высшей школы. Имеет более 200 печатных научных работ по проблемам лесной генетики и селекции, биологии, экологии и недревесным ресурсам леса.



Романов Евгений Михайлович родился в 1948 г., окончил в 1971 г. Марийский политехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой лесных культур и механизации лесохозяйственных работ, первый проректор Марийского государственного технического университета. Имеет более 90 печатных работ по вопросам биологии и экологии молодых древесных растений, технологии выращивания посадочного материала и лесных культур, утилизации коммунально-бытовых и промышленных отходов.



ПРОБЛЕМЫ КАДРОВОГО И НАУЧНОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Изложено видение авторами проблем профессионального образования в части обеспечения лесного комплекса кадрами и научного его сопровождения.

лесной комплекс, проблемы, подготовка специалистов, научные школы.

Квалификация рабочих и специалистов, постоянный научный поиск новых путей и технологических решений являются движущей силой поступательного развития производства при любой политической системе в государстве и независимо от экономического уклада.

Многоуровневая вертикаль подготовки специалистов в России сложилась давно. Она обеспечивала потребности государства в квалифицированных кадрах рабочих разных профессий, специалистов со средним и высшим образованием, ученых, педагогических работников. Оставалась проблема соответствия уровня образования замещаемым должностям и неукоснительного выполнения этого регламента на рабочих местах. Несмотря на отраслевые нормативы, в полной мере эта проблема в лесном комплексе не решалась, наблюдался дисбаланс между уровнем образования и занимаемой должностью.

Главные причины такого дисбаланса: неполная востребованность полученных знаний на производстве; несовершенство экономической и пра-

вовой базы, которая обеспечивала бы точное соответствие образования занимаемой должности.

Так было в недавнем прошлом, когда вузы и техникумы готовили специалистов по отраслевому принципу. Перестроечные процессы в России затронули и сферу подготовки специалистов. На наш взгляд, сейчас можно подвести первые итоги.

Что изменилось за это время: потребители, качественные характеристики специалистов, востребованность? Ликвидация Минлеспрома, Госкомлеса, Федеральной службы лесного хозяйства – главных заказчиков лесных специалистов, массовое сокращение и разорение производства, «прорастание на субстрате» государственных предприятий частных структур под разными вывесками и почти всюду под патронажем руководства государственных предприятий, возникновение множества потребителей лесных ресурсов, лозунг которых «рубль (лучше доллар) – любой ценой, а после меня хоть трава не расти», по существу уничтожили функционировавшую ранее стройную систему управления отраслями лесного комплекса. Бывшего генерального заказчика кадров не стало, а новый не появился. Министерству образования ничего не оставалось делать, как в качестве главного приоритета высшего образования признать удовлетворение потребностей граждан, а уж потом обеспечение отраслей специалистами. Заодно системе специального образования пришлось снять с себя ответственность за распределение молодых специалистов на работу.

Не нужно быть великим пророком, чтобы не понимать очевидную истину: есть надежный заказчик – будет устойчиво работать система профессионального образования. Каковы же обозримые горизонты лесного комплекса как потребителя специалистов? Ответ лежит на поверхности – люди видят, в каком состоянии находится производство в лесопромышленном комплексе. Дотянулись реформаторы и до лесного хозяйства. Система управления им разрушается усиленными темпами. Просматривается ясная, но страшная перспектива: о лесных культурах, питомниках, семенном хозяйстве, рубках ухода в их классическом понимании, лесозащите, охране лесов от нарушений и даже от пожаров останутся одни воспоминания.

Что же будет делать система профессионального образования? Она будет стремиться выживать, перекладывая заботы по подготовке кадров на плечи самих учащихся или регионов. Придуман уже и механизм реализации этого пути. Он называется ГИФО (государственные именные финансовые обязательства). В итоге даже самые одаренные студенты вузов по техническим специальностям будут обеспечиваться финансированием из государственного бюджета не более чем наполовину в сравнении с реальными потребностями для подготовки инженера по мировым стандартам. Откуда брать остальное финансирование, а также средства на обучение менее одаренной молодежи? Это первая проблема.

Вторая проблема – каких специалистов готовить? Честно сказать, язык не поворачивается говорить плохие слова в адрес инженеров и техников, выходящих из стен вузов и техникумов России. Можно привести мно-

жество примеров подъема производства казалось бы из самых безнадежных ситуаций, высокую оценку труда российских специалистов за рубежом, глубокое уважение к вузовским коллективам России со стороны обучающихся в них зарубежных специалистов. Как же коснулись реформы этой стороны проблемы? К чему привела продекларированная университетизация и гуманитаризация образования? Проанализируем это на примере технических вузов лесного комплекса.

Преобразование в университеты означает, как минимум, расширение набора специальностей в вузе и резкое увеличение доли так называемой фундаментальной подготовки (естественно, за счет сокращения профессиональной). Результат – массовое переименование обычных технических и политехнических вузов в технические и технологические университеты, беспрецедентное увеличение числа специальностей в них. Следствием является логическая цепочка: потоки студентов уменьшились, нагрузки на преподавателей резко возросли, время на научную работу у них сократилось, появился дефицит в аудиторном фонде, средствах учебно-методического обеспечения учебного процесса, учебно-научно-производственной базе, квалифицированных преподавателях, некуда стало трудоустраивать молодых специалистов. Возникает вопрос: кому от такой реформы стало хорошо? Государству, вузам, невостребованным специалистам?

Гуманитаризация технического образования на практике означает открытие специальностей гуманитарного профиля в технических вузах, постепенную перекачку штатов ППС со специальных и выпускающих кафедр, усиление напряженности в ресурсном обеспечении учебного процесса, перекос в престиже специальностей. В результате общество оказалось переполнено дипломированными экономистами, юристами, управленцами, а промышленность и сельское хозяйство «лежат на боку». Может быть, уменьшились преступность, наркомания, безнравственность, коррупция и прочие характеристики или стали теплее отношения между руководителями и руководимыми, между людьми вообще? Если нет, то на что же направлено реформирование образования?

И, наконец, третья проблема – число специалистов, выпускаемых вузами и техникумами. Ситуацию рассмотрим на примере Приволжского федерального округа. В 12 вузах готовят специалистов по 6 инженерным специальностям лесного комплекса. На них обучаются около 6200 студентов, в том числе по машинам и оборудованию лесного комплекса 810 (4 вуза), лесоинженерному делу 370 (2 вуза), технологии деревообработки 625 (3 вуза), технологии химической переработки древесины 220 (1 вуз), лесному и лесопарковому хозяйству 3700 (10 вузов), садово-парковому и ландшафтному строительству 430 (3 вуза).

Требуется ли производству в округе столько инженеров? Отрицательный ответ очевиден, особенно по специальности 260400 – Лесное и лесопарковое хозяйство. Между тем, за годы перестройки эта специальность открыта в 5 вузах из 12! Кому и для чего это нужно? Зачем тратятся государственные средства? Можно ли остановить этот процесс? Как централи-

зовать размещение государственных заказов на подготовку инженеров в условиях махрового протекционизма?

С научным сопровождением производства в лесном комплексе дело обстоит еще сложнее, чем с подготовкой. Известно, что в России сложилась система сосредоточения научного потенциала в академических, отраслевых и вузовских центрах. При этом существует и разделение сфер приложения сил. Академическим институтам отводится роль разработчиков общих (фундаментальных) проблем, отраслевым – решение прикладных задач отраслей, а вузам приходится приспосабливаться, либо вписываясь в политику НИР Минобразования, либо посредством поиска заказов, либо через систему конкурсов. Общий экономический обвал в стране не мог не отразиться на финансировании вузовской науки в лесной сфере. Это касается теоретических и прикладных разработок, конструкторской деятельности, внедрения научных разработок в производство. Без этих составляющих обречены научные школы, а вместе с ними и вузы. Уже сейчас можно констатировать ощутимое отставание отечественных научных разработок в области техники и технологий в лесном комплексе от мирового уровня.

Относительно лесных сырьевых ресурсов политика была ориентирована на естественное и искусственное воспроизводство преимущественно хвойных пород. Дубовая древесина пользовалась невысоким спросом, а березу относили к нежелательным породам, поэтому ее убирали в первую очередь при рубках ухода и несплошных рубках главного пользования. Такая лесоводственная и хозяйственная оценка существовала длительное время. Успехи в развитии техники и технологий последних лет существенно изменили ситуацию в пользу березы и дуба. Этот пример показывает, что лесоводам необходимо быть готовыми к принципиальным поворотам требований рынка и идти по пути формирования смешанных лесных насаждений в сочетании с плантационными культурами целевого назначения.

Для лесоводов жизненно важными являются вопросы пользования лесными ресурсами. В СССР лесхозы осуществляли все виды пользования. Теперь под лозунгом проведения реформ происходит, по существу, травля лесоводов, им запрещено заниматься рубками главного пользования, разделено имущество, навязана идея аренды, ликвидирована годами отлаженная система управления лесным хозяйством, внедряется в стране мысль, что лесовод как «белоперчаточник» должен контролировать выполнение арендатором работ по лесопользованию и лесовосстановлению, но не заниматься непосредственно хозяйственными мероприятиями.

Итог – в самой крупной лесной державе мира нет отраслевого штаба в центре, сведена до минимума роль служб в регионах, даже в малолесных и густонаселенных районах не вырубается расчетная лесосека, парализована лесохозяйственная деятельность лесхозов. Между тем, «отцы» перестройки и их единомышленники, возвращаясь из многочисленных зарубежных командировок, восхищаются тем, что каждый клочок лесной земли частные владельцы используют с экономической выгодой, демонстрируют множество фактов разумного прибыльного пользования лесными ресурсами. Выхо-

дит, что за рубежом рациональное лесопользование – благо, а в России – зло?

Мы сознательно обострили формулировки проблем по той причине, что искренне жаль добрых позиций, которые система образования имела и которые ныне растеряны либо теряются вместо того, чтобы очиститься от всего наносного, мешающего динамичному развитию, и закреплять накопленный национальный опыт.

M.M. Kotov, E.M. Romanov

Problems of Personnel and Scientific Maintenance of Forest Complex in the Middle Volga Region

The authors' vision on problems of professional education aimed at providing forest complex with human resources and its scientific maintenance is stated.



УДК 630*61:630.001.63

П.М. Верхунов

Верхунов Павел Максимович родился в 1929 г., окончил в 1951 г. Поволжский лесотехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесной таксации и лесоустройства Марийского государственного технического университета, академик РАЕН. Имеет около 400 печатных работ по вопросам организации и ведения лесного хозяйства в лесах различного целевого назначения, разработки нормативов лесоинвентаризационных работ и учета лесных ресурсов.



ПОКАЗАТЕЛИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕСОУСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Раскрыты критерии оценки качества лесоустроительного проектирования, принципы экономического обоснования лесохозяйственных мероприятий и основ ведения лесного хозяйства в лесхозах в современных условиях.

лесоустройство качество проекта, экономическое обоснование мероприятий, простое и расширенное воспроизводство, ведение хозяйства в лесхозах.

Лесоустройство представляет собой специализированный вид лесохозяйственной деятельности, обеспечивающий разработку системы мероприятий по воспроизводству, непрерывному неистощительному лесопользованию, охране и защите лесов, повышению доходности лесного хозяйства. В условиях рыночной экономики все проектировки лесоустройства должны содержать конкретные показатели реальности и эффективности предлагаемых мероприятий по организации и ведению хозяйства в устраиваемом лесхозе.

Качество лесоустроительного проектирования оценивается исходя из следующих положений:

1) в какой мере лесоустройством реализованы существующие директивы правительства по перспективным задачам лесного хозяйства и лесных производств по воспроизводству, охране и защите, повышению продуктивности лесов, лесочетным работам, лесопользованию, требования отраслевых, законодательных и исполнительных органов власти по ведению лесного хозяйства, охране природных ресурсов и окружающей среды, оформленные в виде нормативно-правовых актов;

2) насколько обеспечена рациональность, непрерывность и неистощительность использования лесных ресурсов в предстоящем периоде для удовлетворения потребностей отраслей экономики и лесного рынка в древе-

сине, недревесных продуктах и полезностях леса в увязке с требованиями охраны природы;

3) какие произойдут в лесном фонде изменения, влияющие на природоохранное значение лесов (процент лесистости, доля участия лесов I группы в общей площади лесного фонда, процент несплошных рубок в общем объеме главного лесопользования, доля ОЗУ в лесном фонде), к концу ревизионного периода в результате выполнения проектировок лесостроительства;

4) как обеспечен лесхоз основными фондами, квалифицированными кадрами рабочих и ИТР, как решаются социально-бытовые задачи;

5) насколько повысится интенсивность ведения и уровень доходности лесного хозяйства к концу ревизионного периода.

Все затронутые вопросы следует оценивать исходя из лесоводственной и экономической целесообразности проектируемых мероприятий.

Улучшение состояния лесного фонда и повышение продуктивности лесов входят в число основных задач лесохозяйственной деятельности и лесостроительного проектирования. Поэтому, проанализировав все лесохозяйственные мероприятия и размеры лесопользования по лесхозу, следует в проекте привести количественные показатели, ожидаемые в лесном фонде к концу ревизионного периода:

а) изменения в распределении общей площади лесного фонда по категориям земель;

б) динамику лесного фонда по площади в размере хозяйств (хвойное, твердолиственное, мягколиственное) и возрастных групп (молодняки, средневозрастные, приспевающие, спелые и перестойные);

в) позитивные изменения в распределении лесопокрытой площади по преобладающим породам, классам бонитета и полнотам;

г) улучшение противопожарного, санитарного состояния и биологического разнообразия лесов, обеспеченности лесными дорогами;

д) повышение продуктивности лесов за счет увеличения среднего прироста запаса насаждений.

Лесостроительство анализирует уровень интенсивности хозяйства в лесхозе на начало и конец ревизионного периода. Сравнительная оценка может быть дана по специальной шкале [2].

Экономическое обоснование проектируемых лесостроительством на ревизионный период лесохозяйственных мероприятий в условиях рыночной экономики базируется на признании основным товаром древесины, выращенной на корню в размере расчетных лесосек главного и промежуточного пользования. Товаром является также недревесная продукция, возможные ежегодные объемы заготовки которой рассчитываются в проекте. Природные средообразующие, природоохранные и другие полезные свойства леса имеют не менее важное экологическое, экономическое и социальное значение, и при наличии соответствующих нормативов может определяться их стоимостная оценка.

Рациональное использование лесных ресурсов, повышение продуктивности лесов, проведение различных лесохозяйственных мероприятий связаны с определенными затратами труда и денежных средств. В связи с этим необходимо определить, в какой мере и в какие сроки возмещаются эти затраты, установить эффективность выполненных работ.

Составными элементами экономического обоснования проектируемых лесохозяйственных мероприятий в лесоустроительном проекте являются:

- 1) затраты на проведение региональной системы лесохозяйственных мероприятий по каждой хозсекции и оценка их эффективности;
- 2) возрасты экономической спелости по хозсекциям по максимальной лесной ренте;
- 3) экономическая эффективность комплекса мер по расширенному воспроизводству лесных ресурсов;
- 4) доходы и затраты по каждому варианту программ воспроизводства лесных ресурсов и их эффективности в пределах экономически доступных ресурсов леса;
- 5) лесной доход по выбранному варианту и источники финансирования для организации устойчивого управления лесами.

Исходя из теории воспроизводства лесных ресурсов, все затраты на лесное хозяйство должны подразделяться на две категории:

а) обеспечивающие простое воспроизводство лесных ресурсов в текущей, оперативной деятельности, образующие себестоимость продукции (полезности) леса;

б) направленные на расширенное воспроизводство этих же ресурсов в долгосрочных, стратегических направлениях отрасли, являющиеся по своей природе капитальными вложениями (инвестициями) в лесное хозяйство.

Каждая из этих категорий имеет разные методы расчета экономической эффективности и точность результатов [4]. В первом случае основными показателями экономической оценки лесохозяйственных мероприятий являются: $ЧД_3$ – чистый доход затрат (лесная рента) и $ИД_3$ – индекс доходности затрат. Они определяются соответственно формулами

$$ЧД_3 = Ц_{пр} - (C_b + C_3 + C_{тр} + П_b + П_3 + П_{тр});$$

$$ИД_3 = \frac{\times \ddot{A}_c}{\ddot{A}_a + \ddot{N}_c + \ddot{N}_{до}}$$

где

- $Ц_{пр}$ – рыночная цена реализуемой лесопродукции;
- C_b – затраты на выращивание лесного ресурса;
- C_3 – затраты на заготовку лесопродукции;
- $C_{тр}$ – затраты на доставку лесопродукции до рынков сбыта;
- $П_b, П_3, П_{тр}$ – нормативная прибыль хозяйствующих субъектов на перечисленные виды работ.

Эффект от затрат на ведение лесного хозяйства в этом случае выражается нормативом неистощительного постоянного пользования соответ-

вующим ресурсом или комплексом ресурсов в натуральном или стоимостном выражении.

При экономическом обосновании затрат на мероприятия по расширенному воспроизводству лесных ресурсов приходится учитывать, что в лесном хозяйстве имеет место значительный разрыв во времени от начала производства работ и до получения эффекта. Для приведения разновременных эффектов и затрат в сопоставимый вид используется известный прием дисконтирования.

Среди рекомендуемых показателей эффективности инвестиций на расширенное воспроизводство (чистый доход, чистый дисконтированный доход, индекс доходности инвестиций, срок окупаемости) в лесоустройстве наиболее приемлемым, обобщающим является индекс доходности инвестиций, вычисляемый по формуле

$$\dot{E}\dot{A}_e = \frac{\sum_{t=0}^{\dot{t}} \times \dot{A}b_{\dot{a}}}{\sum_{t=0}^{\dot{t}} \dot{E}b_{\dot{e}}},$$

где $\dot{C}\dot{D}$ – чистый доход, получаемый в результате проводимых мероприятий;

K – капитальные вложения на весь комплекс мероприятий;

b_d – коэффициент дисконтирования чистого дохода;

b_k – коэффициент дисконтирования капиталовложений (инвестиций).

Для определения экономической эффективности мероприятий по расширенному воспроизводству в лесном хозяйстве используется рекомендованный в отечественной и зарубежной практике прием «с ним» (т. е. с мероприятием) и «без него» в сопоставимых объектах.

Экономическая доступность ресурсов леса на каждой хозсекции, а внутри нее по отдельным участкам леса также определяется на основе чистого дохода затрат, в том числе древесины от рубок главного и промежуточного пользования, недревесных ресурсов леса. Экономически доступными считаются лесные ресурсы, для которых $\dot{C}\dot{D}_3 \geq 0$.

Экономическое обоснование в лесоустройстве применяется также при разработке основ ведения лесного хозяйства, определяющих лесоводственно-технические формы и направления развития хозяйства в лесхозе. Это касается образования хозяйственных частей и выделения хозяйственных секций, выбора способа главной рубки, использования рекреационных свойств леса и др.

При значительном разнообразии таких областей лесоустроительного проектирования по лесхозу учет положительного эффекта от их внедрения требует в каждом отдельном случае особой методики расчета экономической эффективности.

Так, образование хозчастей в лесхозе создает предпосылку для дифференцированного ведения лесного хозяйства соответственно целевому назначению и режиму хозяйства в каждой из них. Выделение новой хозчасти

усложняет деятельность лесхоза. В этом случае экономический анализ сводится к сопоставлению потерь лесопродукции и дополнительных затрат, вызванных новым направлением ведения хозяйства, с получением возможного эффекта от выделяемой в лесном фонде новой хозчасти.

Выделение хозсекций в большей мере связано с выбором целевой породы, обеспечивающей потребности разных производств, получением максимального дохода от лесопользования. Эффективность выращивания отдельных пород в данном ТЛУ в лесном фонде оценивается на основе следующих показателей: класс бонитета, возраст рубки, запас спелого древостоя на 1 га, средний прирост запаса на 1 га, стоимость запаса, стоимость продукции промежуточного пользования и недревесной продукции леса.

Однако до настоящего времени не разработаны показатели объективной оценки потребительских свойств всего разнообразия древесных пород, чтобы выявить диапазон и приоритет применения каждой породы в той или иной области. К тому же каждая лесобразующая порода влечет за собой определенный набор средообразующих полезностей и недревесных ресурсов леса, обладающих своими, характерными для них потребительскими свойствами. Поэтому при обосновании целевых и сопутствующих пород в каждой хозсекции предпочтительнее те варианты, которые при равном стоимостном эффекте дают более широкий набор потребительских свойств, способствуют разнообразной ресурсообеспеченности и охране окружающей среды.

Эффективность мероприятий по лесовыращиванию в лесоустройстве определяется по основным показателям изменения лесного фонда на начало и конец ревизионного периода: лесопокрытая площадь по хозяйствам, средний возраст, полнота, запас и прирост на 1 га, размер лесопользования на 1 га лесопокрытой площади.

Обоснование способа главной рубки леса базируется на сравнительной оценке различных способов рубки с учетом их экономической эффективности [1, 3, 6]. При этом необходимо принимать во внимание фактор времени в виде сокращения оборота рубки. Определяется себестоимость лесозаготовок на 1 га, лесовыращивания, стоимость вырубемого леса. В расчеты включаются коэффициент дисконтирования при создании лесных культур, экономические потери на приросте древесины на период лесовозобновления, удорожание затрат заготовки и первичного транспорта леса в связи с усложнением технологии лесозаготовок и др.

При использовании рекреационных свойств леса требуются дополнительные затраты на ведение лесного хозяйства для организации территории, улучшение ландшафтов, защиту и охрану насаждений и т. п. [5]. В этом случае экономическая оценка видов затрат и доходов проводится для двух хозяйств: где используются рекреационные свойства или основным направлением является лесозаготовка. Эти расчеты позволяют установить сумму дотаций из госбюджета на ведение хозяйства в лесах, предназначенных для отдыха населения.

Для экономического обоснования лесоустроительного проектирования требуется организовать в лесхозах систему технико-экономической информации с непрерывно обновляемым банком данных на ЭВМ по мере изменения рыночной конъюнктуры на лесные ресурсы, технологий, технических средств, организации производства и иных нововведений в лесном хозяйстве.

Если отсутствуют надежные показатели затрат на ведение лесного хозяйства в устраиваемом лесхозе, могут быть использованы усредненные нормативы затрат на лесохозяйственные работы, применяемые при лесоустроительном проектировании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бугаев В.А. Основы лесоустройства: Учеб. пособие. – Воронеж: ВГУ, 1993. – 232 с.
2. Верхунов П.М. и др. Лесоустройство. Проект организации и ведения лесного хозяйства лесхоза: Учеб. пособие. – 4-е изд., перераб., доп. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 172 с.
3. Кожевников А.И., Янушко А.Д., Климович Л.К. Сравнительная экономическая эффективность сплошнолесосечных и несплошных рубок главного пользования // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. тр. – Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 1998. – Вып. 49. – С. 188–198.
4. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов: Официальн. изд., 2-я ред. – М.: Экономика, 2000. – 54 с. (Утв. Минэкономикой РФ, Минфинансов РФ, Госкомитетом РФ по строит., архитект. и жилищ. политике, ВК 477 от 21.06.1999).
5. Тарасов А.И. Экономика рекреационного лесопользования. – М.: Наука, 1980. – 136 с.
6. Ширнин Ю.А., Успенский Е.И., Белоусов С.А. Технология и эффективность рубок с естественным возобновлением леса: Учеб. пособие. – Йошкар-Ола: МарПИ, 1991. – 100 с.

P.M. Verkhunov

Efficiency Data on Forest Management Design

Criteria of assessment of forest management design are revealed as well as principles of feasibility study of forestry measures and basic forest management in forestry enterprises in modern conditions.



УДК 630*232:630*161.22

М.А. Карасева

Карасева Маргарита Антиповна родилась в 1941 г., окончила в 1965 г. Поволжский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесных культур и механизации лесохозяйственных работ Марийского государственного технического университета. Имеет более 90 печатных работ в области искусственного лесовосстановления и интродукции древесных растений.



ПРОДУКТИВНОСТЬ И УГЛЕРОДОДЕПОНИРУЮЩИЕ ФУНКЦИИ ЛИСТВЕННИЧНЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Определены показатели продуктивности фитомассы и углерододепонирующих функций древостоев лиственницы сибирской. Установлена доля участия в ассимиляционном процессе углекислого газа, доставляемого водным током в крону. Приведены параметры годичной продукции фитомассы, определенные по хлорофилльному индексу.

фитомасса, лиственница сибирская, депонирование углерода, фотосинтез, хлорофилл.

В настоящее время многие ученые отмечают значительную роль лесных экосистем в регулировании содержания CO₂ атмосферы, что особенно важно для биосферы и человека [4, 9–12]. Увеличить депонирование атмосферного углерода, по мнению ряда авторов [4, 9], можно, сохраняя леса и повышая их продуктивность, эффективность лесовосстановления, проводя реконструкцию непродуктивных насаждений. По мнению А. И. Уткина [10], для создания углерододепонирующих насаждений наиболее перспективна лиственница, так как при выращивании за пределами естественного ареала она интенсивно растет в молодом возрасте, древесина ее стойка к гниению. Эти свойства лиственницы позволяют сочетать относительно большие объемы (по сравнению с другими породами) депонирования углерода и длительное его аккумулялирование.

Цель наших исследований – оценить продуктивность фитомассы и углерододепонирующие функции искусственных фитоценозов лиственницы сибирской в Среднем Поволжье, создать базу экспериментальных данных, характеризующих запасы и депонирование углерода.

Различные подходы к оценке депонирования углерода в лесах России были проанализированы во ВНИИЦлесресурс, для чего разработана ме-

тодика определения запаса, среднего ежегодного прироста и баланса углерода [9]. Данный методологический подход основан на анализе оценок биологической продуктивности экосистем. Сравнительная оценка депонирования углерода проводилась нами по трем различным методикам: 1) определение запасов общей фитомассы фитоценозов, расчет показателей аккумулярования углерода и его средней ежегодной продукции; 2) расчет скорости поглощения CO₂ листьями через устьица по экспериментальным данным [5, 6] об интенсивности фотосинтеза и дыхания хвойных древесных пород в Среднем Поволжье, размерах фотосинтетического аппарата, массе хвои на 1 га древостоя; 3) определение проективного содержания хлорофилла, или хлорофилльного индекса, так как проведенные исследования и литературные данные показывают, что продуцирование органической массы тесно связано с работой ассимиляционного аппарата, содержанием хлорофилла в хвое и массой хвои на дереве.

В чистых лиственных культурах с учетом их возраста, полноты, определяли конверсионные коэффициенты по фракциям фитомассы (стволы, ветви, корни, хвоя). Измерения проводили на 20 пробных площадях, взвешивая фракции фитомассы 120 модельных деревьев. Запас аккумуляруемого углерода рассчитывали по запасам фракций, учитывая, что в 1 кг сухой массы стволов, ветвей и корней содержится примерно 0,5 кг углерода, 0,45 кг листьев и хвои [4, 8, 11]. Данные о фитомассе в чистых культурах лиственницы сибирской, произрастающих на дерново-среднеподзолистых суглинистых почвах в условиях свежей сурамени, приведены в табл. 1.

Основные запасы углерода лесных экосистем сосредоточены в надземной фитомассе, особенно в стволовой древесине, процент которой у лиственных фитоценозов Среднего Поволжья с возрастом увеличивается до 80 %.

Для расчета запасов абс. сухой фитомассы определяли содержание сухого вещества в каждой фракции. В древесине ствола в июле – августе его было в среднем 45 ... 47, в растущих побегах – 38, в хвое – 31 %.

Показатели запаса сухой надземной фитомассы, характеризующие способность лиственницы сибирской продуцировать органические вещества

Таблица 1

Возраст, лет	Число деревьев, тыс. шт. на 1 га	Средние		Сырая надземная масса, т/га			
		H, м	D, см	стволов	ветвей	хвои	Итого
10	1,5	5,7	6,8	33,6	15,6	14,6	63,4
20	1,4	12,4	16,0	100,7	28,8	22,0	151,5
30	1,0	17,5	19,0	184,7	30,2	19,0	233,9
40	0,9	20,5	21,5	266,4	31,1	16,9	314,4

Таблица 2

Возраст, лет	Сухая фитомасса, т/га	Годичная продукция фитомассы, т/га	Запас углерода, т/га			Годичное депонирование углерода, т/га
			Ствол, ветви, корни	Хвоя	Всего	
10	39,9	10,07	15,7	3,8	19,5	1,87
20	74,6	7,81	34,2	2,7	36,9	1,81
30	116,6	8,14	55,2	2,8	58,0	1,85
40	160,2	8,60	76,7	3,0	79,7	1,93
70	315,4	13,50	152,0	5,1	157,1	2,22

в лесорастительных условиях Среднего Поволжья, а также размеры депонирования углерода приведены в табл. 2.

Фитомассу других ярусов растительности не учитывали, так как развитие ее было слабым в связи с высокой сомкнутостью полога и малым проникновением солнечной радиации (8-9 % от суммарной) под полог основного яруса.

Депонирование углерода 10-летними культурами лиственницы в Среднем Поволжье выше, чем культурами хвойных пород Европейско-Уральской части России, которое, по данным А.С. Исаева и др. [4], составляют 1,079 т/га в год. В Западной и Восточной Сибири, в ареале произрастания лиственницы сибирской, эти показатели равны соответственно 0,942 и 0,990 т/га в год, т. е. почти в два раза меньше, чем в Среднем Поволжье.

Для расчетов параметров первичной продуктивности и ежегодного прироста содержания углерода в лиственничных фитоценозах по поглощению CO_2 листьями через устьица использовали экспериментальные данные об интенсивности фотосинтеза и дыхания хвойных древесных пород в Среднем Поволжье, времени работы фотосинтетического аппарата и массе хвои на 1 га древостоя. Интенсивность фотосинтеза и дыхания определяли методом ассимиляционной колбы [3] и кондуктометрическим методом с применением высокостабильного прибора [6], содержание хлорофилла в хвое находили по методу Т.Н. Годнева [2] на приборе КФК-2.

Среднегодовалые значения интенсивности нетто-ассимиляции и дыхания хвои однолетних побегов на 11...12 ч дня за период май – июль (мг/(г·ч) на сухую массу хвои) приведены в табл. 3.

Таблица 3

Древесная порода	Нетто-ассимиляция			Дыхание		
	x	$\pm m_x$	$C, \%$	x	$\pm m_x$	$C, \%$
Лиственница сибирская	3,00	0,29	55,7	1,90	0,31	105,6
Ель европейская	1,09	0,18	67,0	0,75	0,09	61,2
Сосна обыкновенная	1,12	0,09	34,6	0,85	0,15	79,2

Фотосинтез и дыхание являются информационными показателями, характеризующими первичную продуктивность и жизнеспособность деревьев. У лиственницы сибирской наблюдается наибольшая по сравнению с другими хвойными породами региона интенсивность фотосинтеза.

В настоящее время недостаточно исследованы пути транспорта и реутилизация углекислого газа в пределах самого растения как биологической системы, с учетом ее термодинамических свойств. При использовании существующих методов определения интенсивности CO_2 -газообмена растений учитывается только углекислый газ, поступающий из атмосферы в листья через устьица и совершенно не учитывается доля CO_2 , вовлекаемая в ассимиляционный процесс и доставляемая в листья вместе с водным током. Как установлено [1 и др.], определенные количества CO_2 почвы могут поглощаться корневыми системами растений и вместе с водным током транспортироваться к листьям, компенсируя их потребность в углекислоте. К этому потоку добавляется доля CO_2 , образуемая живыми клетками древесины в процессе дыхания и накапливаемая в сосудах и трахеидах, поскольку камбий относительно непроницаем для газов [7]. Экспериментально доказано, что углекислый газ, транспортируемый по растению водным током, может непосредственно включаться в состав метаболитов как путем темновой фиксации, так и в результате фотосинтетического цикла восстановления [1]. Повышенная активность этого потока CO_2 объясняется тем, что, растворяясь в воде, он образует угольную кислоту, молекулы которой диссоциируют в воде на ионы H^+ и HCO_3^- . Таким образом, можно говорить по крайней мере о двух потоках CO_2 , используемых в процессе фотосинтеза. Аналогичная ситуация складывается и с CO_2 -газообменом при дыхании.

Из расчетов, выполненных на основе данных А.В. Веретенникова [1], следует, что доля CO_2 , доставляемого водным током в хвою сосны обыкновенной, оценивается на уровне 0,97 ... 2,17 мг/(г·ч). Для лиственницы сибирской, по нашим данным, эта цифра достигает в среднем 4,0 ... 7,5 мг/(г·ч), что сопоставимо с результатами расчетов для сосны обыкновенной. В зависимости от конкретных экологических условий и внутренних факторов доля CO_2 , доставляемого водным током в крону (листья), может достигать конкретных реальных значений, устанавливаемых экспериментально.

Для оценки первичной продуктивности несомкнувшихся ценозов лиственницы сибирской использовали методику расчета годичной продукции по хлорофилльному индексу (проективному покрытию хлорофилла). Последний показатель корреляционно тесно связан с годичной продукцией и годичным депонированием углерода. Среднее содержание хлорофилла в хвое лиственницы составляло 3,75 ... 4,20 мг/г сухой хвои [6]. Хлорофилльный индекс у 10-летних культур изменялся от 11 до 35 кг на 1 га. С помощью световой энергии, поглощенной 1 кг хлорофилла, связывается в среднем 110 ... 128 кг углерода. Годичная продукция сухого вещества, опреде-

ленная по фракциям фитомассы, составляет в среднем 3,46 т/га в год, по хлорофилльному индексу 3,38 т/га в год.

Данная методика позволяет сравнивать различные технологии, применяемые для создания углерододепонирующих насаждений, и определять размеры продуцирования углерода фитоценозами в фазе их индивидуального роста с меньшими затратами времени по сравнению с другими методами. При оценке продуктивности и фотосинтетического стока искусственных фитоценозов в фазе формирования древостоя хлорофилльный индекс обладает меньшей информативностью, что обусловлено различным световым довольствием и разнокачественностью хвои.

Проведенные исследования показали, что депонирование углерода 20–40-летними лиственными фитоценозами в Среднем Поволжье составляет 2,0 ... 2,5 т/га в год, а аккумуляция углерода в наиболее продуктивных 70-летних насаждениях достигает 150 т/га.

При глобальных расчетах объемов депонирования углерода методом расчета скорости поглощения CO₂ через устья для получения более точных данных необходимо учитывать участие в ассимиляционном процессе углекислого газа, доставляемого водным током в крону, реальные конкретные значения которого устанавливаются в зависимости от экологических условий, вида древесных растений и других факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Веретенников А.В.* Физиологические основы устойчивости древесных растений к временному избытку влаги в почве. – М.: Наука, 1968. – 215 с.
2. *Годнев Т.Н.* Строение хлорофилла и методы его количественного определения. – Минск, 1952. – 327 с.
3. *Иванов Л.А., Коссович Н.А.* Полевой метод определения фотосинтеза в ассимиляционной колбе // Ботан. журн. – 1946. – Т. 31, № 5. – С. 3–12.
4. *Исаев А.С.* и др. Экологические проблемы поглощения углекислого газа посредством лесовосстановления и лесоразведения в России / А.С. Исаев, Г.Н. Коровин, В.И. Сухих и др. – М., 1995. – 148 с.
5. *Карасева М.А.* Лесные культуры лиственницы: Учеб. пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1996. – 66 с.
6. *Карасев В.Н.* Физиология растений: Учеб. пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 304 с.
7. *Крамер П. Д., Козловский Т.Т.* Физиология древесных растений / Пер. с англ. – М.: Лесн. пром-сть, 1983. – 464 с.
8. *Лархер В.* Экология растений / Пер. с нем. – М.: Мир, 1978. – 382 с.
9. *Писаренко А.И.* и др. Вклад лесов России в углеродный баланс планеты и проблема лесовосстановления / А.И. Писаренко, В.В. Страхов, Б.Н. Моисеев, А.М. Алферов // Использование и охрана природных ресурсов России. – М.: Ежемес. бюл. – 2000. – № 6. – С. 54–66.
10. *Уткин А.И.* Углеродный цикл и лесоводство. – М.: Лесоведение, 1995. – № 5. – С. 3–4.
11. Углерод в экосистемах лесов и болот России / Под ред. В.А. Алексева, Р.А. Бердси. – Красноярск: Ин-т леса СО РАН, 1994 (1995). – 224 с.

12. Усольцев В.А., Колтунова А.И. Оценка запасов углерода в фитомассе лиственных экосистем Северной Евразии // Экология. – 2001. – № 4. – С. 258–266.

M.A. Karaseva

Productivity and Carbon Storage Functions of Larch Phytocenoses in the Middle Volga Region

Productivity indices of phytomass and carbon storage functions of Siberian larch stands are determined. The share of participation in the assimilation process of carbonic acid gas brought by the water current to the crown is established. The examples of annual phytomass production determined according to chlorophyll index are given.

УДК 630*237

А.В. Кусакин

Кусакин Александр Васильевич родился в 1949 г., окончил в 1970 г. Марийский политехнический институт, в 1981 г. Московский гидромелиоративный институт, в 1995 г. Российскую академию государственной службы при Президенте Российской Федерации, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой экологии, почвоведения и природопользования Марийского государственного технического университета. Имеет 50 печатных трудов в области гидроресурсов, охраны и рационального использования природных ресурсов.



ВЫРАЩИВАНИЕ ЛЕСА В ЛЕСОМЕЛИОРАТИВНОМ ЗАКАЗНИКЕ «ЛЕБЕДАНЬ»

Показана лесоводственная эффективность осушения низинного болота в зависимости от его интенсивности и состояния мелиоративной сети. Определены основные физико-механические свойства древесины и основные факторы, влияющие на состояние древостоев.

гидроресурсов, охраны и рационального использования природных ресурсов, свойства древесины.

Лесомелиоративный заказник «Лебедань» общей площадью 1961 га образован постановлением Совета Министров Марийской АССР от 3 марта 1977 г. № 159 в лесах I группы на территории Кокшайского лесничества.

Таблица 1

Древесная порода	Площадь, десятины	Средний возраст, лет	Средний класс бонитета	Средняя полнота
Сосна	166,3	81	V,0	0,51
Береза	91,7	63	IV,9	0,72
Ольха	18,0	47	IV,0	0,70
Осина	7,2	70	IV,0	0,80
Итого	283,2	72	IV,9	0,60

Урочище «Лебедань» и прилегающие к нему болота входят в состав лесомелиоративного фонда Кокшайского лесхоза, осушенного в 1968 г. на площади 1673 га по одностадийному проекту, составленному Воронежской экспедицией «Союзгипролесхоз». Проектом предусматривалось и восстановление старой осушительной сети, проложенной в западной части массива на площади 382,4 га еще в 1912 г. Работы по ремонту осушительной сети протяженностью 11014 м были выполнены в 1972 г.

По данным лесоустройства 1913 г., эта часть болота «Лебедань» занимала площадь 334,4 десятины, в том числе лесопокрытая – 283,2 десятины. До осушения здесь росли низкобонитетные древостои, основные таксационные показатели которых приведены в табл. 1.

Исследования, проводившиеся А.А. Корепановым в 1972–1976 гг., показали, что за 60 лет после осушения части болота на нем сформировались высокопроизводительные сосняки, березняки и ольшаники II класса бонитета, IV–VII классов возраста. Средние таксационные показатели наиболее характерных пробных площадей в зависимости от расстояния до канала приведены в табл. 2.

Анализ полученных данных показал, что после осушения низинного болота в 1912 г. в течение 20 лет в приканальном пространстве увеличивался прирост деревьев по высоте, затем наступил спад, который, однако, можно разделить на два периода – удовлетворительного и плохого прироста. Удовлетворительный прирост в приканальной зоне продолжался 22 года, на межканальном пространстве 25 лет. Таким образом, общий удовлетворительный рост в приканальной полосе продолжался 42 года, между каналами – 41 год, затем в течение 18 и 19 лет до ремонта осушительной сети прирост был плохим [2].

Таблица 2

Номер пробной площади	Расстояние от канала, м	Состав	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Полнота	Средний возраст, лет	Класс бонитета	Запас, м ³ /га
6а	20	8С1Е1Б	25,4	22,5	0,90	102	II, 7	272
6б	125	8С1Е1Б	23,1	21,5	0,90	97	II, 8	255
6в	20	9С1Е	27,6	23,1	0,93	88	II, 1	347
7а	20	7С1Е2Б	31,1	23,3	1,05	117	II, 9	378
7б	135	8С1Е1Б	30,6	24,1	1,03	117	II, 4	361
7в	20	8С1Е1Б	31,7	25,0	1,25	124	II, 7	466

Ремонт осушительной сети выполнен через 60 лет после осушения. Как показали результаты наших исследований 1994–1996 гг., через 22...24 года после ремонта вновь наблюдалось увеличение прироста сосняков, сформировался второй ярус из ели (табл. 3). Шесть пробных площадей (с 8 по 13), по которым проведен учет, заложены ранее (табл. 2). На этих пробах за 22 года произошли значительные изменения как по составу насаждений, в связи с чем выделился второй ярус, так и по запасу. В среднем запас здесь увеличился с 346,5 до 460,1 м³/га, т.е. прирост за год составил 5,16 м³/га.

В то же время на трех пробных площадях, расположенных при работающих каналах, прирост равен 8,8, а на трех неработающих – 1,5 м³/га в год. Причем на пробных площадях 10 (6а) и 11 (7а), расположенных в 20 м по разным сторонам от неработающих каналов, он оказался отрицательным в связи с вторичным заболачиванием и вывалом сосны от ветра вдоль канала. Интенсивность осушения также повлияла на накопление запаса. Так, на расстоянии 20 и 125 м (середина межканального пространства) при рабо-

тающих каналах текущий периодический прирост за этот период составил 7,9 и 10,7 м³/га, при неработающих соответственно –1,0 и –6,6 м³/га в год. Это говорит о том, что при вторичном заболачивании больше ущемляются старовозрастные древостои в приканальной полосе.

Из табл. 3 видно, что семь пробных площадей заложены при работающих каналах, в том числе 5 – на расстоянии 20 м и 2 – в 125 м от канала. Шесть пробных площадей заложены в качестве контроля на неработающих каналах, в том числе 3 – на расстоянии 20 м и 3 – в 125 м от канала. Средние значения данных пробных площадей представлены в табл. 4.

Старовозрастные древостои сосны (121...132 года) стали развиваться у работающих каналов по II, у неработающих – по III классу бонитета. Ель в основном возникла после осушения болота (раньше – в приканальной полосе, позже – в межканальном пространстве), средний возраст соответственно 68 и 60 лет. Средние таксационные показатели ели на работающих каналах выше на расстоянии 20 м, чем в 125 м от канала. Так, средние запасы елового древостоя соответственно равны 155,5 и 147,1 м³/га. Эта тенденция сохраняется и на неработающих каналах, где запасы равны соответственно 103,7 и 66,2 м³/га.

В целом по насаждению состояние осушительной сети значительно влияет на накопление запаса, которое составляет в среднем по работающим каналам 561,4, по неработающим только 306,2 м³/га, т. е. потеря запаса составила 255,2 м³/га.

При анализе хода роста ели, произрастающей на низинном болоте во втором ярусе, было выявлено, что на пробных площадях при работающих каналах повсеместно наблюдается наибольший текущий прирост по диаметру, высоте и запасу по сравнению с теми, которые расположены на неработающих каналах. Чем ниже полнота первого яруса на работающих каналах, тем выше прирост. Это свидетельствует о необходимости проведения выборочных рубок для улучшения роста второго яруса. В зоне вторичного заболачивания такая закономерность не прослеживается. Здесь основным фактором, определяющим производительность древостоя ели, является уровень грунтовых вод (УГВ).

Необходимое понижение УГВ до 20 см на начало периода вегетации достигнуто лишь вблизи работающего канала и в середине межканального пространства. У неработающего канала корневые системы деревьев находятся в подтоплении, из-за чего снижается производительность древостоев и, следовательно, эффективность осушения. Норма осушения за вегетационный период для низинных болотных почв на средних и глубоких торфах составляет 30 ... 40 см [1]. Таким образом, режим увлажнения урочища «Лебедань» на работающих каналах благоприятен для произрастания древесной растительности в течение всего вегетационного периода, кроме мая, у неработающих – только в июле. Кроме того, лабораторный анализ образцов почвы показал, что содержание в корнеобитаемом слое почвы основных элементов питания убывает с глубиной и возрастает с увеличением проточности.

Таблица 3

Номер пробной площади	Расстояние от канала, м	Состояние канала	Состав по ярусам	ТЛУ	Средний возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Класс бонитета	Полнота	Запас на 1 га	
										сырораствующего леса, м ³	в том числе ели, %
1	20	Работающий	7,8С2,2Б	С ₃	150	30,0	40,4	II	0,46	224,2	-
			10,0Е		102	20,5	20,7	III	0,46	183,7	45,0
2	20	»	8,8С1,2Б	С ₃	125	28,0	38,8	II	0,63	301,8	-
			10,0Е		73	23,8	22,2	I	0,49	240,8	44,4
3	125	»	9,2С 0,8Б	С ₃	125	27,3	32,8	II	0,94	410,5	-
			9,4Е 0,6Б		50	17,0	17,2	II	0,69	188,5	29,9
4	20	»	9,4С0,6Б	С ₃	125	26,4	28,1	II	0,80	402,3	-
			8,3Е1,7Б		55	16,8	13,3	III	0,42	110,7	18,8
5	125	Неработающий	8,0С2,0Б	С ₄	125	26,0	26,4	II	0,54	214,0	-
			9,2Е0,8Б		55	13,5	11,3	III	0,28	56,7	14,0
6	20	»	10,0С	С ₄	125	27,2	29,3	II	0,50	256,1	-
			8,4Е1,6Б		60	16,2	16,8	III	0,28	88,1	22,7
7	125	»	10,0С	С ₄	120	22,3	25,6	III	0,46	162,4	-
			7,7Е2,3Б		63	15,8	16,4	III	0,23	55,7	20,7
8 (6в)	20	Работающий	8,9С1,1Б	С ₃	110	27,0	28,4	II	0,92	404,1	-
			9,5Е0,5Б		65	15,6	17,3	III	0,57	140,4	24,3
9 (6б)	125	Неработающий	10,0С	С ₄	119	25,5	23,5	II	0,75	312,5	-
			7,8Е2,2С		62	14,8	13,5	III	0,38	86,1	17,8
10 (6а)	20	»	6,8С3,2Б	С ₄	124	26,8	24,5	II	0,30	137,4	-
			9,5Е0,5Б		65	16,1	18,9	III	0,42	109,8	42,9
11 (7а)	20	»	9,2С0,8Б	С ₄	132	25,4	28,5	III	0,60	244,9	-
			9,0Е1,0Б		65	15,8	20,1	III	0,42	113,0	28,9
12 (7б)	135	Работающий	9,3С0,7Б	С ₃	132	28,5	34,1	II	1,05	491,6	-
			8,6Е1,4Б		67	17,5	22,8	III	0,37	105,7	12,3
13 (7в)	20	»	9,7С0,3Б	С ₃	149	26,8	33,2	II	1,22	513,4	-
			8,3Е1,7Б		70	15,8	17,0	III	0,41	101,9	14,3

Таблица 4

Номер проб- ной площади	Расстояние от канала, м	Состояние кана- ла	Состав по ярусам I II	Средний воз- раст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Класс бони- тета	Полнота	Средний запас растущего леса, м ³ /га
1,2,4 8,13	20	Работающий	<u>9,2С 0,8Б</u> <u>9,5Е 0,5Б</u>	<u>132</u> <u>73</u>	<u>27,3</u> <u>19,2</u>	<u>31,8</u> <u>17,9</u>	<u>II</u> <u>II</u>	<u>0,82</u> <u>0,48</u>	<u>369,2</u> <u>155,5</u>
Итого 3,12	– 125	– »	– <u>9,3С 0,7Б</u> <u>9,0Е 1,0Б</u>	– <u>128</u> <u>58</u>	– <u>27,9</u> <u>17,2</u>	– <u>33,9</u> <u>18,3</u>	– <u>II</u> <u>II</u>	1,30 <u>1,01</u> <u>0,51</u>	524,7 <u>451,0</u> <u>147,1</u>
Итого	–	–	–	–	–	–	–	1,52	598,1
Итого по работающим каналам			<u>9,3С 0,7Б</u> <u>9,3Е 0,7Б</u>	<u>130</u> <u>65</u>	<u>27,6</u> <u>18,2</u>	<u>32,7</u> <u>18,2</u>	<u>II</u> <u>II</u>	<u>0,92</u> <u>0,52</u>	<u>410,1</u> <u>151,3</u>
Всего	–	–	–	–	–	–	–	1,44	561,4
6,10 11	20	Неработающий	<u>9,0С 1,0Б</u> <u>9,3Е 0,7Б</u>	<u>127</u> <u>62</u>	<u>26,3</u> <u>16,0</u>	<u>28,0</u> <u>18,7</u>	<u>II</u> <u>III</u>	<u>0,48</u> <u>0,38</u>	<u>218,8</u> <u>103,7</u>
Итого 7,9 5	125	»	<u>9,4С 0,6Е</u> <u>7,7Е 2,3Б</u>	<u>121</u> <u>61</u>	<u>24,7</u> <u>14,7</u>	<u>24,7</u> <u>13,4</u>	<u>III</u> <u>III</u>	0,86 <u>0,58</u> <u>0,32</u>	316,5 <u>229,6</u> <u>66,2</u>
Итого	–	–	–	–	–	–	–	0,90	295,8
Итого по неработающим каналам			<u>9,2С 0,8Е</u> <u>8,7Е 1,3Б</u>	<u>124</u> <u>62</u>	<u>25,4</u> <u>15,5</u>	<u>26,0</u> <u>16,0</u>	<u>III</u> <u>III</u>	<u>0,53</u> <u>0,36</u>	<u>221,2</u> <u>85,0</u>
Всего	–	–	–	–	–	–	–	0,89	306,2

Таким образом, среди факторов, определяющих состояние древостоев на болоте, можно выделить четыре основных: возраст, полноту, уровень грунтовых вод и богатство торфяных почв.

Наши и ранее проведенные исследования по болоту «Лебедань» показали, что осушение низинных болот в Республике Марий Эл дает высокий лесоводственный эффект. Он проявляется в увеличении стволовой массы, а также в хорошем естественном лесовозобновлении на вырубках и под пологом леса, расширении биоразнообразия. К настоящему времени еловый подрост превратился во второй ярус под пологом соснового древостоя. Одновременно за 85-летний период осушения, благодаря хорошему разложению, торфяные почвы достигли значительного плодородия, обеспечивая высокую продуктивность второму ярусу.

Исследования основных физико-механических свойств древесины ели показали, что ее средняя базисная плотность около работающего канала составляет 344,6, около неработающего – 345,2, в середине межканального пространства 376,9 кг/м³. Она близка к плотности ели в центральных районах европейской части России на дренированных почвах, составляющей 365 кг/м³ [4].

Предел прочности при сжатии вдоль волокон древесины ели в зоне вторичного заболачивания равен 40,8 МПа, что близко к показателю в европейской части России (44,5 МПа) [5]. При статическом изгибе эти показатели соответственно равны 78,3 и 79,5 МПа. Пределы прочности при сжатии вдоль волокон и статическом изгибе по зонам на высоте 1,3 м выше, чем на высоте 7,0 м, что согласуется с данными других исследований [3]. Эти показатели по ходу роста можно разделить на три периода: по мере заиления канала они увеличились, затем, после капитального ремонта 1972 г., стали быстро уменьшаться и с началом вторичного заболачивания замедлились. Такая же закономерность прослеживается и в содержании поздней древесины.

В целом можно отметить, что в результате осушения низинного болота сформировалось высокопродуктивное двухъярусное насаждение, в котором под пологом соснового древостоя произрастает ель с достаточно высоким качеством древесины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Корепанов А.А.* Водный режим лесов Прикамья. – Ижевск: Удмуртия, 1984. – 125 с.
2. *Корепанов А.А., Дружинин Н.Н.* Влияние осушения на экологию произрастания леса. – Красноярск: Изд. Краснояр. ун-та, 1994. – 208 с.
3. *Перелыгин Л.М.* Древесиноведение. – М.: Лесн. пром-сть, 1969. – 318 с.
4. *Полубояринов О.И.* Плотность древесины. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 159 с.
5. *Уголев Б.Н.* Древесиноведение с основами лесного товароведения. – М.: Лесн. пром-сть, 1986. – 365 с.

A.V. Kusakin

Growing of Forests in Forest-meliorative Reservation “Lebedan”

The silvicultural efficiency of lowland bog drainage depending on its intensity and meliorative net state is shown. The main physical-and-mechanical properties of wood and basic factors providing influence on the state of stands are determined.



УДК 630*5

Ю.П. Демаков

Демаков Юрий Петрович родился в 1948 г., окончил в 1976 г. Марийский политехнический институт, доктор биологических наук, профессор кафедры управления природопользованием и лесозащиты Марийского государственного технического университета. Имеет 106 печатных работ по вопросам экологии леса, лесозащиты, лесоведения, математического моделирования биоценологических процессов.



ИЗМЕНЧИВОСТЬ И КЛАССИФИКАЦИЯ ФОРМ КРИВЫХ ХОДА РОСТА ДЕРЕВЬЕВ В ОНТОГЕНЕЗЕ

Предложен подход к классификации типов роста деревьев в онтогенезе, основанный на использовании параметров описывающих их математических функций.

ход роста деревьев, таблицы, моделирование, классификация.

Задача познания закономерностей хода роста организмов давно привлекает внимание исследователей различного профиля. В современной биологии она признается одной из важнейших, имеет большое теоретическое и прикладное значение и охватывает широкий круг вопросов, включая математическое моделирование процесса, классификацию описывающих его форм кривых и филогенетические аспекты их становления [1, 3–6, 8]. Эта задача является одной из центральных и в лесоводственных науках; по сути дела к ней сводятся все лесоводственные и таксационные исследования. Кривые динамики таксационных параметров древостоев во времени и созданные на их основе математические модели – важнейшие лесоводственные нормативы, позволяющие оценивать текущее состояние насаждений и корректировать ход их развития в нужном для человека направлении.

Рост – не только физиологический, но и информационный процесс [12], ибо организм осуществляет свою жизнедеятельность исключительно на основе сигналов внешней среды. Кинетические параметры хода роста организмов являются важнейшими характеристиками состояния их жизнестойкости, жизнеспособности и таксономического положения.

Не многие биологические явления подвергались в такой мере математическому анализу, как ход роста древесных растений. Результаты экспериментальных исследований и оригинальных подходов к решению этого вопроса отражены в многочисленных публикациях [1, 3, 4, 7, 9, 13]. Наиболее обоснованной математической моделью хода роста древесных растений является функция Пюттера-Берталанфи, которую чаще всего представляют в следующей форме: $Y(t) = K\{1 - \exp[-a(t-t_0)]\}^b$, считая, что

$Y = 0$ в момент времени $t - t_0$ (поправка t_0 может иметь как положительное, так и отрицательное значение). Ее частным случаем при $t_0 = 0$ является функция Митчерлиха, широко применяемая для описания роста древесных растений как эмпирического закона. Эта функция описывает процесс динамического взаимодействия внешних и внутренних по отношению к организму или популяции сил, первые из которых ограничивают потенциальные возможности вторых. Расчет численных значений всех параметров этой функции целесообразно проводить на ПК способом итераций, используя стандартную программу Statistica и совмещенные методы Rosenbrock and quasi-Newton или Hooke-Jeeves and quasi-Newton [2]. Полученные параметры имеют конкретный биофизический смысл. Параметр K обозначает предельное значение признака, к которому стремится значение функции при $t \rightarrow \infty$. Применительно к росту деревьев по высоте этот параметр выражает бонитет (производительность) биотопа. Математическое выражение $\exp(-at)$ известно как уравнение Ципфа-Парето, имеющее статус всеобщего закона и описывающее процессы распада, рассеивания, разложения в самых различных системах. Константа $a > 0$ характеризует интенсивность протекания процесса, а константа $b > 0$ – действие сил, отодвигающих время наступления кульминации прироста и направленных на снижение напряженности противоречия между потенциальными возможностями организма и истощающимися ресурсами среды. Константу a можно назвать параметром энергии (скорости) роста организма, b – параметром интенсивности его старения или упругой устойчивости к воздействию давления факторов среды.

Значения параметров a и b характеризуют все свойства кривой, описываемой данной моделью. В лесоводственно-биологических исследованиях, кроме верхней асимптоты функции, определяемой параметром K , наибольший интерес представляют координаты:

1) возраста достижения организмом половины предельного размера, т. е. истощения половины потенциальных возможностей (по аналогии с периодом полураспада радиоактивных элементов этот параметр можно назвать периодом полуроста): $t_{K/2} = -a^{-1} \ln(1 - 0,5^{1/b})$;

2) возраста кульминации текущего прироста: $t_{к.п} = a^{-1} \ln(b)$.

В основе широко распространенной в настоящее время классификации форм кривых хода роста (типов роста) древостоев, приведшей к созданию общей бонитировочной шкалы и всеобщих таблиц хода роста, лежит так называемый принцип одной точки, произвольно выбранной в координатной системе возраст – высота древостоя. Этот подход впервые был предложен А.В. Тюриным [11] и выражен следующими словами: «...нормальные, т. е. сомкнутые чистые одновозрастные сосновые насаждения, имеющие в одинаковом возрасте равные высоты, имели одинаковый рост в прошлом и будут иметь одинаковый рост в будущем независимо от того, находятся ли они в Германии, Петербургской или Архангельской губернии». Далее он делал далеко идущий вывод о том, что «... для всей зоны, тянущейся начиная с Северогерманской низменности к Финскому

заливу, Белому морю и Ледовитому океану, ход роста нормальных сосновых насаждений может быть выражен, по-видимому, общими опытными таблицами».

По мере накопления эмпирических данных исследователям все яснее становилась несостоятельность принципа одной точки и всеобщих таблиц хода роста древостоев. Постепенно их стали заменять местными, создаваемыми на зонально-типологической основе. Эти таблицы, отличаясь значительно большей дифференцированностью, имеют, как и всеобщие, только один классификационный признак кривой роста – высоту в конкретном возрасте, которая определяет все остальные параметры древостоя. Базируясь на том же принципе одной точки, они не учитывают влияния состояния лесных экосистем (густота, возрастная структура и состав древостоя, его происхождение, уровень биоразнообразия, режимы выращивания) и текущих погодных условий на характер роста деревьев, т.е. не могут служить, по сути дела, ни моделями развития реальных насаждений, ни программами их выращивания. Исследователи все больше приходят к выводу о необходимости разработки моделей оптимальных насаждений [1, 9, 10].

3*

Многообразие созданных на чисто эмпирической основе местных таблиц хода роста древостоев, число которых составляет уже несколько сотен [7], привело к тому, что в них стало трудно ориентироваться. Первыми исследователями, поднявшими вопрос о классификации форм кривых хода роста деревьев, были Б.Б. Зейде [6] и В.В. Загребев [5]. Они предложили по существу один и тот же подход, основанный на использовании отношения текущих размеров деревьев к значениям в некотором базисном возрасте (по Зейде – в 50 лет, по Загребеву – в 100 лет). Их схема, разделяющая все природное разнообразие кривых роста деревьев на 16 типов, является также одноуровневой, т. е. предусматривает выделение таксонов только по одному признаку. По нашему глубокому убеждению, классификация кривых хода роста древостоев должна быть многоуровневой и соответствовать числу констант описывающих их математических функций. При использовании функции Митчерлиха система классификации должна иметь как минимум три уровня (входа). Первым и наиболее важным классификационным признаком является константа K , характеризующая верхний предел функции, т. е. по сути дела потенциальные возможности организма и среды обитания. Второй и третий таксономические признаки – константы a и b математической модели. Эти три признака отражают все многообразие форм кривых роста, которое сформировалось в процессе эволюции организмов. Они позволяют достаточно просто и объективно провести классификацию на качественном и количественном уровнях.

Пределы и закономерности изменчивости классификационных признаков можно установить по данным таблиц хода роста, в которых обобщен богатейший эмпирический материал. Результаты расчетов применительно к ходу роста деревьев по высоте, являющейся главным клас-

сификационным признаком в делении насаждений на классы производительности, объективно отражающим качество среды обитания, приведены в табл. 1.

Расчеты показали также, что составители таблиц использовали, судя по всему, различный исходный материал и классифицировали ряды хода роста древостоев только по одному признаку – высоте в определенном возрасте или бонитету (табл. 2). По остальным параметрам роста

Таблица 1

Пределы изменений значений параметров функции роста деревьев в высоту в пределах лесной и лесостепной зон Евразии

Предел значения	Значение параметров функции роста Митчерлиха		
	K	$-a \cdot 10^{-2}$	b
Минимум	7,8	1,310	0,860
Максимум	48,4	3,950	2,330
Размах	40,6	2,640	1,470

Таблица 2

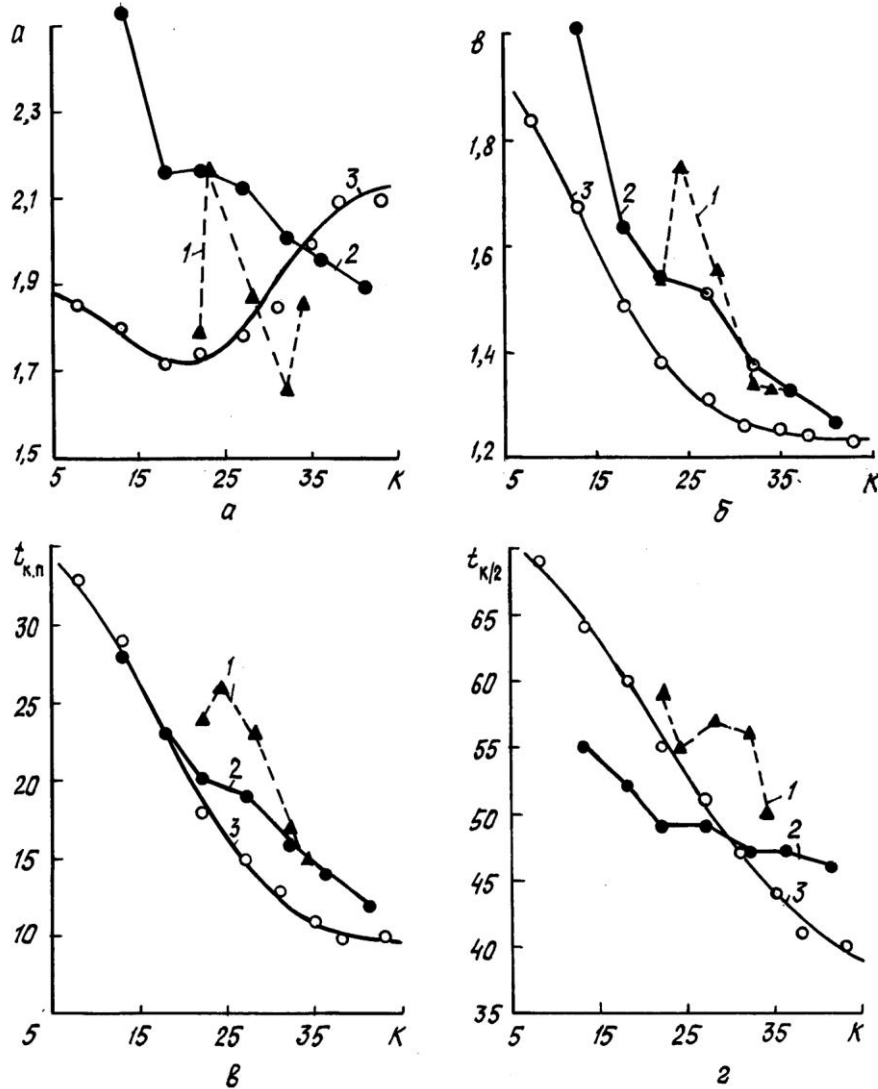
Константы и координаты характерных точек функции хода роста сосновых древостоев в высоту, вычисленные по таблицам различных авторов

Класс бонитета	Параметры и координаты характерных точек функции Митчерлиха*						
	$K, м$	$-a \cdot 10^{-2}$	b	$t_{K/2}, лет$	$t_{к.п.}, лет$	$H_{к.п.}, м$	$z t_{к.п.}, см$
Таблицы Варгаса де Бедемара							
I	33,5	1,857	1,331	50	15	5,25	39
II	31,7	1,661	1,336	56	17	5,01	33
III	28,2	1,874	1,552	57	23	5,67	30
IV	23,4	2,189	1,750	55	26	5,31	27
V	21,9	1,798	1,531	59	24	4,33	22
Таблицы А.В. Тюрина							
Ia	41,2	1,893	1,265	46	12	5,70	52
I	36,4	1,961	1,323	47	14	5,64	45
II	31,8	2,012	1,372	47	16	5,31	39
III	27,2	2,126	1,507	49	19	5,27	33
IV	22,5	2,167	1,536	49	20	4,46	28
V	18,3	2,159	1,633	52	23	3,89	22
Va	13,5	2,529	2,010	55	28	3,39	17
Таблицы ВНИИЛМ							
Iб (2)	43,1	2,097	1,225	40	10	5,41	62
Ia (3)	38,5	2,090	1,237	41	10	4,99	54
I (4)	34,7	1,995	1,251	44	11	4,65	46
II (5)	31,0	1,848	1,259	47	13	4,23	38
III (6)	26,8	1,784	1,308	51	15	4,04	31
IV (7)	22,4	1,740	1,378	55	18	3,77	24

V (8)	17,9	1,720	1,485	60	23	3,40	18
Va (9)	13,0	1,803	1,672	64	29	2,83	13
Vб (10)	7,8	1,856	1,836	69	33	1,84	8

* K, a, b - параметры функции Митчерлиха; $t_{K/2}$ - время достижения деревьями половины своей предельной высоты, $t_{K/2} = -a^{-1} \ln(1 - 0,5^{1/b})$; $t_{к.п}$ - время наступления кульминации текущего прироста, $t_{к.п} = a^{-1} \ln b$; $H_{к.п}$ - высота древостоя в момент кульминации текущего прироста; $zt_{к.п}$ - текущий годичный прирост в высоту в момент его кульминации.

классификация не проводилась, о чем убедительно свидетельствует различный характер их связи (или ее отсутствие) с главным классификационным признаком и необъяснимые перегибы кривых (см. рисунок).



Зависимость параметров и координат характерных точек функции возрастного тренда в ходе роста сосновых древостоев в высоту от их предельной высоты: $a - a = f(K)$; $б - б = f(K)$; $в - t_{к.п} = f(K)$; $г - t_{к/2} = f(K)$; 1 – для таблиц Варгаса де Бедемара; 2 – А.В. Тюрина; 3 – ВНИИЛМ

Ухудшение лесорастительных условий теоретически должно приводить к снижению значений констант K и a . Константа b у этого же вида древесного растения должна, наоборот, возрастать, что приведет к отодвиганию на более поздние сроки времени наступления кульминации текущего прироста и достижения деревьями половины своей предельной высоты. Фактически подобным образом изменяются значения констант лишь в ТХР ВНИИЛМ, да и то параметры кривых роста древостоев Va и $Vб$ классов бонитета несколько отклоняются от этой зависимости. В таблицах, составлен-

ных еще А. В. Тюриным, значение константы a , вопреки теории, возрастает с ухудшением лесорастительных условий, а в таблицах Варгаса де Бедемара изменяется почти бессистемно. Таблицы, рассмотренные в качестве примера, отображают, по сути дела, разные типы кривых роста древостоев.

Число типов (таксонов) кривых хода роста может быть установлено только директивно, так как классификационные признаки изменяются без каких-либо разрывов. Оно зависит как от степени изменчивости этих признаков, так и от необходимой дискретности представляемых данных. В случае разделения каждого признака на 10 классов можно выделить 1000 типов кривых роста. Для описания же всего их природного разнообразия с необходимой для практики точностью может быть вполне достаточно 25 ... 50 типов. В этом случае тип кривой роста запишется в виде выражения $K - a - b$, в котором указывается класс, устанавливаемый по значению соответствующей константы роста.

Конечно, классификация форм кривых хода роста деревьев по параметрам описывающих их математических функций является искусственной и не вскрывает в полной мере механизма воздействия реальных сил на эти природные объекты. Такой методологический подход не может, естественно, дать всех желаемых результатов как в управлении лесными экосистемами, так и в прогнозе их развития. Для решения поставленной задачи необходимо создать модели хода роста древостоев различного целевого назначения на зонально-типологической, а не бонитетной, как принято в лесной таксации, основе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антанайтис В.В., Тябера А.П., Шяпьятане Я.А. Законы, закономерности роста и строения древостоев. – Каунас: ЛитСХА, 1986. – 157 с.
2. Боровиков В.П. Программа STATISTICA для студентов и инженеров. – 2-е изд. – М.: КомпьютерПресс, 2001. – 301 с.
3. Демаков Ю.П. Рост и изреживание древостоев: биологическая сущность, математические модели, управление / МарГТУ. – Йошкар-Ола, 1999. – 261 с. – Деп. в ВИНТИ 29.10.99, № 3230-В99.
4. Демаков Ю.П. Диагностика устойчивости лесных экосистем (методические и методологические аспекты). – Йошкар-Ола, 2000. – 415 с.
5. Загреев В.В. Типизация и стандартизация естественных рядов роста древостоев // Лесн. хоз-во. – 1976. – № 11. – С. 69–74.
6. Зейде Б.Б. Стандартизация рядов хода роста основных таксационных показателей // Лесн. хоз-во. – 1968. – № 10. – С. 54–57.
7. Кивисте А.К. Функции роста леса (учебно-справочное пособие). – Тарту: Эст. с.-х. акад., 1988. – 108 с.
8. Кофман Г.Б., Кузьмичев В.В., Хлебопрос Р.Г. Использование периода интенсивного роста древесных растений при построении филогенетических рядов // Журн. общ. биол. – 1979. – Т. 40, № 5. – С. 766–771.
9. Кузьмичев В.В. Закономерности роста древостоев. – Новосибирск: Наука, 1977. – 160 с.

-
10. *Лосицкий К.Б., Чуенков В.С.* Эталонные леса. – М.: Лесн. пром-сть, 1980. – 192 с.
 11. *Тюрин А.В.* Исследование хода роста нормальных сосновых насаждений в Архангельской губернии // Тр. по лесн. опыт. делу в России. – СПб., 1913. – Вып. 45. – 135 с.
 12. *Фрей Т.* Рост как информационный процесс // Проблемы современной экологии. – Тарту, 1978. – С. 58–59.
 13. *Шолохов А.Г.* От закономерностей к закону роста леса. – Пушкино: ВНИИЛМ, 2000. – 183 с.

Yu.P. Demakov

Variability and Classification of Tree Growth Curves in Ontogenesis

The approach to classification of tree growth types in ontogenesis is offered based on using parameters describing their mathematical functions.

УДК 630*23:630*828:582.632.1

З.Г. Хакимова

Хакимова Зульфия Газьяновна родилась в 1977 г., окончила в 2000 г. Марийский государственный технический университет, аспирант кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологии МарГТУ. Имеет 3 печатные работы в области лесной селекции.

**КАРЕЛЬСКАЯ БЕРЕЗА В РЕСПУБЛИКЕ МАРИЙ ЭЛ И УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Изучен рост в высоту 16- и 24-летних культур березы карельской в условиях свежих боров, суборей, сураменей. Даны рекомендации по рубкам ухода в культурах.

береза карельская, узорчатость, древесина, категории, рост, высота, рубки ухода.

Береза карельская славится своей уникальной по красоте древесиной, которая реализуется не по объемным показателям, а по массе и используется для облицовки особо ценной мебели.

Образование узорчатой древесины одни исследователи обуславливают генетическими факторами [1–4], другие считают следствием патологии [5, 9].

Таблица 1

Номер участка	Расположение	Почва	ТЛУ	Схема посадки, м	Площадь питания, м ²	Густота посадки, шт./га	Возраст культур, лет
1	Республика Марий Эл, Учебный лесхоз	Супесчаная	C ₂	1,0×1,5	1,5	6600	16
3	То же, Ботанический сад	Тяжелосуглинистая	C ₂	2,5×4,0	10,0	1000	24
4	То же, Мушмаринский питомник Национального парка «Марий Чодра»	Песчаная	A ₂	1,0×1,0	1,0	10000	24
5	То же, Яльчинское лесничество	Супесчаная	B ₂	1,0×1,5	1,5	6660	24
2	Ульяновская область, Кузоватовский лесхоз	Темно-серая лесная легко-суглинистая	C ₂	Площадками 6,0×3,0 м, по 3 шт. в площадке	6,0	1666	16

Если рисунок древесины определен генетически, то он проявляется в семенном потомстве от контролируемого и свободного опыления и тесно коррелирует с интенсивностью роста растения и выраженностью ствола.

В 1976 и 1985 гг. на территории Республики Марий Эл и Ульяновской области заложены экспериментальные культуры карельской березы. В настоящее время изучение данных культур позволяет: по фенотипическим признакам судить о характере расщепления растений на узорчатые и безузорчатые особи; в связи с дифференциацией растений определить способ рубок ухода.

Нами для эксперимента подобрано пять участков культур березы карельской, созданных посадкой 2-летних сеянцев [6–8]. Их характеристика приведена в табл. 1.

В качестве фенотипических признаков, тесно коррелирующих с узорчатостью древесины, взяты наличие и форма вздутий на поверхности ствола (рис. 1).

Все разнообразие растений по внешнему проявлению неровностей поверхности ствола нами объединено в шесть категорий:

0 – типичные деревья березы повислой. Поверхность ствола без бугров (рис. 1, а). Древесина безузорчатая;

1 – на поверхности ствола отдельные мелкие бугорки (рис. 1, б). Древесина слабоузорчатая;

2 – по всей поверхности ствола впадины и бугорки, постепенно переходящие друг в друга (рис. 1, в). Древесина узорчатая;

3 – ребристая поверхность ствола в виде тяжелой и отдельных бугорков (рис. 1, г). Древесина слабоузорчатая;

4 – рельефно выражены капы (муфтообразные, опухлевидные вздутия) – рис. 1, д. Древесина узорчатая в местах формирования капов;

5 – грубая трещиноватая черная кора в нижней части ствола (рис. 1, е). Древесина вблизи грубой коры с вкраплениями коричневых линий, выше по стволу безузорчатая.

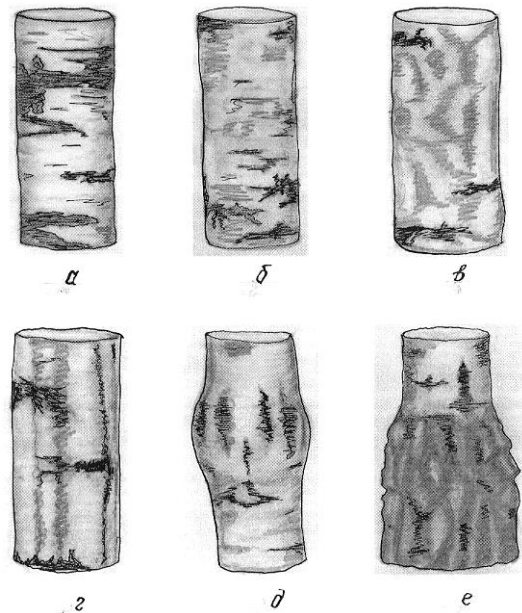


Рис. 1. Категории растений карельской березы по внешнему проявлению вздутий ствола

Встречаемость растений различных категорий показана в табл. 2.

Доля узорчатых растений (категории 1–4) составляет в среднем 46,0 %, варьируя по участкам культур от 37,4 до 68,2 %.

Из 1945 учтенных деревьев на категорию 1 приходится 4,9; 2 – 8,9; 3 – 23,9; 4 – 8,3 %.

Таблица 2

Категория деревя	Количество деревьев, шт./%, на участках культур					
	1	2	3	4	5	Итого
0	415	90	20	68	180	773
	32,2	53,2	31,8	55,3	60,0	39,7
1	72	3	7	2	12	96
	5,6	1,8	11,1	1,6	4,0	4,9
2	156	6	10	–	2	174
	12,1	3,6	15,9	–	0,7	8,9
3	318	45	19	36	46	464
	24,6	26,6	30,1	29,3	15,3	23,9
4	66	25	7	8	54	160
	5,1	14,8	11,1	6,5	18,0	8,3
5	263	–	–	9	6	278
	20,4	–	–	7,3	2,0	14,3
Всего	1290	169	63	123	300	1945
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Таблица 3

Номер участка	Категория деревя	Высота		Диаметр	
		м	% от безузорчатой	см	% от безузорчатой
1	0	9,7±0,11	100,0	7,5±0,17	100,0
	1	7,3±0,21	75,3	4,2±0,17	56,0
	2	7,2±0,11	74,2	4,6±0,14	61,3
	3	7,2±0,11	74,2	4,5±0,12	60,0
	4	6,4±0,18	66,0	4,0±0,23	53,3
	5	10,2±0,46	105,2	8,6±0,18	114,6
2	0	8,0±0,10	100,0	12,7±0,40	100,0
	1	6,7±0,50	83,8	12,6±3,00	99,2
	2	4,5±0,63	56,4	6,6±1,46	52,0
	3	6,8±0,26	85,3	10,5±0,73	82,7
	4	4,8±0,34	60,0	5,7±0,62	44,9
	5	–	–	–	–
3	0	19,0±0,74	100,0	16,3±0,91	100,0
	1	9,3±1,34	48,9	8,3±2,15	50,9
	2	9,8±1,01	51,6	10,8±1,29	66,2
	3	14,2±1,15	74,7	11,4±0,90	69,9
	4	6,8±0,80	35,8	8,4±1,72	51,5
	5	–	–	–	–
4	0	7,6±0,25	100,0	6,3±0,45	100,0

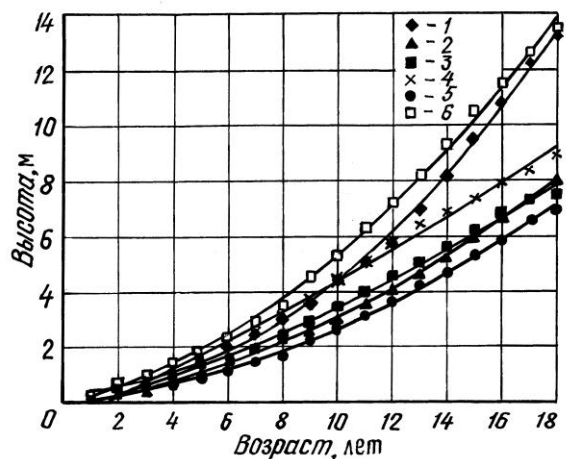
5	1	6,0±0,30	78,9	3,0±0,41	47,6
	2	–	–	–	–
	3	5,6±0,39	73,7	4,9±0,56	77,8
	4	5,1±0,48	67,1	6,1±1,43	96,8
	5	7,3±0,99	96,0	6,8±1,41	107,9
	0	8,6±0,17	100,0	10,0±0,35	100,0
	1	5,6±0,72	64,7	5,5±1,04	54,9
	2	4,5±0,89	52,3	2,8±0,94	28,0
	3	5,3±0,18	61,8	4,7±0,34	47,2
	4	5,5±0,15	63,5	4,6±0,28	46,5
	5	9,9±0,43	114,6	13,1±0,92	131,5

Средние высоты и диаметры растений по категориям приведены в табл. 3.

Если средние высоты и диаметры типичных безурочатых растений (категория 0) принять за 100,0 %, то средняя высота урочатых растений составляет 73,2, средний диаметр 58,4 %. Чем сильнее выражены капы, тем слабее рост дерева по высоте и диаметру.

Встречались растения без капов, но с груботрещиноватой черной корой в нижней части ствола (на 0,3 ... 0,8 м от основания). Они были крупнее типичных безурочатых растений по высоте на 11,0, по диаметру на 7,5 %.

Рис. 2. Ход роста по высоте модельных деревьев разных категорий березы карельской в 16-летних культурах в условиях C_2 : 1 – категория 0, $y = 0,0399x^2 + 0,0034x + 0,4137$, $R^2 = 0,9982$; 2 – категория 1, $y = 0,0174x^2 + 0,142x - 0,0804$, $R^2 = 0,9982$; 3 – категория 2, $y = 0,0107x^2 + 0,2656x - 0,2922$, $R^2 = 0,9959$; 4 – категория 3, $y = 0,0049x^2 + 0,4614x - 0,711$, $R^2 = 0,9943$; 5 – категория 4, $y = 0,0162x^2 + 0,1084x - 0,0483$, $R^2 = 0,9983$; 6 – категория 5, $y = 0,0297x^2 + 0,2379x - 0,0194$, $R^2 = 0,9987$



Ход роста в высоту и аппроксимирующие его уравнения показаны на примере 16-летних культур в условиях свежей сурамени в Учебном лесхозе Республики Марий Эл (рис. 2).

Дифференциация деревьев разных категорий по скорости роста начинается уже с 3-летнего возраста. Лидирующее положение занимают дере-

вья категории 5. Самыми низкорослыми оказываются деревья категории 4. Остальные занимают промежуточное положение.

Разница по высоте между 3-летними растениями категорий 5 и 4 составляет 60 см (табл. 4). К 10 годам различия достигают 2,6 м, а к 18 – 6,5 м.

Различия между деревьями категории 5 и категорий 1 и 2 меньше, чем между 5 и 4, но с возрастом динамично увеличиваются. В 3 года они составляют 0,6 и 0,4 м; в 10 лет – 2,3 и 1,8 м; в 18 лет – 5,5 и 5,9 м.

Деревья категорий 3 и 5 до 8 лет различаются незначительно (30 ... 50 см); начиная с 9 лет и далее различия быстро возрастают от 0,9 м в 10 лет до 4,6 м в 18 лет.

Ход роста деревьев категорий 5 и 0 близок, поэтому возрастная динамика различий между деревьями этих и других категорий аналогична (табл. 4).

Количественная и качественная характеристики древесины являются предметом специального обсуждения. Здесь лишь отметим, что в порядке убывания приоритетности для выращивания дерева разных категорий образуют следующий ряд: 4, 2, 1, 3, 5, 0. В связи с этим в изученных культурах необходимо рекомендовать срочную вырубку всех деревьев категорий 0 и 5, от 31,8 до 62,6 % на разных участках.

В пересчете на 1 га число деревьев категорий 1–4 составит по участкам соответственно 3156, 780, 682, 3740, 2508, а после изъятия растений категории 3 – 1518, 337, 381, 810, 1490.

Таблица 4

Возраст, лет	Превышение по высоте категории 0 над				Превышение по высоте категории 5 над			
	1	2	3	4	1	2	3	4
1	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	0,10	0,10	0,10
2	0,20	0,10	0,10	0,20	0,40	0,30	0,30	0,40
3	0,40	0,20	0,20	0,40	0,60	0,40	0,40	0,60
4	0,40	0,30	0,20	0,50	0,70	0,60	0,50	0,80
5	0,60	0,40	0,20	0,80	0,90	0,50	0,50	1,10
6	0,70	0,60	0,10	1,00	1,00	0,90	0,40	1,30
7	0,80	0,70	0,00	1,20	1,10	1,00	0,30	1,50
8	0,90	0,70	-0,10	1,40	1,30	1,10	0,30	1,80
9	1,10	0,80	-0,10	1,40	1,90	1,60	0,80	2,20
10	1,40	0,90	-0,10	1,70	2,30	1,80	0,90	2,60
11	1,50	1,10	0,00	1,90	2,70	2,30	1,20	3,10
12	1,70	1,20	0,00	2,10	3,10	2,60	1,40	3,50
13	2,30	1,90	0,20	2,80	3,40	3,00	1,70	3,90
14	2,80	2,50	0,30	3,50	3,90	3,60	2,40	4,60
15	3,40	3,20	2,10	4,30	4,40	4,20	3,10	5,30
16	4,10	4,00	2,90	4,90	4,80	4,70	3,60	5,60
17	5,00	5,00	3,90	5,80	5,30	5,30	4,20	6,10
18	5,30	5,70	4,40	6,30	5,50	5,90	4,60	6,50

Судя по динамике превышения высот деревьев категорий 0 и 5 над другими (табл. 4), подобного отставания с рубками ухода при формировании культур карельской березы можно не допускать. Первый прием рубки в качестве осветления целесообразно проводить в возрасте культур 5-6 лет, удаляя все растения на 40 ... 50 см выше остающихся.

Второй прием, очевидно, целесообразен в возрасте 9 ... 11 лет, когда растения уже можно дифференцировать по категориям узорчатости. При этом мы не исключаем вариант оставления в культурах части деревьев категории 5, переводя их в низкоштамбовую форму, позволяющую при торможении роста с помощью обрезки вершин усилить радиальный прирост в прикомлевой части ствола, где формируется декоративная древесина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багаев С.Н. Гибридологический анализ потомства карельской березы // Состояние и перспективы развития лесной генетики, селекции, семеноводства и интродукции. Методы селекции древесных пород. – Рига, 1974. – С. 182–184.
2. Евдокимов А.П. Биология и культура карельской березы. – Л.: ЛГУ, 1989. – 228 с.
3. Любавская А.Я. Карельская береза. – М.: Лесн. пром-сть, 1978. – 158 с.
4. Погиба С.П. Селекционно-генетические основы плантационного разведения карельской березы. – М.: МЛТИ, 1988. – 18 с.
5. Сакс К.А., Бандер В.А. Новое в разведении карельской березы // Лесн. хоз-во. – 1973. – № 1. – С. 40–41.
6. Хакимова З.Г., Котов М.М. Фенотипическая изменчивость березы карельской в культурах // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: Матер. IV Междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2001. – С. 116–119.
7. Хакимова З.Г., Котов М.М. Особенности учета культур карельской березы // Таксация леса на рубеже XXI века: состояние и перспективы развития: Матер. конф. – СПб.: СПбЛТА, 2001. – С. 104–106.
8. Хакимова З.Г., Котов М.М. Анализ фенотипов березы карельской по аномалиям ствола // Леса Евразии в третьем тысячелетии: Матер. Междунар. конф. молодых ученых. Т. 1. – М.: МГУЛ, 2001. – С. 110–111.
9. Hintikka T.H. Die «Visa» – Krankheit der Birken in Finnland // Ztschr.f. Pflanzenkrankheiten und Gallenkunde. – 1922. – B. 32. – S. 193–210.

Z.G. Khakimova

Karelian Birch in Marij-El Republic and Ulyanovsk Region

The growth in height of 16- and 24-year old cultures of Karelian birch is studied in conditions of fresh pine forests, subors and mixed spruce forests. The recommendations on improved felling in cultures are provided.

УДК 630*231.1(470.40/.43)

Е.И. Успенский, С.А. Денисов, К.К. Калинин, С.П. Лоскутов

Успенский Евгений Иванович родился в 1938 г., окончил в 1961 г. Поволжский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства Марийского государственного технического университета. Имеет 130 печатных работ в области рубок ухода, главного пользования, лесной пирологии.



Денисов Сергей Александрович родился в 1951 г., окончил в 1973 г. Марийский политехнический институт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры лесоводства Марийского государственного технического университета. Имеет 73 печатные работы в области лесоведения и лесоводства.



Калинин Константин Константинович родился в 1938 г., окончил в 1960 г. Поволжский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства Марийского государственного технического университета. Имеет 92 печатные работы в области рубок главного пользования, лесной пирологии.



Лоскутов Сергей Петрович родился в 1959 г., окончил в 1981 г. Марийский политехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесоводства Марийского государственного технического университета. Имеет 15 печатных работ в области рубок главного пользования и естественного возобновления леса.



ЕСТЕСТВЕННОЕ ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ПОД ПОЛОГОМ ЛЕСА В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

Изучена географическая и лесотипологическая изменчивость возобновления. Выявлены особенности количественной, качественной и высотной структуры подроста под пологом леса.

тип леса, подрост, лесотипологическая изменчивость, способы рубок главного пользования.

Для установления рациональных способов рубок главного пользования необходимо знать не только лесорастительные и экономические условия, но и лесовозобновительные процессы в разных типах леса. Резервом для формирования хозяйственно ценных древостоев после рубки материнского древостоя является подрост под пологом леса.

Естественное возобновление лесов в Среднем Поволжье изучалось сотрудниками кафедры лесоводства МарГТУ в течение многих десятков лет. Начало этому было положено Л.И. Яшновым [12]. В обстоятельных докладах Лесному обществу он обобщил взгляды лесоводов и указал основные факторы, определяющие устойчивость елового подраста на вырубках.

В пределах района исследований показатели гидротермического режима заметно различаются. В южной части среднегодовая температура на $1,2^{\circ}$ выше, чем в северной. Однако судя по амплитуде среднемесячных температур января и июля, здесь проявляется большая континентальность климата. При движении с северо-запада на юго-восток увеличивается продолжительность вегетационного периода (на 12 ... 18 дн.) и сумма положительных температур (на 200°).

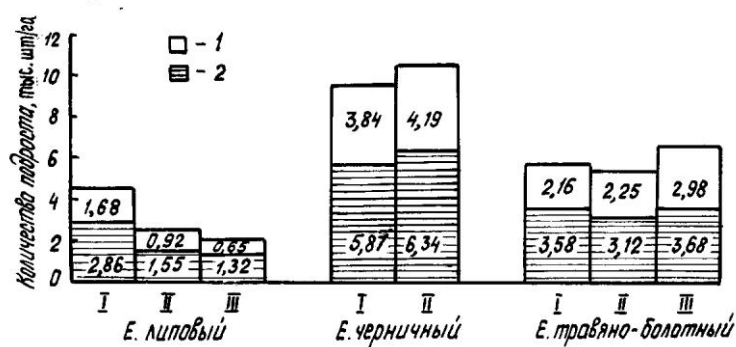


Рис. 1. Количество подроста под пологом еловых древостоев: I – Нижегородская область, II – Республика Марий Эл; III – Республика Татарстан; 1 – нежизнеспособный; 2 – хозяйственно пригодный подрост

Большое внимание уделяли изучению структуры темнохвойного подраста в ельниках и производных от них типах леса, а также сохранности его при проведении лесосечных работ, выживаемости на вырубках. Это связано с трудностями возобновления ели, сменой ее мягколиственными и сокращением площади ельников. В разные годы этим занимались Л.И. Яшнов [12], Т.И. Малочка [7], Е.И. Успенский [8, 9, 11], Ф.В. Аглиуллин [2], С.П. Лоскутов [6], С.А. Денисов [3].

В рассматриваемом регионе в зональных условиях, т. е. на дренированных равнинах с суглинистыми почвами, преобладают сложные ельники с участием липы в первом ярусе древостоя. При этом доля сложных типов в южной половине подзоны хвойно-широколиственных лесов увеличивается. Одновременно закономерно сокращается площадь, занятая лесами зеленомошной группы, характерной для таежной зоны. В Республике Татарстан не встречаются ельники брусничные и черничные.

Возобновительный процесс под пологом еловых древостоев подчиняется зонально-типологическим закономерностям (рис. 1).

Ельники черничные выделяются высокой численностью нового поколения ели и пихты. Менее благоприятные условия для воспроизводства популяции ели создаются в ельниках липовых. Свет является фактором,

Таблица 1

Порог освещенности, %	Обеспеченность светом подпологовой растительности, % территории					
	Е. липовый	Е. кисличный	Е. черничный	Е. болотно-травяной	Б. кисличный	Ос. кисличный
30	–	–	–	9,1	–	–
15	–	–	35,5	52,0	8,1	–
6	0,5	19,8	52,0	93,3	99,8	83,2

контролирующим накопление молодого поколения (табл. 1). В этом типе леса световые условия крайне неблагоприятны для лесовозобновления. Сильно развитый второй ярус или подлесок липы и других пород вызывают напряженную общую конкуренцию за свет, что приводит к наименьшему накоплению подроста ели. Участие же пихты в составе возобновления, наоборот, увеличивается, что обусловлено ее более высокой теневыносливостью, а также дополнительными трудностями в прорастании семян ели при наличии мощной подстилки. Недостаток света вызывает значительное ухудшение жизнеспособности подроста. В результате участие хозяйственно годных экземпляров главной породы в ельниках сложных оказалось наиболее низким.

В ельниках болотно-травяных нет развитого подлеска. В составе древостоя выше примесь березы, пропускающей свет. Поэтому подрост ели здесь больше и качество его лучше, чем в ельниках сложных. Отрицательным фактором, ограничивающим возобновление, является заболоченность почвы, в результате чего самосев приурочен в основном к повышенным элементам микрорельефа.

Наиболее тяжелая ситуация складывается в ельниках сложных. Это связано с различиями природных условий в разных пунктах региона. Здесь, как и в других типах леса, основными экологическими факторами, лимитирующими густоту подроста под пологом леса, являются свет и влага. Если ФАР на уровне крон подроста в пределах лесорастительной зоны по широте существенно не меняется, то напряженность водного режима в южном направлении значительно возрастает.

Дефицит влаги приводит к повышенному иссушению лесной подстилки и минеральных корнеобитаемых горизонтов почвы. Как известно, суммарное давление почвенной влаги в южной тайге обычно колеблется от $-0,5$ до $-5,0$ атм, а в почвах лесостепной зоны от $-5,0$ до $-10,0$ атм. Это приводит к обострению конкуренции между растениями за влагу, что подтверждается экспериментальными исследованиями [1, 4]. В южной тайге основным экологическим фактором, определяющим численность нового поколения ели и пихты, является свет. При продвижении с севера на юг все большее значение в механизме регуляции густоты подроста приобретает влага.

Особенно опасно воздействие неблагоприятных климатических факторов в фазах прорастания семян и всходов. В условиях неустойчивого водного режима лесной подстилки прорастание семян резко сокращается, что вызывает массовую гибель всходов ели. Запасы влаги в подстилке могут снижаться до величины, вызывающей устойчивое завядание. Поэтому, как правило, выживают лишь те экземпляры, корневые системы которых быстрее успевают достичь минерального горизонта почвы, мощнее развиты. Получается, что неблагоприятный режим почвенного увлажнения стимулирует в этих условиях рост корневых систем подроста. При раскопках корневых систем установлено, что большая часть корней у жизнеспособных растений достигает минерального слоя почвы, так как в противном случае растение

Таблица 2

Тип леса	Факториальная дисперсия	Число степеней свободы	Вариансы	Показатель силы влияния	Критерий Фишера
Ельник липовый	5,67	11	2,84	0,44	$4,3 > F_{0,05}=4,0$
» черничный	2,10	9	2,10	0,09	$1,0 < F_{0,05}=5,1$
» болотно-травяной	0,20	11	0,20	0,003	$0,3 < F_{0,05}=4,0$

обречено на гибель. В северной части зоны корневые системы елочек расположены в основном в подстилке, где аккумулируется влага.

Еловый подрост, укоренившийся в минеральном слое почвы, уже способен выдерживать пересыхание подстилки. Возможность его дальнейшего существования определяется обеспеченностью светом, поэтому жизнеспособность существенно не меняется в пределах региона. Это подтвердил статистический анализ массовых данных учета подроста. Абсолютная численность хозяйственно годного подроста, несомненно, снижается к югу.

Указанная закономерность возобновительного процесса в сложных ельниках не прослеживается в других типах леса. Так, в ельниках черничных и болотно-травяных не установлено существенных географических различий в численности ели новой генерации. Это подтверждается данными дисперсионного анализа (табл. 2).

В мелколиственных лесах, производных от ельников, более благоприятные условия освещенности способствуют накоплению темнохвойного подроста (рис. 2).

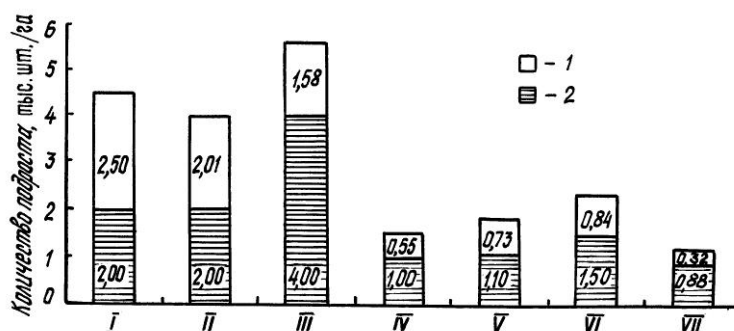


Рис. 2. Количество темнохвойного подроста под пологом мелколиственных лесов: I – березняк липовый; II – кисличный; III – черничный; IV – болотно-травяной; V – осинник липовый; VI – кисличный; VII – ольшаник болотно-травяной; 1, 2 – те же, что на рис. 1

В березняках плакорных местообитаний численность нового поколения ели достигает 4 ... 6 тыс. шт. на 1 га. Этому способствует, помимо нормальной освещенности, и достаточно хорошо разлагающаяся подстилка. В целом наиболее успешное возобновление, как и в ельниках, наблюдается в черничном типе условий произрастания [3]. Однако в силу высокой светопроницаемости полога лиственных различия в почвенных условиях между типами леса сглаживаются. И только в березняках и ольшаниках болотно-травяных численность молодого поколения хвойных пород значительно ниже. Очевидно, мощно развитый живой напочвенный покров, в котором зачастую доминирует таволга вязолистная, мешают появлению самосева древесных пород.

Установлено, что в чистых осинниках освещенность на уровне кроны подроста понижена. Плотный слой опада из спрессованных листьев осины препятствует укоренению проростков ели, и численность генерации хвойных пород здесь снижается до 2 тыс. шт. на 1 га.

Ослабленное конкурентное воздействие на подрост ели со стороны верхних ярусов растительности в производных типах леса обеспечивает накопление высокого жизнеспособного подроста и тонкомера. Он составляет более 20 % от общего количества, т. е. в березняках, например, около 1 тыс. шт. на 1 га. Высокий подрост в биогруппах и куртинах вызывает затенение и снижение жизненного состояния более мелких особей. В целом же жизнеспособность елового подроста под пологом производных типов леса выше, чем в коренных ельниках.

Ученые кафедры лесоводства (Л.И. Яшнов [12, 13], А.Р. Чистяков, Т.И. Малочка, Е.И. Успенский [7, 9, 10]) изучали также естественное возобновление под пологом сосняков в Среднем Поволжье. В результате многолетних наблюдений выявлены закономерности структуры подроста под пологом основных типов леса (табл. 3).

Таблица 3

Тип леса	Полнота древостоя	Количество подроста, тыс. шт. на 1 га, при высоте, м				Итого	Порода в подросте
		≤ 0,50	0,51...1,50	1,51...2,50	> 2,50		
Сосняк лишайниково-мшистый	0,3...0,4	2,0	0,8	0,5	0,3	3,6	Сосна
	0,5...0,6	5,5	2,2	1,1	1,0	9,8	»
» брусничный	0,7...0,8	4,0	1,8	3,0	2,5	11,3	»
	0,3...0,4	7,8	2,8	1,2	0,4	11,4	»
	0,5...0,6	13,7	4,2	0,4	0,2	18,5	»
» черничный	0,7...0,8	1,8	0,6	0,2	-	2,6	»
	0,9	0,1	-	-	-	0,1	»
	0,3...0,4	0,3	0,1	-	5,8	6,2	»
	1,5	0,9	0,6	-	3,0	Ель	
» приручейный	0,5...0,6	0,2	0,2	-	-	0,4	Сосна
	1,6	1,1	0,6	0,6	3,9	Ель	
	0,7...0,8	0,2	0,2	-	1,1	1,5	»
» липовый	0,7...0,8	10,0	6,1	-	-	16,1	»
	0,7...0,8	0,1	0,1	-	-	0,2	»

В сосняках, как и в ельниках, новое поколение различается по типам леса. Лучшие условия для возобновления материнской породы создаются в сосняках брусничных. В них под пологом древостоя густота подроста сосны наибольшая. Встречается и крупный подрост. Чем больше полнота, тем меньше численность новой генерации сосны. В сосняках лишайниково-мшистых фактором, лимитирующим возобновление, становится сухость почвы. Поэтому с увеличением полноты древостоев густота подроста тоже повышается. В сосняках черничных в составе нового поколения доминирует ель. Подроста сосны мало, так как он испытывает сильное фитocenотическое угнетение. Это обстоятельство создает трудности в обеспечении естественного возобновления сосны на вырубках. Ель же здесь нежелательна. Она уступает по производительности сосне. В сосняках сложных под пологом древостоя присутствует только подрост ели.

Выявленные закономерности основных типов леса Среднего Поволжья дают возможность принимать оптимальные лесоводственные решения.

Таблица 4

Группа лесов	Хозяйство	Рубки, %				
		несплошные			сплошные	
		добро- воль- но- выбо- рочные	группово- выбо- рочные	равномерно- постепенные		с сохра- нением подроста
				Всего	В том числе чересполосно- пасечные	

I	Хвойное	2,0	8,3	36,4	-	12,6	40,7
	Мягколист- венное	1,1	-	22,0	14,5	9,8	67,1
	Твердолист- венное	21,6	11,7	61,5	-	-	5,2
II	Всего	2,0	4,1	29,0	5,4	10,8	54,2
	Хвойное	-	-	40,5	-	17,8	41,6
	Мягколист- венное	-	-	17,7	1,9	9,5	69,8
	Твердолист- венное	-	-	100	-	-	-
	Всего	-	-	25,7	1,2	12,3	62,0

При назначении способов рубок необходимо учитывать обеспеченность подростом хозяйственно ценных пород. В ельниках липовых, сосняках лишайниковых и сложных нет необходимого минимума молодого поколения главной породы. В ельниках черничных подростом обеспечено 90 % площадей, кислично-липняковых – 50, брусничных – 90, на переувлажненных почвах – 60, в сосняках брусничных – 40, черничных – 20, на переувлажненных почвах – 60 %. Березняки липовые, липово-кисличные (производные от ельников) обеспечены подростом ели на 50 %, черничные, кисличные – на 70, на переувлажненных почвах – на 60, осинники – на 20 %.

На основе этих данных были рассчитаны оптимальные объемы по способам рубок для Марий Эл (табл. 4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Абражко В.И.* Концепция древостоев и интенсивность транспирации дуба черешчатого и ели обыкновенной в биогеоценозах южной тайги // Экспериментальное изучение биогеоценозов тайги. – Л.: Наука, 1969. – С. 14 – 33.
2. *Аглуллин Ф.В.* Ельники Волжско-Камского региона и интенсификация хозяйства в них. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1991. – 172 с.
3. *Денисов С.А.* Влияние экологических условий на восстановление популяций березы повислой // Экология и генетика популяций: Матер. Всерос. популяционного семинара. 5-9. 02.97. – Йошкар-Ола, 1997. – С. 214–216.
4. *Карпов В.Г.* Экспериментальная фитоценология темнохвойной тайги. – Л.: Наука, 1968. – 336 с.
5. *Комиссаров В.Н., Комиссаров С.Н., Успенский Е.И.* Формирование сосняков из сохраненного подростка // Лесн. хоз-во. – 1989. – № 12. – С. 43–45.
6. *Лоскутов С.П.* Состояние елово-пихтового подростка на лесосечных постепенных и сплошных рубках // Вторые Вавиловские чтения. Диалог науки на рубеже XX–XXI веков. – Ч. 2. – Йошкар-Ола, 1997. – С. 16–18.
7. *Малочка Т.И.* Естественное возобновление ели в зоне смешанных лесов // Лесн. хоз-во. – 1968. – № 12.
8. *Успенский Е.И.* Особенности возобновления ельников Среднего Поволжья // Лесоведение. – 1973. – № 4. – С. 23–32.
9. *Успенский Е.И.* Лесовозобновительный процесс под пологом мелколиственных пород Среднего Поволжья // Лесн. журн. – 1987. – № 3. – С. 116–118. – (Изв. высш. учеб. заведений).

10. *Чистяков А.Р., Незабудкин Г.К., Малочка Т.И.* Восстановление леса на вырубках. – Йошкар-Ола: Марийск. кн. изд-во, 1964. – 113 с.

11. *Ширнин Ю.А., Успенский Е.И., Белоусов А.С.* Технология и эффективность рубок с естественным возобновлением леса. – Йошкар-Ола: МарПИ, 1991. – 100 с.

12. *Яшинов Л.И.* О сохранении естественного подроста при вырубке лесосек // Лесн. журн. – 1887. – Вып.1. – С. 41–46.

E.I. Uspensky, S.A. Denisov, K.K. Kalinin, S.P. Loskutov

Natural Regeneration under Forest Canopy in the Middle Volga Region

Geographical and forest type variability of regeneration has been studied. The peculiarities of quantitative, qualitative and high-altitude structure of young growth under the forest canopy have been revealed.

УДК 630*232.312:582.475.4(470.343)

Е.М. Волжанина, С.М. Лазарева

Волжанина Елена Михайловна родилась в 1978 г., окончила в 2000 г. Марийский государственный технический университет, аспирант МарГТУ.



Лазарева Светлана Михайловна родилась в 1967 г., окончила в 1989 г. Марийский государственный университет, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой садово-паркового строительства, ботаники и дендрологии Марийского государственного технического университета. Имеет 39 печатных работ в области интродукции и селекции хвойных и лекарственных растений.



ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА СЕМЯН СОСНЫ КОРЕЙСКОЙ

Приведены данные о полнозернистости и грунтовой всхожести семян сосны корейской местной репродукции. Определено влияние субстрата стратификации на их грунтовую всхожесть.

сосна корейская, интродукция, грунтовая всхожесть, доброкачественность, стратификация, устойчивость.

Многочисленные полезности сосны кедровой корейской (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.) давно привлекают внимание лесоводов как в границах естественного ареала, так и за его пределами [1,3–8]. Интродуцирована она и в Республике Марий Эл.

Цель нашего исследования – выявить влияние способов предпосевной обработки и сроков посева семян местной репродукции на их грунтовую всхожесть.

Объектами исследования служили 40-летние растения сосны корейской, выращенные из семян в Ботаническом саду МарГТУ. Семена взяты из партии производственного сбора в Приморском крае. Посадка 2-рядная, выполнена крупномерными саженцами в шахматном порядке, схема размещения 3 × 2 м, всего 128 растений. В 10 м с юго-западной стороны растет естественный смешанный лес из дуба, березы, ели, осины, липы. Средняя высота деревьев на момент учета – 14 м. В генеративную фазу развития они начали вступать с 24-летнего возраста, служили маточными растениями для сбора и изучения шишек и семян.

Шишки урожаяев 1988, 1993, 1994, 1998 и 1999 гг. собирали во второй-третьей декадах августа подервно, до января хранили в сухом подвальном помещении при температуре $+(5 \dots 10)^\circ\text{C}$. Семена извлекали вручную, массу 1000 шт. определяли весовым способом. В третьей декаде февраля методами водной флотации (урожаи 1988 и 1999 гг.) и рентгенографическим [9] (урожай 1988 г.) изучали полнозернистость семян, всплывшие удаляли. Затем семена замачивали в 0,5 %-м растворе марганцевокислого калия, периодически перемешивая. Стратификацию проводили в сфагнуме, песке и опилках в течение 3 мес при температуре $0 \dots +2^\circ\text{C}$. Посев грядковый, норма высева 80 ... 100 шт. на 1 м, глубина заделки 2 ... 4 см. Массовые всходы появляются через 3-4 нед после посева, единичные через год. Грунтовую всхожесть семян урожаяев 1988 и 1993 гг. определяли осенью в год посева и через год; урожаяев 1994 и 1998 гг. – в сентябре в год посева; урожая 1999 г. – через 10, 21, и 60 дн. после посева. Полевые данные обрабатывали с использованием методов вариационной статистики и дисперсионного анализа по программам Excel и Statgraph для ПЭВМ, по алгоритмам М.М. Котова, Э.П. Лебедевой [7].

Средняя масса 1000 семян в урожаях разных лет варьирует от 612 до 752 г, коэффициент вариации 13,0 ... 20,3 %. Модальные значения признака в урожаях разных лет почти совпадают (600 ... 630 г). Пределы также сравнительно близки (250 ... 950 и 325 ... 925 г). Аналогичные показатели характерны для растений естественного ареала [8].

Показатели доброкачественности семян сосны корейской урожая 1988 г., формирующихся в условиях интродукции, приведены в табл. 1.

По доброкачественности семена в интродуцированной культуре делились на полнозернистые (91 ... 93 %), неполные (1,0 ... 2,5 %) и пустые (6 %). Деревья сильно различаются друг от друга: у одних семена все полнозернистые (устойчивая категория), у других почти половина (47,3 %) имеет недоразвитый эндосперм (промежуточная), у третьих более трети (36,4 %) семян пустые (чувствительная). Хотя фаза семеношения деревьев только начинается, такая индивидуальная изменчивость не может не обратить на себя внимания, так как важнейшим направлением селекции сосны корейской в условиях интродукции является селекция на урожайность и качество семян. В соответствии с ГОСТ 14161-86 [2] на интродуцированных деревьях в разные годы формируются семена I и II классов качества.

Таблица 1

Категория семян	Вариант опыта	Средние значения, %	Коэффициент вариации, %	Точность опыта, %
Полнозернистые	1	91,5±0,25	7,3	0,3
	2	93,4±1,15	5,1	1,2
Неполные	1	2,5±0,13	41,4	5,2
	2	0,9±0,27	38,6	30,0
Пустые	1	6,0±0,20	60,1	3,3
	2	6,0±0,67	54,3	11,2

Примечание. 1 – оценка способом водной флотации и последующего взрезывания; 2 – рентгенографический способ оценки.

Таблица 2

Год сбора урожая	Субстрат стратификации	Всхожесть, %	Вариация, %	Точность опыта, %
1988	Сфагнум	62,9±0,25	27,0	0,4
	Песок	49,5±0,22	34,8	0,4
	Опилки	36,2±0,35	43,0	1,0
1993	»	59,0±2,68	20,3	4,5
1994	Сфагнум	45,8±2,96	28,9	6,4
1998	»	40,3±1,24	39,5	-
	Песок	29,9±1,66	53,5	-
	Снег	20,2±1,19	54,8	-
1999	Сфагнум	75,5±0,64	16,5	0,8

Примечание. Данные по 1988 и 1993 гг. приведены за два года; по 1994, 1998, 1999 гг. – за один год.

Таблица 3

Источник варьирования	Число степеней свободы	Средний квадрат	Показатель достоверности		Дисперсия	Доля влияния фактора, %
			фактический	табличный при уровне значимости 0,01		
Фактор А	2	20,9	90,8	10,8	0,41	38,0
Фактор В	49	0,6	2,7	1,7	1,13	11,4
Взаимодействие АВ	98	0,8	3,4	1,5	0,31	28,8
Случайное	-	-	-	-	0,24	21,8

Примечание. Фактор А – субстрат стратификации; В – индивидуальные особенности деревьев.

Оценка грунтовой всхожести семян применительно к разным субстратам стратификации (сфагнум, песок, опилки, снег) показана в табл. 2.

Средняя грунтовая всхожесть варьирует от 20,0 до 75,5 %. При этом значительное влияние оказывает субстрат стратификации, лучшим оказался сфагнум.

Дисперсионный анализ (табл. 3) показал, что на 38 % изменчивость грунтовой всхожести семян обусловлена субстратом стратификации, на 11,5 % – индивидуальными особенностями деревьев, на 29 % – взаимодействием генотипов с субстратом стратификации.

Динамика грунтовой всхожести семян урожая 1999 г. в зависимости от категории устойчивости деревьев и сроков учета представлена в табл. 4.

Можно видеть, что период прорастания семян сосны корейской после 3-месячной стратификации растянут, и за первую декаду после посева прорастает не более 6,1 ... 7,3 % семян, через 3 нед – 28,7 ... 71,8 %, через 60 дн. – 64,3 ... 77,0 %. Более дружные всходы дают семена с деревьев

Таблица 4

Срок учета после посева, дн.	Категория устойчивости деревьев	Число наблюдений	Средние значения грунтовой всхожести, %	Коэффициент вариации, %	Показатель достоверности различия от категорий	
					устойчивых	промежуточных
10	Устойчивые	62	6,1±0,52	66,5	-	-
	Промежуточные	289	7,3±0,38	88,2	1,9	-
	Чувствительные	24	6,3±0,90	70,2	0,2	1,0
21	Устойчивые	62	71,8±1,92	36,1	-	-
	Промежуточные	291	43,5±1,02	40,2	13,0	-
	Чувствительные	27	28,7±3,56	64,4	10,7	4,0
60	Устойчивые	61	77,0±1,50	15,2	-	-
	Промежуточные	288	76,2±2,55	56,8	0,3	-
	Чувствительные	28	64,3±2,47	20,3	4,4	3,4

устойчивой категории. Грунтовая всхожесть семян деревьев чувствительной категории самая низкая (64,3 %) и составляет всего 83,5 % от аналогичного показателя деревьев устойчивой категории. Этот показатель снижается еще почти вдвое, если предварительно не удалить пустые семена.

Выводы

1. Сосна корейская в условиях первичной интродукции в Республике Марий Эл успешно проходит акклиматизацию, о чем свидетельствует вступление деревьев в генеративную фазу развития.
2. В условиях интродукции в разные годы формируются семена I и II классов качества.
3. Грунтовая всхожесть семян зависит от года формирования урожая, субстрата стратификации и индивидуальных особенностей маточных деревьев.
4. Лучшим субстратом стратификации является сфагнум.
5. Наибольшие энергию прорастания и грунтовую всхожесть имеют семена с деревьев устойчивой категории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булыгин Н.Е., Ярмишко В.Т. Дендрология. – М.: МГУЛ, 2001. – 528 с.
2. ГОСТ 14161 – 86. Семена хвойных древесных пород. Посевные качества. Введ. 27.03.86. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 8 с.
3. Дроздов И.И., Дроздов Ю.И. Лесная интродукция: Учеб. пособие. – М.: МГУЛ, 2000. – 135 с.
4. Кабанов Н.Е. Хвойные деревья и кустарники Дальнего Востока (Экология с биологией, география, ценология, лесоводственная оценка и районирование). – М.: Наука, 1977. – 175 с.
5. Калущий К.К., Обыденников А.И. Селекционно-генетические аспекты создания лесных культур на основе интродукции // Лесн. хоз-во. – 1975. – № 2. – С. 35–37.

6. Каталог культивируемых древесных растений России. – Сочи; Петрозаводск, 1999. – 174 с.

7. *Котов М.М., Лебедева Э.П.* Применение биометрических методов в лесной селекции. – Горький: ГГУ, 1977. – 120 с.

8. *Кречетова Н.В., Штейникова В.И.* Плодоношение кедра корейского. – Хабаровск, 1963. – 60 с.

9. *Смирнова Н.Г.* Рентгенографическое изучение семян лиственных древесных растений. – М.: Наука, 1978. – 140 с.

E.M. Volzhanina, S.M. Lazareva

Sowing Quality of *Pinus Koraiensis* Seeds

The data on full stippling and soil germinating capacity of *Pinus koraiensis* seeds of local reproduction are given. The influence of stratification substrate on their germinative capacity is determined.

УДК 630*165.6:582.475.4:582.475.2

М.М. Котов, Э.П. Лебедева, Е.В. Прохорова

Лебедева Эмилия Петровна родилась в 1936 г., окончила в 1959 г. Поволжский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной селекции, недревесных ресурсов и биотехнологии Марийского государственного технического университета. Имеет около 80 печатных работ в области лесной селекции и семеноводства.



Прохорова Елена Валерьевна родилась в 1963 г., окончила в 1985 г. Марийский политехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент. Имеет 16 публикаций в области лесной селекции и семеноводства.



**ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ХВОИ
КАК ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПРИЗНАК
ДЛЯ ОЦЕНКИ ОБЪЕКТОВ ЕДИНОГО
ГЕНЕТИКО-СЕЛЕКЦИОННОГО КОМПЛЕКСА**

Приведены результаты многолетних исследований водоудерживающей способности хвои сосны и ели как интегрального признака для оценки устойчивости и роста растений при создании объектов единого генетико-селекционного комплекса.

сосна, ель, водоудерживающая способность хвои, семенное и клоновое потомство.

Опыт выращивания растений в культуре, достижения науки и практики показали, что результативность растениеводства зависит от района, сорта и применяемой агротехники. В последние годы на генетико-селекционные принципы постепенно переводится выращивание лесов во всем мире. Решение этой проблемы невозможно без создания постоянной лесосеменной базы (ПЛСБ).

Проблемой остается оценка сохранения признаков материнских деревьев в потомстве. Длительные сроки испытания делают актуальным использование методов ранней диагностики. В нашей работе рассматривается возможность использования водоудерживающей способности хвои и роста

потомств плюсовых деревьев сосны и ели в качестве признаков для ранней диагностики интенсивности роста и устойчивости растений.

Многолетние исследования [1–4] водоудерживающей способности хвои сосны в производственных питомниках, лесных культурах и естественных древостоях разного возраста позволили сформулировать положение о количественных признаках, определяющих индивидуальные различия особей в популяции по уровню засухоустойчивости и росту. В качестве признака, характеризующего внутривидовую изменчивость, принята водоудерживающая способность (ВУС) хвои; критериями количественной оценки ВУС служат время потери 50 % воды (близкое к критическому обезвоживанию t_{50}), количество воды, потерянное в процессе высушивания за единицу времени, и скорость потери воды. Эти три параметра дают одинаковую оценку индивидуальной изменчивости.

Для определения ВУС с оцениваемых растений брали образцы хвои (не менее 40 шт.) в период, когда закончились ее рост и формирование, т. е. с конца августа до начала весеннего сокодвижения. Это обеспечивало сравнимость биологических образцов. Место расположения хвои у двухлетних сеянцев в питомнике – середина прироста второго года, у растений большего возраста – середина однолетнего прироста осевого побега. Если высота растения больше 2 м и достать хвоинки с осевого побега не удастся, пробу хвои берут из середины однолетнего побега боковой ветви первого порядка. У всех анализируемых растений эта ветвь должна быть одного возраста и ориентирована одинаково по отношению к странам света. Все образцы этикетировывают в соответствии с номером дерева. Для полного насыщения водой их опускают на 24 ч в воду, затем раскладывают на бумаге, после исчезновения воды с поверхности хвои взвешивают, определяют сырую массу хвои и оставляют для высушивания на воздухе. Последующие взвешивания производят через каждые 24 ч у сосны и 12 ч у ели, пока масса хвои не уменьшится вдвое. Окончательно хвою высушивают в сушильном шкафу при температуре 95 °С до постоянной массы. Вычисляют t_{50} – потерю 50 % воды или долю потери за определенный промежуток времени.

Другим интегральным признаком является рост, поэтому у всех растений измеряли высоту. Исследования проводили в питомниках и культурах сосны и ели в Республике Марий Эл (РМЭ), Чувашской Республике, Кировской, Нижегородской, Ульяновской областях; там же в клоновых архивах, лесосеменных плантациях и испытательных культурах сосны и ели.

Испытательные культуры ели европейской заложены весной 1985 г. в Юрьянском лесничестве Юрьянского лесхоза Кировской области лесной селекционной лабораторией НИИЛГиСа под руководством А.И. Видякина. В них представлено потомство 66 плюсовых деревьев из пяти лесхозов.

В Кузоватовском лесхозе Ульяновской области испытательные культуры сосны созданы в 1993 г. потомством полусибсов плюсовых деревьев, выращенных из семян, заготовленных с маточно-коллекционного участка лесхоза.

Архив клонов сосны создавали в Нолькинском лесничестве Учебно-опытного лесхоза РМЭ в 1992–1996 гг. потомствами плюсовых деревьев из лесхозов РМЭ, Чувашской Республики, Республики Мордовия, Нижегородской и Кировской областей (нами в качестве примера анализируется рост и ВУС клонов из Кировской области). Архив клонов ели создавали там же в те же годы потомствами плюсовых деревьев ели из лесхозов РМЭ, Республики Удмуртия, Нижегородской и Кировской областей (в статье анализируется рост и ВУС клонов из РМЭ).

Исследования показали, что ВУС хвои как у сосны, так и у ели – признак очень изменчивый и зависит от географического и эдафического происхождения растений [5] и их индивидуальных особенностей.

Возможности отбора семян, семенников, потомств плюсовых деревьев по изложенной методике можно оценить по результатам анализа ВУС на разных объектах. Потери воды хвоей сосны и ели различаются очень значительно. Хвоя ели за 13 ... 23 ч теряет более 50 % воды; у сосны эта потеря происходит за 33 ... 70 ч и зависит от района исследования.

В пределах одного питомника показатели различаются несущественно. Изменчивость признака (V) варьирует от 14,1 до 35,1 %. Максимальные значения в 5–9 раз больше минимальных при достаточно близкой высоте семян. Особенно четкие различия ВУС наблюдаются в питомниках, где сеянцы выращивают на оптимальном агротехническом фоне: хорошая обработка почвы с внесением органических и минеральных удобрений, полив в засушливые периоды. В благоприятных условиях рост неодинаковых генотипов оказывается достаточно близким, т. е. сказывается взаимодействие генотипа и среды. А ВУС в данном случае выступает как генетически обусловленный показатель, не зависящий от условий среды. Поэтому для

Таблица 1

Область, лесхоз	Порода	Возраст, лет	$x_{cp} \pm S_x$	$V, \%$	$P, \%$
Кировская, Халтуринский	Ель европейская	6	$24,4 \pm 0,9$	40,3	3,2
РМЭ, Советский	Сосна обыкновенная	5	$57,9 \pm 1,7$	40,8	2,9

Примечание. Здесь и далее x_{cp} – среднее значение признака; S_x – ошибка средней; V – коэффициент вариации; P – точность оценки средней.

создания ПЛСУ следует отбирать сеянцы не просто высокие, но, главным образом, обладающие большой водоудерживающей способностью, что обусловит высококачественный отбор семенников.

В культурах сосны и ели, отведенных для формирования ПЛСУ, показатели t_{50} характеризуют данные табл. 1.

У 5-6-летних растений в культурах, как и в питомниках, устойчивость к обезвоживанию хвои сосны значительно выше, чем у ели. Изменчивость признака большая – 40,3 и 40,8 %. Минимальное значение t_{50} у сосны

23, максимальное 110 ч, у ели 10 и 64 ч. Такое значительное варьирование признака характеризует, наряду с экологической, индивидуальную изменчивость растений в культурах, созданных посадкой семян из местных семян, собранных на лесосеках, с опушечных деревьев, в различных типах лесорастительных условий.

Такая же изменчивость характерна для высоты культур: минимальная высота сосны 95, максимальная 200 см, ели – 53 и 134 см, высокие растения в 2-3 раза больше отставших в росте. «Указаниями по лесному семеноводству в Российской Федерации» [6] и ОСТ на ПЛСУ рекомендуется отбор семенников по высоте и семеношению. Но в возрасте 10 и даже 15 лет прирост по высоте не завершается, а только начинается, поэтому ранг растения в последующие годы может измениться. В качестве семенников важно выбрать такие, которые с возрастом сохранили бы лидирующее положение в древостое по высоте. Одновременная оценка отобранных деревьев сосны и по высоте, и по t_{50} показала, что у низких и высоких разница по высоте достоверна и составляет 0,4 м. Отличается у этих групп и t_{50} ; растения, вошедшие в группу высоких, достоверно более устойчивы к обезвоживанию хвои, чем низкие (табл. 2).

Таблица 2

Группа по высоте	Высота, м	t_{50} , ч	t_d	
			по высоте	по t_{50}
Низкие	1,3 ± 0,01	54,1 ± 3,3	-	-
Средние	1,4 ± 0,01	57,2 ± 1,7	7,1	1,0
Высокие	1,7 ± 0,01	75,1 ± 4,5	28,5	3,8

Таблица 3

Семья	Высота, см			ВУС, потеря воды за 118 ч, %		
	$x_{cp} \pm S_x$	V, %	Ранг по высоте	$x_{cp} \pm S_x$	V, %	Ранг по ВУС
12	196 ± 2,7	7,7	1	46,6 ± 1,2	10,8	1
158	188 ± 2,2	6,4	2	47,8 ± 1,6	28,0	2
17	182 ± 2,6	7,9	3	50,6 ± 1,5	8,7	3
14	166 ± 1,8	6,6	4	51,8 ± 1,8	8,5	6
18	164 ± 2,1	7,5	5	51,0 ± 0,8	3,9	4
54	160 ± 2,6	8,7	6	51,4 ± 2,1	10,5	5

Таблица 4

Семья	Высота в 11 лет, м		Высота в 16 лет, м		Потеря воды за 24 ч, %		
	$x_{cp} \pm S_x$	Ранг	$x_{cp} \pm S_x$	Ранг	$x_{cp} \pm S_x$	V, %	Ранг
О-94	1,41 ± 0,05	1	4,1 ± 0,12	1	45,3 ± 4,2	30,6	1
О-87	1,32 ± 0,06	2	3,5 ± 0,19	2-4	68,9 ± 4,2	19,3	4
О-92	1,25 ± 0,04	3	3,5 ± 0,07	2-4	55,2 ± 3,4	19,5	3
О-90	1,18 ± 0,04	4	3,5 ± 0,10	2-4	54,4 ± 6,0	34,6	2
О-95	1,16 ± 0,05	5	2,7 ± 0,14	5	72,7 ± 3,7	15,9	5

Кроме того, в каждой группе по высоте t_{50} сильно варьирует, о чем свидетельствует большая изменчивость признака, равная 22,2 ... 40,8 %. Следовательно, в группе высоких деревьев можно вести отбор по двум показателям: высоте и t_{50} , отбирая в качестве семенников растения, имеющие $t_{50} \geq t_{50+} \sigma$, в данном конкретном случае $t_{50} \geq 75,1 + 16,7 = 91,8$ ч.

О возможности ранней диагностики быстроты роста потомств плюсовых деревьев в испытательных культурах сосны в Кузоватовском лесхозе можно судить по данным табл. 3, ели в Юрьянском лесхозе – табл. 4.

В зависимости от принадлежности к разным семьям 7-летние полусибсы в Кузоватовском лесхозе имеют высоту 160 ... 196 см, т. е. семьи высокие и низкие по этому показателю достоверно различаются. Отличаются по высоте также семьи ели, выращенные из семян разных плюсовых деревьев, отобранных в одном выделе Омутнинского лесхоза Кировской области. Сохранится ли лидерство одних семей и отставание других с возрастом? Анализ роста одних и тех же полусибсовых семей ели в 11- и 16-летнем возрасте показал, что как только начинается период быстрого роста, ранги семей по высоте изменяются. Сохранился ранг лишь у самой высокой и самой низкой семьи. Поэтому оценка в этом возрасте по высоте не может быть точной, а получение достоверных данных еще не менее чем через 20 ... 25 лет удлиняет срок испытания, отодвигает возможность отбора плюсовых деревьев и перевода их в категорию элитных. Использование при оценке ВУС хвои в качестве второго критерия показало, что самой большой устойчивостью к обезвоживанию, как правило, обладает хвоя наиболее высоких семей, и, наоборот, у низких семей она достоверно меньше.

В клоновых потомствах плюсовых деревьев устойчивость к обезвоживанию хвои также неодинакова (табл. 5). Изменчивость признака колеблется от умеренной (7,0 %) до значительной (18,9 %), что характеризует

Таблица 5

Семеновский лесхоз				Кузоватовский лесхоз			
Клон	Потеря воды за 72 ч, %	V, %	t_d	Клон	Потеря воды за 72 ч, %	V, %	t_d
106	40,8 ± 0,7	11,5	4,4	17	33,4 ± 1,4	18,9	8,3
100	41,1 ± 0,6	8,4	4,3	156	36,6 ± 1,7	14,7	6,7
98	42,0 ± 0,9	11,0	4,5	157	40,5 ± 1,9	14,4	3,8
105	42,1 ± 0,8	11,9	3,4	18	42,6 ± 1,0	7,0	4,1
95	43,8 ± 0,8	11,4	2,3	85	45,3 ± 1,5	12,3	2,0
96	46,8 ± 0,8	9,9	0,3	84	49,1 ± 1,7	7,7	0,1
108	47,3 ± 1,3	16,4	-	141	49,2 ± 1,3	8,1	-

Таблица 6

Клон	ВУС		Высота	
	t_{50} , ч	Ранг	см	Ранг
Сосна:				
кк-6	57,8 ± 1,2	1	141,2 ± 8,5	1
кк-16	59,6 ± 0,6	2	134,5 ± 5,8	3
квп-40	60,8 ± 4,1	3	137,2 ± 4,8	2

кх-10	60,8± 5,7	4	103,3± 4,8	6
кх-14	63,9± 4,5	5	92,5 ±6,6	7
кх-15	68,5±1,6	6	117,9± 7,3	5
кх-7	74,3 ±3,3	7	130,9± 6,5	4
Ель:				
161	33,6± 5,5	1	180,1 ±20,7	1
162	26,4± 0,9	2	165,4 ±14,5	2
160	23,8± 2,6	3	156,7 ±20,9	3
38	23,7± 1,9	4	144,3 ±10,9	5
37	23,1± 2,0	5	156,6 ±10,9	4
166	21,4 ±0,6	6	134,2 ±14,5	7
167	20,2 ±0,9	7	131,3 ±13,8	8
14	19,3 ±0,7	8	120,4 ±11,0	9
39	18,8 ±0,8	9	141,6 ±16,1	6

сравнительную однородность образцов в пределах одного клона. В то же время у клоновых потомств деревьев, отобранных в достаточно близких по увлажнению ГЛУ (свежие боры и суборы), потеря воды хвоей достаточно различима. Сравнительный анализ ВУС хвои и высоты клонов показывает, что у всех клонов, входящих в группу высоких, уровень ВУС больше. В группе менее устойчивых клонов ранги по высоте и ВУС не совпадают или совпадают в значительно меньшей степени (табл. 6).

Ранговые коэффициенты корреляций Спирмэна между высотой и ВУС хвои в обоих случаях составляют 0,64 ... 0,88, что свидетельствует о высокой сопряженности этих показателей.

Более того, очень высока степень рангового сходства у клонового и семенного потомств ели по водоудерживающей способности хвои (табл. 7). Коэффициент корреляции Спирмэна, вычисленный для ВУС хвои клонов и семей, составляет 0,9, что говорит о высокой генетической обусловленности

Таблица 7

№ клона и семьи	Клоновое потомство				Семенное потомство			
	H, м	Ранг	Потеря воды за 24 ч, %	Ранг	H, м	Ранг	Потеря воды за 24 ч, %	Ранг
О-92	6,4	1	46,1	2	3,5	2-4	55,2	3
О-94	6,0	2	41,2	1	4,1	1	45,3	1
О-87	5,5	3	54,2	4	3,5	2-4	68,9	4
О-90	5,3	4	51,5	3	3,5	2-4	54,4	2
О-95	4,4	5	57,6	5	2,7	5	72,7	5

признака у потомства. Особенно четко просматривается точность этой оценки для самой высокой и самой низкой семьи. В 16-летнем семенном потомстве лучший рост у семьи О-94, которая как у клонового, так и у семенного потомства имеет лучший показатель водоудерживающей способности хвои; у семьи же О-95 самый худший рост и самая низкая устойчивость к обезвоживанию хвои.

Выводы

Водоудерживающая способность хвои генетически обусловлена и коррелирует с высотой как в семенном, так и в клоновом потомствах сосны и ели. Поэтому ВУС хвои и высоту целесообразно использовать в качестве комплексных показателей при оценке потомств плюсовых деревьев сосны и ели и отборе семенников для создания объектов постоянной лесосеменной базы и единого генетико-селекционного комплекса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 1362422 СССР, МКИ А 01 Н 1/04, А 01 У 23/00. Способ отбора деревьев на постоянных лесосеменных участках сосны обыкновенной / М.М. Котов, В.А. Духарев. – Открытия. Изобрет. – 1987. – № 48. – 4 с.
2. А.с. 1433438 СССР, МКИ А 01 Н 1/04. Способ отбора на производственных питомниках семян хвойных пород для создания лесосеменных плантаций / М.М. Котов. – Открытия. Изобрет. – 1987. – № 40. – 4 с.
3. *Котов М.М.* Сравнительная оценка генотипов в лесных популяциях без смены поколений // Докл. АН СССР. – 1984. – Т. 274, № 6. – С. 1480–1483.
4. *Котов М.М.* Наследование поведения адаптивных признаков у сосны обыкновенной // Докл. АН СССР. – 1988. – Т. 302, № 6. – С. 1238–1241.
5. *Прохорова Е.В.* Анализ потомства плюсовых деревьев сосны обыкновенной и ели европейской в Среднем Поволжье: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Йошкар-Ола, 1996. – 23 с.
6. Указания по лесному семеноводству в Российской Федерации. – М., 2000. – 197 с.

М.М. Котов, Е.Р. Лебедева, Е.В. Прохорова

Water-retention Ability of Needle as Diagnostic Indication for Assessment of Objects of Common Genetic-selection Complex

The results of long-term research of water-retention ability of pine and spruce needle are provided as an integral indication of plants' stability and growth when creating objects of common genetic-selective complex.



УДК 630.002.5: 621.868.277.5

И.Н. Багаутдинов, Я.И. Шестаков

Багаутдинов Ильдар Нургаязович родился в 1975 г., окончил в 1998 г. Марийский государственный технический университет, аспирант, ассистент кафедры эксплуатации машин и оборудования МарГТУ. Имеет 13 печатных работ по вопросам совершенствования конструкций лесозаготовительных машин, динамики манипуляторов и гидропривода.



Шестаков Яков Иванович родился в 1937 г., окончил в 1970 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации машин и оборудования МарГТУ. Имеет более 140 печатных работ в области совершенствования конструкции лесозаготовительных машин.



ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕПЛОСКОСТНОСТИ ОПОРНОГО КОЛЬЦА ОПОРНО-ПОВОРОТНОГО КРУГА ПЛАТФОРМЫ МАШИНЫ ЛП-19В НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ МЕХАНИЗМА ПОВОРОТА

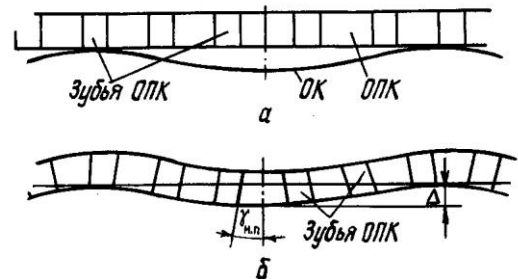
Представлены методика и данные расчета элементов механизма поворота с учетом неплоскостности опорного круга ОПУ.

неплоскостность, опорно-поворотный круг, механизм поворота, прогиб.

Работы по оценке неплоскостности и жесткости опорного кольца (ОК) опорно-поворотного круга (ОПК) выполнены ЦНИИП, ВНИИстройдормашем и МАДИ в краностроении [3, 5] и кафедрой ЛСХМ МарГТУ в лесном машиностроении [4]. Влияние же этих показателей на напряженное состояние элементов механизма поворота валочно-пакетирующей машины (ВПМ) не исследовано.

Установлено, что неплоскостность ОК при изготовлении соответствует требованиям ОСТ 22-1401-79 и лишь иногда может превышать норму [4]. В процессе работы она увеличивается, что связано с недостаточной

Рис. 1. Схема для определения угла перекоса от неплоскостности постели ОПУ: *a* – начальное положение до крепления; *б* – рабочее положение ОПК



жесткостью ОК опорно-поворотного устройства (ОПУ). Для увеличения жесткости ОК нами разработана конструкция опорно-поворотного устройства (ОПУ) ходовой рамы применительно к ВПМ ЛП-19В в виде усеченного конуса, обращенного меньшим основанием вниз [2].

У выработавших моторесурс машин около 30 % зубьев ОПК имеют сколы на верхней части [4]. Основная причина износа зубьев – перекос осей в зубчатом зацеплении. В связи с этим мы предлагаем учитывать неплоскостность постели ОК при расчетах зубчатого зацепления механизма поворота платформы на прочность.

Неплоскостность ОК приводит к возникновению угла перекоса зубьев ОПК. При изготовлении ОК имеет начальную неплоскостность Δ . Затем на ОК опорно-поворотного устройства устанавливают ОПК (рис. 1, *a*), который скрепляется с постелью болтовым соединением и приобретает такие же прогибы, что и ОК. В результате зубья ОПК поворачиваются на угол $\gamma_{н.п}$ (рис. 1, *б*).

Таким образом, угол перекоса зубьев ОПК (γ_k) равен сумме двух величин [1]:

$$\gamma_k = \gamma_{н.п} + \gamma_{д.н}, \quad (1)$$

где $\gamma_{н.п}$ – угол перекоса от неплоскостности постели ОПУ, град;

$\gamma_{д.н}$ – угол перекоса от деформации при действии динамической нагрузки на опору ОПК, град.

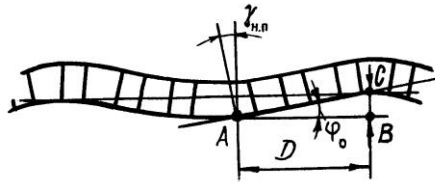
Угол перекоса ОК определяют по следующей методике. Так как искривленность по окружности распределяется по синусоидальному закону [4] и имеет две впадины и две вершины, то для нахождения угла перекоса $\gamma_{н.п}$ окружность ОПК можно разделить на восемь частей. Из треугольника *ABC* (рис. 2) находим угол ϕ_0 , который является углом перекоса $\gamma_{н.п}$ (углы ϕ_0 и $\gamma_{н.п}$ подобны), т. е.

$$\gamma_{н.п} = \phi_0 = \text{tg} \frac{CB}{AB}, \quad (2)$$

где $CB = \Delta$ – стрела прогиба ОК, м;

AB – восьмая часть сектора окружности постели ОПУ, м.

Рис. 2. Схема для нахождения угла перекоса зубьев колеса



Отсюда находим

$$AB = \frac{2\pi R}{8},$$

где R – радиус окружности ОПУ, м.

Так как для ВПМ ЛП-19В $R = 0,69$ м, то $AB = 0,542$ м и начальная неплоскость будет равна $0,0022$ м, значит, $\gamma_{н.п} = 0^\circ 233'$.

Угол перекоса при действии динамической нагрузки на опору ОПК находят по формуле (2). Пусть начальная неплоскость как на реальной, так и на предложенной экспериментальной ОПУ одинаковы вследствие технологических погрешностей в изготовлении. Согласно экспериментальным исследованиям [2], максимальный прогиб при переносе дерева с одновременным подтягиванием рукоятки составляет $1,87$ мм на реальной и $1,3$ мм на экспериментальной ОПУ. Тогда $\gamma_{\text{д.д}} = \varphi_1 = \text{tg} \frac{1,87}{542} = 0,00345$ рад $= 0^\circ 198'$,

$$\gamma_{\text{д.у}} = \varphi_1 = \text{tg} \frac{1,3}{542} = 0,002399$$
 рад $= 0^\circ 137'$.

Таким образом, полный перекося зубьев ОПК из-за деформации ОК определяется по формуле (1) и составляет $0^\circ 761'$ для реальной и $0^\circ 338'$ для экспериментальной конструкции ОПУ.

При прочностных расчетах зубьев перекося осей влияет на неравномерность распределения нагрузки вдоль контактных линий. Полный угол перекося (γ , град) складывается из углов перекося шестерни ($\gamma_{ш}$) и колеса ($\gamma_{к}$) [2] и определяется по формуле

$$\gamma = \gamma_{ш} + \gamma_{к}.$$

Так как расположение шестерни консольное, угол ее перекося ($\gamma_{ш}$, град) находят с учетом деформации валов, опор и самой шестерни (зубчатого колеса), т. е.

$$\gamma_{ш} = \gamma_0 + \gamma_в + \gamma_{кор},$$

где γ_0 , $\gamma_в$, $\gamma_{кор}$ – углы перекося от деформации опор, вала, линейной деформации стенок корпуса, град.

Опыт эксплуатации зубчатых передач показывает, что податливость опор существенно влияет на характер распределения нагрузки в зацеплении. Стремление получить минимальные массу и габариты зубчатых передач приводит к тому, что деформации их деталей достигают больших величин, при которых возникает значительная концентрация нагрузки по длине контактных линий, приводящая иногда к повреждениям зубьев.

Для определения коэффициентов концентрации нагрузки необходимо учитывать податливость опор, т. е. соответствующую осадку подшипников.

Давление на зубья, передаваясь на валы, вызывает их изгиб в плоскостях, параллельных плоскости зацепления. Так как в приводе механизма поворота используют консольное расположение приводной шестерни [2], то угол перекоса ($\gamma_{ш1}$) можно рассчитать по эмпирической формуле

$$\gamma_{ш1} = \frac{l^2}{3EI} \left(+1,5\bar{a} \right),$$

где E – модуль упругости материала вала;

I – момент инерции поперечного сечения вала;

\bar{a} – отношение консольного вылета a к расстоянию между опорами l .

Нами предложена новая конструкция механизма поворота платформы, в которой выходная шестерня занимает положение между опорами. Здесь угол перекоса рассчитываем по формуле

$$\gamma_{ш2} = \frac{l^2}{3EI} \left(-\bar{b} \right) \left(-2\bar{b} \right),$$

где \bar{b} – отношение расстояния между опорами (l) к расстоянию до середины шестерни (b): $\bar{b} = l/b$.

Для дальнейшего расчета принимаем $b = l/2$.

Значительную часть полной деформации корпуса передачи составляет контактная деформация опорных поверхностей расточек под наружные кольца подшипников. В обычных передачах редукторного типа корпус – слабонагруженная деталь. В связи с этим следует полагать, что линейная деформация стенок корпуса невелика. Опытных данных по ее определению пока нет. Приближенно можно принимать, что угол перекоса, вызванный линейной деформацией стенок корпуса, увеличивает угол перекоса от деформации подшипников (γ_0) примерно на 25 %, т. е.

$$\gamma_{кор} \approx 0,25\gamma_0.$$

Значения коэффициента $k_{н,р}$, учитывающего распределение нагрузки по ширине зуба, перекоса от неплоскостности ОК и другие факторы, при расчете на изгиб и по контактным напряжениям представлены в табл. 1.

В первоначальный период работы передачи происходит приработка зубьев, тогда расчетный коэффициент неравномерности распределения нагрузки по ширине зуба (K_n) определяется по формуле

$$K_n = 1 + (K_{i,е} - 1)q_{i,е}, \quad (3)$$

где $q_{прир}$ – коэффициент, учитывающий приработку зубьев (определяется по графику с учетом твердости поверхности зубьев).

Результаты расчета K_n приведены в табл. 1.

В табл. 2 представлены значения контактных напряжений, рассчитанных на основе известной формулы, с учетом неплоскостности ОК и при

Таблица 1

ОПУ	k_p при расчете		K_n при расчете	
	на выкрашивание	на изгиб	на выкрашивание	на изгиб
С учетом неплоскостности				
Реальное	2,056	2,696	1,528	1,848
Экспериментальное	1,444	1,956	1,222	1,478
С использованием заявок				
Реальное	1,404	1,908	1,202	1,454
Экспериментальное	1,004	1,424	1,002	1,212

Таблица 2

ОПУ	Напряжение	
	на поверхности зуба, 10^{-3} МПа	у основания зуба, МПа
С учетом неплоскостности		
Реальное	1,669	270,660
Экспериментальное	1,493	267,718
С использованием заявок		
Реальное	1,480	260,853
Экспериментальное	1,352	250,802

использовании конструктивных решений по заявкам на изобретение и разработанного экспериментального ОПУ (крутящий момент $1,572 \cdot 10^5$ Н·м).

Основание зуба имеет сложное напряженное состояние. Наибольшие напряжения изгиба наблюдаются у основания зуба, в зоне перехода эвольвенты в галтель, что сказывается на его работоспособности. Значения напряжения изгиба у основания зуба представлены в табл. 2 и на рис. 3.

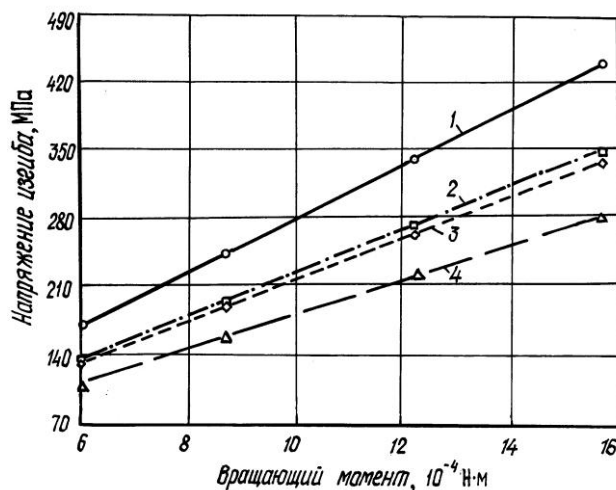


Рис. 3. Напряжение изгиба в зависимости от использования типов ОПУ: 1, 2 – соответственно реальное и экспериментальное ОПУ с учетом неплоскостности; 3, 4 – то же с использованием конструктивных решений

Выводы

1. Изложенная методика позволяет на этапе проектирования зубьев ОПК учитывать влияние неплоскостности ОК ОПУ на перекося осей механизма поворота и может быть использована в крановой и экскаваторной промышленности.

2. Существенным фактором увеличения перекося осей является консольное положение выходной шестерни механизма поворота платформы, которое можно устранить при использовании новых конструктивных решений механизма поворота платформы.

3. Применение новых конструктивных решений механизма поворота позволяет снизить контактное напряжение на 11,5 %, а напряжение изгиба на 4 %.

4. Использование экспериментального ОПУ позволяет снизить напряжение на поверхности зуба на 176 МПа, или на 10,5 %, а также нагруженность зуба и продлить срок годности ОПК.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багаутдинов И.Н. Виды и причины выхода из строя опорно-поворотных устройств // Рациональное использование лесных ресурсов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – С. 163–164.

2. Багаутдинов И.Н. Экспериментальное исследование жесткости опорно-поворотного устройства полноповоротных валочно-пакетирующих машин / МарГТУ. – Йошкар-Ола, 2001. – 13 с.: 3 ил. – Библиогр.: 9 назв. – Рус.-Деп. в ВИНТИ 05.11.01, № 2314-В2001.

3. Испытания автомобилей / В.Б. Цимбалин, В.Н. Кравец, С.М. Кудрявцев и др. – М.: Машиностроение, 1978. – 199 с.

4. Оценка неплоскостности опорного кольца поворотной роликовой опоры машины ЛП-19А / Я.И. Шестаков, А.В. Муравьев, Л.А. Братчиков и др. // Строительные и дорожные машины. – 1991. – № 3. – С. 22–23.

5. Ряхин В.А., Мошкарёв Г.Н. Долговечность и устойчивость сварных конструкций строительных дорожных машин. – М.: Машиностроение, 1984. – 232 с.

I.N. Bagautdinov, Ya.I. Shestakov

Impact Assessment of Out-of-flat Bearing Ring of Support Turntable of LP-19B Machine Platform on Tension of Turning Device

Technique and calculation data of turning device elements are presented with allowance for out-of-flat character of a bearing ring of a bearing-turning device.

УДК 630*375.5

М.Ю. Смирнов

Смирнов Михаил Юрьевич родился в 1957 г., окончил в 1979 г. Марийский политехнический институт, кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой транспорта леса Марийского государственного технического университета. Имеет 119 научных трудов в области транспорта лесоматериалов и эксплуатации лесовозных дорог.



РАСЧЕТ ДОПУСТИМОЙ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА С НАВЕСНЫМ ГИДРОМАНИПУЛЯТОРОМ

Рассмотрены варианты размещения навесного гидроманипулятора на лесовозном автопоезде. Изучено влияние погрузочного оборудования на размер допустимой полезной нагрузки транспортного средства.

гидроманипулятор, автомобиль, прицеп, полуприцеп, полезная нагрузка, грузоподъемность.

Оснащение лесовозного автопоезда навесным гидравлическим манипулятором влияет на объем полезного груза на той единице подвижного состава, где он установлен. Для сохранения расчетных нагрузок на транспортное средство и нормативных значений осевых нагрузок с учетом массы гидроманипулятора допустимая полезная нагрузка на него должна быть снижена. Нагрузка на автопоезд от веса гидроманипулятора и другого дополнительного оборудования зависит главным образом от конструкции манипулятора, места его установки, размещения стрелы и грейферного захвата в транспортном положении. Возможные варианты размещения манипулятора на лесовозных автопоездах представлены на рис. 1.

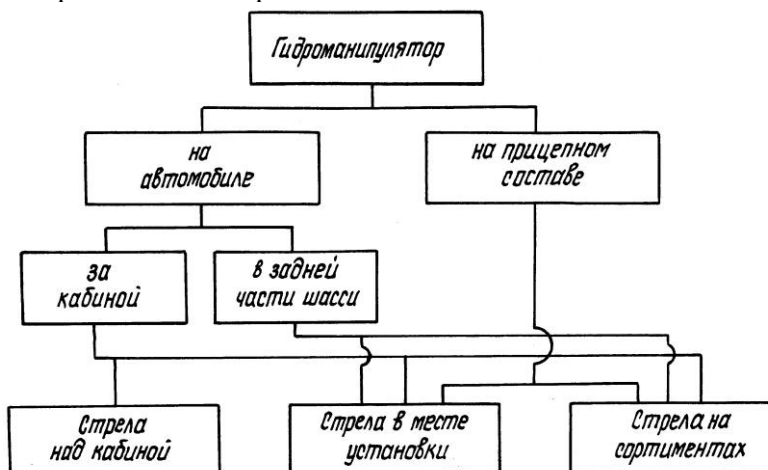


Рис. 1. Варианты размещения гидроманипулятора на лесовозном автопоезде

где R^{Ma} , R^M , $R^{M\pi}$ – нагрузки на оси от собственно снаряженного автомобиля без гидроманипулятора, от веса манипулятора и от перевозимого груза, кН.

Для определения Q_a составим уравнение моментов сил относительно передней оси (точки A).

В случае, когда автомобиль не имеет гидроманипулятора,

$$\sum M_A = 0; -Q_a(L+k) + R_{\zeta}^{ia} L - gC_M a + R_{\zeta}^{ia} L = 0,$$

где k – смещение центра тяжести погруженных лесоматериалов относительно задней оси (тележки), м;

L – база автомобиля, м;

G_M – масса снаряженного автомобиля, т;

a – расстояние от центра тяжести автомобиля до передней оси, м.

Из этого уравнения находим

$$Q_a = \frac{R_{\zeta}^{ia} + R_{\zeta}^{ia} L - gG_i a}{L+k} = \frac{R_{\zeta} L - gG_i a}{L+k}. \quad (1)$$

При наличии погрузочного механизма

$$\begin{aligned} \sum M_A = 0; & -Q'_a(L+k) + R_{\zeta}^{ia} L - gC_M a + R_{\zeta}^{ia} L - gG_o l_o - gG_k(l_o + l_1) - \\ & - gG_{ГК}(l_o - l_2) - gG_a(l_o - l_3) - gG_r(l_o - l_4) - gG_{рГ}(l_o - l_5) - gG_c(l_o - l_6) - \\ & - gG_p(l_o - l_7) - gG_{Гс}(l_o - l_8) - gG_y(l_o - l_9) + R_{\zeta}^{ai} L = 0, \end{aligned} \quad (2)$$

где

G_o – масса опорной части манипулятора, т;

G_k – масса колонны, включая сиденье оператора погрузки, т;

$G_{ГК}$ – масса гидроцилиндра (гидроцилиндров) подъема стрелы, т;

G_a – масса аутригеров, т;

G_r – масса грузозахватного устройства, т;

$G_{рГ}$ – масса рогатора, т;

G_c – масса стрелы (первой части), т;

G_p – масса рукояти (второй части стрелы), т;

$G_{Гс}$ – масса гидроцилиндра складывания стрелы, т;

G_y – масса упора, т;

l_o – расстояние от передней оси до линии крепления гидроманипулятора, м;

l_1, l_2, \dots, l_9 – расстояния от линии крепления гидроманипулятора до центров масс составляющих его элементов, м.

В уравнении (2) обозначим

$$\begin{aligned} gG_o l_o + gG_k(l_o + l_1) + gG_{ГК}(l_o - l_2) + gG_a(l_o - l_3) + gG_r(l_o - l_4) + gG_{рГ}(l_o - l_5) + \\ + gG_c(l_o - l_6) + gG_p(l_o - l_7) + gG_{Гс}(l_o - l_8) + gG_y(l_o - l_9) = g \sum_{i=1}^n G_i (l_o \pm l_i), \end{aligned} \quad (3)$$

где n – число составляющих элементов гидроманипулятора.

Из уравнения (2) с учетом (3) получим

$$Q'_a = \frac{R_{\zeta}^{\text{ia}} + R_{\zeta}^{\text{ia}} + R_{\zeta}^{\text{ai}} \overline{L} - gG_1 \dot{a} - g \sum_{i=1}^n G_i \overline{C_0 \pm l_i}}{L + k} = \frac{R_{\zeta} L - gG_1 \dot{a} - g \sum_{i=1}^n G_i \overline{C_0 \pm l_i}}{L + k}. \quad (4)$$

Значит, снижение допустимой полезной нагрузки составит

$$\Delta Q_a = Q_a - Q'_a = \frac{g \sum_{i=1}^n G_i \overline{C_0 \pm l_i}}{L + k}. \quad (5)$$

Это выражение справедливо при условии, что параметр k не изменяется. В противном случае ΔQ_a может быть найдена из разности формул (1) и (4).

При расположении стрелы гидроманипулятора над кабиной в транспортном положении в соответствии со схемой рис. 2 основная часть нагрузки от навешенного на автомобиль оборудования будет восприниматься его передней осью. Поэтому необходимо проверить нагрузку из условия, что она не превышает нормативного значения. Для этого составим уравнение равновесия сил относительно задней оси или оси крепления балансирной подвески (точка B) и найдем из него искомую величину:

$$R_{\text{п}} = \frac{\tilde{O}}{L} \leq R_{\text{п}}^{\text{н}}. \quad (6)$$

где $[R_{\text{п}}]$ – допустимая нагрузка на переднюю ось, кН;

X – параметр, определяемый по формуле

$$X = gG_{\text{м}}(L - a) - Q'_a k + gG_0(L - l_0) + gG_{\text{к}}(L - l_0 - l_1) + gG_{\text{рк}}(L - l_0 + l_2) + gG_{\text{а}}(L - l_0 + l_3) + gG_{\text{р}}(L - l_0 + l_4) + gG_{\text{пр}}(L - l_0 + l_5) + gG_{\text{с}}(L - l_0 + l_6) + gG_{\text{п}}(L - l_0 + l_7) + gG_{\text{рс}}(L - l_0 + l_8) + gG_{\text{у}}(L - l_0 + l_9).$$

Если условие (6) нарушается, необходимо пересмотреть параметры размещения груза на автомобиле или его величину, т. е. уменьшить $R_{\text{п}}^{\text{н}}$. Если и в этом случае неравенство (6) не выполняется, то следует пересмотреть вариант расположения стрелы.

При установке манипулятора за кабиной и размещении стрелы на пачке сортиментов значение $g \sum_{i=1}^n G_i \overline{C_0 \pm l_i}$ в формуле (5) определится по уравнению

$$g \sum_{i=1}^n G_i \overline{C_0 \pm l_i} = gG_0 l_0 + gG_{\text{к}}(l_0 - l_1) + gG_{\text{рк}}(l_0 + l_2) + gG_{\text{а}}(l_0 + l_3) + gG_{\text{р}}(l_0 + l_4) + gG_{\text{пр}}(l_0 + l_5) + gG_{\text{с}}(l_0 + l_6) + gG_{\text{п}}(l_0 + l_7) + gG_{\text{рс}}(l_0 + l_8).$$

При установке манипулятора в задней части шасси автомобиля и размещении стрелы на сортирентах из выражения (3) следует исключить последнее слагаемое $gG_y(l_0 - l_9)$, так как упора стрелы нет. Вместо него следует добавить слагаемое $gG_{вр}(l_0 - l_{10})$, где $G_{вр}$ – масса выступающей за раму автомобиля части надрамника или специальной дополнительной рамы для крепления гидроманипулятора, т; l_{10} – расстояние от центра тяжести $G_{вр}$ до оси крепления манипулятора, м. В этом случае $l_0 > L$.

При навешивании на автомобиль гидроманипулятора с z-образной схемой складывания стрелы и размещения ее в поперечной плоскости в пределах габарита выражение (3) значительно упростится и примет вид:

при установке за кабиной

$$g \sum_{i=1}^n G_i \left(\pm l_i \right) = gG_{аи} l_0 + gG_a \left(\pm l_c \right),$$

где $G_{тм}$ – масса гидроманипулятора без аутригеров, т;
при установке в задней части шасси

$$g \sum_{i=1}^n G_i \left(\pm l_i \right) = gG_{аи} l_0 + gG_a \left(\pm l_c \right) + gG_{ад} \left(\pm l_{10} \right).$$

Знак плюс – минус перед l_3 зависит от места крепления аутригеров относительно опорной части манипулятора.

Снижение грузоподъемности прицепных единиц при размещении на них погрузочного оборудования определяется по аналогичной методике.

Расчеты показывают, что размещение гидроманипулятора за кабиной автомобиля, а стрелы над кабиной приводит к необходимости минимального снижения допустимой полезной нагрузки на автомобиль (на 0,4...10,6 % в зависимости от марки автомобиля и гидроманипулятора).

Размещение стрелы гидроманипулятора на лесоматериалах в транспортном положении при установке за кабиной требует снизить полезную нагрузку на автомобили КамАЗ (7,9 ... 16,4 %), «Урал» (21,5 ... 31,2 %). Применение манипулятора ПЛ-70 с поперечным размещением стрелы в транспортном положении приведет к ее уменьшению соответственно на 5,9 ... 8,3 и 18,3 ... 20,1 %.

Размещение гидроманипулятора в задней части шасси автомобиля, существенно снижает полезную нагрузку автомобиля (рис. 3). Это снижение зависит от длины грузовой платформы автомобиля и длины перевозимых лесоматериалов. При этом во всех исследуемых вариантах требуемое снижение превышает собственную массу манипулятора, особенно для гидроманипулятора ПЛ-70 с поперечным размещением стрелы в транспортном положении.

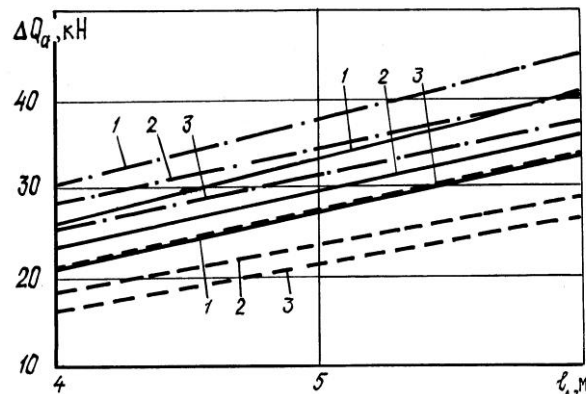


Рис. 3. Снижение допустимой полезной нагрузки автомобиля ΔQ_a от массы гидроманипулятора при его размещении в задней части шасси машины в зависимости от длины перевозимых сортиментов l_d : сплошная линия – СФ-65С; пунктирная – F-65S; штрих-пунктирная – ПЛ-70; 1 – «Урал-43202»; 2 – КамАЗ-43105; 3 – КамАЗ-53212

При размещении гидроманипулятора в задней части шасси существенно разгружается передняя ось автомобиля. Во всех рассмотренных случаях нагрузка на переднюю ось в грузеном состоянии меньше, чем у порожней машины без навесного погрузочного оборудования. Чем дальше сдвигается манипулятор в заднюю часть шасси автомобиля в целях увеличения полезной длины его грузовой платформы, тем значительно снижается допустимая полезная нагрузка и нагрузка на переднюю ось.

При монтаже гидроманипулятора на прицепе или полуприцепе их допустимая полезная нагрузка должна быть уменьшена на величину, равную массе навешиваемого погрузочного оборудования. Обеспечить соответствие нормативам распределения полной массы прицепа или полуприцепа по осям в этом случае можно за счет продольного смещения лесоматериалов по платформе, чего нельзя сделать на автомобиле.

M. Yu. Smirnov

Calculation of Bearing Capacity of Vehicle with Hydraulic Handling Device

The variants of placing hydraulic handling device on haul rig are considered. The influence of loading equipment on bearing capacity of the vehicle has been studied.

УДК 630*377.1: 621.869.7

П.Ф. Войтко

Войтко Петр Филиппович родился в 1945 г., окончил в 1968 г. Марийский политехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры транспорта леса Марийского государственного технического университета, заслуженный деятель науки Республики Марий Эл. Имеет 79 печатных работ в области водного транспорта лесоматериалов и совершенствования лесоперевалочных процессов на рейдах приплава.



РАСЧЕТ НАГРУЗКИ НА БАШЕННЫЙ КРАН ОТ ДЕЙСТВИЯ ПЕРЕДВИЖНОГО ТОРЦЕВЫРАВНИВАТЕЛЯ

Определены дополнительные нагрузки на лесопогрузчики башенного типа КБ-572, КБ-578 от действия передвижных торцевыравнивателей ТПК-10, ЛВ-169.

башенный кран, торцевыравниватель, пакет лесоматериалов, усилия в тросах крепления, тензометрические испытания.

Институт ВКНИИВОЛТ совместно с Пермским машиностроительным заводом «Коммунар», институтами ВНИИстройдормаш и МарГТУ разработали торцевыравниватели ТПК-10, ЛВ-169 к башенным и порталным кранам, которые составляют около 40 % грузоподъемного оборудования в лесопромышленном комплексе России. Торцевыравниватель круглых лесоматериалов ТПК-10 [1] представляет самостоятельный агрегат, прикрепленный тремя тросами к portalу лесопогрузчика КБ-572 (рис. 1)



Рис. 1. Система башенный кран (1) и передвижной торцевыравниватель (2) на Кировской ЛПБ

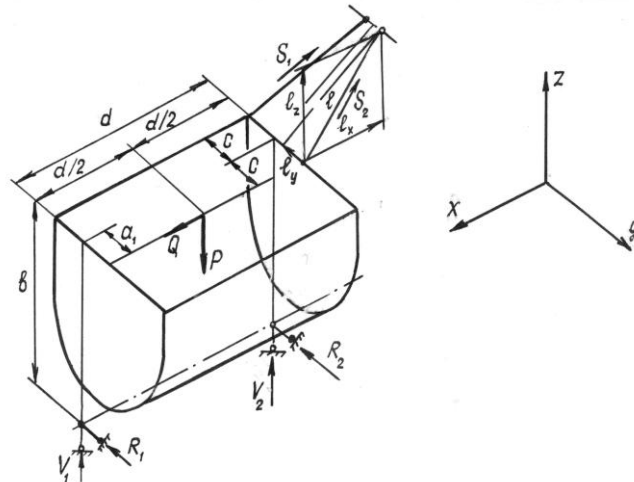


Рис. 2. Расчетная схема сил, действующих на торцевыравниватель

и перемещающийся за ним по одному из рельсов подкранового пути с помощью четырех механизмов передвижения крана. Размещение торцевыравнивателя на одном из рельсов подкранового пути обеспечивает погрузку лесоматериалов башенным краном с обеих сторон пути при минимальных затратах времени на цикл за счет перестановки торцевыравнивателя с одного рельса на другой. При передвижении крана с торцевыравнивателем на его портал воздействует дополнительная нагрузка от торцевыравнивателя (рис. 2).

Исходные данные для расчета: масса торцевыравнивателя $m_t = 12$ т; масса пакета круглых лесоматериалов $m_n = 10$ т; масса балласта на портале $m_b = 55$ т; масса крана $m_k = 122$ т; расстояние между опорами торцевыравнивателя $d = 6 \dots 9$ м; коэффициент перегрузки собственного веса торцевыравнивателя $n_t = 1,0$; коэффициент перегрузки крана (режим работы средний) $n_n = 1,25$; динамический коэффициент $n_d = 1,1$; двигатели механизма передвижения крана МТ Ш-6, развивающие максимальный момент $M_{дв} = 85,35$ Н·м; для механизма передвижения: число двигателей $n = 4$, передаточное число $i_n = 46,7$, коэффициент полезного действия $\eta_m = 0,8$, радиус ходового колеса $r_0 = 0,25$ м; длина верхних тяг крепления торцевыравнивателя к portalу $l = 3,84$ м; высота торцевыравнивателя $b = 33$ м; эксцентриситет его люльки $a_1 = 0,425$ м; межцентровое расстояние крепления тяг к торцевыравнивателю $2c = 1,85$ м.

Нагрузки на башенный кран от действия торцевыравнивателя определяли методом предельных состояний в соответствии с РД22-166-86 [2]. По существующей технологии лесоперевалочных работ загрузка торцевыравнивателя производится без сброса пачки круглых лесоматериалов в его люльку. Поэтому в расчетах принимаем минимальный динамический коэффициент [2], учитывающий случайные удары лесных грузов о торцевырав-

ниватель. Нагрузки рассчитывали для трех неблагоприятных случаев прикладывания пакета лесоматериалов: 1) к краю люльки при расстоянии между опорами торцевывравнивателя $d = 9$ м; 2) то же при $d = 6$ м; 3) в центре тяжести торцевывравнивателя при $d = 9$ м.

При передвижении башенного крана с торцевывравнивателем действуют следующие нагрузки: инерционные Q , вертикальные P , сопротивления движению W . Суммарная масса перемещаемых механизмов составит

$$m_0 = m_k + m_r + m_n = 122 + 12 + 10 = 144 \text{ т.}$$

Максимальное ускорение

$$a = nM_{дв}i_{п} \eta_{м} / (r_0 m_0) = 4 \cdot 85,35 \cdot 46,7 \cdot 0,8 / (0,25 \cdot 144000) = 0,354 \text{ м/с}^2.$$

Инерционная сила, приложенная к торцевывравнивателю в центре его масс,

$$Q_r = m_r a = 12 \cdot 0,354 = 4,248 \text{ кН.}$$

Инерционная сила, приложенная к пакету круглых лесоматериалов в торцевывравнивателе,

$$Q_n = m_n a = 10 \cdot 0,354 = 3,54 \text{ кН.}$$

Определим из условия равновесия усилия S_1 и S_2 в тросах и крепления торцевывравнивателя к portalу крана от действия инерционных нагрузок Q :

$$Q - S_1 \frac{l_x}{l} - S_2 \frac{l_x}{l} = 0; \quad (1) \quad Qa + R_1 d + S_1 \frac{l_x}{l} \tilde{n} - S_2 \frac{l_x}{l} \tilde{n} = 0; \quad (2)$$

$$S_1 \frac{l_z}{l} \tilde{n} - S_2 \frac{l_z}{l} \tilde{n} + (R_1 + R_2) b = 0; \quad (3) \quad R_1 + R_2 - S_1 \frac{l_o}{l} + S_2 \frac{l_o}{l} = 0, \quad (4)$$

где l_x, l_y, l_z – проекции трос длиной l на оси координат x, y, z , м;

R_1, R_2 – горизонтальные реакции в опорах торцевывравнивателя, кН;

S_1, S_2 – усилия в тросах, кН (растягивающее усилие считается положительным).

Преобразуя уравнения (3) и (4), находим

$$S_1 c l_z / l - S_2 c l_z / l + S_1 b l_y / l - S_2 b l_y / l = 0. \quad (5)$$

Из уравнения (5) имеем $S_1 = S_2$. Из уравнения (1) определим усилия в тросах крепления торцевывравнивателя к portalу крана:

$$S_1 = S_2 = Ql / (2l_x). \quad (6)$$

Подставив (5), (6) в (2) и (4), получим горизонтальные R и вертикальные V опорные реакции торцевывравнивателя:

$$\begin{aligned} R_1 &= -Qa/d; & R_2 &= -R_1 = Qa/d; \\ V_1 &= 0; & V_2 &= -2 S_1 l_z / l = -Ql_z / l. \end{aligned}$$

На торцевывравниватель действуют суммарные инерционные силы:

$$Q = Q_r + Q_n = 4,248 + 3,540 = 7,788 \text{ кН.}$$

Вычислим усилия в тросах S и опорные реакции R и V торцевыравнивателя от действия инерционных нагрузок для трех расчетных случаев.

1. Если $d = 9$ м, $l = 3,84$ м, $l_x = 2,62$ м, $l_z = 2,74$ м, $a_T = 0,425$ м, $a_n = 1,925$ м, то

$$S_1 = S_2 = (Q_n + Q_T)l / (2l_x) = (3,54 + 4,248) \cdot 3,84 / (2 \cdot 2,62) = 5,71 \text{ кН};$$

$$R_2 = -R_1 = (Q_n a_n + Q_T a_T) / d = (3,54 \cdot 1,925 + 4,248 \cdot 0,425) / 9 = 0,958 \text{ кН};$$

$$V_2 = -(Q_n + Q_T) l_z / l_x = -(3,54 + 4,248) \cdot 2,74 / 2,62 = -8,145 \text{ кН}.$$

2. Если $d = 6$ м, $a_T = 0,425$ м, $a_n = 1,925$ м, то

$$S_1 = S_2 = 5,71 \text{ кН}; V_1 = 0; V_2 = -8,145 \text{ кН};$$

$$R_2 = -R_1 = (Q_n a_n + Q_T a_T) / d = (3,54 \cdot 1,925 + 4,248 \cdot 0,425) / 6 = 1,437 \text{ кН}.$$

3. Если $d = 9$ м, $a_T = 0,425$ м, $a_n = 1,925$ м, то

$$S_1 = S_2 = 5,71 \text{ кН}; V_1 = 0; V_2 = -8,145 \text{ кН};$$

$$R_2 = -R_1 = (Q_n a_n + Q_T a_T) / d = (3,54 \cdot 1,925 + 4,248 \cdot 0,425) / 9 = 0,958 \text{ кН}.$$

Для определения усилий в тросах S крепления торцевыравнивателя к порталу крана от действия вертикальных нагрузок P составим два уравнения равновесия:

$$D \dot{a} + S_1 \frac{l_o}{l} b - S_2 \frac{l_o}{l} b + S_1 \frac{l_z}{l} c - S_2 \frac{l_z}{l} c = 0; \quad (7)$$

$$S_1 \frac{l_x}{l} + S_2 \frac{l_x}{l} = 0. \quad (8)$$

Решая совместно (7) и (8), находим

$$S_1 = -Pa / \left[\frac{l_o}{l} (b + l_z c) \right];$$

$$S_2 = Pa / \left[\frac{l_o}{l} (b + l_z c) \right]; \quad V_1 = V_2 = P/2.$$

Значение вертикальной нагрузки от веса пакета круглых лесоматериалов с учетом коэффициентов n_n и n_d равно

$$D_1^P = m_i g \ddot{v}_i \ddot{v}_a = 10 \cdot 9,81 \cdot 1,25 \cdot 1,1 = 134,887 \text{ кН}.$$

Определим усилия в тросах S и вертикальные опорные реакции V торцевыравнивателя для трех расчетных случаев.

1. Если $a_T = 0,425$ м, $a_n = 1,925$ м, $l = 3,84$ м, $l_y = 0,61$ м, $l_z = 2,74$ м, $c = 0,925$ м, $b = 3,3$ м, то

$$S_1 = - \left[D_0 \dot{a}_0 + D_1^P \dot{a}_1 \right] / \left[\frac{l_o}{l} (b + l_z c) \right] = \\ = (117,72 \cdot 0,425 + 134,887 \cdot 1,925) / \left[\frac{2}{3,84} (0,61 \cdot 3,3 + 2,74 \cdot 0,925) \right] = -130,84 \text{ кН}.$$

$$S_2 = -S_1; V_1 = -V_2 = (D_0 + D_1^{\delta})/2 = (117,75 + 134,887)/2 = 126,32 \text{ кН.}$$

2. Расчетные усилия в тросах S_1 и S_2 и вертикальные опорные реакции V_1 и V_2 такие же, как в расчетном случае 1.

3. Если $a_{\text{т}} = 0,425$ м, $l = 3,84$ м, $l_y = 0,61$ м, $l_z = 2,74$ м, $b = 3,3$ м, $c = 0,925$ м, то

$$S_1 = - \frac{D_0 + D_1^{\delta}}{2} \cdot \frac{a_{\text{т}}}{l} \cdot (b + l_z \cdot c) = - (117,72 + 134,89) \cdot 0,425 : \\ : \left[\frac{2}{3,84} (0,61 \cdot 3,3 + 2,74 \cdot 0,925) \right] = - 45,357 \text{ кН;} \\ S_2 = -S_1; V_1 = V_2 = 126,32 \text{ кН.}$$

Определим силы сопротивления W движению торцевывравнителя, которые возникают вследствие трения качения ходовых колес и трения реборд ходовых колес о головку рельса подкранового пути:

$$W = K_p W_T = K_p V_2 \mu / D_x = 2,5(2 \cdot 126,32 + 8,145) \cdot 2 \cdot 0,05 / 50 = 1,3 \text{ кН,}$$

где K_p – коэффициент, учитывающий трение реборд о головку рельса, $K_p = 1,2 \dots 2,5$;

μ – плечо трения качения, $\mu = 0,05$ см;

D_x – диаметр ходового колеса, $D_x = 50$ см;

V – суммарная вертикальная опорная реакция, кН.

Вследствие малости силы сопротивления движению торцевывравнителя в дальнейших расчетах ее можно не учитывать. Значения расчетных усилий в тросах крепления торцевывравнителя ТПК-10 к порталу крана КБ-572 приведены в табл. 1.

Для проверки соответствия действующих нагрузок на башенный кран расчетным в условиях эксплуатации на лесопромышленных предприятиях проводили производственные тензометрические испытания лесопогрузчика КБ-572 и торцевывравнителя ТПК-10 на Кировской ЛПБ согласно РТМ 2201-70-93 [4]. Результаты проверки [1] подтвердили правильность

Таблица 1

Показатели	Расчетные усилия, кН, для случаев					
	1		2		3	
	S_1	S_2	S_1	S_2	S_1	S_2
Нагрузка:						
инерционная	5,71	5,51	5,71	5,71	5,71	5,71
вертикальная	-130,84	130,84	-130,84	130,84	-45,357	45,357
Направление инерционных нагрузок:						
к крану	-125,13	136,55	-125,13	136,55	-39,647	51,067
от крана	-136,55	125,13	-136,55	125,13	-51,067	39,647

Таблица 2

Показатели	Эксперимент, кН			Расчет, кН		Ошибка, %	
	S_1	S_2	S_3	S_1	S_2	δ_1	δ_2
Статические испытания							
Влияние собственной массы торцевывравнителя на кран	9,947	-1,364	0,343	21,190	21,190	53	87
Опускание груза в торцевывравнители	27,193	-11,203	3,591	36,297	36,297	25	69
Подъем груза из торцевывравнителя	19,905	-3,571	-1,069	21,190	21,190	6	83
Опускание груза на край торцевывравнителя	48,098	-30,009	10,644	121,644	121,644	66	75
Удар груза о торцевывравнитель	41,791	-30,843	5,337	121,644	121,644	66	74
Динамические испытания							
Передвижение крана, если стрела расположена перпендикулярно подкрановым путям:							
тянули	66,345	-51,179	-24,888	121,644	121,644	45	58
толкали	23,220	-27,301	-14,215	121,644	121,644	59	41
То же параллельно:							
тянули	89,565	-7,848	-10,664	121,644	121,644	56	53
толкали	-23,220	-13,656	-21,337	121,644	121,644	24	93
Аварийная ситуация наезда на башмак (толкали)	-66,345	-34,119	-10,664	121,644	121,644	45	72

выполненных расчетов (табл. 2). Статические испытания крана и торцевывравнителя в рабочем состоянии показали, что усилия, передаваемые тьями торцевывравнителя без груза на кран, составляют: $S_1 = 9,947$ кН; $S_2 = -1,364$ кН; $S_3 = 0,343$ кН. Более нагруженным является процесс опускания груза в торцевывравнитель (расчетный случай 3): $S_1 = 27,193$ кН, $S_2 = -11,2$ кН, $S_3 = -3,59$ кН. Наиболее нагруженным расчетным случаем при статических испытаниях являлся второй, когда пакет круглых лесоматериалов опускался на удаленный край торцевывравнителя: $S_1 = 48,098$ кН; $S_2 = 30,009$ кН; $S_3 = 10,643$ кН.

Во всех расчетных случаях максимальное усилие в третьей тьяе, расположенной на высоте 0,7 м от рельса, не превышало 22 % S_1 . Это позволило принять расчетную схему (рис. 2) крепления торцевывравнителя к порталу крана с двумя верхними тьями S_1 и S_2 .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.В. Мишин, П.Ф. Войтко. Экспериментальное определение нагрузок, передаваемых торцевателем ТПК-10 на кран КБ-572 // Сб.тр. / ЦНИИлесосплава, 1980. – С. 59–61.
2. РД 22-166-86. Краны башенные строительные. Нормы расчета. – М.: СКТБ «Стройдормаш», 1986. – 61 с.

3. Расчеты крановых механизмов и их деталей. –3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1971. – 495 с.

4. РТМ 2201-70-93. Краны башенные строительные. Нагрузки. Методы испытаний. – М.: ВНИИстройдормаш, 1993. – 29 с.

P.F. Voitko

Calculation of Load on Tower Crane Resulting from Mobile Trimmer Operation

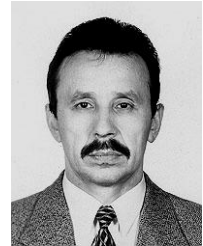
The additional loads on log loaders of tower type KB-572, KB-578 received from the operation of mobile trimmers ТПК-10, LV-169 are calculated.



УДК 629.11: 621.436: 511.3

В.А. Аллилуев, В.Д. Попов, Ю.Н. Сидыганов, Г.В. Каледин

Сидыганов Юрий Николаевич родился в 1959 г., окончил в 1984 г. Марийский политехнический институт, кандидат технических наук, профессор, декан механико-машиностроительного факультета Марийского государственного технического университета. Имеет более 40 печатных работ в области разработки методов, средств и технологии диагностирования машин и оборудования.



ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДИКАТОРНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Приведены результаты научных исследований в области диагностирования двигателей внутреннего сгорания по параметрам вибрации.

безразборные методы, электронные средства диагностирования, двигатель внутреннего сгорания, индикаторная диаграмма.

В лесной промышленности для погрузки и транспортировки древесины широко используют машины, оборудованные двигателями внутреннего сгорания (ДВС).

Для улучшения топливно-экономических, экологических и ресурсных показателей ДВС разрабатывают и внедряют прогрессивные безразборные методы и электронные средства технического диагностирования машин, позволяющие исключить вмешательство в работу механизмов и систем. Практическую значимость представляет диагностирование энергетических показателей и технического состояния ДВС по параметрам вибрации и деформации головки блока цилиндров, позволяющее получить информацию о протекании рабочего процесса в цилиндрах [1, 2].

При работе двигателя и воздействии газов на стенки цилиндра возникают динамические температурные напряжения на поверхности камеры сгорания.

Это создает концентрические волны напряжения, доходящие до преобразователей, установленных на наружной поверхности блока, которые определяют по выражению [3]

$$\lambda + \mu \frac{dU}{dr} + \mu \frac{d^2U}{dz^2} + \mu \frac{d}{dr} \left(\frac{dU}{dr} + \frac{U}{r} \right) = 0, \quad (1)$$

где λ , μ – постоянные Ламе;

U – перемещение точки тела в направлении радиуса;

z – координатная ось движения поршня;

r – радиальная координатная ось.

Решая уравнение (1), можно определить нормальные напряжения в стенке цилиндра по радиусу (σ_{rr}):

$$\sigma_{rr} = P_{\text{г}} \left[\frac{r_0^2}{R_0^2 - r_0^2} - \frac{r_0^2 R_0^2}{r^2 (R_0^2 - r_0^2)} \right], \quad (2)$$

где R_0, r_0 – внешний и внутренний радиусы цилиндров;

$P_{\text{г}}$ – давление газов в цилиндре.

С ухудшением технического состояния топливоподающей системы изменяются параметры давления газов в цилиндре при сгорании топлива и соответственно напряжения в стенке цилиндра.

При установке датчика на поверхности блока часть волны сжатия, воздействуя на его чувствительный элемент, генерирует электрический импульс, изменяющийся пропорционально динамическим напряжениям.

Зависимость между давлением газов в цилиндре $P_{\text{г}}(t)$ и динамическим напряжением $\sigma(t)$, регистрируемым датчиком, имеет вид [3]

$$\sigma(t) = (1 - I) K_{\text{м}} P(t), \quad (3)$$

где I – коэффициент прохождения волны сжатия к датчику;

$K_{\text{м}}$ – коэффициент, учитывающий конструктивные особенности двигателя.

Динамические напряжения приводят к возникновению упругих волн деформаций и виброперемещений в головке блока цилиндров двигателя. Колебательный процесс описывается дифференциальным уравнением [8]

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + c \frac{dx}{dt} + kx = P(t), \quad (4)$$

где m, c, k – соответственно матрицы обобщенных масс, коэффициентов демпфирования и жесткости;

$P(t)$ – сила давления газов.

Перемещения головки блока цилиндров, возникающие под воздействием ударного импульса расширяющихся газов в цилиндре двигателя ($x(t)$), по своей физической природе отражают изменения давления газов в цилиндрах двигателя при протекании рабочего процесса. Для получения диагностического сигнала, амплитуда которого изменяется пропорционально изменению давления газов в цилиндре дизеля, выходной сигнал виброускорения акселерометра $\frac{d^2 x}{dt^2}$ дважды интегрируется приборным

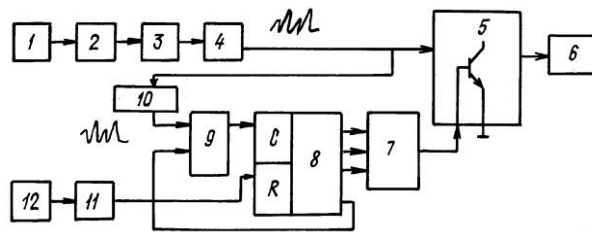
путем в соответствии с выражением (4) с частотой и фазовой селекцией [7].

Диагностический прибор ДПИ для регистрации индикаторных параметров ДВС виброакустическим методом [4] (рис.1) содержит последовательно соединенные части: преобразователь давления 1, усилитель 2, интегратор 3 и фильтр низких частот 4, а также схему выделения моментов экстремумов 10, первую логическую схему ИЛИ с первым и вторым выходами

9, датчик подъема иглы форсунки 12, усилитель-формирователь импульсов 11, цифровое отсчетное устройство со счетным и сбросовым входами и первым, вторым и третьим выходами 8, вторую логическую схему ИЛИ с первым и вторым входами 7, транзисторный ключ 5 с информационным и управляющим входами и регистрирующее устройство 6.

Выход фильтра 4 низких частот соединен с информационным входом транзисторного ключа 5 и входом схемы 10 выделения моментов экстремумов, выход которой соединен с первым входом первой логической схемы ИЛИ 9. Выход первой логической схемы ИЛИ 9 соединен со счетным входом цифрового устройства 8, сбросовый вход которого – с входом усилителя-формирователя 11, вход последнего – с датчиком 12 подъема иглы форсунки. Третий выход цифрового отсчетного устройства 8 соединен со вторым входом первой логической схемы ИЛИ 9, а первый и второй входы – с первым и вторым входами второй логической схемы ИЛИ 7. Выход второй логической схемы ИЛИ 7 соединен с управляющим входом транзисторного ключа 5, к выходу которого подключено регистрирующее устройство 6.

Рис. 1. Структурная схема диагностического прибора



Устройство работает следующим образом. В зависимости от типа диагностируемого цилиндра задают коэффициент усиления усилителя 2. Преобразователь давления 1 при помощи динамометрической трубки устанавливают на торец центральной шпильки крепления головки блока цилиндров. Под действием изменяющегося давления газов в камерах сгорания двигателя возникают упругие колебания головки блока, передающиеся на шпильку и преобразователь давления 1. На форсунку цилиндра, по порядку работы предшествующего диагностическому, устанавливают датчик подъема иглы 12. Импульс с датчика 12, соответствующий углу опережения впрыска, т. е. подаваемый до достижения диагностическим сигналом максимального значения, через усилитель-формирователь 11 поступает на сбросовый вход цифрового отсчетного устройства 8, устанавливая на его первом и втором выходах значение 0. Теперь блок готов к работе. Диагностический сигнал с преобразователя 1 давления, пройдя через усилитель 2, интегратор 3 и фильтр 4 низких частот с диапазоном пропускания, равным частоте собственных колебаний поверхности головки блока цилиндров, поступает на схему 10 выделения моментов экстремумов. После прихода второго и третьего выделенных импульсов моментов экстремумов на счетный вход цифрового отсчетного устройства 8 через логическую схему ИЛИ 9 на

первом и втором выходах цифрового отсчетного устройства появляется I , проходящая через логическую схему ИЛИ 7 и открывающая транзисторный ключ 5. При этом выделенный диагностический сигнал с фильтра 4 низких частот проходит на регистрирующее устройство 6. С приходом четвертого импульса экстремума со схемы выделения экстремума на входе логической схемы ИЛИ 9 устанавливается 0, что препятствует поступлению импульсов на счетный вход цифрового отсчетного устройства 8. Одновременно закрывается транзисторный ключ 5, который закорачивает входную шину на корпус, и сигнал с фильтра 4 низких частот не проходит на регистрирующее устройство 6. Измерение окончено, и устройство ждет импульса начала отсчета с датчика 12.

Получение равноценной информации о протекании рабочего процесса от каждого цилиндра в отдельности при размещении преобразователя всегда в строго определенном месте для всех цилиндров с нормированным усилием его установки значительно снижает погрешность измерения.

Модификация прибора ДПИ-1 приведена на рис. 2 [5, 6].

Вычислительный алгоритм расчета среднего индикаторного давления и $P_{i\text{ усл.}}(H)$ данным прибором [7]:

$$P_{i\text{ оиэ}} = \frac{\mu_v}{t} \left[\int_{t_0}^{2t} V_S \overleftarrow{dt} - 2 \int_{t_0}^t V_S \overleftarrow{dt} \right], \quad (5)$$

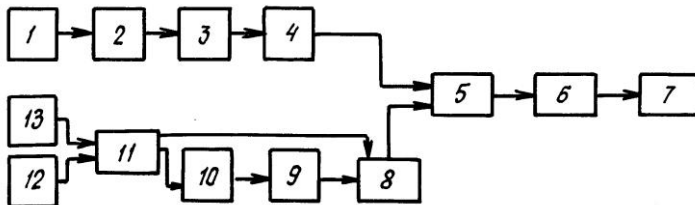


Рис. 2. Блок-схема диагностического прибора для определения $P_{i\text{ усл.}}$ и диагностической индикаторной диаграммы: 1 – вибропреобразователь типа Д-14; 2 – интегрирующий усилитель; 3 – блок фильтров низких (ФНЧ) и высоких (ФВЧ) частот; 4 – первый измеритель площади; 5 – схема вычитания; 6 – схема давления; 7 – блок индикации; 8 – схема запрета; 9 – схема умножения на 2; 10 – второй измеритель площади; 11 – схема выделения опорного сигнала; 12 – отметчик ВМТ; 13 – отметчик НМТ

где μ_v – масштабный коэффициент перевода напряжения в давление, МПа/мВ;

$2t$ – время, в течение которого совершается такт сжатия;

t – то же расширения;

1, 2 – площади под кривой диагностического сигнала за такты расширения и сжатия и за один такт сжатия (мВ·с).

В результате полученных математических зависимостей [1–5] реализована возможность определения диагностической индикаторной диаграммы приборным решением.

Диаграмма, полученная виброакустическим методом, идентична индикаторной диаграмме, полученной с помощью датчика индицирования (рис. 3).

Рис. 3. Осциллограммы трех сигналов: 1 – сигнал индицирования; 2 – вибросигнал; 3 – отметка ВМТ

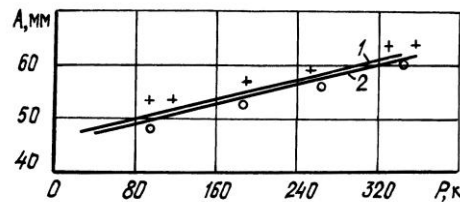
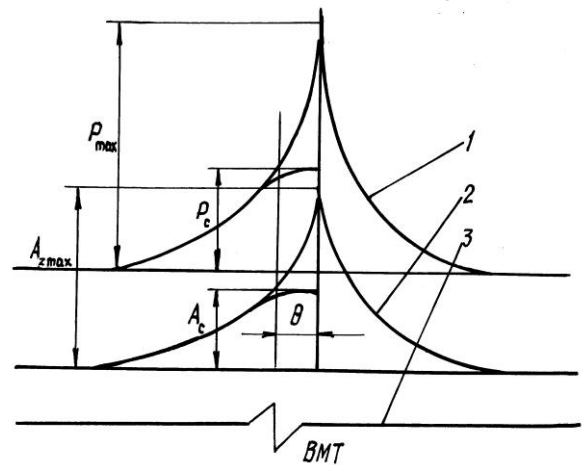


Рис. 4. Зависимость максимальных амплитуд сигнала индицирования (1) и вибросигнала (2) от нагрузочного режима работы дизеля Д-240

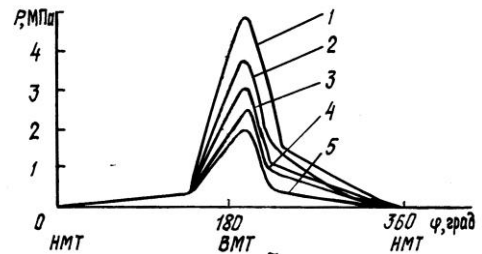


Рис. 5. Максимальное значение амплитуд вибросигнала при рабочем процессе и при прокручивании коленчатого вала дизеля: 1 – 3 – соответственно 40, 25 и 15 % от $N_{ен}$; 4 – холостой ход; 5 – прокручивание; $n = 1400 \text{ мин}^{-1}$

Амплитуда вибросигнала $A(\omega)$ изменяется пропорционально изменению давления в цилиндре дизеля [8]:

$$A(\omega) = (1 - I) K_k K_{кр} F(t), \quad (6)$$

где I – коэффициент прохождения волны сжатия – расширения;

K_k – коэффициент, характеризующий конструктивные особенности дизеля данной марки;

$K_{кр}$ – коэффициент, учитывающий способ крепления вибропреобразователя;

$F(t)$ – сила, действующая на шпильку за рабочий цикл.

На рис. 4 приведены зависимости максимальных амплитуд сигнала индицирования $A(\omega)$; от нагрузочного режима работы дизеля Д-240.

По максимальным значениям амплитуд вибросигнала при рабочем процессе $A(\omega)_{z \max}$ (рис. 5) и при прокручивании дизеля $A(\omega)_{сж}$ определяется максимальное давление газов рабочего процесса P_{\max} и максимальное давление сжатия P_c .

Виброакустический метод определения индикаторных параметров представляет практическое значение как для оценки протекания рабочего процесса в цилиндрах ДВС, технического состояния его составных частей, так и для диагностирования основных параметров дизеля, характеризующих мощностные, топливно-экономические и экологические показатели [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.с. 435471 СССР, МКИ¹ G 01 I 23/08. Способ определения жесткости работы двигателя внутреннего сгорания / Н.С. Ждановский, В.А. Аллилуев, В.К. Чугунов, Л.П. Чапурин // Открытия. Изобрет. – 1974. – № 25. – С.132.

2. А.с. 1320688 СССР, МКИ⁴ G 01 M 15/00. Устройство для диагностирования двигателей внутреннего сгорания / В.А. Аллилуев, Ю.Н. Щербинин, А.В. Волжанкин, А.Г. Мамедов // Открытия. Изобрет. – 1987. – № 24. – С. 198–199.

3. Аллилуев В.А. и др. Техническая диагностика тракторов и зерноуборочных комбайнов. – М.: Колос, 1978. – 286 с.

4. Аллилуев В.А., Мамедов АТ. Диагностирование рабочего процесса тракторного дизеля по параметрам вибрации // Сб. науч. тр. ЛСХИ. – Л., 1982. – С. 21–24.

5. Аллилуев В.А., Муравьев К.Е. Диагностирование и контроль энергетических параметров дизеля при эксплуатации, ТО и ремонте // Современное оборудование и технологические процессы восстановления деталей машин. – М.: ГОСНИТИ, 1988. – С. 69–71.

6. Аллилуев В.А., Муравьев К.Е. Диагностирование энергетических показателей дизелей виброакустическим методом // Двигателестроение. – 1988. – № 6. – С. 58–62.

7. Аллилуев В. А., Муравьев К.Е. Автоматизация процессов контроля работоспособности цилиндров дизеля по условным индикаторным параметрам, полученным вибрационным методом // Автоматизация процессов технического обслуживания и ремонта сельскохозяйственной техники. – М.: ГОСНИТИ, 1989. – С. 35–37.

8. Аллилуев В.А., Ананьин А.Д., Михлин В.М. Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка: Учеб. пособие для вузов. – М.: ВО Агропромиздат, 1991. – 367 с.

V.A. Alliluev, V.D. Popov, Yu.N. Sidyganov, G.V. Kaledin

Determination of Indicator Indices of Internal Combustion Engines

The results of scientific research in the field of diagnosing internal combustion engines based on the vibration data are provided.

УДК 630*308

Ю.А. Ширнин

Ширнин Юрий Александрович родился в 1946 г., окончил в 1973 г. Марийский политехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и оборудования лесопромышленных производств Марийского государственного технического университета. Имеет 160 печатных работ в области технологии и оборудования лесопромышленных производств.



КОМПЛЕКСНОЕ ОСВОЕНИЕ УЧАСТКОВ ЛЕСНОГО ФОНДА

Приведены положения Лесного кодекса РФ, дан анализ комплексного ведения лесных работ, изложены признаки малообъемных заготовок и предлагаемый способ освоения УЛФ, рассмотрены принципы технической оснащенности и организации работ в бригадах.

участки лесного фонда, аренда, малообъемные лесозаготовки, лесовосстановление, технология, организация, оборудование.

Функционирование современного лесопромышленного предприятия регулируется Лесным кодексом Российской Федерации [2] и Положением об аренде участков лесного фонда [5]. Кодексом определено, что лесной фонд находится в федеральной собственности; часть его может быть передана в собственность субъекта РФ. В этом документе отражены формы, при которых у частных и юридических лиц возникают права пользования участками лесного фонда (УЛФ): договор аренды, договор безвозмездного пользования, договор концессии, протокол о результатах лесного аукциона.

Для стабильной работы лесопромышленного предприятия в течение длительного периода необходимы регулярная информация о сырьевых ресурсах и гарантии прав их использования. Наиболее приемлемой формой для перспективных лесопользователей является аренда. Одна из основных пунктов договора аренды [5] – ведение арендаторами лесовосстановительных работ.

В конце 80-х гг. XX в. в РФ стали создавать комплексные лесные предприятия (КЛП), которые, наряду с заготовкой и переработкой древесины, проводили лесовосстановительные мероприятия. В 90-е гг. КЛП разделились на лесхозы и лесозаготовительные предприятия, последние с различными формами собственности. Так, по департаменту Кировского лесопромышленного комплекса 31 предприятие из 50 относится к акционерным обществам.

В этих условиях лесозаготовительные предприятия могут функционировать по разным вариантам. В многолесных районах останутся предприятия, специализирующиеся на заготовке и переработке древесины (40 ... 50 тыс. м³ и более в год), с круглогодичной работой и постоянным лесным

фондом. Им с традиционной техникой не всегда целесообразно в договор аренды включать пункты, касающиеся лесовосстановления. Лесовозобновление и рубки ухода в этих местах останутся за лесхозами.

В перспективе найдут применение различного вида (по степени переработки древесины) лесопромышленные предприятия с малым объемом производства (далее малообъемные). Они имеют следующие признаки [9]: небольшие объемы, не обеспечивающие круглогодичную загрузку стационарного лесоскладского оборудования; лесозаготовки на предприятиях, где они не являются единственным видом деятельности и носят по существу сезонный характер; использование лесозаготовительного оборудования на лесовосстановительных и других работах; наряду с традиционными технологиями (вывозка деревьев, хлыстов, сортиментов) использование вывозки пиломатериалов; отсутствие гарантированного лесного фонда; разнообразие готовой продукции из древесины и форм ее реализации.

Эти, до известной степени условные, признаки характерны для лесозаготовок скандинавских и некоторых других европейских стран, чему способствует наличие там различных форм собственности на УЛФ. Они присутствуют в мехлесхозах и лесничествах России, которым, согласно Лесному кодексу, в настоящее время запрещены рубки главного пользования. Такие предприятия становятся доминирующими в малолесных районах, их много и в других регионах страны.

Расчеты показывают, что для эффективного использования современного комплекта машин (например харвестер + форвардер) их необходимо загружать в две-четыре смены. За 250 рабочих дней годовой объем лесозаготовок должен составлять не менее 100 тыс. м³. Встает вопрос об эффективных комплектах оборудования для малых предприятий. Многие предприятия в этих условиях используют механизированный труд (бензопилу и трелевочный трактор). Бригада на базе одного трелевочного трактора способна заготовить в течение года при односменной работе 12 ... 15 тыс. м³. При таком наборе оборудования нецелесообразно выполнять рубки ухода и брать обязательства по лесовосстановлению.

Находит развитие тенденция найма бригад профессиональных лесозаготовителей на временные работы по заказу малообъемных предприятий, занимающихся, например, глубокой переработкой древесины. Однако коллективы таких бригад временные и слабо оснащены технически.

Опыт предпринимателей-лесозаготовителей [6] имеется в Финляндии. У них нет своего лесфонда, и работают они с низкой производительностью и в условиях жесткой конкуренции по договору с владельцем лесов, который потом продает древесину, например в круглом виде, или с потребителями древесины, которые покупают у собственников лес на корню. Для РФ официальное существование таких предприятий затруднено, поскольку субаренда лесного фонда не разрешена.

У нас лесозаготовки в малых объемах, как правило, наблюдаются в истощенных сырьевых базах, особенно в европейской части РФ. Работа в малых лесосеках с частым перебазируванием техники неэффективна. Одним

из путей повышения эффективности является комплексное освоение лесных ресурсов в квартале или группе кварталов, когда, наряду с лесозаготовками, проводятся лесохозяйственные мероприятия. Новизна предлагаемого способа освоения УЛФ подтверждена патентом [4]. Этот метод получил распространение при рубках ухода [3].

При организации производства по предлагаемому способу: знакомятся с материалами лесоустройства, таксационными характеристиками лесонасаждений, переносят на кальку и объединяют таксационные выделы по лесорастительным, почвенно-грунтовым условиям, целевой древесной породе; намечают план мероприятий (выполняют инженерное устройство территорий); разрабатывают технологическую карту освоения квартала; рассчитывают объемы работ по заготовке древесины и лесовосстановлению; формируют мастерский участок для освоения квартала; осуществляют практическую реализацию проекта.

Технологическая схема освоения квартала представлена на рис. 1. Он состоит из 31 выдела, границы которых обозначены пунктирной линией. Выделы, нуждающиеся в обработке, объединяют, образуя крупные делянки и лесосеки (показаны штриховкой). Квартал по периметру имеет поквартальные просеки для проезда лесовозного транспорта, а площади, тяготеющие к ним – форму равнобедренного треугольника 1. Затем подбирают места складирования древесины (погрузочные площадки) 2, которые примыкают к обочинам лесных дорог на границе квартала 3. Территория, тяготеющая к одному погрузочному пункту, может иметь форму треугольника 4 или трапеции 5. Древесину вывозят в направлениях 6 и 7.

Повышение эффективности при комплексном освоении участка достигается тем, что

разрабатывают не отдельные таксационные выделы, а их совокупность, с учетом типов леса. Все лесозаготовительные и лесовосстановительные работы выполняют бригадами на основе единого базового оборудования и сменных рабочих органов, с использованием единых волоков, поквартальных просек и имеющихся дорог. Экономическая эффективность предлагаемого способа зависит от природных и экономических условий района. Ук-

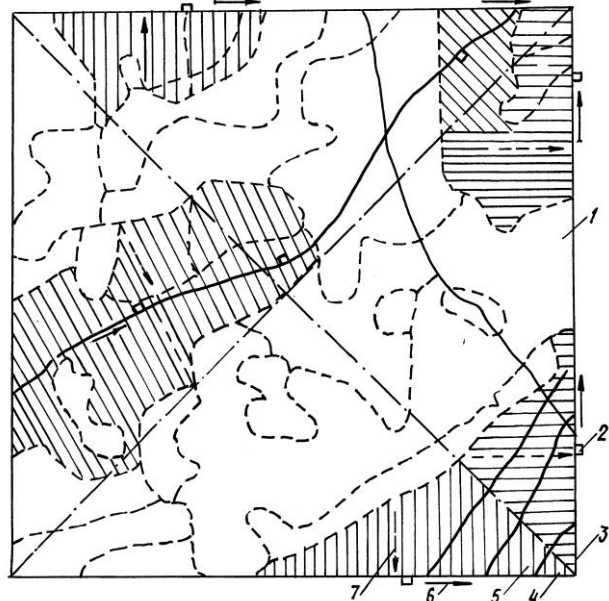


Рис. 1. Технологическая схема освоения квартала

рупнение участков позволяет концентрировать технику, улучшить контроль за качеством работ и техническим обслуживанием, сократить расходы на содержание волоков, дорог и оборудования, снизить трудоемкость и время на отвод лесосек, улучшить условия труда, сократить расходы на перебазировки мастерских участков.

Для комплексного освоения УЛФ требуется иной подход к технической оснащенности, кадровому обеспечению и организации производства. Техническую оснащенность целесообразно осуществлять на базе колесного или гусеничного шасси (энергетического модуля), с которым шарнирно сочленен (или прицеплен) установочный модуль с активным или пассивным шасси. Рабочие органы машины (технологические модули) сменные. Их монтаж и демонтаж с установочного модуля осуществляют за короткое время. Для обеспечения этого процесса на раме энергетического или установочного модуля целесообразно иметь манипулятор со сменными рабочими органами: клещевым захватом, устройством для выкопки и пересадки подроста, харвестерную головку и т. д.

Установочный модуль может оборудоваться: устройством для обрезки сучьев и раскряжевки, дробильной и лесопильной установками, канатным оборудованием для подтрелевки, оборудованием для трелевки в полупогруженном и погруженном положении, кузовом для перевозки посадочного материала (выкопанного подроста) и т. п. Привод монтируемых на установочном модуле обрабатывающих агрегатов может осуществляться гидродвигателями.

При проведении лесохозяйственных работ, связанных с обработкой почвы, агрегаты для вспашки, посадки, внесения удобрений и др. можно прицеплять непосредственно к энергетическому модулю.

Совмещение процессов лесозаготовок и лесовосстановления выдвигает новые требования к рабочей силе, а именно к овладению смежными специальностями, дающими возможность без осложнений переходить от одного вида работ к другому в рамках одной бригады или мастерского участка.

Комплексное ведение работ в лесу положительно скажется на функционировании малообъемных лесозаготовок. При научно обоснованном планировании работ можно обеспечить круглогодичную занятость рабочих. Число рабочих дней, планируемых для работы бригады в течение года, можно представить в виде суммы рабочих дней на выполнение отдельных видов работ:

$$T = \sum_{i=1}^n T_i ,$$

где T – календарное число рабочих дней в году;

T_i – число рабочих дней для выполнения i -го вида работ;

n – число видов работ (рубки главного пользования – T_1 , рубки промежуточного пользования – T_2 , уход за лесом – T_3 , работы по искусственному лесовыращиванию – T_4 и т. д.):

$$T_1 = \frac{Q_1}{H_{c.1}}; \quad T_2 = \frac{Q_2}{H_{c.2}},$$

где Q_1, Q_2 – годовой объем лесозаготовок по рубкам соответственно глав-

ного и промежуточного пользования, м³;

$H_{c.1}, H_{c.2}$ – суточная выработка лесозаготовительной бригады на рубках

соответственно главного и промежуточного пользования, м³;

$$T_3 = \frac{S_3}{F_3},$$

где S_3 – годовая площадь рубок ухода за лесом, га;

F_3 – суточное задание бригады по проведению рубок ухода, га;

$$T_4 = T_p + T_{\hat{a}} + \dot{O}_i = \frac{S_p}{F_p} + \frac{S_{\hat{a}}}{F_{\hat{a}}} + \frac{S_i}{F_i},$$

где T_p, T_b, T_{Π} – время соответственно на расчистку площади S_p , вспашку (рыхление) площади S_b , посадку культур на площади S_{Π} ;

F_p, F_b, F_{Π} – суточное задание бригады на эти виды работ, га.

Расчеты по приведенным формулам позволяют обосновать кварталы (блоки кварталов), виды и объемы работ в них, техническую оснащенность бригады, составить календарный график с учетом климатических условий местности, регламентирующих оптимальные сроки посадки и ухода за лесом, благоприятные периоды для заготовки древесины.

Комплексное освоение УЛФ может быть выполнено и с использованием имеющегося на предприятиях оборудования. Так, нами проведен эксперимент по использованию форвардера «Валмет-862» на пересадке подроста (рис. 2). Для этого на манипулятор навешивали изготовленное в МарГТУ выкапывающее устройство для пересадки подроста, кузов оборудовали настилом для его перевозки. Переоборудование форвардера выполняется в течение 1-2 ч.

Проведенные нами теоретические [8, 9] и экспериментальные [1, 7] исследования по комплексному освоению УЛФ показали перспективность данного направления



Рис. 2. Выкопка подроста устройством на базе форвардера «Валмет- 862»

развития техники и технологии на лесосечно-лесовосстановительных процессах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крицкая Н.А., Михайлов С.М., Рукомойников К.П. Производственная проверка поквартального метода освоения участков лесного фонда // Современные проблемы лесопромышленного комплекса Волго-Вятского региона: Сб. науч. тр. лесопромышл. фак-та МарГТУ. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – Вып. 1. – С. 24–27.
2. Лесной кодекс Российской Федерации. – М.: ВНИИЦлесресурс, 1997. – 65 с.
3. Несплошные рубки леса / Н.Р. Гильц, В.В. Федоров, В.А. Васюков, К.К. Демин. – М.: Лесн. пром-сть, 1986. – 192 с.
4. Пат. 2175830 РФ, МПК⁷ А 01 G 23/00, 23/02. Способ освоения участков лесного фонда / Ю.А. Ширнин, Е.М.Царев, Н.А. Крицкая, К.П. Рукомойников // Бюл. изобрет. Полезные модели. – 2001. – № 32. – С. 146.
5. Положение об аренде участков лесного фонда: Утв. постановлением Правительства РФ от 24 марта 1998 г. № 345. – М., 1998. – 10 с.
6. Развитие устойчивого лесного хозяйства на Северо-Западе России // Матер. науч. семинара по технологиям рубок ухода. – Петрозаводск, 2002.
7. Ширнин Ю.А., Лазарев А.В. Выкопка и посадка подроста ели машинным способом // Современные проблемы лесопромышленного комплекса Волго-Вятского региона: Сб. науч. тр. лесопромышл. фак-та МарГТУ. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – Вып. 1. – С. 35–36.
8. Ширнин Ю.А., Михайлов С.М. Варианты агрегатирования технологического оборудования при комплексном освоении лесного фонда // Рациональное использование лесных ресурсов: Матер. Междунар. науч.-практ. конф. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1999. – С. 106–107.
9. Ширнин Ю.А., Пошарников Ф.В. Технология и оборудование малообъемных лесозаготовок и лесовосстановление: Учеб. пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 398 с.

Yu.A. Shirnin

Complex Development of Forest Stock Sites

The provisions of Forest Code of RF are given; the analysis of complex forest management is provided; the characteristics of low-volume felling are stated as well as the proposed way of developing forest stock sites; principles of technical equipment and team work organization are considered.



МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674

А.С. Торопов, А.П. Домрачев

Торопов Александр Степанович родился в 1950 г., окончил в 1973 г. Марийский политехнический институт, доктор, профессор, заведующий кафедрой деревообрабатывающих производств Марийского государственного технического университета, заслуженный деятель науки республики Марий Эл. Имеет около 150 печатных работ в области интенсификации процессов распиловки пиломатериалов.



Домрачев Александр Павлович родился в 1953 г., окончил в 1979 г. Марийский государственный университет, старший преподаватель кафедры информатики Марийского государственного технического университета. Имеет около 30 печатных работ в области решения многокритериальных задач, моделирования и оптимизации процессов деревообработки.



ОБОСНОВАНИЕ МЕСТ И ЧИСЛА ЗАМЕРОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ПРЕДМЕТА ТРУДА В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Предложен новый вид образующей хлыста, дано обоснование мест и числа замеров для определения неизвестных параметров образующей. Адекватность предлагаемой модели проверена статистическими методами.

предмет труда, моделирование, хлыст, образующая, замер, диаметр хлыста, функция регрессии, адекватность.

При проектировании систем оптимального раскроя исходного сырья и заготовок, а также при решении задач прогнозирования выхода продукции деревообработки важную роль играют математические модели предмета труда. Адекватность моделей реальным объектам во многом предопределяет качество раскройных алгоритмов и, в конечном итоге, оптимальность самого раскроя. Объект можно описать аналитически или таблично, задав координаты точек на его поверхности. При втором способе можно использовать сплайн-функции, но получение исходного набора точек довольно трудоемко.

Цель нашей работы – создать математическую модель образующей хлыста, адекватную реальным объектам.

При разработке будем учитывать следующие требования к модели:
 должна допускать варьирование небольшим числом переменных и в то же время быть полезной на практике;
 должна ориентироваться на реализацию с помощью существующих технических средств;
 должна обеспечивать получение полезной информации об объекте в плане поставленной задачи.

Исследование вида образующей хлыста проводили на основе паспортных данных хлыстов, содержащих сведения о значениях диаметров.

Объектами исследований являлись хлысты, представляющие собой первичный продукт лесозаготовок. Порода древесины – береза. Объем выборки – 35. Диаметры хлыстов измеряли, начиная с комлевого конца к вершине с шагом 2 м. Первый замер выполняли на расстоянии 1 м от комля. По результатам замеров комлевые и вершинные диаметры варьировались соответственно в диапазонах 0,2 ... 0,45 м и 0,05 ... 0,153 м, длины хлыстов – от 19 до 25 м.

Для описания формы хлыста исследователями [1] предложены различные аналитические зависимости вида образующей, которые имеют преимущества и недостатки. Поэтому при выборе функции будем руководствоваться соображениями минимального числа замеров для получения исходных данных и адекватностью описания формы хлыста.

Наиболее часто для описания образующей хлыста используют степенную и экспоненциальную функции или их суперпозицию. Нами для сравнительного анализа выбраны следующие функции:

естественного роста (аллометрическая) [4]

$$Y = d_0 - aL^b; \quad (1)$$

степенная для $M = 2, 3$ и 4 [3]

$$Y = A_0 + \sum_{i=1}^M A_i X^i; \quad (2)$$

биотехнического закона [2] для $a_4 = 1$

$$Y = a_2 X^{a_2} e^{a_3 X^{a_4}}, \quad (3)$$

где d_k, d_b, d_1, d_L – диаметры хлыста в комле, вершине, на расстоянии 1 м и L метров от комля.

Значения неизвестных параметров для (1)–(3) можно вычислить, решая соответствующие системы уравнений.

Если замеры диаметров хлыста выполнены на расстоянии 1 м и L метров от комля, то параметры a и b зависимости (1) можно вычислить по формулам

$$b = \frac{\ln(d_1 - d_L) / (d_1 - d_L)}{\ln L};$$

$$a = (d_1 - d_L) / L^b. \quad (4)$$

При тех же условиях проведения замеров получены формулы для параметров a_3, a_2 и a_1 биотехнического закона (3):

$$a_3 = \frac{\ln l \ln(d_L/d_l) - \ln L \ln(d_l/d_1)}{(l-1) \ln L - (L-1) \ln l};$$

$$a_2 = \frac{\ln(d_L/d_l) - a_3(L-1)}{\ln L}; \quad (5)$$

$$a_1 = d_1 e^{a_3}.$$

Для определения коэффициентов зависимости (2) использовали итерационный метод Зейделя.

В качестве критерия оценки точности приближения для описания вида образующей хлыста предложена сумма квадратов отклонений вида

$$e = \sum_{i=1}^n [Y_i - Y(x_i)]^2, \quad (6)$$

где n – число замеров диаметра по длине хлыста;

Y_i – фактическое значение диаметра хлыста на расстоянии x_i от комля;

$Y(x_i)$ – значение диаметра хлыста, вычисленное по формуле, описывающей образующую.

Для решения вопроса о местах замера диаметров хлыста используем полученные ранее формулы для вычисления неизвестных параметров зависимостей (4), (5) и критерий оценки точности приближения вида (6).

Для определения мест замеров диаметров хлыста вдоль образующей предложен алгоритм по критерию минимума суммы квадратов отклонений.

1. Пусть n – число точек замеров диаметра хлыста по его длине ($n \geq 3$);

d_i – значение диаметра хлыста для i -го замера;

l_i – расстояние от комля до i -го замера;

$Y(l_i)$ – значение диаметра хлыста, вычисленное по аналитической зависимости.

2. Начальное значение суммы квадратов отклонений $e_{\min} = 10\,000$.

3. Номер второго замера $i = 2$.

4. Номер третьего замера $j = i + 1$.

5. По формулам (4) вычислить значение неизвестных параметров для аллометрической зависимости; по формулам (5) – для биотехнического закона; с помощью метода Зейделя – для систем линейных уравнений (2).

6. Вычислить значение e по формуле (6).

7. Если $e < e_{\min}$, то $e = e_{\min}$; $i_{\min} = i$; $j_{\min} = j$.

8. $j = j + 1$.

9. Если $j \leq n$, то идти на шаг 5.

10. $i = i + 1$.

11. Если $i \leq n - 1$, то идти на шаг 4.

12. Вывести лучшие места замеров i_{\min} , j_{\min} .

13. Конец.

Сравнение результатов вычислений для выбранных зависимостей показало, что одинаково хорошо, по сравнению с другими функциями, форму образующей хлыста описывают парабола и аллометрическая функция (1). Отклонение фактических значений диаметров от теоретических показывает, что в комлевой и вершинной частях хлыста имеются наибольшие расхождения между этими показателями. Для уменьшения этого расхождения предложено использовать функцию вида

$$d = a_0 + a_1 l + a_2 l^{a_3}, \quad (7)$$

которую назовем функцией роста диаметра ствола.

Заметим, что при $a_3 = 2$ получена степенная функция второго порядка, при $a_1 = 0$ и $a_0 = d_b$ – аллометрическая зависимость.

Для определения значений параметров a_0 , a_1 , a_2 и a_3 составим систему из четырех нелинейных уравнений и преобразуем ее к виду, удобному для применения метода итераций:

$$\begin{aligned} a_0 &= d_1 - a_1 - a_2; \\ a_1 &= (d_2 - a_0 - a_2 l_2^{a_3}) / l_2; \\ a_2 &= (d_3 - a_0 - a_1 l_3) / l_3^{a_3}; \\ a_3 &= (\ln(d_4 - a_0 - a_1 l_4) - \ln(a_2)) / \ln(l_4). \end{aligned}$$

При определении мест проведения замеров, обеспечивающих лучшее приближение по критерию (6), придерживались следующих правил: место первого замера на расстоянии 1 м от комлевого конца хлыста, место последнего – в вершине хлыста; место второго замера варьировали от 2 до $n - 2$, место третьего замера – от 3 до $n - 1$, но не меньше второго замера.

Результаты вычислений представлены в таблице. Из нее видно, что для данной группы хлыстов лучшая точка второго замера находится в средней части хлыста, а лучшая точка третьего замера – в середине второй половины хлыста. Предварительные расчеты показали, что четвертая точка замера должна быть в вершинном конце хлыста.

Ввиду того, что форма каждого хлыста индивидуальна и при выполнении замеров могут появиться погрешности измерений диаметров хлыста, связанные с особенностями места замеров, то величины диаметров можно рассматривать как случайные. Вследствие этого для дальнейших исследований был привлечен аппарат статистического анализа.

Адекватность математической модели (7) проверена для указанной выше группы хлыстов. Для этого получена количественная оценка результатов эксперимента в целом. Такой оценкой является дисперсия воспроизводимости, и задача состоит в проверке гипотезы о равенстве генеральных дисперсий. Для решения данной задачи все хлысты были разбиты на 7 групп по 5 хлыстов в каждой группе.

Как видно из таблицы, данные для хлыста номер 2 не попали в лучшие точки замера, можно его считать «наихудшим». Поэтому оценку генеральных дисперсий производили для данного замера.

Номер замера	Число лучших точек замеров	
	вторых	третьих
2	0	0
3	5	0
4	9	0
5	11	1
6	7	7
7	3	4
8	0	15
9	0	4
10	0	4

Для проверки гипотезы об однородности оценок дисперсий использовали критерий Кохрэна. По таблице G-распределения Кохрэна при уровне значимости $q = 0,05$ определено $G_{кр} = 0,4307$. Расчетное значение $G_{расч} = 0,1367$.

Из условия $G_{расч} < G_{кр}$, сделан вывод о том, что гипотеза об однородности выборок отвечает результатам наблюдений.

Проверка адекватности регрессионной модели (7) выполнена также для второго замера.

Для этого сначала рассчитывали сумму квадратов, характеризующую адекватность модели:

$$S_{\ddot{a}\ddot{a}} = m \sum_{j=1}^m (Y'_j - Y''_j)^2,$$

где m – число хлыстов в группе;

Y'_j – среднее значение результатов эксперимента в j -й группе;

Y''_j – значение диаметра хлыста, рассчитанное для j -й группы.

Дисперсию адекватности рассчитывали по формуле

$$S_{\ddot{a}\ddot{a}}^2 = S_{\ddot{a}\ddot{a}} / V_{\ddot{a}\ddot{a}} = 0,002086,$$

где $V_{\ddot{a}\ddot{a}}$ – число степеней свободы.

Однородность дисперсии адекватности проверяли с помощью критерия Фишера F :

$$S_{\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}} = m S_{\ddot{a}\ddot{a}}^2 / S_{\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}}^2 = 1,18.$$

Для выбранного уровня значимости $q = 0,05$ и при числе степеней свободы в числителе $V_{\ddot{a}\ddot{a}} = 5$ и в знаменателе $V_{\ddot{a}\ddot{a}\ddot{a}} = 28$ находили табличное значение $F_{таб} = 2,56$. Модель можно считать адекватной, так как выполняется условие $F_{расч} < F_{таб}$.

Затем проводили оценку значимости коэффициентов регрессии. В качестве показателя точности описания коэффициентов регрессии брали их дисперсии. Дисперсии вычисляли для тех же групп, для которых проверяли гипотезу об однородности оценок дисперсий.

Заметим, что коэффициент a_0 является константой, его значение почти совпадает со значением диаметра в комле. Данная величина не влияет на изменение диаметра при изменении длины хлыста.

Расчеты показали, что коэффициент a_0 незначим, а коэффициенты a_1, a_2, a_3 – значимы. Из незначимости коэффициента a_0 можно сделать вывод об отсутствии зависимости между d и a_0 . Относительно других коэффициентов можно сделать вывод об их значимости по t -критерию Стьюдента.

На основе проведенных выше исследований разработаны модели, описывающие сортименты, пиломатериалы и заготовки. Это позволило разработать имитационные алгоритмы раскроя хлыстов, сортиментов и пиломатериалов.

Предложенные модели и раскройные алгоритмы используются при решении задач планирования раскроя, получения наилучших по выбранному критерию оптимальности вариантов раскроя предмета труда, прогнозирования выхода продукции деревообработки. Для решения перечисленных выше задач разработана компьютерная система «Технолог» [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмичев В.В. Закономерности роста древостоев. – Новосибирск: Наука, 1977. – 160 с.
2. Мазуркин П.М. Биотехническое проектирование (справочно-методическое пособие). – Йошкар-Ола: МарПИ, 1994. – 348 с.
3. Петровский В.С. Автоматическая оптимизация раскроя древесных стволов. – М.: Лесн. пром-сть, 1970. – 183 с.
4. Торопов А.С. Аллометрический метод исследований // Тр. МарГТУ: Материалы науч. конф. профессорско-преподавательского состава, докторантов, аспирантов, сотрудников МарГТУ. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1996. Часть 2. – С. 150–154.
5. Торопов А.С., Домрачев А.П. Оптимальный раскрой и прогнозирование выхода продукции деревообрабатывающих производств: Учеб. пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 112 с.

A.S. Toropov, A.P. Domrachev

Substantiation of Places and Number of Measurements when Modelling Products in Woodworking Industry

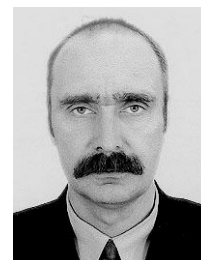
A new type of tree length generatrix has been proposed, places and number of measurements have been substantiated for determining unknown parameters of generatrix. The adequacy of the introduced model has been proved by statistical methods.



УДК 684.4

Л.Н. Шобанов, И.П. Демитрова

Шобанов Лев Николаевич родился в 1959 г., в 1982 г. окончил Марийский политехнический институт, доцент кафедры машиностроения и материаловедения Марийского государственного технического университета. Имеет 20 научных публикаций.



Демитрова Ирина Павловна родилась в 1964 г., в 1986 г. окончила Марийский политехнический институт, кандидат биологических наук, доцент кафедры деревообрабатывающих производств Марийского государственного технического университета. Имеет более 20 научных публикаций.



ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ПАКЕТА MECHANICAL DESKTOP 6.0 ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Проанализирован опыт работы с программным пакетом MECHANICAL DESKTOP 6.0 при обучении студентов проектированию изделий из древесины.

изделия из древесины, система проектирования.

Конкуренция на рынке изделий из древесины вызвала серьезный интерес к компьютерным технологиям на предприятиях всех типов производств: от единичного до крупносерийного. Несомненные преимущества автоматизированного проектирования способствуют применению САПР на производстве.

Проектирование мягкой, корпусной мебели и столярно-строительных изделий, например таких, как филенчатые двери, арочные окна, лестницы, – это процесс не только чисто технический, но в большой степени художественный. Система проектирования должна предусматривать качественное представление внешнего вида изделия, его элементов, обеспечивать возможность подключения библиотек фурнитуры, комплектующих, различных видов материалов, создания сборочных и рабочих чертежей, спецификаций. Задача усложняется, если заказ включает полный комплект мебели, состоящий из десятков предметов, которые должны точно занять отведенное им пространство, реализовать замысел дизайнера и удовлетворить заказчика.

Большинство заказчиков и маркетинговых отделов крупных предприятий предпочитают иметь дело с наглядными реалистическими представлениями будущего решения и с неохотой изучают и подписывают чер-

тежи. При сложившейся практике первый этап дизайн-разработки или выполнялся вручную, или требовал приобретения и использования отдельного пакета моделирования. В любом случае перенос эскиза в конструкторский пакет сопряжен как с затратами, так и с риском нарушить пропорции при адаптации замысла дизайнера к архитектурным рамкам помещения.

Современные пакеты автоматизированного проектирования позволяют решать задачу комплексно, т. е. проработать дизайн, конструкцию, создать отличные презентационные изображения с учетом текстуры материалов, освещения, а в некоторых случаях и с анимацией. После наглядного обсуждения по «фотографиям», видеоролику или за компьютером заказчику проще принять решение. На компьютере можно показать изделие с любой стороны, открывать–закрывать дверцы и ящики, а при соответствующей подготовке можно оперативно менять расстановку предметов, размеры, текстуру, цвет, фурнитуру и др.

После согласования конструктору остается оформить графические материалы, а технологу, использующему ту же модель, разработать и оформить технологический процесс. Модель можно использовать и при компьютерной разработке инструмента, приспособлений и программ для станков с ЧПУ.

Если по требованиям технологии в модель изделия вносятся изменения, то повторная визуализация практически не займет много времени; если возникает необходимость корреляции, то можно повторить этап согласования в целом или по измененным фрагментам.

Особенно привлекательно, что все изделия, их составные узлы и детали могут быть использованы в последующих разработках. Например, спроектировав филленчатую дверь со сложным декором филенок и указав в качестве переменных высоту, ширину и все необходимое, на дверь других размеров можно получить сразу документацию, технологию (включая нормы расхода материалов) и др. в зависимости от технических параметров печатного оборудования.

По мере работы пополняется библиотека изделий, из которых можно заимствовать любые фрагменты, что ускоряет процесс проектирования. Например, проект комплекта корпусной мебели для полной комплектации магазина площадью 30 м², включая замеры и согласование с заказчиком полученных визуальных изображений, может быть выполнен за рабочий день.

Особый интерес вызывает автоматизированный расчет материалов, метизов и фурнитуры на изделие и программу. Это позволяет с достаточной точностью определить стоимость заказа уже в момент согласования внешнего вида.

В большинстве САПР расширено понятие конструкторской спецификации. Для создания спецификации, соответствующей требованиям ГОСТа, используется выборка из более полной, расширяемой базы данных, включающая цены материалов и комплектующих, поставщиков и др. Это позволяет перейти к решению планово-управленческих задач, включая заявки на приобретение недостающих материалов.

Вышеизложенное достигнуто с использованием пакета Mechanical Desktop 6.0, имеющего первоначально машиностроительную направленность. Но гибкость продуктов фирмы «Autodesk» и наш многолетний опыт работы в этой сфере позволяют эффективно решать задачи деревообрабатывающих производств.

Многие расчетные задачи реализуются в MS Excel 2000, интеграция которого с Mechanical Desktop 6.0 настолько отработана, что часто переход остается незаметным. Например, все или часть переменных проекта могут быть вынесены на лист Excel, при этом для расчета их взаимных связей доступны все функции пакета (включая «Поиск решения»). Часть сложных расчетных задач может быть решена на соседних листах, а то и в другой книге. В большинстве случаев подобное, новое изделие – это еще одна строка на листе, причем только малая часть переменных вводится вручную, большинство переменных попадает автоматически в проект в виде размеров, поверхностей и др.

При внедрении компьютерных технологий достаточно легко решаются смежные задачи, например, унификации и стандартизации. Проектировщику проще взять уже готовые элементы и изделия, минимально их настроить, чем создавать новые изделия «с нуля». Также быстро можно получить схемы сборки изделий, оформить техническую документацию, изготовить изображения для рекламных проспектов и альбомов изделий, произвести расчеты прочности.

Еще одно достоинство применяемого пакета – широкое распространение базового пакета AutoCAD 2002, являющегося основой Mechanical Desktop 6.0, и, как прямое следствие, полная совместимость с большинством широко известных пакетов строительного, архитектурного, машиностроительного и мебельного назначений.

L.N. Shobanov, I.P. Demitrova

Use of "Mechanical Desktop 6.0" for Designing Wood Products

Work experience with software "Mechanical Desktop 6.0" has been analyzed for teaching wood products design to students.

УДК 674.031

Л.А. Мусихина

Мусихина Людмила Анатольевна родилась в 1953 г., окончила в 1976 г. Марийский политехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры древесины и экологической сертификации Марийского государственного технического университета. Имеет около 20 научных работ в области исследования качества лесоматериалов.



КВАЛИМЕТРИЯ БЕРЕЗОВЫХ ЛЕСОМАТЕРИАЛОВ

Рекомендовано для количественной оценки качества древесины березовых пиломатериалов применять метод, основанный на использовании комплексных показателей; рассчитаны для трех зон по торцу комлевых и срединных пиловочных бревен комплексные показатели качества.

лесоматериалы, квалиметрия, показатель качества, сортировка, место вырезки из хлыста, зоны торца бревна.

Одним из главных направлений в области лесной политики России, определяемой Лесным кодексом, является вовлечение лесосырьевого потенциала в промышленное производство через рыночную экономику. И хотя в последние годы объемы лесозаготовок и промышленной переработки древесины сильно упали, эта отрасль, ввиду больших лесосырьевых запасов в стране и значительных потенциальных мощностей по их переработке, имеет большие перспективы для развития. Россия не только удовлетворяет внутренние нужды, но всегда была и остается крупным экспортером древесины и продуктов ее переработки.

Для реализации рыночного направления в лесной промышленности большое значение имеют исследования в области качества лесоматериалов и их оценки на всех стадиях получения и обработки с учетом породы, региона, а также вида продукции.

Качество древесного сырья, даже в пределах одной породы сильно варьируется в зависимости от множества факторов.

Количественная оценка качества древесного сырья производится в лесу. Для определения комплексного показателя качества древесины используют средний диаметр насаждения, среднюю протяженность бессучковой зоны ствола, процент выхода здоровой (без гнили) древесины, процент прямоствольных экземпляров, плотность древесины [1] и т. д.

Для заготовленного древесного сырья выделяют следующие факторы качества: однородность, порода, размерные характеристики, пороки древесины, характер обработки сортиментов.

Подробнее остановимся на такой характеристике древесины, как однородность. В стандартах на древесное сырье не содержатся нормы, прямо ограничивающие изменчивость свойств древесины. Между тем известно,

что качество сырья при прочих равных условиях будет тем выше, чем стабильнее показатели качества [3].

Основная задача стандартизации – установить возможно более четкие границы между качественными (сортовыми) группами лесоматериалов (бревен, пиломатериалов, заготовок). Нормирование допусков пороков для каждой сортовой группы в силу большого числа пороков древесины, значительного разнообразия продукции и других факторов оказывается явно недостаточным.

Одним из путей увеличения однородности является сортировка лесоматериалов на группы с учетом места вырезки из хлыста (комлевые, срединные, вершинные). Для распиловки лесоматериалов и последующего раскроя на заготовки используют в основном две первые группы, которые в силу своего определенного местоположения в хлысте дают объективную оценку его характеристик и, в конечном итоге, качественных особенностей.

Известно, что комлевые бревна в отличие от срединных характеризуются значительно меньшим количеством сучков, наличием бессучковой зоны, повышенной плотностью, большим диаметром. По нашему мнению, кривизна присуща как комлевым, так и срединным бревнам почти в равной степени. Несколько больше подвержены гнили комлевые бревна. Однако недопустимая гниль может быть удалена путем откомлевки, а допустимая, как правило ядровая, влияет прежде всего не на качественный, а на объемный выход.

Лесная квалиметрия как количественный метод оценки качества древесного сырья способствует его рационально-целевому использованию. Задачей прикладной квалиметрии является разработка конкретных методик и математических моделей для оценки качества конкретных объектов разного вида и назначения.

Для количественной оценки качества в квалиметрии рекомендуются дифференциальный, комплексный и смешанный методы. Наиболее часто применяют комплексный метод, основанный на комплексных показателях качества. Известный способ квалиметрической оценки древесины в насаждениях комплексным методом [3] можно использовать и для оценки качества древесины пиломатериалов, связывая его с характеристикой пиловочного сырья.

Целесообразность применения таких показателей соответствует принципам современной квалиметрии и подтверждена положительным опытом оценки качества промышленной продукции. Для лесных отраслей в качестве основного комплексного показателя рекомендуется использовать средневзвешенный геометрический показатель

$$K_Q = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n K_i^{m_i}}, \quad (1)$$

где K_i – весомость i -го показателя (относительное значение);

m_i – коэффициент весомости i -го показателя;

n – число показателей качества.

Таблица 1

Показатели качества	Значения показателей для бревна	
	комлевого	срединного
Диаметр бревна, см	18/0,82 22/1,00 28/1,27	18/0,82 22/1,00 28/1,27
Насыщенность сучками пласти пиломатериалов в зонах, %:		
1	0,27/0,44	0,69/0,18
2	0,12/1,00	0,45/0,27
3	0,05/2,40	0,39/0,31
Базисная плотность древесины в зонах, кг/м ³ :		
1	479/0,95	474/0,94
2	502/1,00	508/1,01
3	521/1,04	517/1,03

Примечание. Зона 1 – ядровая, 2 – центральная, 3 – боковая.

Таблица 2

Показатели качества	Коэффициенты весомости для бревна	
	комлевого	срединного
Диаметр бревна	0,64	0,58
Площадь сучков (насыщенность)	0,26	0,32
Плотность	0,10	0,10

В перечень исходных показателей качества целесообразно включать не все, а лишь те, которые решающим образом влияют на качество конечной продукции. В нашем исследовании к ним отнесены диаметр пиловочных березовых бревен Волго-Вятского региона; площадь сучков (насыщенность) на пласти пиломатериалов, полученных из соответствующей зоны торца бревна; базисная плотность древесины березы в соответствующей зоне бревна.

В табл. 1 приведены натуральные значения показателей качества (числитель) и весомости (знаменатель) лесоматериалов.

За сравнительную величину (базу) нами приняты пиломатериалы, полученные из 2-й зоны торца бревна (комлевой вырезки из хлыста), диаметром 22 см (средний диаметр березового пиловочного сырья в Волго-Вятском регионе).

Коэффициенты весомости показателей качества m_i (табл. 2) определены из уравнения регрессии ($\sum m_i = 1$). Для этого проведены эксперименты по условному раскрою необрезных березовых пиломатериалов (из комлевых и срединных бревен) на заготовки высокого качества для музыкальных инструментов (ТУ 205 РСФСР 08.922 – 91) [2].

Комплексные показатели качества древесины березы, предназначенной для распиловки, рассчитаны с использованием формулы (1) (табл. 3).

Таблица 3

Диаметр, см	Комлевое бревно			Срединное бревно		
	Комплексные показатели качества в зоне					
	1	2	3	1	2	3
18	0,71	0,88	1,11	0,51	0,59	0,61
22	0,80	1,00	1,26	0,57	0,66	0,69
28	0,94	1,17	1,47	0,66	0,76	0,79

Из данных табл. 3 видно, что для всех зон по торцу бревна коэффициент качества древесины повышается с увеличением диаметра бревна; для всех групп диаметров (для комлевых и срединных бревен) коэффициент качества повышается от центра бревна к периферии; по всем группам диаметров и зонам торца срединные бревна имеют коэффициент качества ниже, чем комлевые.

Полученные результаты подтверждают, что место вырезки из хлыста – это основной фактор, определяющий качество будущей пилопродукции, следующим является местоположение пиломатериала (доски) в бревне. Проведенный эксперимент подтверждает целесообразность введения сортировки круглых лесоматериалов по месту вырезки из хлыста, а выпиленных из них пиломатериалов по зонам торца бревна.

Существующее разделение сырья (ГОСТ 9462 – 88) по сортам не оправдано, особенно для выработки пиломатериалов целевого назначения, так как связано с трудностями, возникающими при браковке лесоматериалов. На производстве сырье не сортируется по сортам при разделке на круглые лесоматериалы и распиловке их на пиломатериалы и заготовки.

Разделение сырья на качественные группы (по месту вырезки из хлыста) с сохранением или, при необходимости, изменением норм допусков других пороков (кроме сучков), допускаемых в настоящее время в низшем сорте (гниль, кривизна и др.), позволит решить вопрос реальной сортировки сырья по качеству.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев И.А., Полубояринов О.И. Оценка качества продукции лесной промышленности: Учеб. пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1986. – 108 с.
2. Мусихин Г.П., Мусихина Л.А. Исследование выхода высококачественных заготовок из необрезных пиломатериалов с учетом места вырезки из хлыста и зон торца бревна // Тр. науч. конф. по итогам науч.-исслед. работ МарГТУ, Йошкар-Ола, 24-28 апр., 2000. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – С. 18–22. – Деп. в ВИНТИ 17.07.00, № 1982–В00.
3. Полубояринов О.И. Оценка качества древесины в насаждении. – Л.: ЛТА, 1979. – 76 с.

L.A. Musikhina

Qualimetry of Birch Timber

Method based on use of complex indices is recommended for quantitative assessment of wood quality of birch sawn wood. Complex quality indices are estimated for three zones according to the log butt of bottom and middle parts of sawn logs.



ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 547.458.81

Ю.Б. Грунин, Д. Р. Бакиева, Л.Ю. Грунин

Грунин Юрий Борисович родился в 1941 г., окончил в 1963 г. Казанский государственный университет, доктор химических наук, профессор, академик РАЕН, заведующий кафедрой физики МарГТУ. Имеет более 190 научных работ в области ядерной магнитной релаксации в физико-химии водородосодержащих целлюлозных систем.



Бакиева Диля Рашидовна родилась в 1968 г., окончила в 1991 г. Казанский государственный университет, аспирант кафедры физики МарГТУ. Имеет около 10 научных работ в области исследования структурно-сорбционных характеристик волокнистых целлюлозных материалов.



Грунин Леонид Юрьевич родился в 1972 г., окончил в 1995 г. Марийский государственный технический университет, кандидат химических наук, докторант кафедры физики МарГТУ. Имеет более 30 научных работ в области исследования природных полимеров методом многоимпульсной спектроскопии ЯМР.



ГИДРОФИЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Методом импульсного ядерного магнитного резонанса измерено время спин-спиновой и спин-решеточной релаксации, характеризующее состояние системы целлюлоза–вода; сделаны выводы об особенностях пористой структуры технических видов целлюлозы, их гидрофильных свойствах и зависимости времени спин-решеточной релаксации от химического состава и надмолекулярной структуры исследуемых образцов.

целлюлоза, сорбция, связанная вода, удельная поверхность, пористость, степень кристалличности, молекулярная подвижность, надмолекулярная структура, импульсный метод ЯМР, время ЯМР-релаксации, изотерма адсорбции.

Известно, что изучение надмолекулярной структуры льняной, хлопковой и древесной целлюлозы представляется весьма актуальной задачей, поскольку от ее решения зависят потребительские свойства вырабатываемых из них волокон, используемых в различных отраслях производства.

Для исследования были взяты образцы технической льняной целлюлозы в виде нитей, хлопковой целлюлозы в виде гигроскопической ваты, нативного льняного волокна из стланцевой льнотресты (стланцевое волокно), блененной древесной целлюлозы, полученной сульфатным способом (СФА). Образцы технической льняной и хлопковой целлюлозы обрабатывали 0,1 н соляной кислотой с целью их перевода в Н-форму.

Сняты изотермы адсорбции и десорбции воды целлюлозой, которые имеют характерную S-образную форму, их анализ дает возможность судить о структуре и сорбционных свойствах исследуемых веществ. Адсорбционное уравнение БЭТ преобразовано в линейную форму для получения таких характеристик, как содержание прочносвязанной воды и удельная поверхность. Вычисление этих параметров производили по способу, описанному в [1].

Используя формулу, полученную в работе [3], рассчитывали степень кристалличности исследованных образцов целлюлозы. Кроме того, вычисляли эквивалентные радиусы мезопор по уравнению Кельвина [4] в интервале относительных давлений паров от 0,7 до 1,0.

По методике, описанной в [3], строили интегральные и дифференциальные кривые распределения объема пор по эквивалентным радиусам. С помощью релаксометра ЯМР были получены данные о зависимости времени спин-решеточной и спин-спиновой релаксаций от влажности исследуемых образцов. Релаксационная функция спада ядерной намагниченности содержит две компоненты, различающиеся населенностями и временем спин-спиновой релаксации T_2 :

$$A(t) = A_{0K} \exp[-(t/T_{2k})^2] + A_{0D} \exp[-(t/T_{2d})],$$

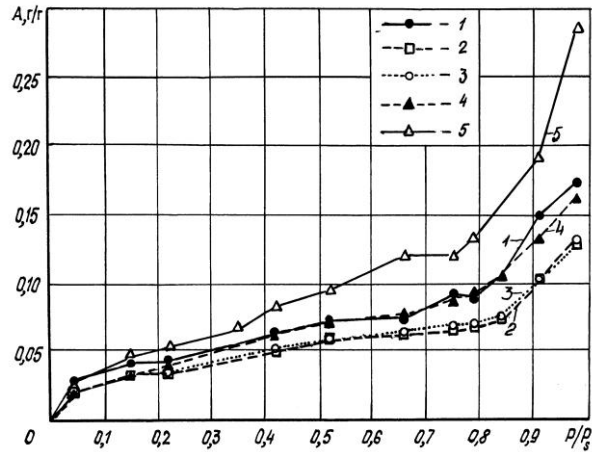
где A_{0K} , A_{0D} – амплитуды короткой и длинной релаксирующих компонент системы, соответствующих времени спин-спиновой (T_{2k} и T_{2d}) и спин-решеточной релаксации (T_{1k} и T_{1d}).

Время спин-решеточной релаксации T_{1k} было измерено нуль-методом [3], время спин-спиновой релаксации T_{2k} – по временному спаду сигнала свободной индукции (ССИ).

Влажность образцов определяли весовым способом.

Сравнение полученных изотерм адсорбции показало (рис. 1), что выше всех расположена изотерма адсорбции нативного стланцевого волокна, далее находится изотерма хлопка (исходного и в Н-форме), ниже всех – две изотермы технической льняной целлюлозы. Это вероятно связано с различной степенью кристалличности и разным содержанием низкомолекулярных фракций так называемых сопутствующих веществ. Льняная целлюлоза состоит в основном из высокоориентированной кристаллической целлюлозы, содержание сопутствующих веществ в ней колеблется от 12 до 30 %

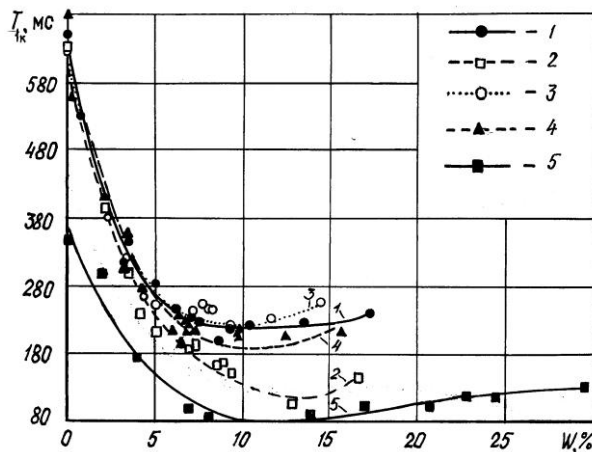
Рис. 1. Изотермы адсорбции воды целлюлозными материалами: 1, 4 – хлопок; 2, 3 – лен; 5 – стланцевое волокно; 2, 4 – исходные образцы; 1, 3 – образцы в Н-форме



(лигнин, гемицеллюлозы и др.) [6]. Известно [5, 7], что по химическому составу стланцевое льняное волокно содержит около 11 % гемицеллюлоз, 3 ... 6 % пектиновых веществ, 3 ... 7 % лигнина и других соединений, 52 ... 65 % целлюлозы. После обработки целлюлозы соляной кислотой некоторые сопутствующие вещества удаляются, при этом происходит обеззоливание образцов, что подтверждено увеличением времени спин-решеточной релаксации T_1 для образцов льняной технической целлюлозы с влажностью, превышающей 4 % (рис. 2).

В то же время хлопок содержит минимальное количество гемицеллюлоз и совсем не содержит лигнина. В связи с этим после обработки его соляной кислотой время релаксации $T_{1к}$ для образцов хлопка существенно не изменяется. При низкой влажности основной вклад в величину $T_{1к}$ вносит спиновая диффузия, которая сопровождается большим временем релаксации. При больших влагосодержаниях спин-решеточная релаксация обеспечивается, главным образом, диполь-дипольными взаимодействиями.

Рис. 2. Зависимость времени спин-решеточной релаксации $T_{1к}$ от влажности W целлюлозных материалов: 1 – 4 (см. обозначения рис. 1); 5 – СФА



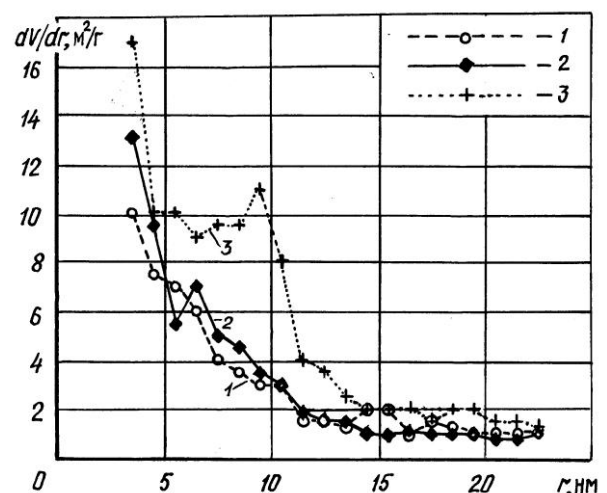
Образец	Содержание прочно-связанной воды $A \cdot 10^{-3}, \text{г/г}$	Удельная поверхность $S, \text{м}^2/\text{г}$	Степень кристалличности k
Целлюлоза:			
а) в Н-форме			
хлопковая	38	133	0,81
льняная	32	112	0,84
б) СФА	49	171	0,68
Стланцевое волокно	50	175	0,77

Проведенными измерениями установлено, что время спин-спиновой релаксации T_2 в большей мере характеризует подвижность воды и степень ее связанности с адсорбентом. Меньшая подвижность воды соответствует меньшему времени T_{2k} , поэтому на основании полученных результатов можно констатировать, что вода в микропорах более связана с целлюлозной матрицей у СФА целлюлозы, чем у хлопковой и льняной. Подтверждением является более высокое значение степени кристалличности образцов льняной технической целлюлозы по сравнению с хлопковой и древесной (см. таблицу).

Анализ полученных данных показал, что наибольшие содержание прочносвязанной воды и удельная поверхность свойственны древесной целлюлозе.

Значения вычисленных эквивалентных радиусов мезопор для всех исследованных образцов находятся в интервале от 3,5 до 23,0 нм (рис. 3). Наибольший удельный объем мезопор отмечен для стланцевого волокна. Максимум на дифференциальной кривой распределения приходится на интервал пор радиусом от 3,5 до 5,0 нм, что говорит о преобладании во всех исследованных образцах мезопор указанного радиуса [3, 4].

Рис. 3. Дифференциальные кривые распределения объема мезопор по эквивалентным радиусам r : 1 – хлопок; 2 – лен; 3 – стланцевое волокно



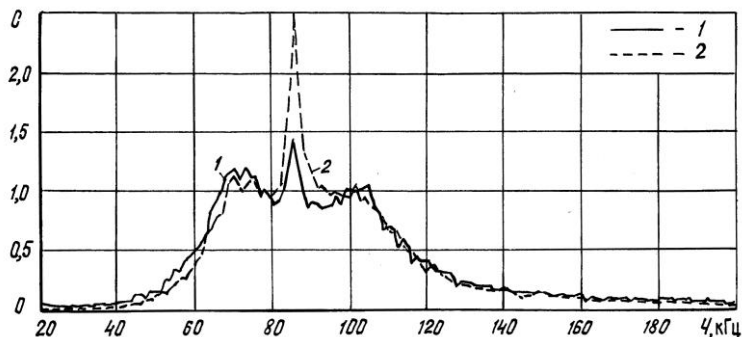


Рис. 4. ЯМР-спектры хлопковой целлюлозы (1) и стланцевого волокна (2)

Были сняты ЯМР-спектры поглощения льняного стланцевого волокна и хлопковой целлюлозы (рис. 4). Ранее подобные измерения проводили и с древесными видами целлюлозы [2]. Центральный пик спектра связан с наличием достаточно подвижных (в отношении диполь-дипольных взаимодействий) протонов в образцах [2]. К ним относятся протоны адсорбированной воды и протоны, принадлежащие некоторым группам атомов, обладающих осью симметрии 3-го порядка и связанных с остальной частью молекулы одиночной связью, поскольку они легко могут совершать вращательные переориентации [8]. Очевидно, что широкая компонента спектра поглощения ЯМР для целлюлозы соответствует сигналу от протонов самой целлюлозы. Отличие спектра льняной целлюлозы от хлопковой состоит в меньшей интенсивности амплитудного спектра для его части, описывающей неподвижную фракцию (широкая компонента). Площадь центрального пика спектра поглощения для льняной целлюлозы превосходит такую же площадь для хлопковой, что связано с наличием большего количества сопутствующих веществ в льняной целлюлозной матрице.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы.

Наибольшее время спин-решеточной релаксации сухих образцов характерно для целлюлозы, не содержащей примесей, т. е. для хлопковой, наименьшее значение отмечено для древесной целлюлозы и стланцевого волокна, содержащего самое большое количество сопутствующих веществ целлюлозы.

Из технических образцов наиболее выраженными гидрофильными свойствами обладает древесная целлюлоза, менее они выражены у льна.

На основании данных об интегральном и дифференциальном распределении мезопор видно, что пористая структура изученных образцов технических видов целлюлозы имеет сходный характер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бутейко Ж.Ф. Сравнительный газохроматографический метод тепловой десорбции аргона в определении удельной поверхности целлюлозных материалов // Методы исследования целлюлозы. – Рига: Зинатне, 1981. – С. 56–62.
2. Грунин Л.Ю. Протонная магнитная релаксационная спектроскопия природных полимеров: Автореф. дис. ... канд. хим. наук. – Йошкар-Ола, 1998. – 28 с.
3. Грунин Ю.Б. Анализ системы целлюлоза–вода модифицированными методами протонного магнитного резонанса: Автореф. дис. ... д-ра хим. наук. – Рига, 1989. – 45 с.
4. Панков С.П., Файнберг Э.З. Взаимодействие целлюлозы и целлюлозных материалов с водой. – М.: Химия, 1976. – 232 с.
5. Пивень Т.В., Ходырев В.И. Биодеструкция льна и хлопка // Химия древесины. – 1988. – № 1. – С. 100–105.
6. Пивень Т.В., Ходырев В.И. О влиянии спутников целлюлозы льна на его стойкость к микробиологическому разрушению // Химия древесины. – 1988. – № 1. – С. 106–111.
7. Справочник по прядению льна / С.Е. Лазарева, И.С. Шевелева, Б.И. Фридман и др. – М.: Легкая индустрия, 1979. – 375 с.
8. Ядерный магнитный резонанс: Учеб. пособие под ред. П.М. Бородина – М.-Л., 1982. – 344 с.

Yu.B. Grunin, D.R. Bakieva, L. Yu. Grunin

Hydrophilic Properties of Cellulose Materials

The time of spin-spin and spin-lattice relaxation characterizing the state of the cellulose - water system has been measured by the method of impulse nuclear magnetic resonance. The conclusions have been drawn related to the peculiarities of porous structure of the chemical pulp types, their hydrophilic properties and dependence of time of spin-lattice relaxation on chemical and submolecular structure of the samples investigated.

УДК 547.458.81

Т.В. Смотрина, Л.П.Кулакова, Ю.Б. Грунин

Смотрина Татьяна Валерьевна родилась в 1971 г., окончила в 1995 г. Марийский государственный университет, кандидат химических наук, докторант кафедры физики Марийского государственного технического университета. Имеет более 30 научных работ в области изучения надмолекулярной структуры и физико-химических свойств волокнистых биополимеров, спектроскопии протонного магнитного резонанса в биополимерах.



ВЛИЯНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ НА ГИДРОФИЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Показана роль молекул гемицеллюлозной фракции в процессах ЯМР-релаксации как самой целлюлозы, так и сорбированной воды в широком диапазоне влагосодержаний.

целлюлоза, гемицеллюлозы, размол, гидрофильные свойства, ЯМР-релаксация.

Известно, что техническая древесная целлюлоза характеризуется наличием большого количества гемицеллюлозных фракций, содержание которых обуславливает отличие ее структуры и гидрофильных свойств от очищенных препаратов. Цель данной работы – установить влияние механического способа модифицирования технической целлюлозы на особенности ее взаимодействия с водой и роль гемицеллюлоз в этих процессах. Достаточно чувствительным и информативным при изучении подобных систем является импульсный метод ЯМР.

Исследовали целлюлозные препараты из древесины ели и осины, полученные органо-сольвентной варкой (содержание гемицеллюлоз соответственно 26 и 30 %), со степенью помола до 60 °ШР. Спектры снимали на спектрометре ЯМР с частотой резонанса на протонах 42 МГц, квадратурным детектированием при выборке значений сигнала через 0,5 мкс, длительностью 90-градусного импульса 2 мкс. Параметры ЯМР-релаксации измеряли на импульсном релаксометре с частотой резонанса на протонах 37 МГц. Время спин-спиновой релаксации протонов сорбированной воды T_2 определяли с помощью многоимпульсной последовательности Карра–Парселла, время спин-решеточной релаксации T_1 – путем снятия кривой восстановления продольной намагниченности.

Целлюлоза, являясь твердым полимером, в спектре протонного магнитного резонанса (ПМР) дает широкую линию, представляющую собой суперпозицию дублета от жестко закрепленных протонов решетки (протоны глюкопиранозного кольца) и центрального пика гауссовой формы, соответ-

ствующего сигналу от протонов относительно подвижных заместителей (ОН-, CH₂ОН-, COOH-группы и др.) [2]. По измеренным спектрам абсолютно сухих препаратов было вычислено соотношение амплитуд центрального пика и дублета жесткой фракции ($A_{\text{центр. пика}}/A_{\text{дублета}}$), которое при неизменном времени спин-спиновой релаксации будет величиной, пропорциональной количеству протонов в соответствующих группах (см. таблицу). Более

Образец	Степень размол, °ШР	Соотношение $A_{\text{центр. пика}}/A_{\text{дублета}}$
Контрольный	–	1,18
Исследуемый:		
1	20	1,34
2	25	1,35
3	35	1,35
4	60	1,37

высокие значения этого соотношения для технических целлюлоз, по сравнению с контрольным образцом, свидетельствуют о наличии в молекулах гемицеллюлозной фракции большого количества подвижных функциональных групп, не участвующих в образовании системы водородных связей и, следовательно, построении ярко выраженных надмолекулярных образований (в качестве контрольного использовали очищенный от гемицеллюлоз образец аналогичного происхождения). Размол препаратов (в указанном интервале °ШР) не ведет к повышению соотношения $A_{\text{центр. пика}}/A_{\text{дублета}}$, т. е. заметного разрушения надмолекулярной структуры целлюлозной матрицы, сопровождающегося появлением новых подвижных групп, не происходит.

Релаксация протонов целлюлозной матрицы в процессе увлажнения осуществляется, главным образом, за счет молекул воды, на которых происходит рассеивание энергии спиновой системы. Положение минимумов времени спин-решеточной релаксации протонов полимерной матрицы $T_{1к}$ (рис. 1) зависит от числа доступных на начальном этапе гидратации активных центров и соответствует их заполнению молекулами воды. Смещения минимума в сторону больших влагосодержаний с ростом степени размол (в данном диапазоне °ШР) не наблюдается. Следовательно, появления новых сорбционных центров и заметной аморфизации образцов не происходит. С ростом степени помола наблюдается увеличение протяженности минимумов $T_{1к}$ на абсолютной шкале влагосодержаний и почти полное их сглаживание для образцов, размолотых до 60 °ШР. Это обусловлено, на наш взгляд, увеличением числа межцепных контактов в процессе размол,

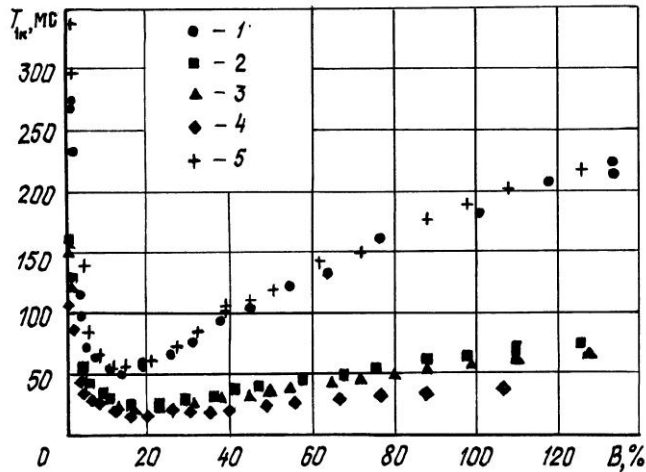
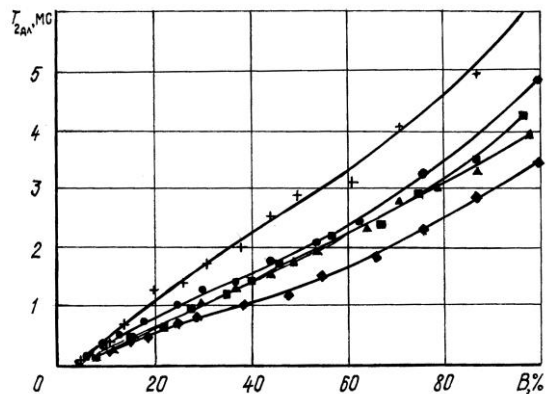


Рис. 1. Зависимость времени спин-решеточной релаксации T_{1k} протонной намагниченности образцов целлюлозы из древесины осины от влагосодержания B при различной степени размола: 1 – 20 °ШР; 2 – 25; 3 – 35; 4 – 60; 5 – 25 °ШР (контрольный образец очищенной белой целлюлозы)

Рис. 2. Зависимость времени спин-спиновой релаксации протонов сорбированной воды от влагосодержания образцов целлюлозы из древесины осины с различной степенью размола (см. обозначения на рис. 1)



преобладанием связей типа полимер – вода – полимер в процессе взаимодействия этих препаратов с водой и, как следствие, снижением подвижности молекул прочносвязанной воды и функциональных групп полимера в широком диапазоне влагосодержаний.

Данные экспериментальных зависимостей времени спин-спиновой релаксации протонов сорбированной воды T_{2dl} от содержания ее в образцах показывают (рис. 2), что размол препаратов ведет к снижению и трансляционной подвижности молекул сорбата, увеличению количества связанной воды во всем диапазоне исследуемых влагосодержаний. При этом, по данным изотерм сорбции, существенного изменения сорбционной емкости образцов a не происходит (рис. 3). В исходных препаратах молекулы

гемицеллюлоз заполняют свободные межфибрилярные и межволоконные пространства внутри целлюлозной матрицы, однако их распределение неравномерно по объему и носит локальный характер. Сорбция воды в этом случае может осуществляться как за счет гидратации гидроксильных групп

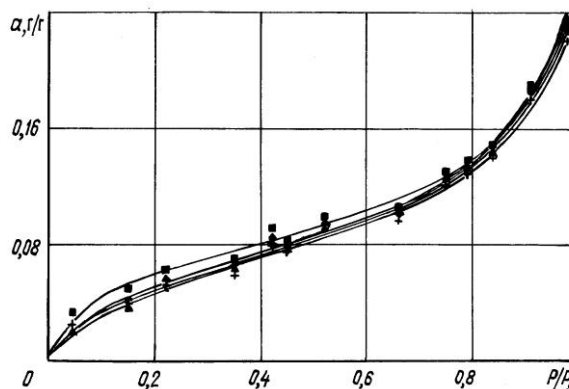


Рис. 3. Изотермы сорбции паров воды образцами целлюлозы из древесины осины (для построения использован метод изопиестических серий) с различной степенью размола (см. обозначения на рис. 1)

гемицеллюлоз с последующим образованием твердого раствора воды в полимере, так и на доступных для молекул воды участках самой целлюлозы. В процессе размола с водой волокна подвергаются механическому и гидродинамическому воздействиям. При механическом воздействии происходит разрушение наружных оболочек волокна. Вода, проникая в межфибрилярные пространства и аморфные участки фибрилл, разрывает слабые водородные связи между целлюлозными цепями, повышая сегментальную подвижность [4]. В этом случае она играет роль дисперсной среды [3], благоприятствуя диффузии подвижных сегментов макромолекул [1], что ведет к более равномерному перераспределению молекул гемицеллюлоз в объеме целлюлозной матрицы. Следовательно, основным механизмом, определяющим взаимодействие воды с образцом, становится, на наш взгляд, растворение сорбата в объеме гемицеллюлозной фракции с образованием квазигомогенной гелеобразной системы вода – гемицеллюлозы. Это и является причиной блокирования подвижности в системе полисахарид – вода, уменьшения трансляционной подвижности связанной воды и увеличения общего ее количества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аким Э.Л. Реакционная способность и физическое состояние целлюлозы // Химия древесины. – 1984. – №4. – С. 3–17.

2. Грунин Л.Ю., Смотрина Т.В. Применение ЯМР широких линий для изучения молекулярной структуры целлюлозы // Структура и динамика молекулярных систем: Сб. статей V Всерос. конф. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1998. – С. 97–103.

3. Рейзиньш Р.Э. Структурообразование в суспензиях целлюлозных волокон. – Рига: Зинате, 1987. – 208 с.

4. McKenzie A.W. The structure and properties of paper. XXI. The diffusion theory of adhesion applied to interfbre bonding // Appita. – 1982. – Vol. 37, N7. – P. 580–583.

T.V. Smotrina, L.P. Kulakova, Yu.B. Grunin

Influence of Mechanical Modification on Hydrophilic Characteristics of Pulp

The role of molecules of hemicellulose fraction is shown for processes of nuclear-magnetic resonance relaxation both for the pulp itself and sorbed water within a wide range of moisture content.

УДК 543.183.+541.6

Г.Ш. Гогелашвили, Ю.Б. Грунин, А.А. Кречетов, Д.В. Ладычук

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОСТУПНОСТИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ К ДЕЙТЕРОВАНИЮ

Импульсным методом ЯМР H^1 по доступности дейтерием в зависимости от температуры установлена неоднородная структура кристаллических областей целлюлозы различной модификации и наличие в них дефектных и жестко-кристаллических областей.

целлюлоза, дейтерирование, ЯМР-релаксация.

Для выяснения механизма изменения доступности различных видов целлюлозы при дейтерировании в зависимости от температуры был использован импульсный метод ЯМР.

Исследованию были подвергнуты следующие образцы: I – нативная хлопковая целлюлоза «Бакай» (степень кристалличности $K = 72$ %, степень полимеризации СП = 1300); II – регенерированная целлюлоза – вискозное волокно ($K = 38$ %, СП = 300); III – мерсеризованная целлюлоза – обработанная водой ($K = 50$ %, СП = 300).

Импульсным методом ЯМР измерены амплитуды короткой компоненты A_k сигнала спада свободной индукции (ССИ), которая пропорциональна числу протонов в целлюлозе [1]. После замещения протонов гидроксильных групп у 2-, 3- и 6-го атомов углерода глюкопиранозного кольца целлюлозы на дейтерий происходит уменьшение амплитуды A_k сигнала ССИ пропорционально снижению числа протонов в образце так как ЯМР-спектрометр настроен на ядра водорода. Спад амплитуды короткой компоненты при полном дейтерировании составлял 30 %, поскольку из 10 протонов глюкопиранозного кольца могут замещаться лишь 3 протона гидроксильных групп. Следовательно, на различных стадиях дейтерирования отношение необходимого значения амплитуды (A_{kd}) к начальному (A_k) может принимать значения от 1,0 до 0,7. Запишем выражение для определения степени дейтерирования:

$$CD = 333 (1 - A_{kd}/A_k),$$

где 333 – коэффициент, выражающий отношение общего числа протонов в элементарном глюкопиранозном кольце целлюлозы к числу протонов гидроксильных групп, способных замещаться дейтерием, умноженное на 100 % (т.е. $(10/3) 100$).

Экспериментальная часть

Образцы целлюлозы сушили до постоянной массы (ГОСТ 6839–54) при температуре $t = 105\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение четырех часов и измерялись амплитуды сигнала ССИ. После этого образцы непосредственно в пробирках заливали тяжелой водой так, чтобы после полной пропитки над ними находился слой жидкости высотой 3 ... 4 мм. В дальнейшем перед каждым измерением амплитуды образцы выдерживали 10 мин в термостате при фиксированной температуре, после чего вынимали и охлаждали до комнатной температуры.

Результаты исследований (рис. 1) показали, что уже при комнатной температуре происходит быстрое замещение протонов дейтерием. Для образцов II СД достигает 89 %, для образцов III – 80 %, для образцов I – 53 %, т.е. во всех трех случаях эти показатели значительно превосходят количество протонов гидроксильных групп в аморфных областях. Следовательно, наиболее жесткие бездефектные кристаллические образования в образцах II, III и I составляют соответственно 11, 20 и 47 % от всей массы (см. таблицу). Остальное приходится на легкодоступные аморфные и квазикристаллические области.

При дальнейшем росте температуры до 85 ... 90 $^{\circ}\text{C}$ не происходит интенсивного замещения дейтерием у всех трех модификаций целлюлозы в областях с различными дефектами в кристаллитах. Исходя из одинакового наклона графиков (рис. 1) на данном участке температур можно сделать вывод, что жесткость решетки, т.е. силы

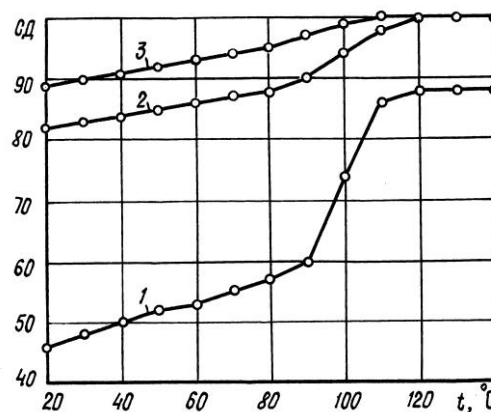


Рис. 1. Зависимость процесса дейтерирования целлюлозы различной модификации от температуры t : 1 – целлюлоза I; 2 – III; 3 – II

Результаты исследования доступности дейтерием образцов целлюлозы

Образец целлюлозы	Степень кристалличности, %	Доля, %, в целлюлозе областей		
		квази-кристаллических	дефектов в кристаллитах	жестко-кристаллических
I	72	25	34	13
II	38	28	10	0
III	50	33	17	0

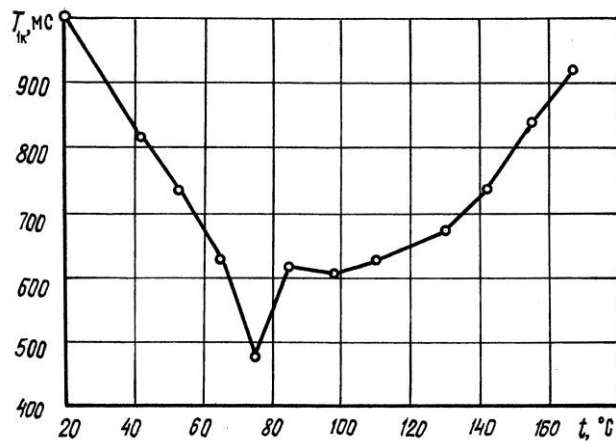


Рис. 2. Зависимость спин-решеточной релаксации $T_{1к}$ от температуры для образца целлюлозы I

водородных связей между цепями макромолекул этих кристаллических ассоциатов одинаковы независимо от предыстории образца.

Начиная с температуры 90 °C резко увеличивается интенсивность замещения с достижением максимума при $t = 100$ °C, а уже при 110 °C происходит практически полное замещение протонов водорода гидроксильных групп на дейтерий у образцов II и III. Но при этом у образца I остаются участки (13 % от всей массы), в которых не произошло замещение дейтерием. По нашему мнению, у образца I, в отличие от II и III, имеются участки с более жесткой бездефектной кристаллической решеткой, в которых наиболее трудно происходит дейтеро-протонный обмен.

На графике зависимости времени спин-решеточной релаксации $T_{1к}$ от температуры для сухого образца I (рис. 2) наблюдается хорошая корреляция с рис. 1. Минимум $T_{1к}$ на рис. 2 означает, что частота вращения комплекса $-CH_2OH$ при температуре 80 °C приближается по величине к частоте внешнего магнитного поля, в котором находится образец. При этом вращение комплекса $-CH_2OH$ сильно тормозится [3, 4]. Второй минимум этой зависимости находится при $t = 100$ °C. На данном интервале температур в релаксацию вносит вклад кооперативное движение в наиболее неупорядоченных областях целлюлозы [3]. При этом, по нашему мнению, начиная с $t = 90$ °C вращательно-колебательные движения комплексов $-CH_2OH$ и $-OH$ достигают такой интенсивности, при которой водородные связи в кристаллической решетке начинают ослабляться, вызывая увеличение сегментальной подвижности цепей макромолекул целлюлозы. Назвать такую систему жесткокристаллической уже нельзя (хотя ориентация цепей макромолекул и анизотропность сохраняются). Можно утверждать, что в интервале температур 100 ... 120 °C у целлюлозы наблюдается релаксационный переход, сопровождающийся ослаблением межмолекулярных водородных связей.

Данные, полученные при исследовании доступности дейтерием целлюлозы различной модификации, позволяют судить о неоднородности надмолекулярной структуры кристаллических областей, наличии в них дефектных и жесткокристаллических образований, что имеет важное научное и технологическое значение. На основании результатов данных исследований были разработаны способы определения прочносвязанной воды в образцах целлюлозы [2] и степени замещения у эфиров целлюлозы [5].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Вашман А.А., Пронин М.С.* Ядерная магнитная релаксация спектроскопии. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 232 с.
2. Заявка 94011953 АІ, G 01 №24/08. Способы определения количества жестко связанной воды в целлюлозе / Г.Ш. Гогелашвили, Ю.Б. Грунин. – Опубл. 02.01.96. – Бюл. № 2 (ч. 1). – С. 119.
3. *Зеленев Ю.В., Гладков В.И.* Релаксационные процессы в целлюлозе и ее производных // ВМС. – 1972. – Т. 14, № 1. – С. 16–22.
4. *Михайлов Г.П., Артюхов А.И., Шевелев В.А.* Исследование молекулярной подвижности в целлюлозе и ее производных диэлектрическим методом ядерного магнитного резонанса // ВМС. – 1969. – Т. 11, № 3. – С. 553–563.
5. Пат. 2035726 Россия, МКИ G 01 № 24/08. Способ определения степени замещения целлюлозы / Г.Ш. Гогелашвили, Ю.Б. Грунин.

G.Sh. Gogelashvili, Yu.B. Grunin, A.A. Krechetov, D.V. Ladychuk
Research of Pulp Accessibility to Deuteriumation

Non-homogeneous structure of crystal ranges of pulp of different modification is detected by impulse method of H^1 – NMR according to deuterium accessibility depending on temperature, as well as presence of defective and stiff-crystal ranges in them.



УДК 114.003.1

М.М. Ахмадева

Ахмадева Марзия Мухамедовна родилась в 1947 г., окончила Марийский политехнический институт, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики и организации производства Марийского государственного технического университета. Имеет более 90 печатных работ в области оценки земли, лесных ресурсов, экономической организации лесного хозяйства.



МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Рассмотрены содержание и структура методологии стоимостной оценки лесных земель.

лесные земли, цена, методология оценки, структура задач.

Земля представляет собой часть среды обитания человека, незаменимый вид ресурсов его жизнедеятельности, важнейший объект экономических отношений. Она является не только базисом, но и основным средством производства, производственным потенциалом в аграрном и лесном секторах, способствующим обеспечению людей продуктами питания, различными видами сырья и используемым также для выращивания лесов многофункционального назначения. Земля вовлечена не только в производственные, но и экологические, социальные процессы. Значительна роль земельных ресурсов как базиса естественных монополий – основы нефте- и газопроводов, линий электропередач, железных дорог, аэропортов. Земля – объект, с которым связаны интересы государства, населения, производственной и непроизводственной сфер экономики. Решение проблем оценки земли затрагивает эти интересы.

В социалистической системе хозяйствования земля была бесплатной. Это объяснялось парадигмой экономического устройства общества, жестким государственным регулированием его хозяйственного механизма – планирования, ценообразования, финансирования, стимулирования труда и т.д. Переход к рыночному устройству экономики резко изменил ситуацию. Оценка земли является элементом земельных отношений, инструментом управления использованием земли, сопровождает переход ее от одного собственника к другому. Фактически процесс изъятия земли становится рыночным.

Ежегодно в России по объективным причинам переводится в нелесные площади, т. е. используется в целях, не связанных с ведением лесного хозяйства, около 110 тыс. га лесных земель. Примерно половина этой площади передана в постоянное пользование. Часть земель (около 48 %) находится под нефте- и газопроводами, ЛЭП и другими линейными сооружениями, карьерами для разработки полезных ископаемых (29 %), коллективными садами, дачным, жилищным и иным строительством и др. (23 %). В изымаемых лесах на долю первой, второй и третьей групп приходится соответственно 17, 20 и 63 % площадей [2]. С 1993 г. по 1998 г. удельная площадь лесного фонда сократилась с 49,3 до 48,5 %.

Доступ на рынок и к рыночным механизмам ценового регулирования обеспечен незначительной частью земель. Лесные земли отнесены к государственной собственности и исключены из рыночного оборота. Процессы динамики земель государственного сектора подвержены административному регулированию. В условиях земельного рынка применяется рыночный механизм ценообразования. При ограниченном его использовании обслуживание процесса изъятия земли в регионах требует контроля за ее оценкой, базирующегося на научно обоснованной методологии, методике, соответствующем механизме управления для повышения эффективности земельных ресурсов. Это особенно актуально в секторах экономики, где земля является государственной собственностью, в том числе и в лесном хозяйстве.

Анализ научных трудов по проблеме оценки земли показывает, что они несут в себе преемственность исследований и служат научно-методической основой их развития. Над проблемой оценки лесных земель работали и работают творческие коллективы ВНИИЛМ, СевНИИЛХ, Воронежлеспроект, ВИПКЛХ, МГУЛ, ВНИИЦлесресурс и др. Применительно к рыночной экономике свое видение проблемы высказали многие отечественные ученые [1, 3–8].

В отраслевых исследованиях предлагаются и используются те или иные методики оценки, но методологии, ее теоретическому обоснованию не уделяется должного внимания. Это свидетельствует о недостаточной для России переходного периода проработке проблемы, неполной освещенности отдельных ее частей, необходимости обобщения исследований, объединения зарубежного и отечественного опыта. В связи с этим необходимы целостная методология, увязывающая различные аспекты оценки земли; методика, адекватно отражающая ее логику; нормативы оценки для обслуживания изъятия земли в регионах, управление процессом оценки. Методология стоимостной оценки земли должна быть универсальной для всех сфер землепользования.

Классификация задач методологии исследований по уровням – общеприкладная методология, общенаучные принципы и формы исследования, конкретно-научная методология, методика и техника – относит задачи методологии оценки земли к конкретно-научным и методическим.

Начальным моментом проблемы является изучение сущности, назначения, видов, категорий и области применения оценки земли, особенно-

стей земли как объекта оценки. Цена земли как плата за право собственности на нее в ряде случаев отождествляется с компенсацией ущерба от ее изъятия, что требует четкого разделения. В качестве категорий, используемых в оценке земли, применяются экономическая, стоимостная и кадастровая оценка, стоимость, рыночная и нормативная цена, упущенные возможности, убытки и др. Определенности требует и объект оценки, в качестве которого исследователи принимают свободную землю, землю вместе с продуктами землепользования, лес в возрасте спелости или возрасте на момент оценки земли.

Процесс оценки должен исходить из ценовой политики, цели, стратегии поведения в данной области. Познание и формирование названных составляющих являются центральными звеньями проблемы. Современное состояние земельных отношений складывается далеко не в пользу государства. Владея природными богатствами, оно оказывается должником покупателей и владельцев своих ресурсов. Мы разделяем точку зрения о том, что бесплатность землепользования наряду с низкой ценой земли нарушает рыночное и экологическое равновесие, дает преимущества тем, кто ее использует, искажает эффективность отраслей экономики, затрудняет проведение реструктуризации. Назрела необходимость такой политики государства в земельных отношениях, построенной на партнерстве и паритете интересов, которая привела бы к формированию определенных традиций и их закреплению в условиях реформирования экономики, трансформации форм собственности на землю.

Как инструмент управления цена земли должна способствовать созданию условий устойчивого социально-экономического развития. Ученые и практики отмечают необходимость разработки национальной (государственной) лесной политики, с помощью которой соблюдался бы баланс интересов общества и жителей страны, регионов, государства, отраслей, будущих поколений и т.д.

В качестве стратегической может быть предложена концепция оценки земли, ориентированная на ее будущую потенциальную доходность в условиях устойчивого развития экономики и общества. При этом формируется оптимальная цена земли, основанная на доходах, балансе спроса и предложения лесных ресурсов и полезностей леса, способствующая устойчивому развитию государства и общества, сохранению природных условий жизни. Перспектива лесопользования в обороте рубки и более допускает предположение о достижении такого состояния. На этой основе трактовка категории нормативной цены земли может рассматриваться как перспективная – максимальное значение из кадастровых оценок земли по ее альтернативным целевым назначениям. Концепция стратегической ориентации оценки земли отражает принцип ожидания.

Ответственным моментом является определение принципов оценки земли. Они разработаны в экономике недвижимости, закреплены в стандартах Международного комитета стоимостной оценки имущества и включают принципы наилучшего использования, замещения, учет характеристик са-

мого объекта, внешних для него условий, ожидания, спроса и предложения, равновесия, вклада соответствия, конкуренции. Задача состоит в более полном использовании этих принципов и для решения поставленной проблемы. Анализ показал, что полный учет принципов обеспечивается в условиях земельного рынка.

Теория оценки земли развивалась в рамках общей теории стоимости и может быть рассмотрена в рамках теории трудовой стоимости, предельной полезности, рыночного подхода, на которых основаны методы оценки земли – затратный, доходный, рыночных продаж. В отраслевых исследованиях предпочтение отдается тому или иному методу. Условия применения каждого из них, технология реализации входят в предмет методологии изучения и обоснования стоимости земли. В современной зарубежной науке данной проблеме уделили внимание П.Х. Пирс, Г. Харрисон, Д. Фридман, Н. Ордуэй, Д. Эккерт и др., рассматривавшие ее с позиций оценки недвижимости. Рыночный подход к оценке лесных земель применяли еще русские ученые Э.П. Креслин, М.М. Орлов, А.Ф. Рудзский.

Критерии оценки остаются дискуссионными. Исследователи используют валовой доход лесного хозяйства, лесопользователей, только заготовителей лесных ресурсов; доход от конечного продукта переработки; потери и убытки от изъятия земель; затраты освоения; рентный доход. Соответственно складываются разные по видам франко цены на ресурсы землепользования. Различаются принципы построения цен: цены спроса, предложения, паритетные. Имеются отличия в оценке экологических функций леса. В оценке земли по критерию рентного дохода просматриваются использование разных систем затрат на воспроизводство лесов, отсутствие дифференциации затрат лесного хозяйства по местоположению угодья. Достаточно специфичной является часть проблемы, связанная с дифференциацией стоимости земли по ее местоположению, с зонированием материалов оценки.

Своего подхода требует решение вопроса оценки фактора времени: для этого исследователи предлагают использовать один год, оборот рубки, неограниченно большой период времени. В качестве методов капитализации предложены дисконтирование или прямая капитализация. Техника учета разновременности затрат и результатов строится на дисконтировании или пролонгировании (компондировании), величину норматива дисконтирования также необходимо обосновать.

Отдельный блок проблемы оценки – выработка требований к отбору типологии земель по плодородию. Для этих целей применены типы почв, леса, лесорастительных условий; классы бонитета. Различны комплекс ресурсов и услуг, учитываемых в доходе с лесного угодья, выделение циклов лесопользования по их видам и формирование технологий в рамках процесса воспроизводства леса, отражение эффективности использования земли (фактическая, потенциальная).

Самостоятельным блоком проблемы может быть методика стоимостной оценки земли как набор соответствующих процедур, организационно-

информационные задачи, требующие механизма организации расчетов, их информационного обеспечения и актуализации.

Таким образом, проблема стоимостной оценки земли распадается на отдельные взаимосвязанные части. В ней можно выделить блоки задач: управленческих, экономических, включая теоретические, методологические, методические, лесоводственно-технологические, организационные.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Воронков П.Т., Ельчев Н.М., Туркевич И.В.* Теоретические и методические вопросы совершенствования лесных такс // Проблемы совершенствования механизма управления лесным хозяйством: Сб. науч. тр. – М.: ВНИИЛМ, 1991. – С. 24 – 33.

2. *Воронков П.Т.* Экономические проблемы устойчивого управления лесами // Научно-исследовательские работы на базе Сергиево-Посадского опытного лесхоза: Сб. науч. тр. – Пушкино: ВНИИЛМ, 1999. – С. 11 – 21.

3. *Вохминцев В.И.* Об экономической оценке лесных земель // Совершенствование организационно-экономического механизма рыночной инфраструктуры лесного комплекса: Материалы междунар. науч. конф. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1996. – С. 45 – 53.

4. *Кожухов Н.И., Календарев А.М.* Принципы оценки лесных земель как рыночной недвижимости // Лесн. журн. – 1992. – № 2-3. – С. 164 – 167. – (Изв. высш. учеб. заведений).

5. *Кудрявцев В.С., Белаенко А.П.* Платежи при изъятии земель из лесного фонда // Организация лесохозяйственного производства. – М., 1994. – 32 с. – (Обзор. информ. / ВНИИЦлесресурс; Вып. 1).

6. *Петров А.П.* Лесной кадастр и стоимостная оценка лесных ресурсов // Лесн. хоз-во. – 1996. – № 2. – С. 10 – 12.

7. *Успенский В.В., Панищева Л.И., Самойлов Н.Ф.* Комплексная оценка лесных земель // Лесн. хоз-во. – 1996. – № 5. – С. 44 – 45.

8. Перспективы кадастровой оценки лесного фонда / А.Н. Филипчук, В.А. Шкунов, Е.В. Панков и др. – М., 1997. – 32 с. – (Сер. «Библиотечка работника лесн. хоз-ва»: Обзор. информ. / ВНИИЦлесресурс; Вып. 1).

М.М. Akhmadeeva

Methodological Aspects of Forest Land Assessment

The contents and structure of cost assessment methodology for forest land are examined.

УДК 630*6

Л.М. Чернякевич

Чернякевич Лидия Михайловна родилась в 1950 г., окончила в 1972 г. Марийский политехнический институт, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник кафедры экономики и финансов Марийского государственного технического университета. Имеет более 80 печатных работ в области экономики лесного хозяйства и лесной промышленности.



К ВОПРОСУ ТРАНСФОРМАЦИИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ

Рассмотрены основы государственного лесного хозяйства, сформулированные проф. М.М. Орловым. Приведен генезис организационной структуры управления лесным хозяйством в Республике Марий Эл и направления ее трансформации.

структура, управление, лесное хозяйство, генезис, лесхоз, экономические основы.

Реформирование экономических отношений в России обуславливает необходимость разработки и реализации адекватной организации управления лесным хозяйством. Ориентация общеэкономической стратегии на сочетание государственного и рыночного механизмов состоит в переходе от административно-командных методов управления, опиравшихся на жесткую систему иерархической подчиненности, к регулированию развития хозяйственных субъектов экономическими, финансовыми, договорными методами при четко ограниченном прямом воздействии государства. Основной целью реформирования системы управления лесами и ведения хозяйственной деятельности в них является повышение эффективности воспроизводства лесов с учетом огромного лесного потенциала России, имеющего глобальное экологическое, экономическое и социальное значение. Сбалансированность развития экономики и улучшения окружающей природной среды закреплена в Лесном кодексе РФ как основной принцип государственного управления лесами – принцип устойчивого развития. Концептуально проблемы трансформации организационных форм управления лесами и ведения лесного хозяйства в переходный период рассмотрены в трудах многих ученых [1–3, 5, 6, 8, 9].

Несомненный интерес представляет изучение проблемы в историческом аспекте. Глубокий анализ российского лесного хозяйства в период становления централизованно планируемой экономической системы выполнил проф. М.М. Орлов. Выводы классика отечественного лесопромышленного управления актуальны и в настоящее время. Он сформулировал следующие основы государственного лесного хозяйства, направленные на то, чтобы «сберечь и улучшить русские леса, развить лесное хозяйство и деревообрабатывающую промышленность» [7].

Собственность на леса. «Лесная собственность основывается на том же фундаменте, на котором держится и всякая другая собственность... Все леса суть национальное достояние. Это не исключает права частной лесной собственности на леса... На фундаменте согласования интересов и подчинения частного общему построено лесоохранительное законодательство, имеющееся во всех культурных государствах» [с. 70]. Рассматривая новые принципы организации лесного хозяйства (лесов), ученый предупреждал: «Не требуйте национализации всех лесов. Прекратите производящиеся ныне опыты муниципализации и социализации казенных лесов... Отбросьте мысль о том, что местное население может себя само контролировать в пользовании лесами» [с. 131].

Организация управления лесами. «Казенное лесное хозяйство и управление им должно контролироваться не отдельными группами населения, а всем народом, т.е. парламентом... Основанием всего лесного хозяйства является лесничий... Свобода, предоставляемая лесничему, предполагает контроль и ответственность» [с. 114]. Как предупреждение звучат сегодня его слова: «Никогда нельзя ожидать правильного отношения к лесам инстанции, непосредственно заинтересованной в пользовании ими» [с. 129].

Получение «наибольшей постоянной пользы». «Государство в своих лесах должно вести хозяйство сообразно частно-хозяйственной точке зрения... Собственник и должен получать от этих лесов наибольшую постоянную пользу, не только с сохранением, но и с улучшением лесов» [с. 121].

Организация государственного управления лесами является отражением стратегии государства по отношению к лесным ресурсам, определяется политическими и экономическими условиями. Исследование проблемы становится особенно актуальным в давно эксплуатируемых лесах, расположенных в центрах потребления лесных ресурсов.

Анализ использования и воспроизводства лесных ресурсов с позиции устойчивого управления лесами для условий Республики Марий Эл выполнен в работе [10].

Леса являются главным природным богатством республики. Их общая площадь составляет 1210,7 тыс. га, в том числе лесная – 1137,1 тыс. га, лесистость – 52,7 %. Динамика режимов лесопользования в республике претерпела существенные изменения. В 1950 г. леса первой, второй и третьей групп соответственно занимали 2,3; 51,4 и 46,3 %. Интенсивные лесозаготовки привели к резкому снижению запасов спелой хвойной древесины, снижению продуктивности лесов. До 1970 г. фактические объемы отпуска древесины превышали расчетную лесосеку, особенно по хвойным. В настоящее время на долю лесов первой группы приходится 40,8 %, второй – 59,2 %. Доля лесопокрытой площади спелых насаждений сократилась с 55,9 (в 1940 г.) до 15,7 %; в хвойных лесах – с 68,6 до 10,6 %. Площадь еловых насаждений за 50 лет уменьшилась почти в 3 раза вследствие усиленных рубок. Обеспеченность населения лесом в республике составляет 1,5 га лесной площади на 1 человека.

Генезис организационных форм управления лесным хозяйством республики

Год	Структура управления	Низовое звено
1920	Земельный отдел Облисполкома Марийской АО	Лесничество
1922	Лесной отдел Управления земледелия Облисполкома МАО	»
1927	Лесной отдел Управления земледелия Облисполкома МАО	Лесничество, лесхоз
1929	Марийский филиал Северо-Восточного государственного лесозаготовительного треста (в долгосрочном пользовании 60 % лесной площади МАО)	Леспромхоз, лестрансхоз, межрайлесхоз
	Московско-Казанская железная дорога (34 % лесной площади МАО по концессионному договору)	»
	Областное управление земледелия (местные леса)	»
1931	Марийский государственной трест лесной, лесопромышленной и деревообрабатывающей промышленности	»
	Московско-Казанская железная дорога	»
	Областное управление земледелия (местные леса)	»
1936	Горьковское управление лесоохраны и лесонасаждений	Лесхоз
1937	Марийское территориальное управление лесоохраны и лесонасаждений	»
1947	Управление лесного хозяйства Марийской АССР	»
1953	Управление лесного хозяйства Министерства сельского хозяйства и заготовок Марийской АССР	»
1959	Марийский Совнархоз, трест "Марилес"	Леспромхоз
1960	Марийский Совнархоз, Управление лесозаготовительной, деревообрабатывающей промышленности и лесного хозяйства	Леспромхоз, лесхоз
1963	Марийский комбинат лесной промышленности и лесного хозяйства	»
1965	Марийское управление лесного хозяйства и охраны леса	Лесхоз
1966	Министерство лесного хозяйства Марийской АССР	»
1972	Министерство лесного хозяйства Марийской АССР	Лесхоз, лесокомбинат
1988	Лесохозяйственное территориальное производственное объединение "Марилес"	»
1992	Комитет по лесному хозяйству Министерства экологии и природопользования Марийской ССР	Лесхоз
1994	Комитет по лесному хозяйству Республики Марий Эл	»
2000	Комитет природных ресурсов по Республике Марий Эл	»

Организационная структура управления лесным хозяйством республики приведена в таблице. С 1920 г. по 1927 г. низовым звеном управления были лесничества, которые занимались отпуском леса на корню путем торгов, лесовосстановлением, выполняли функции охраны и защиты лесов. Лесное хозяйство губерний и областей было разделено по районам, в которые входили лесничества. Управление лесами Наркомзема РСФСР назначало окружного (районного) инспектора. В 1928 г. «леса Маробласти охраняются 739 объездчиками и лесниками при средней площади объезда 8350 дес.

и обхода 2150 дес., в то время как в бывшей Казанской губернии в 1913 г. средний объезд был в 7050 дес., а обход – 1070 дес.» [11, с. 38]. В настоящее время средняя площадь мастерского участка – 7526 га, обхода – 1749 га.

Организация управления лесным хозяйством при централизованно планируемой экономической системе претерпела многочисленные административные преобразования и характеризовалась слиянием и разъединением с лесной промышленностью. Лесное хозяйство как отрасль материального производства функционировало с использованием административных методов управления и бюджетного финансирования, т. е. в своей экономической организации было приравнено к непроизводительной сфере.

Центральным вопросом переходного периода является трансформация форм собственности. Реформирование государственной собственности в России было осуществлено через механизм ускоренной приватизации. В лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности республики доля государственной собственности по числу предприятий и объему производства составляет менее 10 %. Лесной кодекс РФ закрепил лесной фонд в федеральной собственности. На низовом уровне структуры управления лесным хозяйством находится лесхоз, который в настоящее время юридически определен как федеральное государственное учреждение. Положение о лесхозе официально не утверждено. Лесхозы выполняют функции государственного управления лесами и осуществляют производственно-хозяйственную деятельность. Бюджетное финансирование лесхозов составляет менее половины потребности в ресурсах, поэтому лесхозы вынуждены зарабатывать «собственные средства», основную долю которых (более 95 %) составляет выручка от реализации лесопроductии. Анализ потребительского рынка отпуска древесины на корню показал, что лесхозы республики, проводя рубки ухода, обеспечивают 1/3 объемов заготовки древесины и являются реальными конкурентами на рынке лесоматериалов. Условия конкуренции искажаются различием экономического механизма формирования себестоимости лесопроductии.

Бухгалтерский учет в лесхозах, используя бюджетный план счетов, предполагает контроль за целевым использованием финансовых ресурсов и не направлен на управленческие аспекты производственной деятельности, которые преобладают в функциях лесхозов.

В свое время проф. П.В. Васильев подчеркивал, что «управление лесами нельзя отождествлять с управлением хозяйственной деятельностью в лесах... Управление лесами по своей сути является управлением лесной собственностью» [3, 106 с.]. Это право «государство сосредотачивает исключительно в своих руках» через систему органов власти и специальных лесных органов. Всем другим организациям леса могут передаваться в пользование с правом управления хозяйственной деятельностью в них. Один из принципов организации лесного хозяйства – централизованное управление лесами и дифференцированная система хозяйства в них, построенная на зонально-типологической основе.

Исторический опыт России свидетельствует о тенденциях к централизации власти, что следует учитывать при реформировании системы управления лесным хозяйством. Восстановление централизованной структуры государственного управления лесами как собственностью на всех уровнях с обособлением и укреплением на низовом уровне необходимо для сохранения лесов и усиления их социально-экономических и экологических функций. Получение «постоянной наибольшей пользы» от лесов должно быть заложено в лесную политику. До сих пор платежи за лесные ресурсы не служат основой финансирования отрасли. Суженное воспроизводство в лесном хозяйстве свидетельствует о том, что выполнение задач по сохранению и приумножению лесных ресурсов отодвигается на неопределенное время и не соответствует критериям и индикаторам устойчивого развития.

Реформирование экономической организации лесного хозяйства является необходимостью при переходе на рыночные механизмы регулирования. Обеспечение равноправного доступа всем хозяйствующим субъектам должно быть гарантировано через размещение и финансирование государственного заказа по воспроизводству лесов на договорной основе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Институциональные реформы в лесном хозяйстве / А.И. Петров, Н.В. Ловцова, Н.М. Ельчев, И.Б. Хазинов. – М.: МГУЛ, 2001. – 152 с.
2. *Исаев А.С., Коровин Г.Н.* Актуальные проблемы лесной политики России // Лесн. хоз-во. – № 3. – 2001. – С. 9–12.
3. Концепция реформирования организационной структуры управления лесами // Лесн. газета. – 2001. – Сентябрь. – С. 4–6.
4. Лесное хозяйство в системе планируемой экономики. – Варшава: Гос. науч. изд-во, 1972. – 654 с.
5. *Моисеев Н.А.* Интеграция механизма рыночной экономики и меры по ее государственному урегулированию для управления многоцелевым лесным хозяйством // Лесохоз. информ. / ВНИИЦлесресурс. – 1993. – Вып. 3. – С. 2–11.
6. Национальная лесная политика России // Тр. Междунар. практ. конф., 11–12 октября 2001. – М.: МГУЛ, 2002. – 217 с.
7. *Орлов М.М.* Об основах русского государственного лесного хозяйства. – Петроград, 1918. – 132 с.
8. *Петров В.Н.* Лесная политика и охрана лесов. – СПб.: Наука, 1998. – 253 с.
9. *Писаренко А.И., Страхов В.В.* О лесной политике России. – М.: Юриспруденция, 2001. – 160 с.
10. *Смоленникова Л.В., Чернякевич Л.М.* Состояние использования и воспроизводства лесных ресурсов с позиции устойчивого управления лесами (на примере Республики Марий Эл). – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 168 с. – Деп. в ВИНИТИ 07.06.01 № 1414 – В2001.
11. *Тресцов Б.И.* Очерки по развитию лесного хозяйства и лесных отраслей Республики Марий Эл. – Йошкар-Ола: Периодика Марий Эл, 1997. – 301 с.

L.M. Chernyakevich

To Question of Transformation of Forestry Management System

Principles of state forestry formulated by prof. M.M. Orlov are analyzed. The genesis of organizational structure of forestry management in Republic of Marij El and its transformation directions are given.

УДК 658.5:674

Н.М. Стрельникова, Е.В. Родионова

Стрельникова Наталья Михайловна родилась в 1972 г., окончила в 1994 г. Марийский политехнический институт, кандидат экономических наук, старший преподаватель Марийского государственного технического университета. Имеет около 20 печатных трудов в области формирования логистического потенциала и разработки подходов к планированию потребности в ресурсах.



Родионова Елена Витальевна родилась в 1971 г., окончила в 1993 г. Марийский политехнический институт, кандидат экономических наук, доцент Марийского государственного технического университета. Имеет около 40 печатных трудов в области маркетингового подхода в управлении предприятиями и определении потребностей в финансовых ресурсах.



РЕФОРМИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАНИРОВАНИЯ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Представлена методика нормирования и планирования оборотных средств предприятий деревообрабатывающей промышленности с применением технологии финансового реинжиниринга.

оборотные средства, нормирование, планирование, финансовый реинжиниринг.

Современная экономическая ситуация в стране все еще характеризуется спадом производства. Предприятия, находившиеся ранее в стадии скрытого банкротства, переходят в разряд несостоятельных; этот процесс набирает темпы. Преодоление кризиса возможно, в частности, путем реформирования системы управления оборотными средствами. Рассмотрим модель процесса реформирования на примере деревообрабатывающих предприятий Республики Марий Эл.

В 2000 г. обеспеченность собственными оборотными средствами составляла в среднем по отрасли 9,8 %. В структуре оборотных средств наибольший удельный вес занимала дебиторская задолженность (49,2 %). Удельный вес производственных запасов для финансово стабильных предприятий составлял 46,3 %, для предприятий критической группы – 58,3 %. Продолжительность оборота оборотных средств в 2000 г. по сравнению с 1998 г. увеличилась на 156 дней. Наблюдалось устойчивое превышение кредиторской задолженности над дебиторской.

На оборотные средства влияет состояние производственных запасов на предприятиях. Учитывая такие факторы, как прибыльность, материало-

емкость продукции, доля собственных оборотных средств, было определено, что удельный вес запасов должен быть около 18 ... 20 % от общей стоимости оборотных средств.

Как показал анализ, использовать действовавшие ранее подходы к нормированию и планированию оборотных средств в новых экономических условиях не представляется возможным. В то же время отсутствие новых современных методик не позволяет эффективно использовать имеющиеся на предприятиях технологии и базы данных.

В методиках по нормированию оборотных средств отсутствует увязка норм запасов и норм оборотных средств, вложенных в эти запасы, в то же время прослеживается тесная связь между процессами нормирования и планирования.

Материальные оборотные средства включают в себя не только производственные запасы, незавершенное производство и расходы будущих периодов, но и готовую продукцию, так как они имеют материальную основу. Таким образом, оборотные средства соотносятся с понятием «материальные ресурсы». Для целей планирования рекомендуется группировать оборотные средства предприятий следующим образом:

- 1) производственные ресурсы, включая материальные, незавершенное производство и расходы будущих периодов;
- 2) сбытовые ресурсы в составе готовой продукции на складах и товаров отгруженных;
- 3) денежные ресурсы, которые состоят из дебиторской задолженности, краткосрочных финансовых вложений и денежных средств.

Оборотные средства являются финансовым инструментом, так как процесс уменьшения стоимости активов и финансовых обязательств можно осуществлять за счет средств, авансированных в производственные ресурсы, путем заключения договоров купли-продажи излишней части запасов материальных ресурсов, договоров товарного кредита для ускорения оборачиваемости готовой продукции и т.д. Отнесение оборотных средств к финансовым инструментам предполагает совершенствование механизма их планирования и нормирования.

Понятие «норматив оборотных средств» имеет разный смысл в условиях плановой и рыночной экономики. В условиях рынка норматив показывает величину потребности в оборотных средствах, рассчитываемую исходя из наиболее выгодных для предприятия условий формирования запасов и рационального использования финансовых ресурсов, не касаясь вопроса об источнике финансирования. Более правильно формулировать данное понятие как «норматив средств в материальных ресурсах». Сумму денежных средств и дебиторской задолженности можно только прогнозировать, выявляя влияние факторов в определенный период времени. «Плановая величина оборотных средств» включает два понятия: «норматив средств в материальных ресурсах» и «прогноз уровня денежных средств и дебиторской задолженности».

Норматив средств в материальных ресурсах должен выполнять две функции:

1) быть основой для определения величины прироста собственных оборотных средств на планируемый период и, следовательно, должен исчисляться на начало и конец периода;

2) давать представление о необходимом уровне материально-производственных запасов предприятия на любую дату с учетом установленных параметров.

Нормы запаса как выражение изменения остатков в течение года необходимы для контроля. Норму оборотных средств увязывают с нормативом оборотных средств, вложенных в запасы.

Расчет норматива материальных ресурсов следует выполнять по следующему алгоритму:

рассчитать нормы запаса по каждому виду с учетом нормообразующих факторов и уровня надежности;

определить среднюю норму запаса по видам материальных ресурсов;

использовать рассчитанные нормы запасов для расчета норм оборотных средств;

зависимость нормы запаса от уровня надежности обеспечения запасом нормируемой марки материального ресурса перенести на норму оборотных средств;

рассчитать норматив оборотных средств.

Планирование оборотных средств целесообразно произвести в такой последовательности:

определить оптимальную отраслевую структуру оборотных средств на основании стратегии финансирования текущих активов;

провести планирование оборотных средств по двум независимым моделям – активам и пассивам;

определить потребности по группам средств – материальным и денежным;

применить процесс бюджетирования для планирования оборотных средств;

разработать плановые показатели с применением технологии финансового реинжиниринга.

Механизм финансового реинжиниринга приведен на рис. 1.

Нами разработана модель планирования оборотных средств, основанная на программных продуктах предприятия. Общая схема планирования представлена на рис. 2.

В рамках методики планирование оборотных средств включает следующие элементы:

1) определение оптимистического и пессимистического планов производства продукции;

2) расчет норматива материальных ресурсов;

3) прогнозирование суммы денежных средств;

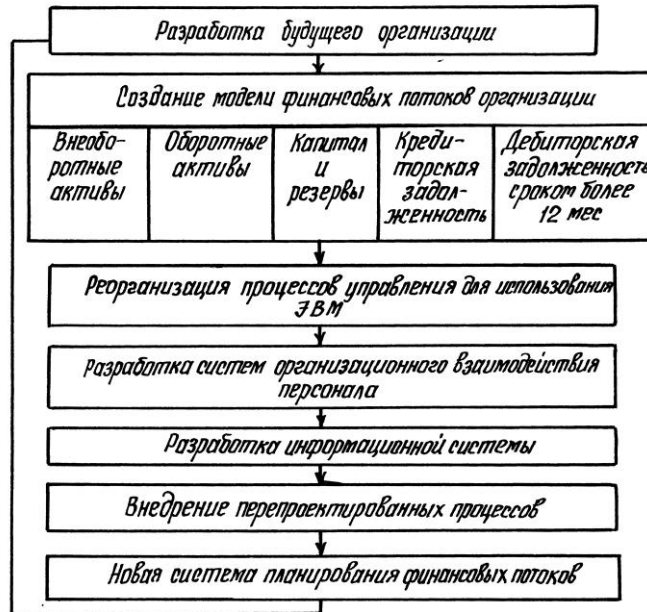


Рис. 1. Механизм финансового реинжиниринга

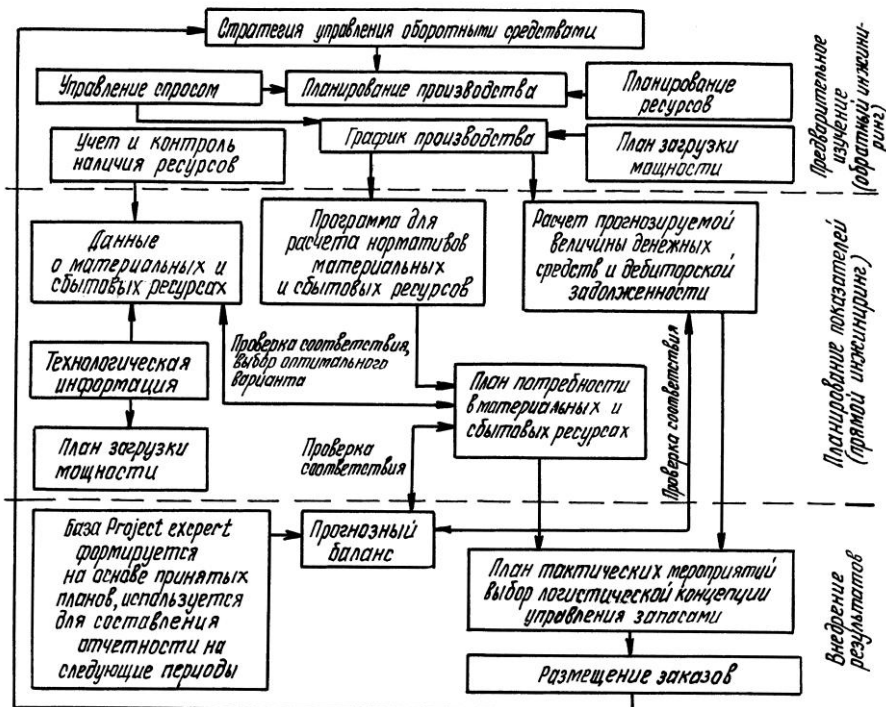


Рис. 2. Схема планирования оборотных средств с применением технологии реинжиниринга

- 4) прогнозирование суммы дебиторской задолженности;
- 5) формирование совокупного норматива;
- 6) разработка тактических мероприятий по управлению оборотными средствами.

Расчет норматива оборотных средств производится на базе MS EXCEL с использованием разработанного программного продукта, адаптированного к «1С: Бухгалтерия». Первый этап заключается в отборе элементов выборочной совокупности, состоящей из материальных ресурсов, имеющих наибольший удельный вес в стоимости продукта. На следующем этапе устанавливают видовые нормы и нормативы, согласно которым осуществляют нормирование по видам материальных ресурсов и элементам оборотных средств. Далее рассчитывают совокупный норматив по элементам оборотных средств путем определения средневзвешенной нормы расхода и умножения ее на совокупный среднесуточный расход нормируемого вида материального ресурса. На основании расчетов определяется норматив по производственным запасам выборочной совокупности.

Процедура определения потребности в сбытовых ресурсах аналогична.

При определении уровня запасов незавершенного производства используют экономико-математическую модель, минимизируя остатки.

В отношении денежных ресурсов применяют метод бюджетирования. Прогнозирование поступления и расходования денежных средств осуществляют исходя из планируемого объема реализации продукции. Определение оптимального уровня остатка денежных средств производят с использованием модели Миллера – Орра.

Оптимальная структура оборотных средств предприятий деревообрабатывающей промышленности республики представлена в табл. 1.

Таблица 1

Структура, оборотных средств (%) при различных видах планирования

Оборотные средства	По плану		По прогнозному балансу	Фактическая
	пессимистическому	оптимистическому		
Ресурсы:				
материальные	61,3	67,8	37,7	73,0
сбытовые	0,6	0,6	6,7	5,4
Денежные средства	0,1	0,1	1,4	1,6
Дебиторская задолженность	38,0	31,5	54,2	20,0

Таблица 2

Показатели оборачиваемости

Коэффициент оборачиваемости	По плану		По прогноз- ному балансу	Фактические
	пессимистическому	оптимистическому		
Материальных ресур- сов	9,03	12,27	10,74	4,80
Сбытовых ресурсов	10,92	11,51	39,90	3,70
Дебиторской задол- женности	19,40	46,10	19,30	4,20

Сравнение показателей оборачиваемости показывает (табл. 2), что наилучшие показатели имеет предлагаемая модель планирования.

Итак, особенностями предложенной модели планирования оборотных средств являются: определение оптимистического и пессимистического планов производства продукции, увязка расчета норматива материальных ресурсов и механизма прогнозирования суммы денежных средств и дебиторской задолженности.

Дальнейшее развитие исследований и использование их результатов обусловлены возможностью адаптации рассмотренной методики для финансового реинжиниринга внеоборотных активов, что является новым направлением финансового менеджмента.

N.M. Strelnikova, E.V. Rodionova

Reformation of Process of Current Assets Planning in Woodworking Industry

Technique of current assets normalization and planning with financial re-engineering at woodworking enterprises is presented.

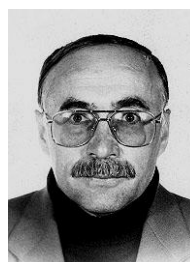


МЕТОДИКА И ПРАКТИКА ПРЕПОДАВАНИЯ

УДК 378:038.3

В.И. Федюков

Федюков Владимир Ильич родился в 1948 г., окончил в 1971 г. Марийский политехнический институт, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой древесины и экологической сертификации МарГТУ. Имеет около 120 печатных работ в области биологического и технического лесоведения.

**ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ДРЕВЕСИНОВЕДОВ И ЛЕСНЫХ ТОВАРОВЕДОВ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

Проанализировано состояние и подтверждена актуальность подготовки лесных товароведов и лесоведов в условиях вхождения России в ВТО; приведены конкретные варианты реализации этого.

лесовед; лесной товаровед; Всемирная торговая организация; товароведение и экспертиза; новая специальность.

В действующей системе высшего лесотехнического образования отсутствует целенаправленная подготовка лесоведов и лесных товароведов. Введенная Минобразованием России учебная дисциплина «Лесоведение. Лесное товароведение» в планах подготовки лесозаготовителей, деревообработчиков и ряда близких к ним специальностей преследует в основном одну цель – дать фундаментальное представление о древесине (строение; химические и физико-механические свойства; пороки древесины и т. д.) и классификации лесных товаров. Однако имеющиеся учебники и учебные пособия, впитывая в себя все новое и прогрессивное в данной области знаний [1, 3, 4], представляют устаревшие методологию и идеологию преподавания. Значимость этой дисциплины снижается, кое в чем мы теряем признанные мировым научным сообществом позиции.

Происходящие в цивилизованном мире глобальные социально-экономические изменения предусматривают внесение соответствующих корректив практически во всех сферах деятельности, а игнорирование этого процесса – прямой путь к потере конкурентоспособности на международном уровне.

В этом аспекте особую актуальность и практическую направленность всему учебно-методическому комплексу придает предстоящее вхождение России во Всемирную торговую организацию (ВТО), в связи с чем предстоит пересмотреть Государственный образовательный стандарт путем гармонизации его с зарубежными аналогами, установить связи между специальностями, ориентированными на экспертизу качества товаров и услуг. Необходимость в этом вызвана предстоящей реализацией на практике концепции, представленной Президентом России В.В. Путиным: «ВТО – это инструмент. Тот, кто умеет им пользоваться, становится сильнее. Кто не умеет или не хочет пользоваться, не хочет учиться, – обречен... Там, где нам нужны специалисты, – у нас их не хватает, а где не нужны – там их пруд пруди».

Важно иметь в виду, что деятельность лесопромышленного комплекса во многом будет определять эффективность участия России в ВТО. К сожалению, пока можно констатировать лишь потенциальные возможности этой отрасли: хотя сегодня мы реализуем лесопroduкцию в более чем 70 стран мира, валютная выручка не превышает 5 млрд долларов в год при 100 ... 150 млрд долларов реально возможных без ущерба лесу. Причин здесь немало. Одна из основных кроется в нехватке и низком уровне специалистов не только для глубокой обработки древесины (свыше 1/3 поступлений от лесного экспорта приходится на древесное сырье), но и для обеспечения на современном уровне всего процесса экспорта лесных товаров, включая их правильный отбор, стандартизацию и сертификацию, экономическую оценку, торговую логистику и т.д.

Это – одна сторона назревшей проблемы, другая, более глобального характера, связана со спецификой основного предмета труда – древесины; ее физико-механические свойства (качество) формируются на всех стадиях лесовыращивания, лесозаготовки, деревообработки, хранения, транспортирования и т.д. Следовательно, лесной товаровед сегодня должен уметь определять не только количество, но и качество лесопroduкции, предвидеть оптимальные пути его достижения и сохранения на всех перечисленных этапах. К этому обязывает и вводимая сертификация на основе международных стандартов ИСО 14000 (экологический аспект) и ИСО 9000 (техно-экономический аспект), где в первую очередь необходимы знания древесиноведения и лесного товароведения.

Поэтому «классический» вариант преподавания курса «Древесиноведение и лесное товароведение», точнее ограничение только этим курсом, сегодня себя уже исчерпал и для развития рыночных отношений внутри страны и на международном уровне требует специальной подготовки лесных товароведов и древесиноведов (эти понятия неразделимы), причем именно как отдельных специалистов широкого профиля.

Однако вряд ли целесообразно для этого создавать новую специальность в системе высшего образования. Наиболее приемлемой представляется подготовка современных лесных товароведов и древесиноведов на основе Государственного образовательного стандарта специальности 351100 «То-

вароведение и экспертиза товаров в сфере производства и обращения непродовольственных товаров и сырья (по областям применения)» с соответствующей корректировкой учебных планов с учетом ряда особенностей формирования качества не только древесного и недревесного сырья, но и широкого спектра продукции из всей лесной биомассы.

Не вдаваясь в детальный анализ предстоящих новаций, остановимся на некоторых принципиальных основах учебного процесса для развития такой специальности. Идеология подготовки лесных товароведов на основе перечисленных выше фактов заключается в том, чтобы научить специалиста не только классифицировать лесные товары, определять их количество и качество, но и дать целостное представление и знания по лесной экологии, сертификации недревесной продукции, древесины на корню и лесоматериалов общего и специального назначений (в том числе экспортных), условиям хранения, торговой логистике на внутреннем и международном рынках, таможенным правилам, включая экспортно-импортное международное законодательство, оперативный и перспективный маркетинг и т.д. По вполне понятным причинам напрашивается углубленная форма изучения иностранных языков. В принципе действующий Образовательный стандарт по указанной специальности позволяет это сделать не только за счет национально-регионального, но и федерального компонента. Например, по циклу «Дисциплины по специализации» с объемом более 3000 тыс. ч. Здесь вполне логично напрашивается следующий примерный перечень учебных дисциплин: основы лесоведения и лесного хозяйства; Лесной кодекс; оборудование и общая технология лесозаготовки и деревообработки; древесиноведение; общее и лесное товароведение; метрология, стандартизация и сертификация; управление качеством и др.

В настоящее время материально-техническая база практически всех лесотехнических вузов предусматривает возможность проведения лабораторных занятий и научных исследований по древесиноведению преимущественно разрушающими методами. В то же время внедряются новые, неразрушающие экспресс-способы диагностики лесных товаров, например электронный учет лесоматериалов [2].

Таким образом, намечаемые преобразования неразрывно связаны с соответствующими изменениями в структуре и методике подготовки специалистов для лесного комплекса как одного из мощных источников внутреннего бюджетообразования и получения валютной выручки. Для эффективной реализации этой программы актуальным и своевременным является подготовка лесных товароведов и древесиноведов, а также близких к ним специалистов, связанных с качеством продукции в соответствии со спецификой данной отрасли, требованиями международных стандартов ИСО 9000 и ИСО 14000.

В МарГТУ эта работа уже начата, открыты новые специальности 072000 «Стандартизация и сертификация (в лесопромышленном комплексе)», 340100 «Управление качеством», 351100 «Товароведение и экспертиза

товаров (в сфере изготовления и обращения непродовольственных товаров и сырья)».

Как показывает опыт, сосредоточение этих специальностей на одной выпускающей кафедре путем соответствующей корректировки учебных планов способствует повышению качества образования и снижению материально-технических и экономических затрат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Алексеев И.А., Полубояринов О.И.* Оценка качества продукции лесной промышленности. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 1986. – 106 с.
2. *Маслий Б.П., Лежнев М.Ю.* Электронный учет экспортного пиловочника // Лесн. пром-сть. – 1997. – № 3. – С. 20–21.
3. *Уголев Б.Н.* Древесиноведение с основами лесного товароведения. – 3-е перераб. и дополн. изд. – М.: МГУЛ, 2001. – 340 с.
4. *Федюков В.И.* Основы квалиметрии и управления качеством лесоматериалов спецназначения (на примере резонансной древесины с уникальными акустическими свойствами): Учеб. пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2000. – 184 с.

V.I. Fedyukov

Peculiarities of Training Wood Science and Forest Commodity Experts in Modern Conditions

The state and urgency of forest commodity and wood science experts training in the conditions of Russia entering WTO have been analyzed and confirmed. Concrete variants of its realization are provided.



**ПАМЯТИ ОТТО АЛЕКСЕЕВИЧА ТЕРЕНТЬЕВА**

Ушел из жизни известный российский ученый, крупный специалист в области гидродинамики и реологии водно-волоконистых суспензий, ректор Санкт-Петербургского государственного университета растительных полимеров, профессор, доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации Отто Алексеевич Терентьев.

Карьера его складывалась удачно и интересно: инженер, научный сотрудник НИИ оборонной промышленности, старший преподаватель, доцент, профессор, декан, проректор и без малого 20 лет ректор крупнейшего вуза России. Любым делом Отто Алексеевич занимался увлеченно до самозабвения, быстро вникал в суть, создавал команду единомышленников.

Действительный член пяти общественных академий и Ассоциаций ученых США и Канады, председатель ряда научных советов Российской академии наук, Министерства науки и научных технологий, Министерства образования РФ, член совета ректоров Северо-Запада, член редколлегии «ИВУЗ. Лесного журнала», бессменный руководитель одного из направлений ФЦНТП, «Комплексное использование древесного сырья», – всю свою жизнь он посвятил служению науке.

Он был настоящим Гражданином своей страны, патриотом города, в котором родился и жил. Благодаря своим личным качествам он снискал глубокую признательность, безграничное уважение российских и зарубежных коллег, учеников и друзей. Отто Алексеевич очень любил жизнь, университет, ставший вторым домом, всегда откликался на просьбы о помощи, был отличным семьянином.

Трудно и горько говорить о нем «был». Еще совсем недавно он занимался внедрением в промышленность разработанной им технологии производства бумаги методом сухого формования, новым приемом абитуриентов, много сил отдавал развитию университета, укреплению позиций высшей школы, которая, по его глубокому убеждению, должна стать ведущей в мире.

Память об Отто Алексеевиче Терентьеве, умном и светлом человеке, навсегда сохранится в наших сердцах. Мы потеряли соратника и друга, но уверены, что его дело будет продолжено.

**Ректорат и коллектив Санкт-Петербургского
государственного университета растительных полимеров
Редколлегия и редакция «Лесного журнала»**
