

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ ПО ВЫСШЕМУ ОБРАЗОВАНИЮ

АРХАНГЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

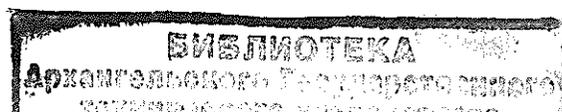
Лесной журнал

Издается с февраля 1958 г.

Выходит 6 раз в год

1
1995

ИЗДАТЕЛЬ — АРХАНГЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ



Главный редактор — акад. **О. М. Соколов.**

Заместители главного редактора:

чл.-кор. **Е. С. Романов,**

проф. **С. И. Морозов.**

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

Проф. **Ю. Г. Бутко,** проф. **А. В. Веретенников,** проф. **Е. Д. Гельфанд,**
чл.-кор. **И. И. Гусев,** чл.-кор. **Р. Е. Калитеевский,** акад. **А. Н. Кириллов,**
проф. **Н. П. Коваленко,** акад. **В. А. Кучерявый,** проф. **Н. В. Лившиц,**
акад. **Е. Г. Мозолевская,** доц. **О. А. Неволин,** акад. **А. Н. Обливин,**
акад. **В. И. Онегин,** акад. **А. Р. Родин,** д-р биол. наук **Л. П. Рысин,**
проф. **В. П. Рябчук,** проф. **Е. Д. Сабо,** акад. **В. И. Санев,** акад. **О. А. Терентьев,** проф. **Н. И. Федоров,** чл.-кор. **В. Я. Харитонов,** чл.-кор. **Г. А. Чибисов,** акад. **Г. М. Шутов,** проф. **В. В. Щелкунов,** проф. **А. А. Эльберт.**

Ответственный секретарь **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 вузов и техникумов, студентов старших курсов лесотехнических институтов.

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 1

Редакторы **Н. П. Бойкова,** **Л. С. Окулова.** Корректор **Е. Б. Краснова.**

Сдан в набор 18.01.95. Подписан в печать 28.06.95.
Форм. бум. 70 × 108¹/₁₆. Бумага мелованная. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 12,775. Усл. кр.-отг. 12,775. Уч.-изд. л. 15,51. Тираж 1 000 экз. Заказ 183.
Архангельский государственный технический университет

Адрес редакции: 163007, Архангельск, 7, наб. Сев. Двины, 17, тел. 44-13-37.

Типография издательства «Правда Севера», 163002, г. Архангельск, пр. Новгородский, 32

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>И. А. Фадин, Г. В. Стадницкий.</i> О плантационных культурах ели и сосны на северо-западе России	7
<i>Г. С. Войнов.</i> Оценка продуктивности сосновых древостоев Архангельской области на типологической основе в динамике	12
<i>Г. С. Войнов.</i> Естественная потенциальная продуктивность сосновых древостоев Архангельской области по типам леса	18
<i>В. И. Вохминцев.</i> Комплексные рубки в разновозрастных смешанных насаждениях	23
<i>О. А. Неволин.</i> Об охлестывании сосны березой в высокопродуктивных сосняках Европейского Севера России	27
<i>В. Н. Коновалов, Л. В. Коновалова.</i> Особенности сезонной динамики содержания пластидных пигментов у подростка ели в лиственнично-еловых древостоях в связи с комплексными уходами	31
<i>А. И. Барабин.</i> Точность расчета урожая семян ели по формулам	36
<i>Н. П. Кривошеина, А. В. Компанцев.</i> Диагностика состояния лесных массивов по составу насекомых ксилобитов	39
<i>А. В. Лебедев.</i> Оценка жизнестойкости деревьев ели в рекреационных лесах	43
<i>А. Л. Федорков.</i> Микроспорогенез сосны при загрязнении среды в Российской Лапландии	47
<i>Е. Н. Мартынов.</i> Типологизация местообитания лесных животных	50
<i>А. К. Касимов.</i> Корневая система посадок и посевов ели в условиях механической обработки почвы	55
<i>П. Ю. Литинский.</i> Использование информации космического сканера МСУ-Э при изучении техногенной деградации лесов	61
<i>И. А. Маркевич, А. А. Шужков.</i> Эстетическая оценка архитектурно-ландшафтных ансамблей Валаамского архипелага	65

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>А. В. Жуков, А. С. Федоренчик, А. В. Жорин.</i> Оценка эффективности применения малогабаритного трелевочного трактора на заготовке древесины	73
<i>Ю. П. Эпштейн.</i> Анализ систем управления манипуляторов лесных машин на основе имитационного моделирования	76
<i>В. И. Кучерявый.</i> Вероятностное проектирование деталей лесных машин при изгибе с кручением	82
<i>В. И. Кучерявый.</i> Моделирование ресурса деталей лесных машин по критерию износа	84
<i>А. Л. Невзоров, Д. Д. Козмин, Г. В. Северова, В. В. Коптяев.</i> Исследование уплотняемости и фильтрационных свойств гидролизного лигнина	86
<i>А. Н. Торицын, В. Н. Яковлев.</i> Сравнительные экспериментальные исследования работоспособности пильных цепей	90

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>А. К. Леонтьев, А. Н. Чубинский.</i> Расчет теплового состояния многослойной деревянной пластины при пьезотермической обработке	94
<i>А. Н. Чубинский, Б. М. Нуллер.</i> Теоретические исследования процессов деформирования и пропитки древесины при ее склеивании	99
<i>Ю. Ф. Чернышев, И. А. Зырянов.</i> Об устойчивости решения дифференциального уравнения напряженно-деформированного состояния деревянной неоднородной втулки	103

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Е. Д. Гельдфанд.</i> Дрожжевые цеха гидролизных заводов как объекты биологической очистки	107
--	-----

- Я. В. Казаков, В. И. Комаров. Математическая обработка кривых зависимости напряженно-деформация, полученных при испытании на растяжение целлолозно-бумажных материалов 109

КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ УЧЕБНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

- С. А. Тютюков, В. С. Тютюков. Расчет электрических нагрузок на ЛЭП с применением микрокомпьютера «Электроника МК-85» 115

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- П. С. Гейзлер. Методические вопросы прогнозирования развития лесного комплекса 121
 Н. Ф. Павлова. Повышение конкурентоспособности деревянных домов заводского изготовления на внешнем рынке 124

ИСТОРИЯ НАУКИ

- Н. А. Бабич, Б. А. Мочалов. Первые лесокультурные центры Европейского Севера 128
 Г. И. Редько. Династия лесоводов Савичей 131

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- А. Н. Мартынов. 125 лет кафедре лесоводства С.-Петербургской лесотехнической академии 136
 С. И. Морозов, Р. В. Белякова. Читательская конференция в Екатеринбурге 137

НЕКРОЛОГИ

- С. В. Вавилов, Г. И. Редько. Александр Георгиевич Мошкалев 140
 Управление лесоустройства Федеральной службы лесного хозяйства Российской Федерации, Северное государственное лесоустроительное предприятие, Вологодское управление лесами, Архангельское управление лесами, Комитет лесов Минприроды Республики Коми, лесохозяйственные факультеты С.-Петербургской лесотехнической академии и Архангельского государственного технического университета, Архангельский институт леса и лесохимии. Памяти Евгения Георгиевича Тюрина 141

CONTENTS

FORESTRY

<i>I. A. Fadin, G. V. Stadnitsky.</i> On Plantational Cultures of Pine and Spruce in the North-West of Russia	7
<i>G. S. Voinov.</i> Estimation of Pine Tree Stands' Productivity of Arkhangelsk Region on a Typological Basis in Dynamics	12
<i>G. S. Voinov.</i> Natural Potential Productivity of Pine Stands in Arkhangelsk Region by Forest Types	18
<i>V. I. Vokhmintsev.</i> Combined Felling in All-Aged Mixed Stands	23
<i>O. A. Nevolin.</i> On Lasping Pine by Birch in Highly-Productive Pine Forests of the European North of Russia	27
<i>V. N. Konovalov, L. V. Konovalova.</i> Features of Seasonal Dynamics of Spruce Young Growth's Plastid Pigment Content in Broadleaved-and-Spruce Stands in Connection with Complex Tending	31
<i>A. I. Barabin.</i> Accuracy of Spruce Cone Crop Calculation by Formulac	36
<i>N. P. Krivosheina, A. V. Kompantsev.</i> Diagnostics of Forests Condition by Composition of Insects-Xylobionts	39
<i>A. V. Lebedev.</i> Estimation of Spruce Trees Life Resistance in Recreational Forests	43
<i>A. L. Fedorkov.</i> Pine Microporogenesis at Environmental Pollution in Russian Laplandia	47
<i>E. N. Martynov.</i> Typology of Forest Animals Habitat	50
<i>A. K. Kasimov.</i> Root System of Plantings and Seedings of Spruce Subject to Mechanical Soil Treatment	55
<i>P. Yu. Litinsky.</i> Use of Space "MSU-E" Scanner Information in Examination of Technogenic Degradation of Forests	61
<i>I. A. Markevitch, A. A. Shuzhmov.</i> Aesthetic Valuation of Architectural-Landscape Ensemble of Valaam Archipelago	65

WOODEXPLOITATION

<i>A. V. Zhukov, A. S. Fedorenchik, A. V. Zhorin.</i> Estimation of Small Skidding Tractor Use Efficiency at Timber Harvesting	73
<i>Yu. P. Epshtein.</i> Simulation-Based Analysis of Forestry Machines' Manipulators Operation Systems	76
<i>V. I. Kucheryavy.</i> Probabilistic Design of Forestry Machines Parts at Torsion Bending	82
<i>V. I. Kucheryavy.</i> Simulation of Forestry Machines Parts' Resource in Criterion for Wear	84
<i>A. L. Nevzorov, D. D. Kozmin, G. V. Severova, V. V. Koptyaev.</i> Investigation into Compressibility and Filtration Properties of Hydrolysis Lignin	86
<i>A. N. Toritsyn, V. N. Yakovlev.</i> Comparative Experimental Efficiency Investigations of Universal Chain Saws	90

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOOD SCIENCE

<i>A. K. Lcontiev, A. N. Chubinsky.</i> Calculation of Heat Condition of Multi-Ply Wood Plate at Piezothermal Treatment	94
<i>A. N. Chubinsky, B. M. Nuller.</i> Theoretical Investigations into the Processes of Wood Impregnation and Deformation When Gluing	99
<i>Yu. F. Chernyshev, I. A. Zyryanov.</i> On Stability of Differential Equation Solution of Stressed-Strained Condition of Wooden Inhomogeneous Sleeve	103

CHEMICAL TECHNOLOGY OF WOOD

- E. D. Gelfand.* Hydrolysis Yeast Shops as Biological Treatment Factories 107
Ya. V. Kazakov, V. I. Komarov. Mathematical Processing of "Stress-Strain" Curves
 Obtained at Pulp-and-Paper Materials' Stretch Test 109

*COMPUTERIZATION OF TRAINING AND
 TECHNOLOGICAL PROCESSES*

- S. A. Tyutyukov, V. S. Tyutyukov.* Calculation of Electrical Loads on Logging
 Enterprises Using Microcomputer "Elektronika MK-85" 115

ECONOMICS AND MANAGEMENT

- P. S. Geizler.* Methodical Problems of Forecasting Forest Complex Development . . . 121
N. F. Pavlova. Pre-fabricated Timber Houses Competitiveness Increase on the External
 Market 124

HISTORY OF SCIENCE

- N. A. Babitch, B. A. Mochalov.* The Early Silvicultural Centres of the European North 128
G. I. Red'ko. The Savitch Dynasty of Foresters 131

SCIENTIFIC AND LEARNED CONFERENCES

- A. N. Martynov.* The 125 th Anniversary of the Department of Silviculture under
 S.-Petersburg Forestry & Engineering Academy 136
S. I. Morozov, R. V. Belyakova. Readers' Conference in Ekaterinburg 137

OBITUARIES

- S. V. Vavilov, G. I. Red'ko.* Alexandr G. Moshkalev. 140
*Forest Management of Federal Forestry Service of Russian Federation, Northern
 Governmental Enterprise, Vologda Forest Management, Arkhangelsk Forest
 Management, Minpriroda Forest Committee of the Komi Republic,
 Forestry Faculties of S.-Petersburg Forestry & Engineering Academy and Archan-
 gelsk State Science & Engineering University, Arkhangelsk Institute of Forest
 and Woodchemistry. In Memory of Eugeny G. Tyurin. 141*
-

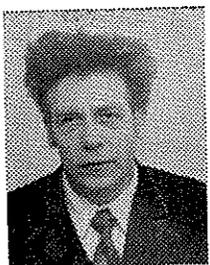
ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*228.7

И. А. ФАДИН, Г. В. СТАДНИЦКИЙ



Фадин Иван Андреевич родился в 1914 г., окончил в 1941 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат сельскохозяйственных наук, бывш. старший научный сотрудник Ленинградского НИИ лесного хозяйства. Имеет 45 научных работ в области лесных культур.



Стадницкий Георгий Вадимович родился в 1934 г., окончил в 1957 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор сельскохозяйственных наук, профессор С.-Петербургского технологического университета растительных полимеров, академик Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности. Имеет 285 научных работ в области лесного хозяйства, лесозащиты и экологии.

О ПЛАНТАЦИОННЫХ КУЛЬТУРАХ ЕЛИ И СОСНЫ НА СЕВЕРО-ЗАПАДЕ РОССИИ

Рассмотрены проблемы восстановления запасов товарной древесины на основе плантационного лесовыращивания. Дан сравнительный анализ применяемых схем создания таких культур. Показана их бесперспективность.

The problems of merchantable timber stocks' recover on the basis of plantation forest culture have been considered. A comparative analysis of such cultures development schemes applied is given. Their unpromising nature is shown.

Два десятилетия назад родилась идея так называемого «плантационного» лесовыращивания, т. е. ускоренного практически вдвое (по сравнению с темпами прироста в природе) получения древесины ели и сосны в полностью управляемых человеком условиях. Поскольку и сегодня от этой идеи не отказались и для ее реализации испрашиваются из госбюджета соответствующие средства, целесообразно проанализировать перспективность данного метода.

Авторы идеи (в основном Ленинградский и Белорусский НИИ лесного хозяйства) ссылались на положительный опыт лесоводов прошло-

го — Фокеля, А. Е. Теплоухова, К. Ф. Тюрмера и др. Однако созданные ими лесные культуры демонстрируют не только положительный, но и негативный опыт. Это обстоятельство обычно замалчивается. На деле же, например, материалы «Лесного журнала» конца прошлого века показывают, что из сотен гектаров создававшихся тогда культур выжили они на единичных небольших участках и теперь являются уникальными рукотворными памятниками [3]. Эти культуры делались вручную, весьма тщательно, на специально подобранных участках. Проф. А. П. Тольский требовал посадку производить в заранее подготовленные ямки, корни заделывать только руками, стоя на коленях. Уже тогда практиковалась посадка деревьев с комом земли, заделанным в особую берестяную емкость — бурачок.

До середины 60-х гг. нашего века в России почти ничего не менялось: культуры создавались в основном малочисленной лесной охраной и сельскими жителями (за право пасти скот в лесу), но уже согласно спущенному сверху и зачастую невыполнимому плану. При остром дефиците финансирования 80...90 % таких культур погибали в первые же 3...5 лет.

Последующая ориентация на «индустриализацию» лесовосстановления, т. е. механизированное производство культур, позволила резко расширить их объемы, но поставила перед лесоводами новые трудные задачи: преодолеть неизбежное разнообразие лесорастительных условий на больших площадях, разработать дифференцированную систему машин и орудий для подготовки почвы, посадки, ухода, защиты от вредителей и возбудителей болезней и агрегатировать их со специально созданными тракторами, получить в массовых количествах стандартный посадочный материал.

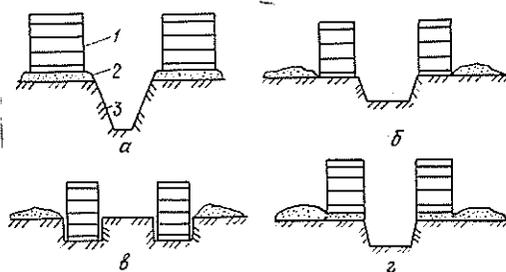
Несмотря на то, что технология механизированного производства культур в полной мере создана не была и достоянием лесного хозяйства как целостная система получения древесного сырья не стала, в середине — конце 70-х гг. возникла уже упомянутая идея выращивания древесины в «лесных садах» (по выражению одного из тогдашних руководителей отрасли). В кратчайшие сроки, без теоретического и экспериментального обоснования, ЛенНИИЛХ и БелНИИЛХ предложили Гослесхозу СССР «Временные практические указания» [2], которые столь же быстро были одобрены и стали директивным документом.

Из-за отсутствия новых разработок, касающихся важнейшего этапа создания плантационных культур — механизированной подготовки почвы, авторы работы [2] использовали технологические схемы, разработанные за много лет до этого для производства обычных (неплантационных) культур [4], но существенно их модифицировали.

Рассмотрим эти модификации и «усовершенствования».

Механизированная подготовка почвы под лесные культуры в основном сводится к созданию микроповышений для посадочных мест при помощи специальных плугов, выбор которых определяется типом условий местопроизрастания. В работе [4] были предложены три основные схемы механизированной подготовки почвы, при осуществлении которых используют плуги-канавокопатели ПКНЛ-500 и ЛКНЛ-600 (рис. а) в агрегате с трактором Т-100 МБГС на осушенных болотах переходного и низинного типов; плуг ПЛО-400 в агрегате с Т-100 МБГС или Т-100 МГС (рис. б) на свежих вырубках в черничных влажных и долгомошных типах условий; плуг ПЛ-2-50 в агрегате с трактором ЛХТ-55 (рис. в) в свежих черничных и кисличных типах. Во всех этих схемах, за исключением осушенных болот, предварительно производится раскорчевка полос шириной 3,0...3,5 м. На влажных вырубках есть необходимость в прокладке дренажирующих борозд плугами-канавокопателями.

Схемы подготовки почвы под обычные (а—в) и плантационные (г) культуры сосны и ели: 1 — гусеница трактора; 2 — пласт; 3 — борозда



Для производства плантационных культур эти достаточно простые экономичные схемы были модифицированы за счет включения в них дополнительных сложных, энергоемких и дорогостоящих операций. В частности, на осушенном болоте это срезание «мелколесья» кусторезом по мерзлому грунту или его химическое уничтожение при помощи наземной и авиационной (вплоть до вертолетов) техники; устройство переездов в виде труб, деревянных мостов для прохода техники, укладка дренажных труб (полиэтиленовые, асбоцементные, керамические) диаметром 100...110 мм и длиной 5 м или фашин в местах пересечения борозд с водоотводящими канавами, их последующая засыпка грунтом, планировка мест разворотов техники бульдозерами, внесение доломитовой муки (извести) и фосфорных удобрений (P_2O_5) в количестве 2 г на посадочное место одновременно с посадкой. Для такого внесения до сих пор не существует механизированных средств, как и машин для посадки культур по пластикам, образованным плугами ПЛО-400, ПЛ-2-50 и ПШ-1.

При создании плантационных культур на свежих вырубках во влажных условиях дополнительно предусмотрены корчевка пней полосами шириной 2...3 м, укладка пней и древесных остатков с двух соседних полос на межполосное пространство, фрезерование надземных частей пней между раскорчеванными полосами (для технологических проходов агрегатов) при помощи машины МУП-4 конструкции ЛенНИИЛХа, агрегируемой с ТДТ-55А. Почву под посадку готовят по раскорчеванным полосам плугами ПЛО-400 и ПШ-1 с одновременным разбрасыванием доломитовой муки. В устья борозд укладывают дренажные трубы.

Еще более существенны изменения в технологии при создании плантационных культур в свежих типах леса. Так, предусмотрена сплошная корчевка пней по полосам шириной 40...45 м, вычесывание корней корчевальной бороной, сдвигание всего древесного материала корчевателем-собирателем на край полосы в валы шириной 7...10 м для последующего сжигания. В пределах раскорчеванной полосы разбивают 7-метровые «межполосы», на которых плугами ПЛ-2-50 или ПШ-1 нарезают борозды и формируют 12 пластов.

Отметим, что плуг шнековый ПШ-1 создан в ЛенНИИЛХе в 1982 г. специально для плантационных культур и должен агрегатироваться с трактором 30...40 кН. За один проход плуг образует борозду глубиной 20...30 см и два пласта шириной 60...80 см и высотой 20...30 см; его пассивно-активные рабочие органы хорошо перемешивают органическую и минеральную части почвы.

Единственная самостоятельно разработанная авторами идеи схема специально для производства плантационных культур (рис. 2) является не только самой сложной и дорогостоящей, но и полностью надуманной, наиболее уязвимой с лесоводственных позиций. Она предназначена для свежих вырубок с различным количеством пней в зеленомошных, кисличных и сложных условиях. Схема предусматривает сплошное фре-

зерование или спиливание пней высотой более 10 см, маркировку будущих рядов культур вешками и подготовку почвы в виде так называемых «дискретных» микроповышений (прерывистых гряд). Имеются в виду те же пласты высотой 25...30 см и длиной 55...65 см, но с 1,5-метровыми разрывами между ними.

Для этого следует использовать сконструированное в ЛенНИИЛХе ротационное орудие ОРМ-1,5 в агрегате с трактором ЛХТ-55. Главная уязвимость этого варианта состоит в том, что, во-первых, ОРМ-1,5 государственных испытаний не прошло и в производственных условиях не применялось; во-вторых, такой способ подготовки почвы не позволяет производить механизированную посадку деревьев с закрытой корневой системой и уход за культурами: для этого нет машин и орудий.

Как видим, все предложенные [2] варианты плантационных культур отличаются от ранее разработанных лишь набором сложных и дорогостоящих операций, которые не мотивированы ни теоретически, ни экспериментально, ни экономически.

Так, очевидно, нет смысла заранее прокладывать дренажные трубы, которые (как указывают сами авторы варианта) требуют промывки минимум один раз в четыре года. Незачем устраивать мосты, проезды в виде труб и разворотные полосы для техники, если весь комплекс механизированных мероприятий, включая химическое осветление, проводится лишь в течение первых 7 лет. Лесоводственные уходы за культурами (прочистки, прореживания) можно проводить и в условиях мерзлого грунта. Корчевка пней широкими полосами в свежих типах условий с укладкой их в межполосные пространства ведет лишь к крайней захламленности территории.

В плантационных культурах требуется строгая прямолинейность рядов для прохода техники, в обычных же культурах допускается криволинейность, что позволяет удешевить производство, снизив количество корчующих пней. Фрезерование пней для создания технологических проходов — просто ненужная операция, так как плуги ПЛО-400, ПЛ-2-50 и ПШ-1 и агрегируемые с ними трактора обладают достаточной проходимостью при выполнении всех (после подготовки почвы) технологических операций.

Плуг ПШ-1, имеющий пассивно-активные рабочие органы, при работе в трудных условиях менее надежен, чем другие плуги, а его преимущество в перемешивании органической и минеральной частей почвы просто незначимо: предшествующие операции приводят зачастую к полному уничтожению всей органики вплоть до обнажения подстилающих грунтов.

Высокая производительность плантационных культур (260...300 м³ балансовой древесины с 1 га в 50 лет и 400...500 м³ пиловочника с 1 га к 70 годам), постулируемая создателями этого способа, может быть достигнута только в результате радикального силового управления лесорастительными условиями (проведение уходов, создание и поддержание благоприятных гидрологических условий, применение удобрений). Так, во влажных условиях рекомендуется [2] применять удобрения в течение 45 лет восьмикратно (!). Попытки фактически изменить тип условий означают, что подобные культуры на многие годы становятся обременительными; их содержание никогда не окупится последующим использованием древесины, даже если ее удастся получить. Расчеты показывают, что эксплуатационные затраты на создание плантационных культур (амортизация, текущие ремонты техники, уход за ней, горюче-смазочные материалы, химические средства, заработная плата и пр.) и до либерализации цен были в 3—4 раза выше, чем при производстве обычных культур. Конечно, применение удобрений, редкое размещение посадочных мест, преодоление депрессии роста в первые

после посадки годы, агротехнические и лесоводственные уходы в равной мере важны и для обычных культур, что также делает их достаточно проблематичными в современных экономических условиях. Не говорим уже о том, что применение дефицитных минеральных удобрений в лесном хозяйстве даже в прошлом являлось экономическим нонсенсом.

Предполагается, что высокая производительность плантационных культур оправдывает текущие затраты. Но никаких экспериментальных и тем более теоретических аргументов в пользу такого постулата не существует до сих пор, как не было и ранее. Нет ответа на вопрос, будет ли в действительности за счет силового управления лесорастительными условиями ускоренно выращена товарная древесина. Попытка такого обоснования была сделана в одной докторской диссертации [1], появившейся более чем через 10 лет после начала производственных работ. Высокая производительность будущих плантационных культур мотивировалась данными наблюдений за посадками, имеющими возраст 2, 6 и 15 лет, в кислотно-черничных и долгомошно-сфагновых условиях. Эти культуры были сделаны по микроповышениям (50 см) и грядкам орудиями ФЛН-0,8, ПЛ-2-50 и ПЛО-400. Но 15-летние насаждения создавались по самым обычным технологиям, а делать какие-либо выводы для 2- и 6-летних культур, по меньшей мере, преждевременно.

Наши наблюдения в культурах сосны, сделанных по пластам в сфагново-долгомошном типе в Подпорожском лесхозе Ленинградской области, показали, что к возрасту 15 лет деревья начали в массе усыхать, поскольку корни прошли плодородный слой и оказались в зоне избыточного увлажнения и дефицита питательных веществ.

Одним из важных требований к производству плантационных культур является использование улучшенного в селекционно-генетическом отношении посадочного материала за счет получения семян на семенных плантациях. Но такого материала пока нет и в обозримом будущем не предвидится.

Плантационное лесовыращивание задумано в целях создания стабильной сырьевой базы для лесоперерабатывающих предприятий. Реально ли это? Произведем простейший расчет. Средний целлюлозно-бумажный комбинат потребляет ежедневно 5...6 тыс. м³ балансовой древесины. Чтобы обеспечить его сырьем, при запасе 100-летнего древостоя 200...250 м³ на 1 га необходимо заготавливать древесину с 25...30 га ежедневно, а годовая площадь составит 8...9 тыс. га. Пусть за счет ускоренного выращивания такие запасы будут получены к 50 годам. Тогда годовая площадь сырьевой базы комбината составит 4...5 тыс. га; а с учетом оборота рубки — округленно 400 тыс. га, из которых 80 % будут находиться в незавершенном производстве.

Технология механизированной заготовки древесины диктует компактное расположение лесосек и сосредоточение достаточно солидной площади в одном месте, чтобы использование мощной лесозаготовительной техники было экономически оправданным.

Но в европейской части России нет площадей, отвечающих этому условию. Поэтому мы наблюдали, как при создании плантационных культур выкорчевывается не «мелколесье», а уже растущий смешанный лес с запасами до 40...60 м³ на 1 га, который дал бы товарную древесину без дополнительных затрат не позднее, чем плантационные культуры. В Ленинградской области, согласно проектам Союзгипролесхоза и жестким требованиям к лесхозам со стороны руководства, под культуры отводятся высокобонитетные ельники в возрасте 40...120 лет. Зато лесхозы успешно выполняли планы лесозаготовок. А как быть с Карелией, Коми?

Есть данные [1], что в России уже создано 118 тыс. га плантационных культур. Наши наблюдения в Ленинградской области (и ряде дру-

гих) показали, что это самые обычные культуры, хотя технология и «подгоняется» под плантационную. В качестве посадочного материала используются растущие по прогалинам и опушкам «дички», а плодородный слой почвы полностью уничтожается, что рекомендуется компенсировать применением удобрений. Трудно представить себе более противоестественную с точки зрения экономики и здравого смысла ситуацию.

В заключение отметим, что производство чистых плантационных культур сосны и ели, широко рекомендуемое до сих пор на Северо-Западе России и требующее больших затрат, не имеет убедительного теоретического и экспериментального обоснования. Нельзя, например, считать доказанным утверждение, что более редкие культуры (4...5 тыс. посадочных мест на 1 га) не уступают густым, если в избыточно увлажненных условиях вообще можно создавать только редкие культуры. Не следует рекомендовать для посадки по пластам во всех случаях машину СЛ-2, заранее зная, что без модернизации она непригодна, если при подготовке почвы используются традиционные плуги. Применение удобрений в лесу — непозволительная роскошь. Производительность культур должна повышаться за счет мелиоративных мероприятий с четкой дифференциацией способов в зависимости от лесорастительных условий и совершенствования системы машин.

Идея «создания высокопродуктивных культур промышленными методами» в ее сегодняшнем варианте представляет собой рецидив давно осужденных наукой и практикой лысенковских подходов. Думается, что от этой порочной идеи пора решительно отказаться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Маркова И. А. Агротехника и технология создания высокопродуктивных культур сосны и ели промышленными методами на Северо-Западе РСФСР: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук.—Л.: ЛТА, 1989.—40 с. [2]. Организация и технология плантационного лесовыращивания: Временные практические указания / ЛенНИИЛХ, БелНИИЛХ.—Л.: ЛенНИИЛХ, 1981.—112 с. [3]. Редько Г. И., Трещевский И. В. Рукотворные леса.—М.: Агропромиздат, 1986.—240 с. [4]. Фадин И. А., Стадницкая Н. И., Смоляницкая Л. Б. Средства механизации и затраты при проведении лесовосстановительных работ в зоне хвойных лесов.—Л.: ЛенНИИЛХ, 1975.—84 с.

Поступила 25 июля 1994 г.

УДК 630*522.3 : 630*187

Г. С. ВОЙНОВ



Войнов Герман Сергеевич родился в 1931 г., окончил в 1954 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник Архангельского института леса и лесохимии. Имеет более 50 печатных трудов в области комплексного лесоводственно-таксационного изучения таежных лесов, разработки системы лесотаксационных нормативов на зонально-типологической основе.

ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ НА ТИПОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНОВЕ В ДИНАМИКЕ

Разработаны динамические модели с единым ключевым параметром, позволяющие определять ход роста и естественную потенциальную продуктивность сосновых древостоев.

United-key parameter dynamic models permitting to determine a course of growth and natural potential pine tree stands productivity have been developed.

В опубликованных ранее наших работах [1—5] были изложены основные теоретические и методические принципы исследования продуктивности таежных лесов на типологической основе в географическом аспекте. В работе [5] раскрыт характер связи продуктивности древостоев сосны с типом леса в географическом пространстве Архангельской области в унифицированном возрасте 130 лет. Первые результаты исследований в виде системы уравнений, позволяющих определять потенциальные средние высоты сосновых древостоев различных типов леса по фактическим и потенциальным средним высотам эталонного типа леса — сосняка черничного свежего, служат составной частью таксационной модели типологии лесов В. Н. Сукачева — в статике. Последующие исследования, направленные на обеспечение лесной типологии количественными показателями, состояли в создании ее динамической модели, отражающей связь основного количественного показателя продуктивности сосновых древостоев, их средней высоты, с типами леса и возрастом при равноценных и изменяющихся в географическом пространстве лесорастительных условиях.

В этих целях вначале был выполнен анализ линий динамики средних высот сосновых древостоев, отраженных в таблицах хода роста по типам леса и классам бонитета, составленных В. И. Левиным [7]. При этом установлено, что типы линий в обоих вариантах таблиц идентичны. С использованием выявленной В. В. Загреевым [6] закономерности произведена корректировка линий динамики средних высот древостоев по типам и классам роста с дополнением линий I класса бонитета. В результате получена система типовых линий роста в высоту сосновых древостоев I—Vб классов бонитета, которая не имеет принципиальных отличий от оригинала (рис. 1).

Серия типовых линий в возрасте древостоя 30...80 лет с высокой точностью отражается уравнениями параболы второй степени, а в 80 лет и более — гиперболы. На основе этих двух серий уравнений по классам бонитета получены два обобщающих уравнения, позволяющих определять средние высоты древостоев для любой основной и промежуточной линии роста в высоту по средней высоте в базисном возрасте:

$$H_{30-80} = a_1 A^2 H_{80}^2 + b_1 A^2 H_{80} + c_1 A^2 + a_2 A H_{80}^2 + b_2 A H_{80} + c_2 A + a_3 H_{80}^2 + b_3 H_{80} + c_3; \quad (1)$$

$$H_{80 \text{ и } >} = a H_{130} + b H_{130} / A + c / A + d, \quad (2)$$

где H_{30-80} ; $H_{80 \text{ и } >}$ — средняя высота сосновых древостоев в соответствующем возрасте, м;

H_{80} ; H_{130} — средняя высота древостоев в базисном возрасте (80 или 130 лет), м;

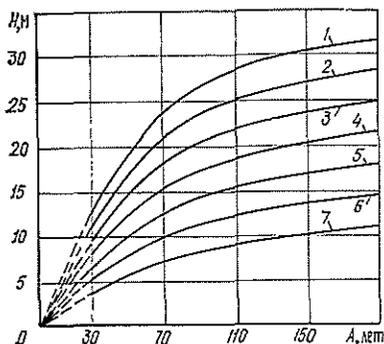


Рис. 1. Типовые линии роста в высоту сосновых древостоев Архангельской области: 1 — I; 2 — II; 3 — III; 4 — IV; 5 — V; 6 — Vа; 7 — Vб классы бонитета; H — средняя высота; A — возраст нормальных древостоев

A — возраст древостоев, лет;

$a_1, a_2, a_3, b_1, b_2, b_3, c_1, c_2, c_3, a, b, c, d$ — коэффициенты уравнений.

Эти уравнения использованы для получения первого варианта динамических моделей продуктивности древостоев по типам леса, недостатком которых служит наличие в одном естественном ряду двух уравнений. Этот недостаток в определенной мере удалось устранить, используя в качестве основы уравнения кубической параболы и ограничивая возрастной период его применения 190 годами. Соответствие этого уравнения фактическим кривым также высокое, корреляционное отношение равно или близко к единице (0,9997...1,0000). Для решения большинства практических задач вполне достаточно учитывать возрастную период 30...190 лет. Древостой старше 190 лет стали встречаться значительно реже, чем прежде. При необходимости для них можно использовать таксационные динамические модели первого варианта, разработанные на основе уравнения вида (2). Характер роста древостоев до 30 лет крайне нестабилен и слабо изучен. Не случайно, что ни в таблицах хода роста сосновых древостоев, составленных В. И. Левиным, ни в стандартизированных рядах хода роста, разработанных В. В. Загребным [6], возрастной период до 30 лет не отражен. На рис. 1 ход роста молодняков сосны в этот период экстраполирован нами графическим методом. Предполагается, что он достаточно близок к естественному ходу роста.

В целом рост сосновых древостоев в высоту в возрастном периоде 30...190 лет в пределах полосы, ограниченной линиями роста I и Vб классов бонитета, характеризуется уравнением вида

$$H_{30-190} = (a_1 A^3 + b_1 A^2 + c_1 A + d_1) H_{130} + a_2 A^3 + b_2 A^2 + c_2 A + d_2, \quad (3)$$

где

H_{30-190} — средняя высота древостоев в пределах I—Vб классов бонитета и возрастного периода от 30 до 190 лет, м;

H_{130} — средняя высота древостоев в базисном возрасте 130 лет, м;

A — возраст древостоев в пределах от 30 до 190 лет;

$a_1, a_2, b_1, b_2, c_1, c_2, d_1, d_2$ — коэффициенты уравнения.

Точность конкретного уравнения этого вида достаточно высокая: общая для всех линий I—Vб классов бонитета квадратичная ошибка равна $\pm 0,455\%$, ошибка для всех случаев $0,041\%$, отклонения от ли-

ний, отражаемых уравнением вида (2), не превышают 0,1 м. В точке 190 лет линии по уравнениям вида (2) и (3) достаточно хорошо стыкуются.

Затем был сделан переход от динамики средних высот древостоев по бопитетным линиям роста к динамике по типологическим линиям. Для этой цели использованы системы уравнений [5] вида

$$H_{\text{пр}} = a_1 H_{\text{ф.э}}^2 + b_1 H_{\text{ф.э}} + c_1; \quad (4)$$

$$H_{\text{пр}} = a_2 H_{\text{п.э}}^2 + b_2 H_{\text{п.э}} + c_2, \quad (5)$$

позволяющих определять потенциальные высоты древостоев различных типов леса ($H_{\text{пр}}$) в географическом пространстве Архангельской области по фактическим ($H_{\text{ф.э}}$) и потенциальным ($H_{\text{п.э}}$) средним высотам сосновых древостоев эталонного типа леса — черничного свежего в возрасте 130 лет, т. е. в статике.

В результате подстановки в уравнение (3) вместо H_{130} его частных выражений $H_{\text{пр}}$ в системе уравнений вида (4) и (5) и соответствующих преобразований получена новая система уравнений вида

$$\begin{aligned} H_{\text{пр } 30-190} = & a_1 A^3 H_{\text{ф.э}}^2 + b_1 A^3 H_{\text{ф.э}} + c_1 A^3 + a_2 A^2 H_{\text{ф.э}}^2 + \\ & + b_2 A^2 H_{\text{ф.э}} + c_2 A^2 + a_3 A H_{\text{ф.э}}^2 + b_3 A H_{\text{ф.э}} + c_3 A + \\ & + a_4 H_{\text{ф.э}}^2 + b_4 H_{\text{ф.э}} + c_4; \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} H_{\text{пр } 30-190} = & a_5 A^3 H_{\text{п.э}}^2 + b_5 A^3 H_{\text{п.э}} + c_5 A^3 + a_6 A^2 H_{\text{п.э}}^2 + \\ & + b_6 A^2 H_{\text{п.э}} + c_6 A^2 + a_7 A H_{\text{п.э}}^2 + b_7 A H_{\text{п.э}} + c_7 A + \\ & + a_8 H_{\text{п.э}}^2 + b_8 H_{\text{п.э}} + c_8, \end{aligned} \quad (7)$$

где $H_{\text{пр } 30-190}$ — потенциальная средняя высота нормальных сосновых древостоев различных типов леса в возрасте от 30 до 190 лет, м;

$H_{\text{ф.э}}$, $H_{\text{п.э}}$ — фактическая и потенциальная средняя высота древостоев эталонного типа леса в базисном возрасте 130 лет, м;

A — возраст древостоев от 30 до 190 лет;

a , b , c с индексами 1—8 — коэффициенты уравнений.

Каждому из четырнадцати типов леса соответствует два варианта конкретных уравнений вида (6) и (7) (всего 28 уравнений). Они служат таксационными моделями продуктивности и хода роста нормальных сосновых древостоев в различных частях Архангельской области и соответствуют тем или иным изолиниям фактической (рис. 2) или потенциальной продуктивности в возрасте 130 лет древостоев эталонного типа леса, показателями которой на плане или карте области являются $H_{\text{ф.э}}$ и $H_{\text{п.э}}$. Показатели фактической продуктивности древостоев изменяются с севера на юг от 15 до 23 м, потенциальной — от 17 до 27 м.

На рис. 3 в качестве примера приведен график динамики потенциальных средних высот древостоев сосны различных типов леса, соответствующий изолинии фактической продуктивности древостоев эталонного типа леса 23 м, рассчитанный по уравнениям вида (6). Этот график является плоскостной таксационной динамической моделью типологии сосновых древостоев в географическом пространстве, соответствующей только одной изолинии продуктивности.

Для построения общей динамической модели продуктивности и хода роста древостоев, отражающей влияние всего разнообразия лесорас-

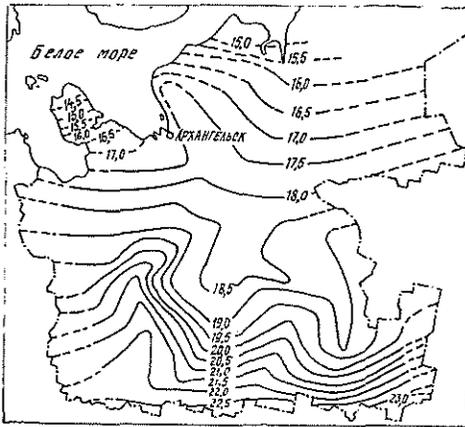


Рис. 2. Фактическая продуктивность сосняков черничных свежих в изолиниях их средних высот, м

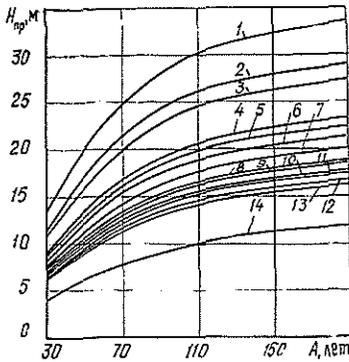


Рис. 3. Динамика потенциальных средних высот ($H_{пр}$ м) древостоев сосны различных типов леса: 1 — кисличный; 2 — черничный свежий; 3 — брусничный; 4 — мохово-лишайниковый; 5 — черничный влажный; 6 — лишайниковый; 7 — долгомошный; 8 — травяно-сфагновый; 9 — кустарничково-сфагновый; 10 — багульниковый; 11 — вахто-сфагновый; 12 — осоково-сфагновый; 13 — сфагновый; 14 — болотный

тительных условий в географическом пространстве области, потребовалось объединить статическую и динамические плоскостные таксационные модели. Полученную объемную модель воспроизвести здесь полностью не представляется возможным.

В качестве иллюстрации приведены фрагменты этой графической модели, позволяющие наглядно представить принципы ее построения. Для этой цели использованы типы леса, образующие эдафо-фитоценотический ряд застойного заболачивания почвы, начинающийся от сосняков черничных свежих и заканчивающийся болотными. Статическая модель этого ряда представлена на рис. 4, динамические — на рис. 5, а и б. Модель на рис. 5, а соответствует изолинии фактической продуктивности древостоев эталонного типа леса (см. рис. 2) со средней высотой 15 м в северной части области; модель на рис. 5, б — изолинии фактической продуктивности древостоев эталонного типа леса с высотой 23 м на юго-востоке области.

Все три модели в комплексе представлены на рис. 6 в виде фрагмента объемной таксационной модели типологии сосновых древостоев в возрасте от 30 до 130 лет. По оси x показан возраст нормальных древостоев, y — их средняя (она же потенциальная) высота, z — фактическая средняя высота древостоев эталонного типа леса ($H_{ф.э}$) в пределах от 15 до 23 м. На ближней плоскости дана динамическая модель, соответствующая изолинии продуктивности 15 м, на дальней — 23 м. На правой плоскости представлена статическая модель продуктивно-

Рис. 4. Связь потенциальных средних высот ($H_{пр}$) сосновых древостоев различных типов леса с фактической средней высотой ($H_{ф.э}$) древостоев эталонного типа леса в статике (возраст 130 лет): 1 — черничный свежий; 2 — черничный влажный; 3 — долгомошный; 4 — кустарничково-сфагновый; 5 — багульниковый; 6 — сфагновый; 7 — болотный

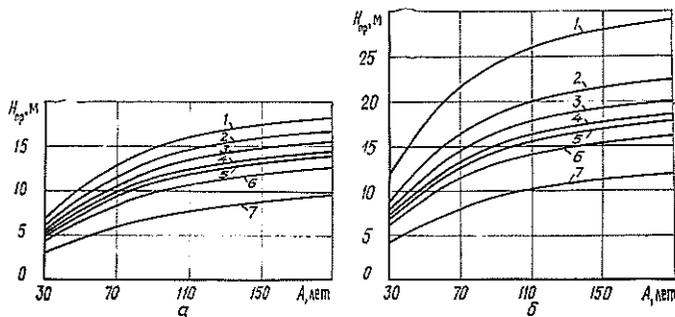
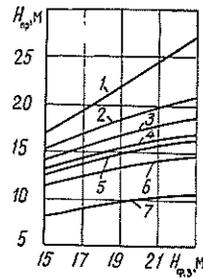
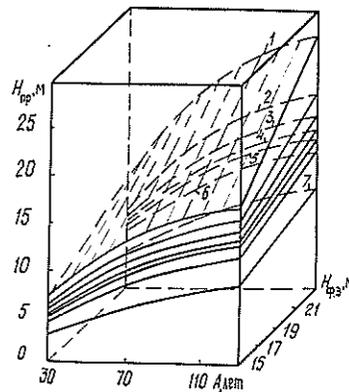


Рис. 5. Динамика потенциальных средних высот ($H_{пр}$) древостоев сосны различных типов леса. A — возраст древостоев, лет; обозначения см. на рис. 4

Рис. 6. Фрагмент динамической таксационной модели роста в высоту и изменения в пространстве потенциальной продуктивности древостоев сосны различных типов леса. Обозначения те же



сти, соединяющая обе динамические в единое целое. Поверхность, соединяющая линии средних высот сосняков черничных свежих, заштрихованная пунктиром, дает наглядное представление о характере их изменения в зависимости от лесорастительных условий, отражаемых статической моделью, и возраста древостоев. Аналогичные поверхности могут быть построены и для остальных типов леса.

В целом разработанные картограммы изопроductивности сосняков, системы уравнений и графиков, отражающие связь продуктивности и хода роста в высоту сосновых древостоев различных типов леса с равноценными и изменяющимися в географическом пространстве Архангельской области лесорастительными условиями, являются комплек-

сом статических и динамических таксационных моделей типологии сосновых лесов В. Н. Сукачева, или ее математической основой.

Аналогичные исследования проведены также по еловым, березовым и осиновым насаждениям. Их результаты готовятся к опубликованию и смогут найти практическое применение в лесном хозяйстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Войнов Г. С. Линейно-типологический принцип оценки продуктивности северных лесов // Материалы отчетной сессии по итогам науч.-исслед. работ за 1988 год.— Архангельск: АИЛиЛХ, 1989.— С. 9—11. [2]. Войнов Г. С. Использование линейно-типологического принципа при оценке фактической продуктивности лесов Архангельской области // Материалы отчетной сессии по итогам науч.-исслед. работ за 1991 год.— Архангельск: АИЛиЛХ, 1992.— С. 11—14. [3]. Войнов Г. С. Методические основы оценки продуктивности таежных лесов с использованием типологии // Повышение продуктивности лесов Европейского Севера.— Архангельск: АИЛиЛХ, 1992.— С. 23—33. [4]. Войнов Г. С. Оценка фактической продуктивности лесов Архангельской области на типологической основе // Материалы отчетной сессии по итогам науч.-исслед. работ за 1992 год.— Архангельск: АИЛиЛХ, 1993.— С. 16—21. [5]. Войнов Г. С. Оценка продуктивности сосновых лесов Архангельской области на типологической основе в статье // Лесн. журн.— 1994.— № 1.— С. 27—31.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Загреев В. В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 240 с. [7]. Левин В. И., Калинин В. И., Гусев И. И. Таблицы по учету таежных лесов.— Архангельск: ЦБТИ, 1960.— С. 9—12.

Поступила 30 марта 1994 г.

УДК 630*522.3 : 630*187

Г. С. ВОЙНОВ

Архангельский институт леса и лесохимии

ЕСТЕСТВЕННАЯ ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ ПО ТИПАМ ЛЕСА

Получены конкретные показатели естественной потенциальной продуктивности сосновых древостоев по типам леса, необходимые для расчета ожидаемого объема лесопользования, оценки эффективности различных вариантов лесовыращивания, выбора оптимальной древесной породы, разработки нормативов потенциальной продуктивности древостоев по типам леса, дифференцированных по лесхозам, и др.

Concrete indicators of natural potential productivity of pine stands by forest types required for the calculation of estimated volume of forest use, effectiveness valuation of different forest growing variants, selection of optimum wood species, development of standards for tree stands potential productivity by forest types differentiated with respect to forestries, and others, have been obtained.

Для лесного хозяйства важное практическое значение имеют показатели продуктивности древостоев различных пород по типам леса. Они необходимы при расчете ожидаемого объема лесопользования в тех или иных типах леса, оценке лесоводственно-экономической эффективности различных вариантов лесовыращивания, выборе древесной породы, оптимальной для конкретных лесорастительных условий.

Главными показателями продуктивности древостоев служат их средняя высота, класс бонитета и запас стволовой древесины в коре на 1 га при полноте 1,0 в определенном возрасте. Рассчитать эти показатели в географическом аспекте позволяют результаты исследований, посвященных таксационному моделированию продуктивности древостоев

в статике и динамике на основе типологии лесов В. Н. Сукачева [2, 3]. При оценке продуктивности древостоев какой-либо одной породы по типам леса в качестве эталонов были приняты сосняки, ельники, березняки и осинники черничные свежие, всех типов леса по одному (ключевому) эталону — сосняки черничные свежис. Данная статья посвящена конкретным результатам оценки естественной потенциальной продуктивности сосновых древостоев по типам леса в Архангельской области.

Изучение характера связи между показателями продуктивности древостоев различных типов леса показало, что равноценным для ключевого типа леса лесорастительным условиям на территории области соответствуют лесорастительные условия, более или менее равноценные для каждого другого типа леса. Это подтверждается сходным расположением изолиний фактических средних высот древостоев ряда типов леса на картограммах, а также показателями меры связи между фактическими средними высотами древостоев различных типов леса и ключевого.

Криволинейная связь между ними характеризуется достоверными корреляционными отношениями, однако теснота связи различна. Наиболее тесно с ключевым типом леса связаны сосняки зеленомошной группы — кисличные и брусничные. Среднее для них значение корреляционного отношения равно 0,810. Для сосняков других групп типов леса оно постепенно уменьшается: для долгомошной (черничные влажные, долгомошные) — 0,680, лишайниковой (мохово-лишайниковые, лишайниковые) — 0,673, сфагновой (кустарничково-сфагновые, багульниковые, сфагновые, болотные) — 0,653, травяно-болотной (травяно-сфагновые, вахто-сфагновые, осоково-сфагновые) — 0,635. Теснота связи между фактическими средними высотами древостоев различных типов леса и ключевого, определенными по таксационным описаниям, по-видимому, из-за влияния субъективных факторов значительно ниже, чем между натуральными средними высотами нормальных древостоев, однако вполне достаточна для выявления общих закономерностей связи и их использования в практических целях.

Главным результатом исследований в этом направлении служат две серии уравнений, отражающих динамику естественной потенциальной продуктивности основных древостоев различных типов леса в зависимости от возраста и фактической или потенциальной продуктивности древостоев ключевого типа леса в возрасте 130 лет, которые позволили рассчитать потенциальные средние высоты сосняков в разных частях территории области. По средним высотам легко определить классы бонитета и запасы древесины на 1 га нормальных древостоев, служащих эталонами продуктивности. За единый был принят возраст 100 лет, традиционно используемый в лесной таксации [5].

Плановой основой при расчете сопоставимых показателей продуктивности древостоев различных типов леса послужила картограмма естественной потенциальной продуктивности сосняков ключевого типа леса в изолиниях их средних высот в возрасте 100 лет. Для всех изолиний требовалось рассчитать соответствующие им высоты сосняков (затем также ельников, березняков, осинников) остальных типов леса.

Картограмма разработана на основе картограммы фактической продуктивности сосняков ключевого типа в возрасте 130 лет [3], которая была несколько уточнена. Полученные в настоящее время показатели фактической продуктивности древостоев ключевого типа леса по Вологодской области позволили произвести стыковку изолиний на границе с Архангельской и заменить пунктирные линии сплошными. Несколько уточнены изолинии и в северной части Архангельской области.

В первичной картограмме опорными точками служили геометрические центры территорий лесхозов с усредненными показателями продук-

тивности, образующие систему треугольников, использованную для интерполяции показателей и выявления в генерализованном виде характера распространения изопродуктивности древостоев на территории Архангельской области. Выбор в качестве опорных точек центров лесхозов, а не центров однородных по почвенно-грунтовым условиям частей территорий, что было бы более правильным, произведен с учетом цели исследований и состояния лесов. Конечная цель исследований состояла в разработке нормативов для оценки естественной потенциальной продуктивности лесов по типам леса с дифференциацией их по лесхозам как объектам лесоустройства и замкнутым системам учета лесов, в пределах которых и усредняли показатели. Состояние лесов из-за их сплошной рубки часто не позволяет получать достоверные показатели продуктивности древостоев при более густой сети опорных точек, в частности соответствующих центрам территорий лесничеств. По этой причине не был использован ландшафтно-типологический принцип исследования, который в сочетании с линейно-типологическим позволил бы получить более детальную картину распространения изопродуктивности древостоев в лесах. Примененный метод исследования с определенной детализацией позволил выявить иной, чем принято считать, характер распространения изопродуктивности древостоев конкретного типа леса, обусловленный множеством сочетаний почвенно-грунтовых и климатических факторов, в комплексе определяющих равноценность лесорастительных условий с одинаковым потенциалом, не соответствующий представлениям о его согласованности с границами таежных подзон или параллелями географической широты.

Затем первичная картограмма была преобразована с целью заменить соответствующие каждой опорной точке показатели фактической продуктивности древостоев ключевого типа леса в возрасте 130 лет такими же показателями в 100 лет. При расчете использовано динамическое уравнение

$$\begin{aligned} H_n = & 1,8298 \cdot 10^{-9} A^3 H_\phi^2 + 2,7392 \cdot 10^{-7} A^3 H_\phi - 1,415 \cdot 10^{-6} A^3 - \\ & - 8,4487 \cdot 10^{-7} A^2 H_\phi^2 - 1,2648 \cdot 10^{-4} A^2 H_\phi + 5,241 \cdot 10^{-4} A^2 + \\ & + 1,3366 \cdot 10^{-4} A H_\phi^2 + 2,001 \cdot 10^{-2} A H_\phi - 4,68 \cdot 10^{-2} A - \\ & - 2,299 \cdot 10^{-4} H_\phi^2 - 3,4416 \cdot 10^{-2} H_\phi + 0,2594, \end{aligned} \quad (1)$$

где H_n — потенциальная средняя высота древостоев ключевого типа леса в возрасте 30...190 лет;

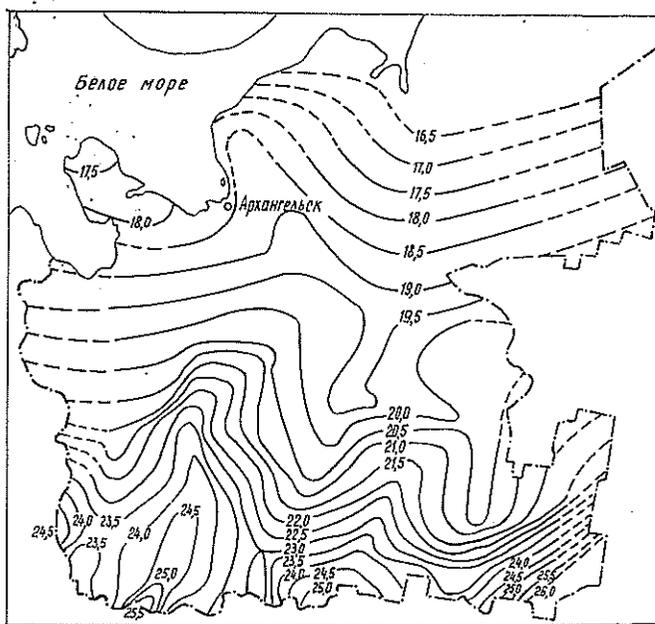
H_ϕ — фактическая средняя высота древостоев ключевого типа леса в возрасте 130 лет;

A — возраст древостоев в пределах 30...190 лет, соответствующий возрасту, в котором определяется H_n .

По вычисленным показателям была вычерчена картограмма в изолиниях средних высот древостоев ключевого типа леса в возрасте 100 лет с интервалом 0,5 м (см. рисунок), для которых и требовалось определить соответствующие им высоты сосняков остальных типов леса в том же возрасте. Но прежде необходимо было для всех изолиний рассчитать потенциальные высоты древостоев ключевого типа леса в 130 лет. Расчет произведен по частному уравнению связи

$$H_{n130} = \frac{H_{n100}}{0,95424} + 0,62311, \quad (2)$$

где H_{n130} , H_{n100} — потенциальная высота древостоев в возрасте 130 и 100 лет.



Естественная потенциальная продуктивность 100-летних сосновых древостоев черничных свежих Архангельской области в изолиниях их средних высот, м

Затем с использованием серии уравнений, подобных (1), в которых базисным параметром служат не фактические, а потенциальные средние высоты древостоев ключевого типа леса в возрасте 130 лет, рассчитаны потенциальные средние высоты сосняков других типов леса в возрасте 100 лет, соответствующие показателям изолиний высот древостоев ключевого типа того же возраста. По бонитетной шкале М. М. Орлова [1] определены классы бонитета, а по стандартной таблице В. И. Левина [4] — запасы древесины на 1 га. Полученные показатели продуктивности

Тип леса	Н, м	Класс бонитета	М, м ³	Тип леса	Н, м	Класс бонитета	М, м ³
Черничный свежий	17,0	IV,2	275	Кустарничково-сфагновый	12,7	V,4	176
	18,0	III,9	297		13,2	V,2	186
	19,0	III,6	321		13,6	V,1	195
	20,0	III,4	347		14,0	V,0	204
	21,0	III,1	375		14,4	IV,9	213
	22,0	II,8	400		14,7	IV,8	219
	23,0	II,6	426		15,1	IV,7	228
	24,0	II,3	453		15,4	IV,6	235
	25,0	II,0	481		15,7	IV,5	241
	26,0	I,7	510		15,9	IV,5	246
Кисличный	20,8	III,2	369	Багульниковый	12,2	V,4	167
	21,9	II,8	398		12,6	V,4	174
	22,9	II,6	423		13,0	V,3	182
	24,0	II,3	453		13,4	V,2	191
	25,0	II,0	481		13,8	V,1	200
	26,1	I,7	513		14,1	V,0	206
	27,1	I,4	544		14,4	IV,9	213
	28,1	I,2	575		14,7	IV,8	219
	29,1	Ia,9	607		15,0	IV,7	226
	30,1	Ia,6	640		15,2	IV,7	230

Продолжение таблицы

Тип леса	Н, м	Класс бонитета	М, м ³	Тип леса	Н, м	Класс бонитета	М, м ³
Брусничный	16,2	IV,4	253	Сфагновый	10,9	V,8	142
	17,1	IV,2	277		11,3	V,7	150
	18,0	III,9	297		11,7	V,6	157
	18,9	III,7	319		12,0	V,5	163
	19,8	III,4	342		12,4	V,4	171
	20,7	III,2	367		12,7	V,4	176
	21,6	II,9	390		13,0	V,3	182
	22,5	II,7	413		13,2	V,2	186
	23,4	II,4	437		13,5	V,1	193
	24,3	II,2	461		13,7	V,1	197
Мохово-лишайниковый	15,0	IV,7	226	Болотный	7,8	Va,7	90
	15,6	IV,6	239		8,1	Va,6	95
	16,3	IV,4	256		8,4	Va,5	99
	16,9	IV,2	272		8,6	Va,5	103
	17,6	IV,0	288		8,9	Va,4	107
	18,2	III,8	302		9,1	Va,3	111
	18,8	III,7	316		9,3	Va,3	114
	19,3	III,6	329		9,5	Va,2	118
	19,9	III,4	344		9,6	Va,2	119
	20,4	III,3	358		9,8	Va,1	123
Лишайниковый	14,1	V,0	206	Травяно-сфагновый	12,6	V,4	174
	14,7	IV,8	219		13,1	V,2	184
	15,2	IV,7	230		13,5	V,1	193
	15,8	IV,5	244		14,0	V,0	204
	16,3	IV,4	256		14,4	IV,9	213
	16,8	IV,2	270		14,8	IV,8	222
	17,3	IV,1	282		15,1	IV,7	228
	17,8	IV,0	293		15,5	IV,6	237
	18,2	III,8	302		15,8	IV,5	244
	18,6	III,7	311		16,1	IV,4	251
Черничный влажный	15,0	IV,7	226	Вахто-сфагновый	11,7	V,6	157
	15,6	IV,6	239		12,1	V,5	165
	16,2	IV,4	253		12,6	V,4	174
	16,8	IV,2	270		13,0	V,3	182
	17,3	IV,1	282		13,4	V,2	191
	17,8	IV,0	293		13,7	V,1	197
	18,3	III,8	304		14,1	V,0	206
	18,7	III,7	314		14,4	IV,9	213
	19,2	III,6	326		14,7	IV,8	219
	19,6	III,5	337		15,0	IV,7	226
Долгомошный	13,8	V,1	200	Осоково-сфагновый	11,3	V,7	150
	14,3	IV,9	211		11,7	V,6	157
	14,8	IV,8	222		12,1	V,5	165
	15,2	IV,7	230		12,5	V,4	172
	15,6	IV,6	239		12,9	V,3	180
	16,0	IV,4	248		13,2	V,2	186
	16,4	IV,3	259		13,5	V,1	193
	16,7	IV,3	267		13,8	V,1	200
	17,0	IV,2	275		14,1	V,0	206
	17,3	IV,1	282		14,3	IV,9	211

древостоев по типам леса на территории Архангельской области приведены в виде таблицы (Н, м — средняя высота; М, м³ — запас древесины на 1 га в возрасте древостоя 100 лет).

Аналогичные показатели использованы в качестве нормативов средней потенциальной продуктивности древостоев других пород в лесах области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Анучин Н. П. Лесная таксация.— 3-е изд.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— 233 с. [2]. Войнов Г. С. Оценка продуктивности сосновых лесов Архангельской об-

ласти на типологической основе в статике // Лесн. журн.—1994.—№ 1.—С. 27—31.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Войнов Г. С. Оценка продуктивности сосновых древостоев Архангельской области на типологической основе в динамике // Лесн. журн.—1995.—№ 1.—С. 12—18.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Лесотаксационный справочник для Северо-Востока европейской части СССР.—Архангельск: АИЛиЛХ, 1986.—С. 79, табл. 4.1.3. [5]. Орлов М. М. Лесная таксация.—Петроград: Новая деревня, 1923.—394 с.

Поступила 28 июля 1994 г.

УДК 630*64 : 630*24

В. И. ВОХМИНЦЕВ

Вохминцев Владимир Иванович родился в 1929 г., окончил в 1954 г. Поволжский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры экономики Марийского политехнического института. Имеет около 100 печатных работ в области комплексных рубок, экономической оценки лесных ресурсов.



КОМПЛЕКСНЫЕ РУБКИ В РАЗНОВОЗРАСТНЫХ СМЕШАННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

Приведена классификация деревьев по росту и развитию. Даны рекомендации по проведению комплексных рубок в насаждениях.

The trees' classification by growth and development has been given. Recommendations on carrying out combined felling in the stands are given.

В таежных лесах европейской части страны немало площадей занято разновозрастными древостоями. Появились они в результате воздействия различных климатических и антропогенных факторов. Большинство таких древостоев сложны по форме, довольно разнообразны по составу, имеют неравномерную и чаще всего низкую полноту верхних ярусов. Им свойственна большая глубина и малая горизонтальная сомкнутость полога.

В таких древостоях сплошные рубки главного пользования нецелесообразны ни с технологической, ни с экономической точек зрения, ибо запас спелых и перестойных деревьев относительно невелик. Не являются они пока и предметом заботы лесоводов, так как по возрастному строению не подходят ни под один из известных видов рубок ухода.

Оставление таких древостоев без хозяйственного воздействия задерживает формирование насаждений, приводит к смене хвойных пород мягколиственными, потере спелой древесины, уже имеющейся на этой площади, поэтому лесовод должен вмешаться в процесс формирования древостоев.

По нашему мнению, в разновозрастных смешанных древостоях необходимо проводить комплексные рубки [1], т. е. одновременно вырубать часть спелых и перестойных деревьев и производить уход за деревьями молодого, среднего и приспевающего возраста.

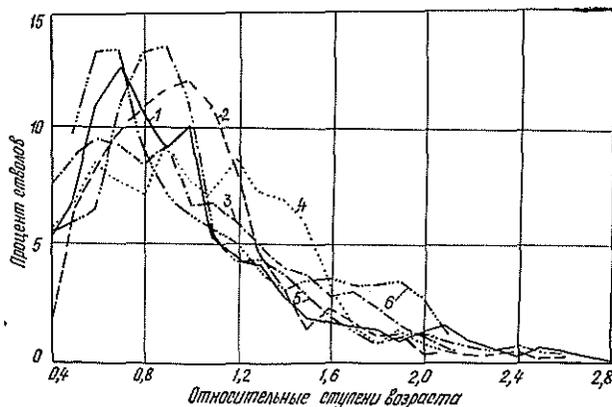
Комплексные рубки включают в себя приемы и методы рубок ухода и выборочных рубок главного пользования. Как рубки ухода они позволяют создавать древостой с преобладанием ценных хвойных пород, сокращать сроки выращивания технически спелой древесины, улучшать ее качество; как рубки главного пользования дают возможность убирать деревья, уже достигшие возраста спелости, получать более крупномерные сортименты и увеличивать размер пользования с единицы площади.

Для проведения комплексных рубок было подобрано 10 участков в наиболее распространенных типах леса Республики Марий Эл: два — в ельнике липовом, четыре — в липняково-кисличном, четыре — в кисличном. Древостой на участках разновозрастные и смешанные. Возраст отдельных деревьев колебался от 20 до 250 лет, но основное их количество возникло в периоды продолжительностью около 40...60 лет. С увеличением диаметра повышается средний возраст; связь возраста и диаметра тесная, высокая (коэффициент корреляции колеблется от 0,71 до 0,84), однако у деревьев одинаковой толщины возрасты довольно различные. Коэффициент изменчивости возраста ели по ступеням толщины изменяется со следующей закономерностью: до 12...16 см — возрастает, достигая нередко 25...30 %, а иногда и больше, затем постепенно уменьшается и в более высоких ступенях становится равным 5...8 %. Коэффициент изменчивости возраста всего древостоя 38,3...49,4 %.

Относительные ступени (естественные по А. В. Тюрину [3]), по которым распределяются деревья ели, колеблются от 0,4 до 2,8 (возраст) и от 0,4 до 2,6 (диаметр). Кривые распределения сильно растянуты вправо, что говорит о преобладании молодых и тонкомерных стволов и единичном количестве толстомерных (см. рисунок).

На всех участках, где выполняли рубки, древостой абсолютно разновозрастные [2]. На трех из них разновозрастность обусловлена в основном природно-климатическими факторами и биологическими особенностями ельников, на двух — влиянием выборочных, на остальных — условно сплошных рубок.

В зависимости от первоначального запаса вырубали с 1 га от 15...20 до 90...100 м³, иногда несколько больше. Выход деловой древесины составил от 10 до 25...30 %.



Распределение деревьев по относительным ступеням возраста: 1, 2 — древостой, сформированный под влиянием природно-климатических факторов; 3, 4 — в результате условно-сплошных рубок; 5, 6 — после бессистемных выборочных рубок

При уходе за подростом и деревьями нижних ярусов удаляли часть подлеска и мертвого подростка. Объем выборки зависел от интенсивности рубки и типа леса. В наших условиях наибольшее количество неликвидного хвороста было в ельнике липовом (около 6 м³), наименьшее — в кисличном (до 1 м³).

Как и при любой выборочной рубке, при комплексных рубках неизбежны некоторые повреждения деревьев, оставленных на корню. Наибольший процент повреждений (2,35 %) наблюдался на участках без разрубки волоков. При наличии волоков повреждаемость уменьшалась вдвое (1,12 %).

С увеличением интенсивности рубки прирост запаса у оставленных деревьев повышается и достигает иногда 111 % от контроля, однако при выборке более 30 % он становится меньше, чем на контроле. На изреживание древостоя быстрее и значительнее реагируют деревья лиственных пород (береза, осина и липа), чем хвойных (ель и пихта).

В разновозрастных древостоях наибольший процент прироста наблюдается у тонкомерных деревьев; с увеличением диаметра он снижается. Однако максимальную древесную массу дают стволы среднего диаметра (16...24 см), ибо они находятся в более благоприятных условиях и сильнее развиты, чем тонкомерные. Толстомерных стволов после рубки остается мало.

Прирост диаметра даже у стволов равной толщины далеко не одинаков, так как последние по-разному реагируют на изменение обстановки. Нередко при относительно равных условиях роста до рубки прирост после изменения освещенности колеблется в пределах 200...250 %, а иногда и больше. Обычно у деревьев поврежденных, ранее сильно угнетенных и старых, отставших в росте и развитии прирост слабый. Как правило, внешние признаки деревьев довольно хорошо характеризуют их перспективность, и лесовод без большого труда может выделить деревья, подлежащие рубке.

При исследовании разновозрастный древостой условно разделяли на три яруса: верхний (первый), господствующий, куда входят деревья спелые, перестойные и частично приспевающие; средний (второй) — деревья среднего возраста и частично приспевающие; нижний (третий) — тонкомер и крупный подрост. В каждом ярусе деревья в зависимости от роста, внешних признаков, местоположения разделяли на классы.

В первом ярусе выделяли три класса: Ia — хороший или умеренный рост деревьев, ясно видимый верхушечный побег, полнодревесный ствол без признаков поражения вредителями или болезнями, крона островершинная (у хвойных) или округлая (у лиственных), протяженность кроны по стволу 50...90 %, сучья тонкие или умеренно толстые, кора слабо трещиноватая; Ib — плохой или слабый рост в высоту, кроны туповершинные или округлые, сучья толстые, ветви повисшие, качество стволов хуже, чем у деревьев Ia класса, кора толстая, трещиноватая; Ic — отмирающие, сухие, зараженные грибными болезнями или вредителями, сильно искривленный ствол, двойчатки, развилки и т. п.

Второй ярус делили на два класса: IIa — хороший рост, островершинная крона длиной 50...95 % ствола, отношение длины кроны к ее ширине у хвойных 3 : 1, у лиственных 2 : 1, прямой здоровый ствол, без признаков повреждений, очищенность от сучьев хорошая, ветви растут под острым или прямым (у хвойных) углом; IIb — сильно угнетенные, прирост высоты незначительный или совершенно отсутствует, крона ажурная, охвоение или облиствение слабое, стволы искривленные, двойчатки, а также усыхающие или сухие.

В нижнем, третьем, ярусе выделяли также два класса: IIIa — хороший или удовлетворительный рост, островершинная, узкая и компакт-

ная крона протяженностью 40...100 % длины ствола; IIIв — угнетенные, ажурная, нередко зонтикообразная крона, слабое охвоевание или облиствление, стволы лиственных часто бичеобразные, деревья усыхающие и сухие.

Отбор начинали с верхнего яруса. Основное внимание уделяли деревьям второго яруса. Полог старались изреживать равномерно, оставляя преимущественно хвойные породы. В рубку в первую очередь назначали деревья Iс, IIв, IIIв, иногда Iв классов. На корню оставляли деревья Ia, IIa и IIIa классов.

Комплексные рубки в разновозрастных древостоях необходимо проводить в зоне деятельности основных лесозаготовителей, в первую очередь там, где сырьевая база уже истощена. В таких условиях рубки должны быть направлены на создание древостоев, близких к разновозрастным, для чего необходимо в 2—3 приема вырубать спелые и перестойные деревья и одновременно проводить уход за молодыми, разновозрастными и приспевающими. Интенсивность рубки должна составлять около 30 % запаса, а срок повторяемости 7...8 лет.

В лесах местного лесоотпуска, где обязательным условием является постоянство пользования лесом и сохранение его защитных и водоохраных свойств, интенсивность комплексных рубок в разновозрастных древостоях не должна превышать 20...25 % запаса, повторность 10 лет и более.

Опыты по проведению комплексных рубок в разновозрастных древостоях Республики Марий Эл дали хорошие результаты. Однако в практике они не нашли широкого применения, поскольку себестоимость заготовленной древесины на 20...25 % выше, чем при сплошных рубках. Но главная причина заключается в том, что рубки главного пользования финансировались за счет хозрасчетной деятельности лесозаготовительных предприятий, а рубки ухода за лесом — из государственного бюджета. Средства от реализации древесины, заготовленной по главному пользованию, шли лесозаготовителю, а от рубок ухода — на лесохозяйственные мероприятия. В настоящее время, когда доход от продажи древесины на корню поступает на лесохозяйственные мероприятия (в Республике Марий Эл до 60 %), появилась возможность передавать лесные участки в аренду, продавать на аукционах древесину на корню, получать средства от продажи заготовленной на рубках ухода за лесом, препятствия к внедрению комплексных рубок практически устранены, и они могут найти широкое применение в практике лесного хозяйства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Мелехов И. С. Рубки главного пользования.— М.: Лесн. пром-сть, 1966.
[2]. Семечкин И. В. Принципы выделения и таксации разновозрастных древостоев // Разновозрастные леса Сибири, Дальнего Востока и Урала: Материалы по обмену опытом.— Красноярск, 1963. [3]. Тюрин А. В. Таксация леса.— М.: Гослестехиздат, 1945.

Поступила 23 марта 1994 г.

УДК 630*228.12

О. А. НЕВОЛИН

Неволин Олег Алексеевич родился в 1929 г., окончил в 1952 г. Архангельский лесотехнический институт, заслуженный лесовод России, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры лесной таксации и лесоустройства Архангельского государственного технического университета. Имеет более 100 печатных трудов в области изучения высокопродуктивных лесов Севера и организации хозяйства в них, истории лесного хозяйства и лесоустройства.



ОБ ОХЛЕСТЫВАНИИ СОСНЫ БЕРЕЗОЙ В ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ СОСНЯКАХ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА РОССИИ

По результатам 30-летних наблюдений на постоянных пробных площадях установлено пять степеней охлестывания сосны березой. Предложенная классификация позволяет легко определять выбираемые при рубках ухода деревья и проводить ухода в оптимальном режиме в целях выращивания высокопродуктивных сосново-березовых насаждений.

Five degrees of lasing pine by birch have been stated based on 30-year observation results in permanent study areas. The classification offered allows to easily determine chosen trees when thinning and to carry out treatment under optimum conditions for the purposes of growing highly-productive pine and birch stands.

Выяснение взаимодействия сосны и березы при их совместном произрастании в различных условиях важно для проектных разработок при лесоустройстве и осуществлении лесохозяйственных мероприятий, исключающих смену сосны березой и направленных на эффективное выращивание высокопродуктивных сосново-березовых насаждений.

Если положительная роль березы как почвоулучшающей породы бесспорна [1, 2, 5 и др.], то в вопросах взаимодействия сосны и березы, образующих биологически устойчивые и ценные в хозяйственном отношении смешанные сосново-березовые насаждения, много неясного. Не преследуя цель рассмотреть все многообразие этого взаимодействия, остановимся лишь на их внешней стороне и ответим на вопрос о влиянии березы на рост и состояние сосны.

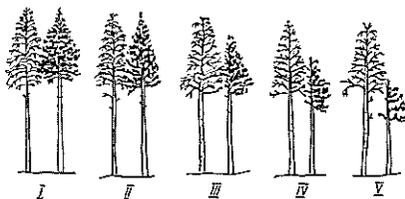
Изучая ход роста одновозрастных сосново-березовых насаждений, мы установили три фазы роста, связанные с биологическими свойствами сосны и березы [3]. Первая фаза продолжается 40...45 лет с момента возникновения насаждения и характеризуется быстрым увеличением высоты березы, которая в этот промежуток времени проходит период ин-

тенсивного роста. К концу первой фазы сосна догоняет по высоте березу, и насаждение, пройдя через вторую (переходную) фазу равных средних высот продолжительностью около 5 лет, вступает с 45—50-летнего возраста в третью фазу, в которой сосна обгоняет по высоте березу и в дальнейшем не уступает ей своих позиций.

На этих фазах роста смешанных сосново-березовых насаждений по-разному складываются отношения сосны и березы, внешне выражающиеся в охлестывании и угнетении пород друг другом. Термин «охлестывание» предложен А. Ф. Рудзким на заседании Лесного общества 3 марта 1873 г. [4]. В то время это повреждение было известно в Германии под названием *Abreitschen* и не имело перевода на русский язык.

Особенно важно установить размеры и характер вреда от охлестывания сосны березой в естественных условиях таежных лесов без вмешательства человека. С этой целью мы провели специальный учет и повторные (через 10...30 лет) наблюдения на постоянных пробных площадях со взятием парных моделей в трех типах леса (*Pinetum betuleto-oxalidoso-herbosum*, *Pinetum betuleto-oxalidosum*, *Pinetum betuleto-myrtillosum*) сосново-березовых насаждений Березниковского лесничества Березниковского лесхоза Архангельской области.

В зависимости от характера повреждений и состояния деревьев нами выделено пять степеней охлестывания сосны березой (см. рисунок):



I — очень слабое. Повреждены отдельные ветви кроны. Рост дерева хороший. Крона нормально развита;

II — слабое. Повреждена и имеет редкое охвоеное незначительная часть боковых ветвей. Крона обычно нормально развита, реже выражена ее однобокость. Рост и состояние дерева хорошие;

III — значительное. Верхушечный побег цел, но прирост по высоте, как правило, ослаблен. Крона однобокая, флагообразная, но сравнительно густая, с нормально охвоенными ветвями. В сторону березы крона не развита, а отдельные ветви (если они имеются) охлестаны;

IV — сильное. Верхушечный побег отмирает, прирост в высоту почти прекращается. Нередко отмерший верхушечный побег заменяется боковыми, которые также охлестываются. Крона однобокая, флагообразная, обычно редкая, хвоя бледно-зеленая. Ствол сбежистый, дерево имеет угнетенный вид, обречено на жалкое существование и медленное отмирание;

V — очень сильное. Верхушечный побег усах, его безуспешно заменяют и вновь отмирают от охлестывания боковые побеги, отчего образуется многовершинность. Прирост в высоту прекратился. Крона слабо-развитая, редкая, обычно флагообразная. Хвоя бледно-зеленая, часто укороченная. В верхней части ствола (у вершинки) и на ветвях обычны обдиры (ошмыги) коры. Дерево имеет жалкий вид и обречено на гибель.

Степень охлестывания сосны зависит от расстояния между деревьями и их возраста. Очень сильному и сильному охлестыванию подвергаются сосны, растущие в непосредственной близости от берез (до 1,5 м), попавшие под кроны последних, или те, у которых вершины и большая часть кроны находятся в зоне действия ветвей берез. Значительное охле-

ствывание испытывают сосны, растущие на расстоянии 1,5...2,0 м от берез, но не попадающие своими вершинами под губительное действие их ветвей. Такие деревья обычно не обгоняют по высоте березу и доживают до глубокой старости.

Зависимость степени охлестывания сосны березой от расстояния между ними нельзя распространять на все случаи жизни, имеется в виду лишь общая тенденция рассматриваемого явления. В природе нередко сосны, находящиеся на очень близком расстоянии (0,5...1,0 м) от берез одного возраста, прекрасно растут, сдерживая развитие березы, и не страдают от ее соседства. Анализ 50 парных моделей сосны и березы показывает, что в таких случаях сосна, появившись одновременно с березой, первые 7...15 лет несколько отстает в росте, а затем, обогнав ее по высоте, удерживает свое преимущество. При таком соседстве сосна имеет не только более полнодревесный, но и хорошо очищенный от сучьев ствол.

Сосны, кроны которых частично соприкасаются с кронами берез, подвергаются (правда, не всегда) слабому или очень слабому охлестыванию. При этом никакого угнетения не наблюдается. Сосны обгоняют по высоте березу и растут хорошо.

Повреждения сосны охлестыванием в кислично-травяном, кисличном и черничном типах сосново-березового леса сходны; каких-либо характерных особенностей не обнаруживается. Береза бородавчатая (*Betula verrucosa* Ehrh.) и пушистая (*B. pubescens* Ehrh.) оказывают одинаковое воздействие на сосну.

О вреде охлестывания можно судить по данным, приведенным в таблице.

Повреждение сосны охлестыванием

Год исследования	Состав насаждений	Возраст, лет	Процент поврежденных деревьев по степеням охлестывания					Всего, %	В том числе по степеням охлестывания	
			I	II	III	IV	V		I—III	IV—V
Тип леса <i>Pinetum betuleto-oxalidoso-herbosum</i>										
1963	6С4Б, ед. Е, Ос	40	3,2	1,6	2,1	7,8	3,3	18,0	6,9	11,1
1984	7С3Б, ед. Е, Ос	61	3,0	1,7	2,0	6,5	2,0	15,2	6,7	8,5
Тип леса <i>Pinetum betuleto-oxalidosum</i>										
1964	6С4Б + Е	32	4,6	2,6	0,5	2,1	—	9,8	7,7	2,1
1993	7С3Б + Е	61	4,1	2,3	0,8	1,5	0,2	8,9	7,2	1,7
1963	8С2Б, ед. Е	40	3,8	2,0	0,7	1,0	0,3	7,8	6,5	1,3
1993	8С2Б + Е	60	3,5	2,0	0,9	0,6	0,1	7,1	6,4	0,7
1963	6С4Б + Ос, ед. Е	45	2,9	3,9	1,0	3,9	8,3	20,0	7,8	12,2
1984	6С4Б + Ос, ед. Е	66	2,0	3,6	3,0	2,5	6,0	17,1	8,6	8,5
1963	7С3Б + Ос, ед. Е	46	2,9	1,7	1,4	2,6	5,5	14,1	6,0	8,1
1993	7С3Б + Ос, Е	76	2,1	1,6	1,8	2,3	3,8	11,6	5,5	6,1
1963	8С2Б, ед. Ос	45	0,8	0,3	0,9	1,4	2,0	5,4	2,0	3,4
1993	8С2Б, ед. Е, Ос	75	0,5	0,4	1,0	1,0	1,2	4,1	1,9	2,2
1963	6С1ЕЗБ + Ос	119	3,3	5,7	3,9	1,7	—	14,6	12,9	1,7
1974	5С2ЕЗБ + Ос	130	3,0	6,0	3,0	0,7	—	12,7	12,0	0,7
Тип леса <i>Pinetum betuleto-myrttilosum</i>										
1963	6С4Б + Е	16	—	—	—	—	—	—	—	—
1963	7С3Б + Е	25	3,2	1,9	1,3	—	—	6,4	6,4	—
1964	6С4Б + Ос, ед. Е	46	2,1	3,2	1,2	3,5	8,1	18,1	6,5	11,6
1979	6С4Б + Ос, Е	61	2,0	3,0	1,3	2,9	6,2	15,4	6,3	9,1
1963	7С3Б + Ос, ед. Е	45	2,8	1,9	1,5	2,8	6,9	15,9	6,2	9,7
1979	7С3Б + Ос, Е	61	2,3	1,6	1,8	2,3	4,1	12,1	5,7	6,4
1963	8С2Б + Е, ед. Ос	119	3,5	2,3	3,1	1,1	—	10,0	8,9	1,1
1974	8С2Б + Е, ед. Ос	130	3,3	2,3	3,4	1,0	—	10,0	9,0	1,0

В молодняках до 15—20-летнего возраста охлестывание сосны березой не происходит или повреждаются лишь единичные особи. Связано это с небольшими высотами деревьев и слабым раскачиванием ветвей ветром. Многие молодые сосны и березы, отставшие в росте, с течением времени отмирают. Причиной является не охлестывание, а процесс самоизреживания насаждений в результате естественного отбора.

В насаждениях старше 20 лет сосна начинает страдать от охлестывания ветвями березы. Оно усиливается с 30- до 50-летнего возраста, т. е. во второй половине первой и переходной фазах, пока подавляющее большинство сосен не превзойдут в росте по высоте березу.

Число поврежденных сосен возрастает с увеличением доли участия березы в составе насаждения. При размещении пород чистыми био группами процент поврежденных охлестыванием сосен меньше, в смешанных био группах при равномерном распределении березы он больше. В насаждениях старше 50 лет с увеличением возраста число сильно поврежденных сосен уменьшается за счет постепенного их отпада. В общем в исследуемых сосново-березовых насаждениях число поврежденных охлестыванием сосен невелико и в самый активный период при составе 6С4Б не превышает 20 %.

Аналогичные результаты взаимодействия пород (угнетенное состояние, падение прироста, однобокость кроны, уродливый вид и пр.) нередко приходится наблюдать и между особями одного вида: березы с березой, сосны с сосной. Они, как и сравнительно небольшой вред от охлестывания, могут быть предупреждены и устранены своевременными уходами за сосново-березовыми насаждениями. При этом важен всесторонний учет взаимодействия сосны и березы на разных фазах роста.

Проведенные нами исследования дают основание рекомендовать северному лесному хозяйству трехприемные рубки ухода в насаждениях около 10, 20... 25 и 35... 40 лет, с выборкой из всех частей насаждения больших, поврежденных насекомыми, сухостойных и других деревьев, мешающих росту лучших и вспомогательных деревьев.

Главная цель рубок ухода в сосново-березовых насаждениях кислотно-травяного, кисличного и черничного типов леса — выращивание в возможно короткие сроки высокопродуктивных смешанных сосново-березовых насаждений со вторым ярусом из ели при полном использовании заготавливаемой древесины.

Наиболее важно проведение первых двух приемов ухода до 25-летнего возраста, т. е. до начала интенсивного охлестывания, когда усиленно растет береза, сдерживая рост сосны. Первый прием следует проводить в 8—12-летнем молодняке в целях массового освобождения сосны от угнетающего действия березы, обеспечения преобладания сосны, создания условий для преимущественного роста сосны. Второй прием ухода рекомендуем в 20—25-летнем древостое. Цель его — предупреждение и по возможности полное устранение сильного и очень сильного охлестывания сосны березой, а также отрицательного взаимодействия между особями одного вида. Одновременно нужно проводить уход за елью в целях создания наилучших условий формирования и роста второго елового яруса.

В первые два приема ухода необходимо стремиться к формированию преимущественно чистых био групп сосны и березы. Просветы, или так называемые «окна», между био группами сосны и березы должны быть заполнены био группами из ели. Осину, встречающуюся в сосново-березовых насаждениях, следует полностью вырубать.

Наши исследования показывают, что в условиях Европейского Севера России наиболее желательная примесь березы в сосново-березовых насаждениях составляет 20... 30 %. И в природе наиболее часто встречаются сосново-березовые насаждения именно с такой долей березы в

составе основного яруса. При рубках ухода надо стремиться к формированию сосново-березового полога древостоя с составом 7-8С2-3Е. Однако нельзя добиваться этого дорогой ценой и совершенно недопустимым путем — интенсивной выборкой березы, когда ее в составе 50 % и более. Такая мера возможна лишь в сочетании с дополнительным искусственным введением сосны в насаждения в возрасте до 5...10 лет. При необходимости скорейшего формирования второго елового яруса дополнительное введение под сосново-березовый полог ели также весьма полезно.

Третий прием следует проводить в 40-летних насаждениях в целях устранения отрицательного воздействия березы на сосну (главным образом охлестывания). При этом следует также позаботиться и о создании благоприятных условий для выхода некоторой части елей в основной, первый сосново-березовый ярус.

Если рекомендуемый цикл рубок ухода осуществить невозможно (как по экономическим условиям, так и по причинам выхода насаждений из указанных возрастов), целесообразно и необходимо провести хотя бы один уход в возрасте 30...45 лет. Устранение при этом отрицательного воздействия березы на сосну и создание оптимальных условий роста сосново-березового древостоя и второго елового яруса позволят иметь сложные высокопродуктивные насаждения с высококачественной древесиной к возрасту главной рубки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Зайцев Б. Д. Лес и почва.—М.: Лесн. пром-сть, 1964. [2]. Мелехов И. С. Лесоведение.—М.: Лесн. пром-сть, 1980.—408 с. [3]. Неволлин О. А. Основы хозяйства в высокопродуктивных сосняках Севера.—Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1969.—103 с. [4]. Рудзкий А. Ф. Об охлестывании сосны и ели березой // Лесн. журн.—1873.—Вып. 2.—С. 122—127. [5]. Ткаченко М. Е. Влияние отдельных древесных пород на почву // Почвоведение.—1939.—№ 10.

Поступила 4 апреля 1994 г.

УДК 581.174 : 630*24

В. Н. КОНОВАЛОВ, Л. В. КОНОВАЛОВА

Коновалов Валерий Николаевич родился в 1940 г., окончил в 1965 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат биологических наук, заведующий группой физиологии растений, старший научный сотрудник Архангельского института леса и лесохимии. Имеет 64 печатные работы в области эколого-физиологического обоснования эффективности лесосушения на Севере, подсоски и прижизненного просмоления древесины, применения минеральных удобрений в лесных сообществах, способов рубок, изучения природы лесов Крайнего Севера, сезонного роста пород и др.





Коновалова Лилия Валерьевна родилась в 1975 г., студентка факультета лесного и садово-паркового хозяйства Архангельского государственного технического университета.

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ ДИНАМИКИ СОДЕРЖАНИЯ ПЛАСТИДНЫХ ПИГМЕНТОВ У ПОДРОСТА ЕЛИ В ЛИСТВЕННО-ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ В СВЯЗИ С КОМПЛЕКСНЫМИ УХОДАМИ

Проанализирована многолетняя динамика накопления зеленых и желтых пигментов у подростка ели в производных древостоях Севера. Показана эффективность воздействия дозы вносимых удобрений и интенсивности рубки на пигментный аппарат подростка.

Perennial dynamics of green and yellow spruce young growth pigment accumulation in derivative stocks of the North has been analysed. The effect of fertilization proportioning and intensity of thinning on pigment composition of the young growth has been revealed.

Изучению пигментной системы древесных растений посвящено значительное число публикаций. Интерес к этой проблеме вызван особой ролью пигментов зеленого листа — хлорофилла и каротиноидов как главных фоторецепторов фотосинтезирующей клетки. Концентрация зеленых и желтых пигментов часто используется в качестве чувствительного показателя реакции растительного организма на изменение факторов внешней среды, степени его адаптации к новым экологическим условиям. В связи с этим представляется целесообразным исследовать особенности сезонной динамики накопления хлорофилла и каротиноидов у подростка ели в производных лиственнично-еловых древостоях после комплексных уходов (рубка с внесением минеральных удобрений), поскольку на Севере этот вопрос до настоящего времени остается не изученным.

Исследования проводили на стационаре «Ломовое» (64° с. ш.) Архангельского института леса и лесохимии в двухъярусном березово-еловом насаждении III класса бонитета, сформировавшемся на месте сосняка черничного. Состав насаждения до рубки 7Б2Ос1Е, полнота 0,97, высота березы 14,3 м. Почва гумусово-иллювиальный супесчаный подзол, подстилаемый на глубине 40...60 см тяжелым моренным суглинком. Количество жизнеспособного подростка ели 4,9 тыс. экз. на 1 га. В осенне-зимний период 1988 г. проведена опытная рубка интенсивностью 45, 60 и 75 % (по запасу). В мае 1991 г. на отдельных экспериментальных площадках (20 × 20 м) каждого опытного участка и в контроле внесены азотные удобрения (карбамид) в дозах N180 и N270 кг/га д. в. У подростка средней крупности (1,0...1,5 м) в хвое 1991 г. (в онтогенезе) в 1991—1992 гг. изучена динамика накопления хлорофиллов а и б, сумма каротиноидов. Концентрацию пигментов опре-

деляли в свежесобранном материале в 96 %-й этаноловой вытяжке спектрофотометрическим методом на СФ-46 фирмы «ЛОМО» [9].

Установлено, что под полог не тронутого рубкой древостоя в околополоуденные часы проникает 14 % падающего на кроны солнечного света, на опытных участках с изреживанием на 45, 60 и 75 % соответственно 53, 59 и 68 %.

1. Сезонный ход накопления пластидных пигментов у подростка ели. Анализ показывает, что наименьшее количество хлорофилла и каротиноидов в молодой хвое подростка ели содержится ранней весной во время распускания почек (см. таблицу). Визуально это обнаруживается по ее слабо-зеленому цвету.

Динамика накопления хлорофилла и каротиноидов у подростка ели, мг в 1 г свежей хвои

Дата	Хлорофилл				Сумма каротиноидов
	а	б	а + б	а : б	
1991 г.					
5.VI	0,074 ± 0,004	0,029 ± 0,003	0,103 ± 0,010	2,55	0,036 ± 0,004
20.VI	0,160 ± 0,005	0,052 ± 0,003	0,212 ± 0,015	3,08	0,053 ± 0,003
31.VII	0,438 ± 0,008	0,197 ± 0,006	0,635 ± 0,010	2,22	0,078 ± 0,003
27.VIII	0,420 ± 0,009	0,194 ± 0,004	0,614 ± 0,018	2,16	0,079 ± 0,004
10.X	0,539 ± 0,009	0,251 ± 0,005	0,790 ± 0,013	2,15	0,138 ± 0,006
1992 г.					
20.II	0,543 ± 0,011	0,200 ± 0,004	0,743 ± 0,008	2,72	0,219 ± 0,005
10.VI	0,520 ± 0,013	0,242 ± 0,002	0,762 ± 0,017	2,15	0,146 ± 0,006
13.VIII	0,666 ± 0,017	0,266 ± 0,006	0,932 ± 0,011	2,50	0,126 ± 0,010

Начиная с июля в хвое интенсивно формируется пигментный фонд. Только за период с 5 июня по 31 июля образовалось 67 % хлорофилла и 20 % каротиноидов от их максимального количества, характерного для первого года вегетации. Ранее было установлено, что примерно такое же количество пигментов за тот период накапливает молодая хвоя деревьев ели в ельнике черничном [3]. В августе этот процесс стабилизируется на определенном уровне. После завершения листопада и в связи с изменением светового режима происходит дальнейшее наращивание объемов пигментов. К 10 октября содержание зеленых пигментов в молодой хвое увеличилось на 29 %, каротиноидов на 43 %. Общее увеличение количества желтых пигментов в осенний период в значительной мере связано с накоплением содержания более восстановленных пигментов — каротина и лютеина [6]. В феврале содержание хлорофилла несколько уменьшилось (на 6 %), а каротиноидов возросло на 59 %. По исследованиям ряда авторов [8], у ели пик приходится на фазу разветвления почек, а затем до конца вегетации поддерживается на одном уровне. В течение второго года жизни содержание хлорофилла увеличилось еще на 12, каротиноидов — на 6 %.

По сезонной динамике накопления пигментов подрост существенно отличается от деревьев ели. Мы не обнаружили ярко выраженной зимней деградации хлорофилла у подростка. Очевидно, полог из лиственных пород служит для него определенной защитой и в холодное время года предохраняет хлоропласты и молекулы пигментов от разрушения. В свою очередь, деревья после летней вегетации больше не накапливают в хвое зеленых пигментов, как подрост ели. Дальнейшее увеличение концентрации хлорофилла у них происходит только с наступлением нового вегетационного периода [3].

В соотношениях между отдельными компонентами хлорофилла (а : б) максимум наблюдается весной и зимой (2,6 ... 3,1), минимум —

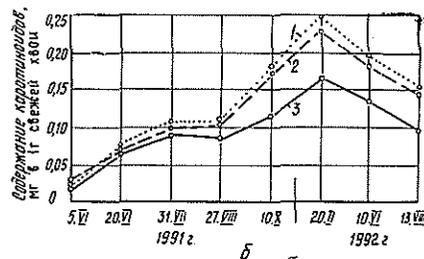
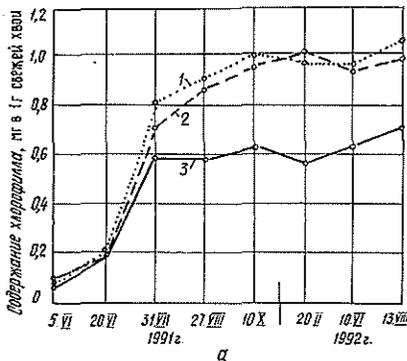
летом (2,2), между зелеными и желтыми пигментами, напротив, максимум летом (7,8...8,1), минимум весной (2,9) и зимой (5,4).

2. Влияние рубок на содержание пигментов у подростка ели. Комплексные рубки, увеличив поступление света под полог березового древостоя, вызвали снижение содержания зеленых пигментов. В течение трех лет в хвое подростка на опытных участках хлорофилла было на 16...29 % меньше, чем в контроле (наименьшее количество при выборке 75 %). Однако в начале роста количество хлорофилла было одинаковым на опытных участках и в контроле. Дифференциация произошла только после завершения роста побегов. К 31 июля молодая хвоя на разреженных участках содержала на 16...20 % меньше хлорофилла, чем в контроле (0,64 мг). В октябре, когда обозначился осенний максимум, сумма зеленых пигментов в контроле и на опытных участках (45, 60, 75 %) составляла соответственно: $0,790 \pm 0,013$; $0,620 \pm 0,010$; $0,590 \pm 0,009$; $0,580 \pm 0,008$ мг. На второй и третий год сумма хлорофиллов у подростка на пройденных рубками участках также продолжала оставаться на 17...22 % ниже, чем в не тронутом рубкой древостое. При этом самая низкая концентрация хлорофилла была на участке с выборкой 75 %.

Количество каротиноидов на участках, пройденных рубками, либо сохранялось на уровне контроля, либо незначительно уменьшалось по мере увеличения разреженности полога.

Известно, что соотношение хлорофиллов а и б определяет уровень светового довольствия для растения, которое уменьшается в соответствии со степенью ослабления освещения [1]. На участках, пройденных рубкой, соотношение хлорофиллов а и б составляло 2,3...3,2, в контроле 2,1...2,6.

3. Влияние удобрений на содержание пластидных пигментов у подростка ели. Улучшение корневого питания привело к повышению содержания пластидных пигментов. В течение двух лет в хвое подростка на удобренных делянках было хлорофилла на 9...86 % и каротиноидов на 6...82 % больше, чем в контроле. Ранее повышение концентрации зеленых и желтых пигментов у подростка ели после внесения азотных удобрений нами отмечалось в ельнике черничном [4]. Уже в первый год на делянках с удобрениями концентрация пигментов была выше, чем на контроле. В то же время начинающая рост хвоя еще не проявила реакции на внесение удобрений. Усиленное накопление пигментов в ней началось лишь в июле,



Ход сезонного накопления хлорофилла (а) и каротиноидов (б) у подростка ели на участке березово-елового древостоя с интенсивностью рубки 75 % под влиянием разных доз азотных удобрений: 1 — N270; 2 — N180; 3 — контроль

когда закончился рост побегов, причем наиболее активно на участке с интенсивностью рубки 75 % (см. рисунок). К 31 июля молодая хвоя 1991 г. на удобренных делянках этого участка содержала хлорофилла на 22...41 % и каротиноидов на 8...36 % больше, чем на неудобренных. На участке с выборкой 45 % общая сумма пигментов под влиянием удобрений увеличилась на 17...30 %, в не тронutom рубкой древостое на 16...26 %. Самая высокая концентрация хлорофилла (0,81...0,82 мг) и каротиноидов (0,10...0,12 мг) в это время была на делянках с максимальной дозой азота, несколько меньше (0,73...0,74 и 0,09...0,10 мг соответственно) в вариантах N180. В августе накопление зеленых пигментов у опытных растений в не тронutom рубкой древостое прекратилось, а на опытных участках продолжалось и в сентябре. В течение второго вегетационного периода (1992 г.) подрост на делянках с удобрениями по количеству зеленых и желтых пигментов также значительно превосходил подрост с контрольных делянок. Наиболее существенная разница (36...45 %) в этот период была на участке с выборкой 75 %, менее всего (17...24 %) в не тронutom рубкой древостое. К 13 августа 1992 г. сумма всех пигментов в хвое 1991 г. на контроле и опытных делянках (N180, N270) с выборкой 75 % составляла соответственно $0,847 \pm 0,010$; $1,148 \pm 0,013$; $1,230 \pm 0,017$, в не тронutom рубкой древостое $1,058 \pm 0,011$; $1,237 \pm 0,017$; $1,318 \pm 0,020$ (достоверность различий по коэффициенту Стьюдента $t = 10,0$; 13,4 и 8,6; 11,4).

Внесение азотных удобрений положительно сказалось также на концентрации пигментов в хвое, выросшей за год до и после этого мероприятия. Так, в августе 1992 г. содержание хлорофилла в хвое 1990 г. на делянках с удобрениями было на 9...17, каротиноидов на 6...11, а в хвое 1992 г. соответственно на 40...75 и 19...41 % больше, чем на контроле при сохранении максимальной разницы на участке с интенсивностью рубки 75 %. При этом наиболее высокая концентрация пигментов у подростка была в вариантах N270.

Достоверно различимых изменений в соотношениях между отдельными компонентами хлорофилла, зелеными и желтыми пигментами удобрения не вызвали.

Таким образом, результаты исследований свидетельствуют о значительных флуктуациях содержания зеленых и желтых пигментов у подростка ели под пологом мягколиственных насаждений на Севере в течение года. Количество всех пигментов в начале роста молодой хвои постепенно и более или менее равномерно нарастает. Однако если у деревьев содержание зеленых пигментов достигает максимума к концу вегетационного периода (август) и с наступлением холодной погоды начинает уменьшаться, снижая тем самым способность дерева к фотосинтезу [3], то у подростка первый пик в содержании хлорофилла достигается в июле после завершения роста молодых побегов, второй — в октябре вслед за окончанием листопада, сохраняясь на этом уровне и в зимние месяцы. Максимальное количество каротиноидов у подростка и деревьев ели накапливается зимой.

Комплексные рубки, усиливая поступление солнечного света под полог древостоев, приводят к снижению в хвое подростка ели концентрации зеленых и желтых пигментов, увеличивая одновременно работоспособность корней и хлорофилла и повышая интенсивность фотосинтеза [5]. Улучшение корневого питания после внесения минеральных удобрений, напротив, усиливает накопление в хвое фотосинтетических пигментов. При этом значительно повышается активность фотосинтетического аппарата, в результате более эффективно используются факторы внешней среды и осуществляется процесс фотосинтеза [2, 4, 7]. Свет усиливает действие удобрений на пигментный аппарат подростка, обу-

словливает еще большее накопление хлорофилла и каротиноидов и усиливает фотосинтез. Активизация физиологической деятельности под влиянием комплексных уходов способствовала усилению ростовых процессов. Наиболее благоприятные условия для жизнедеятельности подраста ели в данных лесорастительных условиях достигаются при интенсивности рубки 75 % (по запасу) с внесением 180 кг азота на 1 га. Этот лесоводственный прием обеспечивает увеличение за три года дополнительного прироста центрального побега на 25,7 см, ширина годовичного кольца на 61 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Годнев Т. Н., Судник Н. С. О накоплении хлорофилла а и б в листьях молодых сеянцев яблони // Физиология растений.—1958.—Т. 5, вып. 2.—С. 407—411. [2]. Дадыкин В. П., Беденко В. П., Давыдова Ю. А. О зависимости оптических свойств листьев древесных растений от удобрения почвы // Докл. АН СССР.—1959.—Т. 128, № 6.—С. 1305—1308. [3]. Коновалов В. Н. Сезонная динамика содержания пластидных пигментов в хвое ели в связи с внесением минеральных удобрений // Журн. общ. биологии.—1988.—Т. 49, № 5.—С. 611—617. [4]. Коновалов В. Н. Особенности физиологических процессов лесной растительности в связи с применением минеральных удобрений // Экологические исследования в лесах Европейского Севера.—Архангельск: АИЛиЛХ, 1991.—С. 103—110. [5]. Коновалов В. Н., Вялых Н. И. Физиология ели после комплексных рубок в лиственно-еловых насаждениях на Европейском Севере // Анатомия, физиология и экология лесных растений: Материалы XXVI сессии Комиссии им. Л. А. Иванова.—Петрозаводск, 1992.—С. 70—74. [6]. Коновалов В. Н., Листов А. А. Динамика содержания пластидных пигментов у сосны в связи с внесением удобрений в северотаежных лишайниковых борах // Лесн. журн.—1985.—№ 6.—С. 18—22.—(Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Коновалов В. Н., Листов А. А. Сезонный рост и фотосинтез сосны обыкновенной под влиянием азотных удобрений // Повышение продуктивности лесов Европейского Севера.—Архангельск: АИЛиЛХ, 1993.—С. 151—159. [8]. Углекислотный газообмен хвойных Предбайкалья / А. С. Щербатюк, Л. В. Русакова, Г. Г. Суворова, Л. С. Янькова.—Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1991.—133 с. [9]. Шлык А. А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии растений.—М.: Наука. 1971.—С. 154—169.

Поступила 27 мая 1994 г.

УДК 630*232.311

А. И. БАРАБИН

Архангельский государственный технический университет

ТОЧНОСТЬ РАСЧЕТА УРОЖАЯ СЕМЯН ЕЛИ ПО ФОРМУЛАМ

Показана возможность определения урожая семян ели по формулам. Подобраны коэффициенты для расчета числа семян на 1 га по фактическому их числу в шишке.

Possibility of determining the spruce cone crop from formulae has been shown. Calculation coefficients for the seeds count per 1 ha according to their actual number in a cone have been fitted.

Разрабатывая метод определения потенциальных и фактических урожаев семян ели в диких популяциях Европейского Севера России (Архангельская, Вологодская области и Республика Коми), мы заложили в течение последних 25 лет более 150 пробных площадей размером по 0,25... 0,50 га. В первую очередь были установлены математические зависимости между числом шишек на 1 га и баллом урожая по шкале В. Г. Каппера, процентом семеносящих деревьев и числом шишек на индикаторных мутовках среднего дерева в древостое [1].

В данной работе освещается вопрос о возможности расчета числа семян и их массы исходя из обилия шишек на единице площади при разных урожаях.

По натурным материалам для Архангельской области и Республики Коми найдена зависимость массы семян от числа шишек на уровне вероятности 0,95. Корреляционный анализ позволил установить очень тесную прямую линейную связь между числом шишек и массой семян ($r = 0,986 \pm 0,011$), а также числом шишек и числом семян ($r = 0,989 \pm 0,008$). Получены зависимости

$$Q = 0,5N; \quad (1)$$

$$M = 100N, \quad (2)$$

где Q — масса семян на 1 га, кг;
 N — число шишек на 1 га, тыс. шт.;
 M — число семян на 1 га, тыс. шт.

Проверка этих численных связей дала следующие результаты: коэффициент сглаженности для уравнения (1) равен 0,984, для уравнения (2) — 0,982. Это подтверждает полную допустимость применения обоих уравнений в практике лесосеменного хозяйства [2, 3].

Для большой территории, включающей Мурманскую, Архангельскую, Вологодскую, Ленинградскую, Кировскую, Костромскую, Псковскую, Витебскую, Могилевскую, Брянскую области, а также Республику Коми, Карелию и Башкирию, получены подобные формулы с иными коэффициентами:

$$Q = 0,589N; \quad (3)$$

$$M = 134N. \quad (4)$$

Для формулы (3) коэффициент сглаженности равен 0,978, для формулы (4) — 0,979.

Итак, зная число шишек на 1 га, можно по формулам подсчитать урожай семян ели на 1 га.

Ошибки вычислений различны. При оценке массы семян по всем пунктам (табл. 1) формула (1) дает занижение на 8,2, формула (3) — завышение на 8,2 %. Большое завышение, соответственно на 21,8 и 43,5 %, получается при слабых урожаях семян (пункты 1—3), заготовка которых нецелесообразна как с экономической, так и с лесоводственной стороны. При хороших и обильных урожаях (пункты 4—9) расхо-

Таблица 1
Соотношение фактической и вычисленной массы семян

№ п/п	Число шишек, тыс. шт. на 1 га	Фактическая масса семян, кг на 1 га	Масса семян, кг, вычисленная по формуле		Расхождение данных, %, по формуле	
			(1)	(3)	(1)	(3)
1	0,5	0,237	0,25	0,294	+5	+24
2	1,4	0,537	0,70	0,825	+30	+54
3	5,3	2,182	2,65	3,122	+21	+43
4	13,1	6,150	6,55	7,716	+6	+25
5	25,0	13,000	12,50	14,725	-4	+13
6	32,4	17,550	16,20	19,084	-8	+9
7	52,0	29,340	26,00	30,628	-11	+4
8	66,8	37,400	33,40	39,345	-11	+5
9	72,5	40,000	36,25	42,702	-9	+7
Итого по пунктам:						
1—9	—	146,396	134,50	158,441	-8,2	+8,2
1—3	—	2,956	3,60	4,241	+21,8	+43,5
4—9	—	143,440	130,90	154,200	-8,8	+7,5

Таблица 2

Соотношение фактического и вычисленного числа семян

№ п/п	Число шишек, тыс. шт. на 1 га	Фактическое число семян, тыс. шт. на 1 га	Число семян, тыс. шт. на 1 га, вычисленное по формуле		Расхождение данных, % по формуле		Число семян в шишке, шт.
			(2)	(4)	(2)	(4)	
1	0,5	36	50	67	+40	+88	71
2	1,2	78	120	161	+54	+47	65
3	1,4	110	140	188	+28	+71	78
4	2,4	200	240	322	+20	+61	83
5	3,3	280	330	442	+18	+58	85
6	5,0	425	500	670	+18	+58	85
7	7,0	700	700	938	0	+34	100
8	12,0	1 550	1 200	1 608	-23	+4	129
9	15,5	1 750	1 550	2 077	-11	+19	113
10	22,0	2 500	2 200	2 948	-12	+18	114
11	28,0	2 900	2 800	3 752	-3	+29	104
12	31,7	4 100	3 170	4 248	-23	+4	129
13	52,0	6 200	5 200	6 968	-16	+12	119
14	66,8	10 374	6 680	8 961	-35	-14	155
Итого по пунктам:							
1—14	—	31 203	24 880	33 350	-25,4	+6,9	—
1—7	—	1 829	2 080	2 788	+14,0	+52,0	—
8—14	—	29 374	22 800	30 562	-29,0	+4,0	—

Таблица 3

Расчет урожая по фактическому числу семян в шишке

№ п/п	Число шишек, тыс. шт. на 1 га	Число семян, тыс. шт. на 1 га		Расхождение данных, %
		фактическое	вычисленное	
Слабое семеношение				
1	0,5	36	40	+11
2	1,2	78	96	+19
3	1,4	110	112	+2
4	2,4	200	192	-4
5	3,3	280	264	-6
6	5,0	425	400	-6
7	7,0	700	560	-20
Итого	—	1 829	1 664	-10
Обильное семеношение				
1	12,0	1 550	1 560	+1
2	15,5	1 750	2 015	+13
3	22,0	2 500	2 860	+14
4	28,0	2 900	3 640	+25
5	31,7	4 100	4 121	+1
6	52,0	6 200	6 760	+9
7	66,8	10 374	8 684	-19
Итого	—	29 374	29 640	+1

денция фактической и вычисленной массы семян показывают, что эти формулы можно использовать в производственных целях с получением вполне точных результатов.

При оценке урожая по числу семян (табл. 2) формула (2) в целом дает занижение на 25,4, формула (4) — завышение на 6,9 %. Разбивка на слабые (пункты 1—7), хорошие и обильные (пункты 8—14) урожая дает соответственно увеличение на 14 и уменьшение на 29 %; увеличение на 52 и 4 %. Это значит, что при малых урожаях в расчетах по обеим формулам число семян в шишке следует принимать меньше 100 шт., а при хороших и обильных урожаях в расчетах по формуле (2) его необходимо увеличить.

По данным фактического урожая шишек и числа семян на 1 га получено расчетное число семян в одной шишке (табл. 2). В среднем при оценке слабых урожаев его можно принимать 80 шт., при хороших и обильных — 130 шт. Данные перерасчета на это количество семян в одной шишке показаны в табл. 3.

При слабом семеношении ели расчет по формуле $M = 80 N$ занижает урожай всего лишь на 10 %, что вполне достаточно для практических целей. При хороших и обильных урожаях формула $M = 130 N$ дает расхождение с фактическим количеством семян всего + 1 %.

Таким образом, располагая достаточно обширным местным материалом для каждого региона, можно прогнозировать и оценивать урожай семян ели, уточнив переводные коэффициенты в формулах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Барабин А. И. Закономерности семеношения ели на Европейском Севере и основы лесосеменного прогнозирования: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук.— М., 1990.— 35 с. [2]. Войчаль П. И., Барабин А. И. О количественной оценке урожая семян ели // Лесн. журн.— 1980.— № 1.— С. 119—120.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Войчаль П. И., Барабин А. И. Возможность определения урожая ели методом расчета // Лесн. журн.— 1983.— № 3.— С. 14—19.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 10 января 1994 г.

УДК 595.76 : 630*

Н. П. КРИВОШЕЙНА, А. В. КОМПАНИЕЦ

Институт эволюционной морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова РАН

ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ ПО СОСТАВУ НАСЕКОМЫХ-КСИЛОБИОНТОВ

Изучен ксилофильный энтомокомплекс в лесных массивах Калужских засек. Показано преобладание в нем деструкторов отмирающей и мертвой древесины.

Xylophilous entomocomplex in wood land of Kaluga felled areas has been examined. Predominance of destructors in dying and dead wood has been revealed.

В средние века в центре России для защиты от набегов кочевников создавались стратегические засечные лесные полосы. К началу XX в. они сохранились в Смоленской, Калужской, Тульской и Рязанской областях. К настоящему времени их площадь значительно сократилась. Лучшее других выглядят Тульские засеки.

Нами в 1992 г. обследованы Калужские засеки, расположенные в Ульяновском районе Калужской области и представляющие собой ценный лесной массив. В целях определения состояния насаждений изучен их ксилофильный энтомокомплекс на основании анализа составных элементов ксилобиоценоза. В целом лесные массивы Калужских засек в обследованном районе имеют состав 8Д1Ос1Ил + Кл + Лп, а также тот же состав, но с ясенем [1]. План исследований финансируется Министерством охраны окружающей среды и природных ресурсов России.

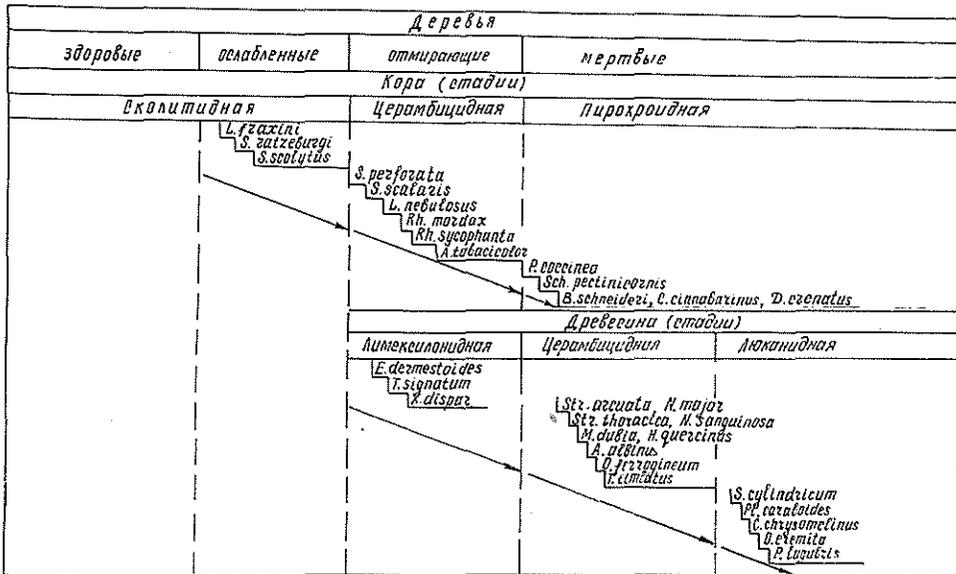


Схема заселения ксилофильными насекомыми коры и древесины лиственных пород в Калужских засеках

В работе впервые сделана попытка связать полученные нами данные о составе ксилофагов и категориях заселяемой ими древесины с выделенными Б. М. Мамаевым [2] стадиями разрушения древесины по индикаторным видам (см. рисунок). Анализ материалов показывает, что в сборах преобладают виды, живущие в отмирающей и мертвой древесине. Состав обитателей растущих ослабленных деревьев невелик.

В целом весь комплекс обнаруженных видов можно подразделить на несколько групп: 1 — физиологически опасные, 2 — технически опасные, 3 — деструкторы мертвой древесины, заселяющие стволы на заключительных этапах разложения коры и древесины.

1. Группа физиологически опасных видов, нападающих на растущие ослабленные деревья, представлена короедами: *Leperesinus fraxini* Pz., *Scolytus ratzeburgi* Jans., *S. scolytus* L. (сколитидная стадия разложения коры). Среди них заслуживает внимания *L. fraxini*, способный наносить серьезный ущерб насаждениям ясеня, особенно в лесостепной и степной зонах. Ущерб от его деятельности усугубляется в связи с активным дополнительным питанием имаго, выгрызающих ходы в сочной коре. В обследованном массиве обнаружены только единичные старые поселения вида, что свидетельствует о наличии лишь отдельных разрозненных популяций.

Заболонники *S. ratzeburgi* и *S. scolytus* обычно также относятся к категории физиологически опасных видов, так как способны нападать на живые и вполне жизнеспособные деревья, хотя могут обитать на отмирающих, срубленных стволах, а также в дровах. Такой широкий диапазон категорий заселяемой древесины, видимо, говорит о предпочтении видами сильно ослабленных и отмирающих, а не жизнестойких деревьев. Их присутствие скорее всего указывает на наличие в насаждениях перестойных древостоев и естественных процессов их отмирания.

2. К категории технически опасных видов относятся обитатели лимексилонидной и частично церамбицидной стадий разложения коры и древесины.

Своеобразную группу образуют обитатели лимексилонидной стадии, являющиеся представителями амброзийного комплекса. Это короеды *Trypodendron signatum* F., *Xyleborus dispar* F. и сверлильщик *Elateroides dermestoides* L. Для всех них характерны облигатные связи со специфическими амброзиевыми грибами, развивающимися в ходах насекомых. Эти виды живут на отмирающих и свежесотмерших деревьях, ускоряя процессы отпада древесины. *E. dermestoides* заселяет как стоящие усыхающие, так и лежащие на земле стволы; характерен для влажных местообитаний. Личинки питаются выделениями амброзиевого гриба *Endomyces hylocoeti*. Поселения вида были обнаружены в свежеспиленном стволе и в высоком пне сломанного дуба, где концентрировались в комлевой части и на корневых лапах. Следы поселений отмечены в остолопе и в лежащем на земле стволе березы, пораженных *Fomes fomentarius* (L. ex Fr.) Gill. и *Piptoporus betulinus* (Bull. ex Fr.) Karst. В местах поселений сверлильщика луб сохраняет длительное время повышенную влажность — ситуация, благоприятная для развития жуков-блестянок (*Nitidulidae*). В данном случае вблизи поселений сверлильщиков были обнаружены имаго *Librodor nortensis* Geoffr., а также имаго и личинки *L. quadrigutatus* F., тип питания которых характеризуется как сапроксилофагия с элементами некрофагии [3]. Ксилобионтные представители жуков-блестянок характерны для подкоровой зоны отмирающих деревьев. Личинки не обнаруживают строгой приуроченности к породам деревьев, но по видовому составу различаются, как правило, обитатели лиственных и хвойных пород.

T. signatum — многоядный древесинник, заселяющий лишь сильно ослабленные или упавшие стволы, толстые сучья, а также пни. В Калужских засеках вид развивался в древесине отмирающего и свежеспиленного стволов дуба, а также лежащих на земле свежесотмерших стволов дуба и клена. Этому предшествовало массовое заселение зоны коры дровосеками *Saperda scalaris* L. Следы поселений были отмечены также в ветровальных стволах березы, липы и ясеня. Вид проделывает глубокие ходы в древесине, идущие по годичным слоям.

X. dispar также относится к категории технически опасных видов, хотя имаго способны нападать на молодые деревья, окольцовывая при питании ветки и стволы, что приводит в дальнейшем к их усыханию. При заселении имаго выгрызают ходы в древесине, углубляющиеся на расстояние до 6 см [4]. Вид предпочитает внешне здоровые деревья, растущие по окраинам вырубок, в редицах и подобных местах, поражает деревья, поврежденные фитофагами. Личинки питаются выделениями амброзиевых грибов, что характерно для представителей рода.

Все обнаруженные виды дровосеков обитают в отмирающих и мертвых стволах (церамбицидные стадии разложения коры и древесины).

Среди разрушителей коры выделяют две группы видов. *Seperda scalaris* L., *S. perforata* Pall., *Leipus nebulosus* L. заселяют свежесотмерший луб (первый этап), хотя завершают развитие обычно в потемневшем, значительно разложившемся лубе. Виды *Rhagium mordax* Deg., *Rh. sycophanta* Schr., *Allosterna tabacicolor* Deg. развиваются в буром, значительно разложившемся лубе отмерших ветвей или стволов (второй этап). Разрушители древесины представлены видами, характерными для заключительных этапов церамбицидной стадии. Они заселяют частично размягченную, пораженную грибами, но еще сохраняющую свою первоначальную структуру древесину. Виды *Strangalia arcuata* L., *Str. thoracica* Creutz., *Nivellia sanguinosa* Gyll. и *Necydalis major* L. обнаружены в мягкой слоистой древесине, окрашенной в светлые тона. Типичными обитателями мертвой древесины на заключительном этапе церамбицидной стадии являются также жуки-тенелюбы *Melandrya dubia* Schall. и *Hypulus quercinus* Guens. Первый вид связан со специ-

фическими светлыми гнилями, вызванными *Fomes fomentarius* (L. ex Fr.) Gill. и неоднократно регистрировался в местах обитания *Str. arcuata*. В эту же группу включаются нами представители *Peltidae*, экологически связанные как со светлыми, так и бурыми гнилями. Личинки *Ostoma ferrogineum* L. были обнаружены в бурой гнили комлевой части бескорого остолопа дуба, пораженного сернистым трутовиком. Личинки *Thymalus limbatus* F. развивались в светлых гнилях, а также в плодовых телах грибов-трутовиков.

3. К деструкторам мертвой древесины отнесены виды, заселяющие стволы на заключительных этапах разложения луба (пирохроидная стадия) и древесины (люканидная стадия).

Типичными вредителями пирохроидной стадии являются личинки *Pyrochroidae*: *Pyrochroa coccinea* L., *Schizotus pectinicornis* L. и *Boridae*: *Boros schneideri* Pz. Это обычные обитатели лесов европейской части России, личинки сапроксилофаги заселяют луб после отработки его представителями церамбицидной стадии разложения коры. Личинки всех трех видов были обнаружены под корой дуба, заселенного *Rh. sycophanta*. Кроме того, личинки последнего вида были зарегистрированы в подкоровой зоне остолопа березы, заселенного личинками *Rh. mordax*. К этой же группе следует отнести представителей *Cucujidae*: *Cucujus cinnabarinus* Scop., по типу питания являющихся сапроксилофагами, но с элементами некрофагии [3]. Личинки — обычные обитатели коры дуба, клена, ели на территории европейской части России. В Калужских засеках были обнаружены в черном лубе осины, дуба, клена и ясеня, лежащих на земле.

Виды, характерные для люканидной стадии, — обычные обитатели естественных ненарушенных лесных экосистем, в которых происходит нормальный процесс деструкции древесного опада. Среди них наибольшее значение имеют представители жуков-рогачей (*Lucanidae*), а также некоторых двукрылых-типулид (*Tanyptera atrata* L.).

Ceruchus chrysomelinus L. — типичный обитатель структурно сохранившихся бурых гнилей как хвойных, так и лиственных пород на всей территории лесной зоны. Личинки этого вида неоднократно регистрировались в бурой гнили бескорых колод и пней дуба, а также в дуплах дубовых остолопов. Два других представителя этого семейства — *Platycerus caraboides* L. и *Sinodendron cylindricum* L. — характерны для светлых гнилей лиственных пород. Личинки обоих видов были обнаружены в светлых гнилях заболонной части упавшего ствола дуба, а второго также в заболонной части усохшего ствола ясеня и лежащей колоды клена, где древесина местами была еще достаточно твердой, с участками, пораженными синевой.

Представители пластинчатоусых (*Scarabaeidae*) обычно встречаются в более рыхлой древесине, часто в трухе дупел и корнях. Остатки имаго *Osmoderma eremita* Scop. были зарегистрированы в бурой трухе комлевого дупла в живом стволе дуба, а личинки *Potosia lugubris* Hbst. — в бурой трухлявой древесине дупла сухого остолопа дуба.

Проведенное в 1992 г. обследование эталонного лесного массива Калужских засек позволяет сделать следующие выводы.

Состав сапроксилофагов обследованной территории Калужских засек типичен для лесной зоны Палеарктики. Следовательно, рассматриваемый массив по своей структуре аналогичен естественным древостоям лесной зоны как европейской части России, так и Палеарктики в целом.

Среди ксилобионтов отсутствуют представители группы агрессивных ксилофагов, способных в данных условиях нападать на живые древостои (см. рисунок). В группе физиологически опасных видов заслуживает внимания короед *L. fraxini*, способный наносить серьезный ущерб насаждениям.

В исследованном лесном массиве обнаружены типичные комплексы всех стадий разложения коры и древесины, что указывает на определенное состояние равновесия данной системы. В сильно нарушенных системах резко возрастает состав комплекса сколитидной и первых этапов церамбицидной стадий разложения коры. В данном случае, наоборот, преобладают представители церамбицидной и люканидной стадий разложения древесины, т. е. преимущественно виды, заселяющие отмирающую и мертвую древесину. Их число значительно превосходит видовой состав первых стадий.

Отсутствие агрессивных ксилофагов, минимальное число физиологически опасных для древостоев видов, небольшое число обитателей отмирающих насаждений и преобладание деструкторов мертвой древесины говорят о высокой устойчивости рассмотренных насаждений. Происходящие в них процессы деструкции древесины в целом не отличаются от таковых в естественных древостоях лесной зоны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Гроздов Б. В. Типы леса Брянской, Смоленской и Калужской областей. Краткий очерк.— Брянск, 1950.— 56 с. [2]. Мамаев Б. М. Биология насекомых—разрушителей древесины.— М.: ВИНТИ, 1977.— 213 с.— (Итоги науки и техники. Сер. Энтомология; Т. 3). [3]. Мамаев Б. М., Кривошеина Н. П., Потockая В. А. Определитель личинок хищных насекомых-энтомофагов стволовых вредителей.— М.: Наука, 1977.— 392 с. [4]. Старк В. Н. Короеды.— М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1952.— 463 с.— (Фауна СССР. Жесткокрылые; Т. 31 (новая серия № 49)).

Поступила 27 сентября 1993 г.

УДК 630*907

А. В. ЛЕБЕДЕВ

Лебедев Александр Васильевич родился в 1953 г., окончил в 1976 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и защиты леса Архангельского государственного технического университета. Имеет более 30 печатных работ в области исследования патологии и устойчивости хвойных древостоев.



ОЦЕНКА ЖИЗНЕСТОЙКОСТИ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ В РЕКРЕАЦИОННЫХ ЛЕСАХ

Рассмотрены результаты изучения состояния деревьев ели в древостоях с различной рекреационной нагрузкой. Установлены связи состояния кроны деревьев ели с другими отличительными признаками растений и периодами года.

The results of investigation into spruce trees conditions in stands with different recreational load have been considered. The relationships of crown conditions of spruce trees with distinguishing features of plants and seasons of a year have been stated.

Общепринятая шкала категорий состояния не всегда позволяет решить вопрос о судьбе отдельных деревьев, особенно в рекреационных лесах [5]. В связи с этим в древостоях зеленых зон городов рекоменду-

ется использовать широко известный прием диагностики — метод живичного индикатора [12].

Известно, однако, что в одних случаях интенсивность смоловыделения соответствует состоянию кроны деревьев ели, а в других не соответствует. Это может быть объяснено на основании концепции о типах ослабления и отмирания деревьев [6]. Тем не менее вопрос о правомочности или непригодности метода живичного индикатора применительно к ели требует более детального изучения.

Исследования проводили на территории Учинского леспаркхоза Московской области в высокобонитетных, среднеполнотных ельниках-кисличниках V класса возраста, на девяти безразмерных пробных площадях, по 100 деревьев на каждой. Пробные площади закладывали в наиболее типичных участках леса, соответствующих ландшафтной градации лесопарковых ельников: лесная зона (посещаемость незначительная), лесопарковая (умеренная), парковая (повышенная). Степень рекреационной нагрузки устанавливали по совокупности объективных показателей, числовые характеристики которых даны в нашей предыдущей работе [10]. На пробных площадях проводили сплошной пересчет деревьев ели по четырехсантиметровым ступеням толщины. Для каждого дерева отмечали класс Крафта, категорию состояния, степень травмирования, форму кроны и характер строения коры. Категорию состояния живых деревьев ели устанавливали по общепринятой шкале: условно здоровые, ослабленные, сильно ослабленные. Степень механического повреждения регистрировали в соответствии с процентом травмирования сектора флоэмы: мелкие — до 25; средние — 25 . . . 50; крупные — более 50 %. Форму кроны характеризовали по расположению ветвей первого порядка относительно вертикали ствола и земной поверхности: дугообразно восходящая, дугообразно нисходящая, прямогоризонтальная, конусо нисходящая. Характер строения коры констатировали по распространенной в лесной селекции шкале: гладкая, чешуйчатая, трещиноватая, пластинчатая [13]. Интенсивность смоловыделения определяли методом живичного индикатора П. А. Положенцева. У каждого дерева через 24 ч после ранения фиксировали балл смоловыделения по 5-балльной шкале: 0 — живица не выделяется, место ранения сухое; 1 — живица выделяется в виде разрозненных точек или пленки; 2 — живица выделяется в виде крупных капель; 3 — живица выделяется обильно, но не вытекает; 4 — живица из ранки вытекает или капает.

Кроме того, в целях усовершенствования метода внешнего описания деревьев были проведены фенологические и энтомологические наблюдения в ельниках лесопарка санатория «Подлипки» Московской области.

Анализ результатов исследований показывает, что взаимосвязь балла смоловыделения с состоянием кроны более очевидна в условиях незначительной рекреационной нагрузки. С увеличением последней обнаруживается явная разноречивость показателей, особенно в зоне повышенной посещаемости (табл. 1).

Отмеченный факт, очевидно, обусловлен повышением числа смолых ходов, как ответная реакция ослабленных деревьев на усиленное рекреационное воздействие [8]. С усилением антропогенного вмешательства наблюдается весьма выраженная тенденция к увеличению средних баллов смоловыделения у условно здоровых, физиологически более активных деревьев и более сглаженная — у ослабленных и сильно ослабленных. Последнее, по-видимому, вызвано менее обильным снабжением живых клеток смоляных ходов питательными веществами, вследствие пониженной фотосинтезирующей способности у представителей средних категорий состояния [7].

Таблица 1

Рекреационная нагрузка	Интенсивность смолывыделения, балл, у деревьев		
	условно здоровых	ослабленных	сильно ослабленных
Незначительная	2,85 ± 0,04	2,27 ± 0,07	1,93 ± 0,06
Умеренная	3,00 ± 0,05	2,38 ± 0,08	2,00 ± 0,07
Повышенная	3,34 ± 0,06	2,68 ± 0,08	2,19 ± 0,08

Таблица 2

Признаки деревьев	Коэффициенты корреляции в соответствии с рекреационной нагрузкой		
	Незначительная	Умеренная	Повышенная
Диаметр	+0,77	+0,75	+0,65
Класс роста	+0,61	+0,56	+0,45
Балл смолывыделения	+0,66	+0,59	+0,47
Степень травмирования	-0,46	-0,47	-0,51
Форма кроны	+0,44	+0,41	+0,39
Характер коры	+0,47	+0,43	+0,34

Далее по общезвестной методике были определены коэффициенты корреляции между интересующими нас величинами и установлена теснота связи по шкале М. Л. Дворецкого (табл. 2).

Анализ результатов показывает, что в зонах незначительной и умеренной рекреационной нагрузки связь состояния кроны с диаметром — прямая высокая, с классом роста и баллом смолывыделения — прямая значительная, со степенью травмирования — обратная умеренная, с формой кроны и характером коры — прямая умеренная. В условиях повышенной рекреационной нагрузки связь состояния кроны с диаметром — прямая значительная, с классом роста, баллом смолывыделения, формой кроны и характером коры — прямая умеренная, со степенью травмирования — обратная значительная. На основании приведенных данных нами составлены три уравнения регрессии, характеризующих связь категории состояния с основными признаками дерева:

для незначительной рекреационной нагрузки

$$y = 0,66x_1 + 0,83x_2 + 0,23x_3 - 0,91x_4;$$

для умеренной

$$y = 0,90x_1 + 0,44x_2 + 0,11x_3 - 0,76x_4;$$

для повышенной

$$y = 0,79x_1 + 0,42x_2 + 0,07x_3 - 0,85x_4,$$

где y — категория состояния дерева;

x_1 — диаметр дерева на высоте 1,3 м;

x_2 — класс роста по Крафту;

x_3 — балл смолывыделения;

x_4 — степень травмирования дерева.

Полученные уравнения свидетельствуют, что в любой из зон посещаемости состояние деревьев более всего зависит от их диаметра и особенно степени травмирования ствола, причем их действие противоположно. Класс роста имеет промежуточное значение, а балл смолывыделения вносит наименьший вклад в общую изменчивость.

Таким образом, категория состояния дерева и живичный индикатор не являются тождественными показателями здоровья дерева ели, а соответствие оценки кроны баллу смоловыделения следует рассматривать как частный случай. Сочетание указанных показателей при комлевом и одновременном типах ослабления и отмирания деревьев ели значительно повышает точность диагноза.

Учитывая, что состояние кроны ели является одним из важнейших показателей внешнего вида деревьев, рассмотрим ряд особенностей и условий, которые должны при этом приниматься во внимание.

Нами отмечены следующие комбинации признаков ели, заселяемой массовыми видами короедов: 1) прирост побегов нормальный — 14 %; укороченный — 57 %; сильно укороченный — 39 %; 2) охвоение: густое — 39 %; слабоажурное — 48 %; ажурное — 13 %; 3) неординарное усыхание ветвей: отсутствует — 28 %; одиночное — 55 %; групповое — 17 %. Кроме того, установлено, что приросты побегов текущего года как показатели состояния кроны можно сравнивать только у деревьев одинаковых категорий крупности, высотных рангов и фенологических форм [9].

В Московской области почки у ели обычно начинают набухать в середине апреля, а распускаются во второй половине мая. Жуки короёда-типографа во время весеннего лёта заселяют в основном горизонтальные кормовые объекты, а стоящие деревья — не раньше 20 мая, чаще со второй половины июня до августа. В связи с этим можно рекомендовать поиск (с помощью полевого бинокля) ослабленных деревьев, заселяемых короёдом-типографом, по недостаточности образования побегов в начале вегетационного периода. Между тем в данном лесном массиве встречаются формы ели с фенологическими различиями. Красношишечная ель раньше трогаётся в рост и быстрее проходит все фенофазы по сравнению с зеленошишечной, что, безусловно, следует принимать во внимание. Раннюю форму ели нередко можно опознать в начале — середине мая по красновато-бурому цвету женских колосков, так как почки раскрываются одновременно с началом пыления. В отсутствие очагов массового размножения короёда-типографа рассматриваемый прием позволяет судить лишь о состоянии деревьев ели, которые целесообразно взять под наблюдение. Густота охвоения находится в тесной связи с индивидуальными особенностями дерева и степенью воздействия факторов экзогенного происхождения. Так, с ухудшением условий существования продолжительность жизни хвои у ели может увеличиваться или наоборот уменьшаться, что зависит от приспособительной реакции дерева. Массовое опадение хвои у здоровых деревьев обычно приходится на холодное время года. В Московской области этот процесс чаще всего начинается в октябре, причем отмирает, как правило, только часть наиболее старой хвои. Нарушения данной закономерности, видимо, следует рассматривать как патологические и учитывать для каждого отдельного дерева.

В результате осенне-зимнего опадения значительной части хвои перед началом вегетации масса кроны ели бывает обычно наименьшей и по размерам соответствует всасывающей поверхности корневой системы [11]. Приведенный факт заслуживает особого внимания при весенней визуальной оценке состояния деревьев ели в зоне повышенной посещаемости, где рекреационная нагрузка приводит к ослаблению и отмиранию корней. Наибольшая масса хвои у здоровых деревьев ели наблюдается в конце вегетационного периода, когда однолетняя хвоя вполне сформировалась. Поэтому использование густоты охвоения для определения состояния кроны дает, очевидно, более надежные результаты именно в это время. В разных частях кроны хвоя у ели может быть световой, полутеневой и теневой [2]. Деревья с преобладанием теневой

хвои, не приспособленной к сильному освещению, весьма чувствительны к изреживанию насаждений и часто погибают при участии ксилофагов [4]. В свою очередь, по нашим данным, экземпляры с достаточным количеством световой хвои и высоким потенциалом жизнеспособности могут адаптироваться к новым условиям, очевидно, за счет перестройки фотосинтетического аппарата, и в результате избежать заселения ксилофагами.

Соотношение количества новой и старой хвои в различных частях кроны ели обычно неодинаково. Доля новой хвои в верхней трети кроны, как правило, выше, чем у нижних ветвей [3]. Нарушение данной зависимости, вероятно, может служить сигналом о верховом характере ослабления кроны. Ассимиляционные свойства хвои ели разного расположения в кроне различны. У здоровых деревьев можно констатировать постоянное снижение фотосинтеза от вершины к основанию кроны [1]. Поэтому верховой характер ослабления кроны, видимо, наиболее неблагоприятен для дерева с точки зрения его устойчивости, в том числе и к насекомым-ксилофагам.

Результаты исследований позволяют усовершенствовать метод внешнего описания елей и могут быть использованы при организации и проведении лесохозяйственных мероприятий в рекреационных лесах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Алексеев В. А. Вертикальное распределение и сравнительная оценка фотосинтезирующей массы хвои // Структура и продуктивность еловых лесов южной тайги.— Л.: Наука, 1973.— С. 162—170. [2]. Алексеев В. А. Световой режим леса.— Л.: Наука, 1975.— 227 с. [3]. Ватковский О. С., Новиков Б. Н. Биомасса и прирост ветвей ели // Лесоведение.— 1973.— № 6.— С. 38—45. [4]. Воронцов А. И. Биологические основы защиты леса.— М.: Высш. шк., 1963.— 324 с. [5]. Воронцов А. И. Патология леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 270 с. [6]. Ильинский А. И. Вторичные вредители сосны и ели и меры борьбы с ними // Сб. работ по лесн. хоз-ву / ВНИИЛМ.— М.; Л.: Гослесбумиздат, 1958.— Вып. 36.— С. 178—228. [7]. Крамер П., Козловский Т. Физиология древесных растений / Пер. с англ.— М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 462 с. [8]. Лебедев А. В. Резистентность ели европейской в различных условиях рекреационной нагрузки // Лесн. журн.— 1981.— № 1.— С. 27—31.— (Изв. высш. учеб. заведений). [9]. Лебедев А. В. Энтостоустойчивость ели европейской в рекреационных лесах Московской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.— Воронеж: ВЛТИ, 1983.— 22 с. [10]. Лебедев А. В. Состояние деревьев ели при различном рекреационном воздействии // Лесн. журн.— 1986.— № 5.— С. 26—29.— (Изв. высш. учеб. заведений). [11]. Малишевская В. В., Титов Ю. В. Разногодичные колебания опада в еловых лесах // Лесоведение.— 1975.— № 4.— С. 59—68. [12]. Положенцев П. А. Живца ели и ее энтотоустойчивость // Науч. тр. ВСХИ.— Уфа, 1947.— Т. 5, вып. 2.— С. 169—184. [13]. Правдин Л. Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР.— М.: Наука, 1975.— 176 с.

Поступила 16 сентября 1993 г.

УДК 581.162 : 630*425

А. Л. ФЕДОРКОВ

Федорков Алексей Леонардович родился в 1956 г., окончил в 1979 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий Мурманской региональной научно-исследовательской лабораторией Архангельского института леса и лесохимии. Имеет 18 печатных работ в области лесной генетики и селекции, изучения патологии лесов при загрязнении окружающей среды.



МИКРОСПОРОГЕНЕЗ СОСНЫ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ СРЕДЫ В РОССИЙСКОЙ ЛАПЛАНДИИ*

Определены частота и тип хромосомных нарушений в мейозе микроспорозитов сосны при различных уровнях аэротехногенного загрязнения среды сернистым газом и тяжелыми металлами. Показано достоверное увеличение процентного содержания клеток с нарушениями по градиенту загрязнения.

The type and frequency of chromosome disturbances in pine microsporocytes meiosis at different levels of arotechnogenic contamination of the environment by sulphur dioxide and heavy metals have been determined. An indisputable increase in percentage of cells with disturbances according to pollution gradients is revealed.

Ход репродуктивных процессов у древесных растений под воздействием промышленных выбросов интересует исследователей. При поиске объективных критериев степени загрязнения и оценке влияния последнего на наследственный аппарат организмов. Известно, например, что ионы тяжелых металлов, проникая в живую клетку, включаются в молекулы ДНК, повреждая ее структуру [5]. Мейоз у хвойных — наиболее уязвимый и восприимчивый к воздействию внешних факторов процесс [6]. Нарушения в мейозе могут быть одной из причин образования аномальных пыльцевых зерен, нехарактерных форм ветвления пыльцевых трубок [4, 11], гибели семян [8, 15] и зародышей [9, 16].

Цель данной работы — оценить характер и частоту повреждения хромосом в процессе мейоза микроспорозитов сосны при загрязнении среды сернистым ангидридом и тяжелыми металлами в условиях Мурманской области, где основным источником загрязнений в регионе является крупный медно-никелевый комбинат.

Методической основой исследований избран градиентный подход. Объектами являются средневозрастные сосновые насаждения, испытывающие техногенные нагрузки различной степени (табл. 1). Содержание сернистого газа в воздухе определяли методом пассивных окисно-свинцовых поглотителей [3]. Содержание в лесной подстилке тяжелых металлов (никель и медь) определяли по стандартным методикам.

В мужском генеративном ярусе кроны периодически собирали образцы почек, степень развития микроспорозитов оценивали на временных давленных препаратах. После начала мейоза через каждые 2-3 дн проводили массовую фиксацию почек с 15...20 деревьев в фиксаторе Карнуа в течение 3-4 ч, промывали в 96 %-м и хранили в 70 %-м этаноле. Мейоз изучали также на временных давленных препаратах, окрашенных ацетокармином, под микроскопом МБИ-3. Для обеспечения

Таблица 1

Характеристика объектов исследования

Но- мер уча- стка	Положение участ- ков относительно источника за- грязнения		Среднесуточная концентрация SO ₂ во время мейоза, мг/м ³		Содержание в лесной подстил- ке, мг/кг	
	Расстоя- ние, км	Азимут, град	1991	1992	никеля	меди
1	12	45	0,0047	0,0040	2722	1089
2	20	45	0,0047	0,0026	542	239
3	30	55	0,0012	0,0015	266	78

* Автор выражает глубокую благодарность канд. биол. наук М. В. Сурсо за помощь в проведении исследований.

репрезентативности образца использовали рекомендации Р. Сарвас [14], согласно которым от каждой почки брали по несколько пыльников и готовили однородную смесь. Проанализировано около 3 тыс. клеток в 1991 г. и столько же в 1992 г. (по 400...800 клеток с участка). При этом выполняли количественный учет аномалий хромосомного аппарата в метафазе и анафазе первого и второго деления (MI, AI, AII) и на стадии тетрад.

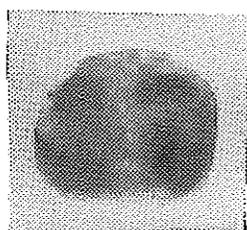
В 1991 и 1992 гг. мейоз в микроспороцитах сосны в районе исследований начался соответственно 14 июня и 28 мая, в дни, когда 50 % клеток находилось в стадии профазы [14]. Суммы эффективных температур выше +5 °С на эти даты были почти одинаковы (47,8 и 46,8 град-дн). Сравнение с данными для других регионов [1, 7, 10] показывает, что на северной границе ареала сосны мейоз начинается при более низких температурах. Сравнительный цитологический анализ свидетельствует о небольшом опережении в развитии микростробилов на наиболее загрязненных участках 1 и 2, что вполне согласуется со сведениями о более раннем начале пыления на них [16]. Результаты учета аномалий приведены в табл. 2 (общее количество изученных мейоцитов на каждой стадии принимали за 100 %).

Таблица 2

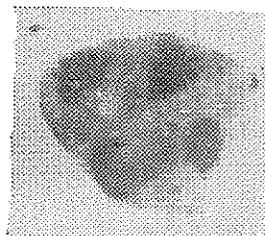
Частота встречаемости аномалий, %, по стадиям мейоза у сосны

Но- мер уча- стка	Метафа- за I		Анафаза I		Диады		Анафа- за II		Тетрады	
	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992	1991	1992
1	8,1	20,8	21,6	22,2	11,7	12,5	20,9	20,0	24,7	8,3
2	5,4	2,4	13,9	5,2	7,6	5,0	13,4	4,9	12,2	5,5
3	8,4	1,5	5,5	4,6	1,1	0	6,9	2,9	7,5	1,8

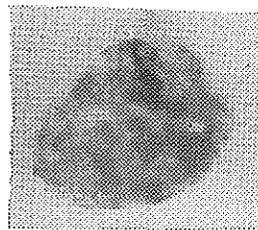
Количество нарушений по градиенту загрязнения возрастает в 3—10 раз (табл. 2). Дисперсионный анализ показывает достоверность этих отличий (df равно 2 и 12; $F_{3,80}$ равно 6,89 и 22,36; $P < 0,05$). Наиболее распространенными типами аномалий являются мосты, слипание, отставание и частичное расхождение хромосом (см. рисунок). Как и при воздействии низких температур [13] и ионизирующего излучения [2], наиболее уязвимы анафазы I и II, на стадиях диад и тетрад доля аномальных мейоцитов снижается. О. Д. Шкарлет [12] получены сходные данные о процентном содержании клеток с нарушениями в процессе мейоза (20,2...30,8 %) при сильном загрязнении сосняков выбросами и в фоновых условиях (6,6...7,6 %) на Урале.



а



б



в

Микроспороциты сосны в период мейоза: а — анафаза II в норме; б — хромосомные мосты в AII; в — отставание хромосом в AII

Проведенный цитологический анализ показывает снижение уровня нарушений в мейозе в 1992 г. по сравнению с 1991 г. С этим, по-видимому, связана и низкая жизнеспособность пыльцы в 1991 г. [16]. Поскольку сопоставление метеоданных за периоды мейоза не свидетельствует о значительных различиях в амплитудах температур, это уменьшение можно объяснить снижением техногенной нагрузки (см. табл. 1). Полученные результаты подтверждают мутагенный эффект сернистого газа и тяжелых металлов для животных организмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Артемов В. А. Морфогенез репродуктивных органов и цветение у *Pinus sylvestris* L. // Тр. Коми филиала АН СССР.—1972.—№ 24.—С. 81—96. [2]. Артемов В. А., Козубов Г. М., Остапенко Е. К. Репродуктивные процессы // Радиационное воздействие на хвойные леса в районе аварии на Чернобыльской АЭС.—Сыктывкар: Коми НЦ УрО АН СССР, 1990.—С. 90—127. [3]. Баркан В. Ш. Опыт использования пассивных окисно-свинцовых поглотителей для оценки концентрации сернистого газа в атмосфере // Экология.—1992.—№ 4.—С. 37—44. [4]. Бессонова В. П. Состояние пыльцы как показатель загрязнения среды тяжелыми металлами // Экология.—1992.—№ 4.—С. 45—50. [5]. Захаров И. А. Экологическая генетика и проблемы биосферы.—Л.: Наука, 1984.—31 с. [6]. Козубов Г. М. Биология плодоношения хвойных на Севере.—Л.: Наука, 1974.—136 с. [7]. Коц З. П. Микроспорогенез, развитие пыльцы и ее качество в географических культурах сосны обыкновенной // Половое размножение хвойных растений: Тез. докл. II Всесоюз. симпозиум.—Новосибирск, 1985.—С. 15—17. [8]. Романовский М. Г. Гаметофитная смертность семян сосны обыкновенной // Генетика.—1989.—Т. 25, № 1.—С. 99—107. [9]. Ставрова Н. И. Семеношение сосны // Влияние промышленного атмосферного загрязнения на сосновые леса Кольского полуострова.—Л.: Ботанич. ин-т им. В. И. Комарова АН СССР, 1990.—С. 94—104. [10]. Сунцов А. В. Микроспорогенез и качество пыльцы у сосны обыкновенной в Центральной Туве // Плодоношение лесных пород Сибири.—Новосибирск: Наука, 1982.—С. 60—69. [11]. Федорков А. Л. Половая репродукция сосны обыкновенной при аэротехногенном загрязнении в условиях Субарктики // Лесн. журн.—1992.—№ 4.—С. 60—64.—(Изв. высш. учеб. заведений). [12]. Шкарлет О. Д. Влияние дымовых газов на формирование репродуктивных органов сосны обыкновенной (на примере одного из медеплавильных предприятий Урала): Автореф. дис. ... канд. биол. наук.—Свердловск, 1974.—27 с. [13]. Andersson E., Ekberg I., Eriksson G. A summary of meiotic investigations in conifers // *Studia Forestalia Suecica*.—1969.—N 70.—P. 19. [14]. Sargvas R. Investigations on the annual cycle of development of forest trees // *Commun. Inst. For. Fenn.*—1972.—76 (3).—P. 1—110. [15]. Fedorkov A. Genetic monitoring of Scots pine stands on the Kola Peninsula // *Symposium on the State of the Environment and Environmental Monitoring in Northern Fennoscandia and the Kola Peninsula*. October 6—8, 1992.—Rovaniemi, Finland, 1992.—P. 256—258. [16]. Fedorkov A. L. Sexual reproduction of Scots pine in surroundings of Monchegorsk // *Aerial pollution in Kola Peninsula: Proc. of the International Workshop*. April 14—16, 1992.—St. Peterburge. Apatity, 1993.—P. 215—219.

Поступила 15 января 1994 г.

УДК 630*15 : 630*181.42

Е. Н. МАРТЫНОВ

С.-Петербургская лесотехническая академия

ТИПОЛОГИЗАЦИЯ МЕСТООБИТАНИЯ ЛЕСНЫХ ЖИВОТНЫХ

Проанализирована существующая методика типологизации и биотипировки местообитаний животных при охотоустройстве. Даны рекомендации по ее модификации.

Traditional methods of typology and assessment of animals habitat in hunting management have been analysed. Recommendations on its modification are given.

Разработанная Д. Н. Даниловым с соавторами около 30 лет назад методика охотоустройства [1] до сих пор применяется на практике.

Однако она далеко не удовлетворяет современным требованиям охотничьего и особенно лесоохотничьего хозяйства.

Наибольшую сложность представляет охотоустройство в осваиваемых рубками лесных массивах, где условия обитания животных чрезвычайно разнообразны, если это не сплошные концентрированные рубки на огромных территориях. Поэтому лесоохотоустроители должны хорошо знать как охотничье, так и лесное хозяйство. Из авторов названной книги, очевидно, только П. Б. Юргенсон достаточно разобрался в лесных проблемах, что нашло выражение в его интересной, содержащей целый ряд теоретических разработок книге «Биологические основы охотничьего хозяйства в лесах» [11], опубликованной уже после смерти автора.

Между тем существует острая потребность в обоснованном методологическом обеспечении фаунистических вопросов лесоустройства (лесоохотоустройства), особенно актуальная в связи с неоднократно подтверждавшейся необходимостью совместного ведения охотничьего и лесного хозяйства [5, 9]. Решения принимались и в административном порядке, но реального воплощения до сих пор не получили. Это должно произойти, как только руководство России поймет всю опасность неразумной, неуправляемой, иногда даже хищнической эксплуатации природных ресурсов и встанет на путь рационального хозяйствования. В равной мере это относится и к охотничьему хозяйству, возглавляемому Главохотой. Встает вопрос о комплексном лесоохотничьем хозяйстве и лесоохотоустройстве, причем нельзя терять из поля зрения и неохотничью фауну, значение которой весьма велико.

В лесных объектах местообитаниями и их трансформации под влиянием различных лесохозяйственных мероприятий приходится уделять не меньшее внимание, чем самому животному миру. Важна правильная типологизация и оценка качества (бонитировка) местообитаний. На основе бонитировки рекомендуется определять нормы оптимальной плотности и численности популяций животных. Однако именно эти разделы существующих охотоустроительных рекомендаций не выдерживают критики в первую очередь [4, 6, 7].

Прежде всего, между двумя сторонами одного процесса, направленного на характеристику местообитаний (типологизация и бонитировка) существует противоречие. Так, типология охотничьих угодий (местообитаний) разрабатывается обезличенно, без учета требований к условиям среды разных видов охотничьей фауны (о неохотничьих видах пока речь вообще не идет). Бонитировка же осуществляется для отдельных ведущих охотничьих видов (повидовая). Этот главный недостаток может быть устранен, типологизация также должна стать повидовой.

По существующей методике типологизации лесные охотничьи угодья разделяются в соответствии с выделенными лесоустройством таксационными участками, которые предлагается «обследовать в натуре» и объединять, т. е. превращать в грубый конгломерат; в то же время надо как-то учесть несколько типов местопроизрастания, якобы соответствующих основным типам охотничьих угодий. Эта классификация, как мы показали ранее [4, 7], слишком груба и непоследовательна, так как основана на разнородных показателях и неприемлема как теоретически, так и практически. Нет никакой необходимости отказываться от подробных лесоустроительных материалов, полученных квалифицированными специалистами, содержащихся в таксационном описании и базирующихся на лесной типологии. Созданный на их основе план лесонасаждений может быть использован для всех теоретических разработок и в дальнейшем для ведения охотничьего хозяйства в лесах (и использования неохотничьей фауны, естественно).

Кроме того, необходим дифференцированный подход к типологизации местообитаний животных, имеющих различный тип связи с территорией: стенотопных стабильно, стенотопных с последовательной сменой стадий, эвритопных. Пристального внимания заслуживают ландшафтные принципы типологизации, предложенные В. А. Кузьякиным [2], особенно применительно к стенотопным с последовательной сменой стадий и эвритопным видам. Однако в деталях методика такой типологизации разработана пока недостаточно.

Бонитировка (обобщенная оценка качества охотничьих угодий) нужна, как указывает В. А. Кузьякин, для сравнения ценности разных хозяйственных подразделений, территориального анализа различных условий обитания животных, выявления факторов, лимитирующих численность животных и определения хозяйственных мероприятий, направленных на снижение влияния этих факторов. Она необходима также для расчета пользования и правильного территориального распределения промысла. В настоящее время оценка угодий производится синтетическим путем, в баллах или бонитетах, и имеет целью также нормирование численности животных. Такая обобщенная оценка, к тому же весьма субъективная, не может служить целям сравнительного анализа условий обитания животных и выявления лимитирующих факторов. Тут нужен не синтез, а анализ. Ничего не дает и рекомендация переходить расчетным путем от 3-балльной шкалы бонитетов к 5-балльной на основе обезличенной по отношению к видам животных и поэтому несостоятельной шкалы относительной производительности охотничьих угодий по пяти классам бонитета [1]. Существуют и другие подобные шкалы производительности, также субъективные.

Кроме того, оцениваются лишь таксационные участки без учета более крупных территориальных подразделений.

На основе 5-балльной бонитировочной шкалы для некоторых ведущих видов охотничьей фауны методикой Д. Н. Данилова и др. предложены шкалы оптимальной плотности популяций по классам бонитета. Они также необоснованны и субъективны. Кроме того, в этих разработках имеется в виду лишь биологическая плотность популяций, тогда как для некоторых видов животных необходимо иметь показатели хозяйственной плотности. Поэтому для лося, например, рекомендованные нормы оказались явно завышенными, что подтверждается результатами наших специальных исследований [3, 8, 10].

Даже для 3-балльной шкалы бонитетов авторы рассматриваемой методики не смогли выполнить обоснованной дифференциации свойственных видам животных лесных местообитаний, а приведенные таксационные характеристики далеко не охватывают их общего диапазона.

Нами предложен принцип двойной оценки местообитаний: типологической и факторной [6, 7].

Типологическая, первичная, оценка — это выявление в пределах определенного региона пригодных для данного вида животных местообитаний, их площади, ее процентного соотношения, территориального распределения, сочетаний. Типологическая оценка позволит установить принципиальную возможность и перспективность культивирования того или иного вида фауны, промыслового использования популяций охотничьих видов. Если в хозяйстве имеется значительная площадь стадий, необходимых для круглогодичного или сезонного (для регулярных мигрантов) обитания животных того или иного вида, значит, вид в этих условиях вполне перспективен.

Таким образом, типы местообитаний для каждого вида фауны следует выделять на основе их качества, т. е. осуществлять типологизацию и типологическую бонитировку как единый процесс. И вряд ли нужна слишком подробная детализация, тем более при современной, мало

совершенной постановке дела по учету численности животных. Очевидно, достаточно разделить местообитания, свойственные виду, на основные и второстепенные. Иногда можно выделить основные станции с повышенными кормовыми и защитными свойствами (плюсовые).

К свойственным виду местообитаниям в определенном регионе относятся такие, в которых имеется комплекс кормовых, защитных и коммуникативных условий, необходимых для существования животных в течение достаточно продолжительного периода времени. В несвойственных местообитаниях этого комплекса условий нет, и животные таких участков избегают, либо появляются в них на очень короткое время, транзитом. Если в свойственных местообитаниях экологические условия не являются дефицитными и участки стабильно осваиваются животными, то их следует считать основными, если нет — второстепенными. Участки с большими запасами кормов и наличием достаточных защитных условий, определяющими хотя бы потенциально повышенную плотность популяций, относятся к основным плюсовым станциям, что соответствует понятию «ключевых» станций [11].

Серьезным недостатком существующей методики типологизации местообитаний животных является также недостаточный учет сезонного аспекта. Для многих видов характерна сезонная смена станций, определяемая соответствующими видовыми экологическими требованиями к условиям среды. Как минимум, для большинства охотничьих видов необходимо выделять летние и зимние станции, хотя и в идеале для таких видов, как глухарь, тетерева, северный олень, известно до пяти смен сезонных станций. Для глухаря и тетерева весьма важно наличие токовых участков.

Во избежание субъективного подхода типологизация и бонитировка местообитаний должны базироваться не только на видовых экологических особенностях животных, известных из специальной литературы (для многих видов плохо изученных), но и на материалах натурной таксации в соответствующих типах местообитаний, отражающих стациональное размещение популяций по сезонам года.

Для видов стабильно стенотопных животных таксационное описание дает подробную характеристику местообитаний, и никакого «объединения» таксационных выделов делать не нужно. В лесной зоне к таким можно отнести рябчика, водоплавающих и болотных птиц, большинство дятлов и воробьиных, белку, млекопитающих-амфибионтов. Для стенотопных видов с последовательной сменой станций нужен иной подход. В этом случае в качестве типов местообитаний надо выделять не только отдельные таксационные участки, но и целые их комплексы — урочища. Таким образом, данный типологизационно-бонитировочный способ будет содержать элементы ландшафтной типологии. Стенотопными животными с последовательной сменой станций надо считать, очевидно, тетерева, глухаря и белую куропатку, голубей, зайцев беляка и русака, лося и других оленьих. Подобный подход нужен, видимо, и для широкостанциальных видов — хищников, кабана.

Факторная, вторичная, оценка — это определение лимитирующих факторов и относительной степени их влияния на численность популяций. Она позволяет установить факторы, препятствующие достижению оптимальной при данной типологической ситуации численности животных, и принять меры к их возможному ослаблению, локализации или полному устранению. Лимитирующими факторами могут быть, например, запасы кормов, недостаток дупел или иных условий для гнездования и укрытия, глубина снегового покрова, высокая численность хищников, паразиты, конкуренты, антропогенные факторы (хозяйственная деятельность, неумеренное посещение угодий, промысел и др.). Не все они поддаются регуляции со стороны человека.

Корректировка класса бонитета с учетом лимитирующих факторов, как это рекомендуется методикой Д. Н. Данилова и др. [1], неправомерна. Во-первых, она субъективна, во-вторых — противоречит принципам типологической оценки.

Для управления популяциями диких животных, их охраны и рациональной эксплуатации нужны картографические материалы. Очевидно, карты должны быть повидовыми, отражающими распределение в данном объекте основных и второстепенных стаций важнейших видов фауны. При этом целесообразно использовать скелетную основу плана лесонасаждений в том же масштабе. Сезонные основные (основные плюсовые) и второстепенные стации, определенные для каждого таксационного участка и занесенные в специальную типологизационную ведомость (которая может быть общей для нескольких видов фауны), показываются на картах специальными условными знаками. Например, летние стации можно показать штриховкой, зимние — каким-либо цветом, токовые стации глухаря и тетерева — определенными индексами (фактические токовища следует оконтурить). Для стенотопных видов с последовательной сменой стаций выделяются не только таксационные участки, но и целые их комплексы (урочища), оцениваемые по тому же принципу, что основные и второстепенные.

Для широкостационных животных — кабана, собачьих (лисица, волк, енотовидная собака), куньих (куница, соболь и др.), медведя, рыси — повидовые типологические карты составить весьма затруднительно из-за большой площади, осваиваемой этими видами. На какой-то общей для них карте целесообразно показать местоположение найденных убежищ (норы, логовища, берлоги) или мест длительной концентрации (например, кабанов на осенних кормежках или при глубоком снеге). Для этих видов, как и для многих хищных птиц, нужны специальные разработки.

Прежде чем делать повидовую типологизацию и бонитировку, необходимо выявить весь диапазон местообитаний в том или ином объекте и составить общую шкалу типов. Для этого анализируют таксационные описания с учетом всех основных видов фауны. Наиболее важно оценить стации ведущих охотничьих птиц и млекопитающих, а также занесенных в Красную книгу и других редких и малочисленных видов, нуждающихся в первоочередных охранных мероприятиях. Перечень местообитаний и их повидовую оценку как основных (основных плюсовых) и второстепенных стаций заносят в специальную таблицу.

Такая работа была выполнена нами совместно с В. Е. Подымниковым для части территории проектируемого в Мурманской области национального парка «Терский берег». В условиях северотаежных лесов у Северного полярного круга оказалось достаточным выделить 20 типов биотипов. Для четырех видов тетеревиных птиц проведена бонитировка стаций, составлены поквартальные типологизационно-бонитировочные ведомости и картографические материалы с оценкой таксационных выделов, а для трех видов (кроме рябчика) — и целых урочищ, включающих комплекс основных летних, зимних и токовых стаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Данилов Д. Н. и др. Основы охотоустройства.— М.: Лесн. пром-сть, 1966.— 332 с. [2]. Кузьякин В. А. Охотничья таксация.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 200 с. [3]. Мартынов Е. Н. Опыт нормирования численности лосей // Лесн. хозяйство.— 1976.— № 12.— С. 85—88. [4]. Мартынов Е. Н. Типы местообитаний животных // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение.— Л.: ЛТА, 1979.— Вып. 8.— С. 132—136. [5]. Мартынов Е. Н. Проблема комплексного лесохозяйственного хозяйства // Там же.— 1980.— Вып. 9.— С. 117—121. [6]. Мартынов Е. Н. О ка-

чественной оценке местообитаний животных // Экология и защита леса.— Л.: ЛТА, 1981.— Вып. 6.— С. 50—55. [7]. Мартынов Е. Н. Население лесных птиц и млекопитающих.— Л.: ЛТА, 1984.— 54 с. [8]. Мартынов Е. Н. Регулирование численности лесей // Лесн. хоз-во.— 1988.— № 5.— С. 62—63. [9]. Мартынов Е. Н., Денисов С. П. Пути перестройки охотничьего хозяйства // Лесн. хоз-во.— 1990.— № 7.— С. 39—41. [10]. Мартынов Е. Н., Поповичев Б. Г. Нормы численности лесей // Лесоводство, лесные культуры и почвоведение.— Л.: ЛТА, 1981.— Вып. 10.— С. 127—129. [11]. Юргенсон П. Б. Биологические основы охотничьего хозяйства в лесах.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 176 с.

Поступила 27 апреля 1994 г.

УДК 581.43 : 630*232

А. К. ҚАСИМОВ



Касимов Александр Касимович родился в 1940 г., окончил в 1964 г. Уральский лесотехнический институт, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, заведующий Лабораторией лесоведения Пермского государственного университета. Имеет 59 научных трудов в области лесовосстановления, лесных культур, экологии искусственного лесовыращивания, воспроизводства таежных лесов Предуралья.

КОРНЕВАЯ СИСТЕМА ПОСАДОК И ПОСЕВОВ ЕЛИ В УСЛОВИЯХ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Приведены результаты исследований корневой системы ели в молодняках, созданных посадкой и посевом. Дан сравнительный анализ характера развития скелетных корней в связи с типом посадочного (посевого) места при механической обработке почвы.

The investigation results of spruce root system in young forests established have been presented. A comparative analysis of brace roots' development character in connection with a type of planting (seeding) place with mechanical treatment of soil is given.

Особенности роста и формирования, а также степень сохранности и состояние лесных культур в начальный период их жизни определяют, главным образом, почвенно-экологическими условиями посадочного места, где развивается корневая система молодых растений. От мощности подземных органов, характера их распространения в почвенных горизонтах зависит рост надземной части дерева, интенсивность накопления биомассы ствола и нарастания кроны. Поэтому при искусственном воспроизводстве лесов большое значение имеет правильный выбор способов основной обработки почвы.

В лесокультурной практике таежной зоны преимущественное применение получили механические способы, особенно частичная (полосная) подготовка лесокультурных мест. При этом существенно изменяется микрорельеф почвы: создаются либо микроповышения (пласты, полосы, валики), либо микропонижения (борозды, площадки, ямки). Нарушаются естественный почвообразовательный процесс, структура почвы, ее водно-воздушный режим и круговорот питательных веществ. Так, при вспашке в микроповышениях, образуемых пластами, происхо-

дит смешивание органогенных и гумусоаккумулятивных горизонтов, которые обладают большим потенциальным плодородием. Наоборот, в микропонижениях (бороздах) оказывается обнажен подзолистый горизонт с менее благоприятными лесорастительными свойствами.

Орудия рыхлящего типа и покровосдиратели в меньшей степени преобразуют лесную почву, но также изменяют ее: удаляется подстилка и гумусовый горизонт, образуется корка, ухудшается впитывание воды и т. п. Для исключения ошибок в выборе орудий и агротехнических приемов подготовки почвы важно знать особенности развития корневой системы, ее архитектонику в зависимости от типа лесопосадочных мест.

В первые годы, особенно в фазе приживания и индивидуального роста, способ создания культур также значительно отражается на формировании стержневого и боковых корней молодых растений. В посевах корни развиваются естественным путем, стержневой корень выражен, в то время как при посадке он нередко деформируется в результате загиба. По некоторым данным [6], деформация корней, особенно распространенная при механизированной посадке, отрицательно сказывается на росте корней и в целом на развитии культур, начиная уже с третьего года их жизни. Вместе с тем отмечается, что в вариантах посевов мощность корневой системы меньше, чем в посадках [2].

Наши исследования проведены в 15-летних культурах ели в южно-таежном равнинном Прикамье [4]. Культуры на опытных участках созданы посевом и посадкой по пластам и бороздам, нарезанным плугами ПКЛ-70 и ПЛП-135, а также в минерализованные полосы и площадки, подготовленные корчевателем Д-210В и лесным рыхлителем РЛ-1,8. Характеристика опытных участков приведена в табл. 1.

Лесокультурные площади представляли собой 3—5-летние еловые вырубki в устойчиво свежих, влажных и периодически (сезонно) переувлажняемых лесорастительных условиях. Почву готовили за год до закладки культур частичной (полосной) обработкой без корчевки пней.

Посадку 2-летних сеянцев под меч Колесова и строчно-луночный посев семян производили вручную. При общей протяженности технологической полосы до 4 тыс. м на 1 га насчитывалось 4100...4500 посадочных (посевных) мест.

Опытные участки культур были приурочены к ельникам черничным и долгомошным. Почвы двучленные наносные, слабо- и среднеподзолистые слабодерновые, а также торфянисто-глеевые.

Модели для изучения корневых систем выбирали на пробных площадях пропорционально представленности растений по 10-сантиметро-

Таблица 1

Но- мер уча- стка	Лесора- стительные условия	Почво- обраба- тывающее орудие	Характеристика посадочного места
Посадка			
7-А	Е.-чер., В ₂	Д-210 В	Расчищенная полоса
8-А	» С ₃	ПЛП-135	Пласт
8-А ₁	» В ₃	»	»
9-Д	» »	ПКЛ-70	Борозда
13-Е	Е.-дгм., В ₄	ПЛП-135	Пласт
Посев			
7-Б	Е.-чер., В ₃	Д-210 В	Расчищенная полоса
8-А ₁	» »	ПЛП-135	Пласт
9-Д	» »	ПКЛ-70	Борозда
10-Б	Е.-лп., В ₂	РЛ-1,8	Расчищенная пло- щадка
13-Е	Е.-дгм., В ₄	ПЛП-135	Пласт

вым ступеням высот методом сплошного перечета деревьев. Определяли их таксационные показатели (табл. 2), а затем по методу «скелета» [3], путем полного выделения при сухой раскопке, корни измеряли и зарисовывали. При определении корневых коэффициентов моделей зависимость между общим числом корней и суммарной их протяженностью устанавливали только для скелетной (опорной) части корневой системы, без учета физиологически активных корней.

В процессе полевых работ и при обработке экспериментальных данных был применен тахеометрический метод съемки [1].

Ель считается породой с поверхностной корневой системой. Однако на легких с устойчивым увлажнением почвенных разностях она может проникать до границы подстилающего горизонта и иметь развитые якорные корни (рис. а). На торфяно-подзолистых и болотных почвах, в условиях периодического или постоянно избыточного увлажнения, корни вглубь не идут и ограничиваются освоением горизонтов A_0 — A_1 (рис. б).

Различие насаждений, созданных разными способами и в неодинаковых типах лесокультурных мест [5], проявилось в значительном расхождении их таксационных показателей на опытных участках (табл. 2).

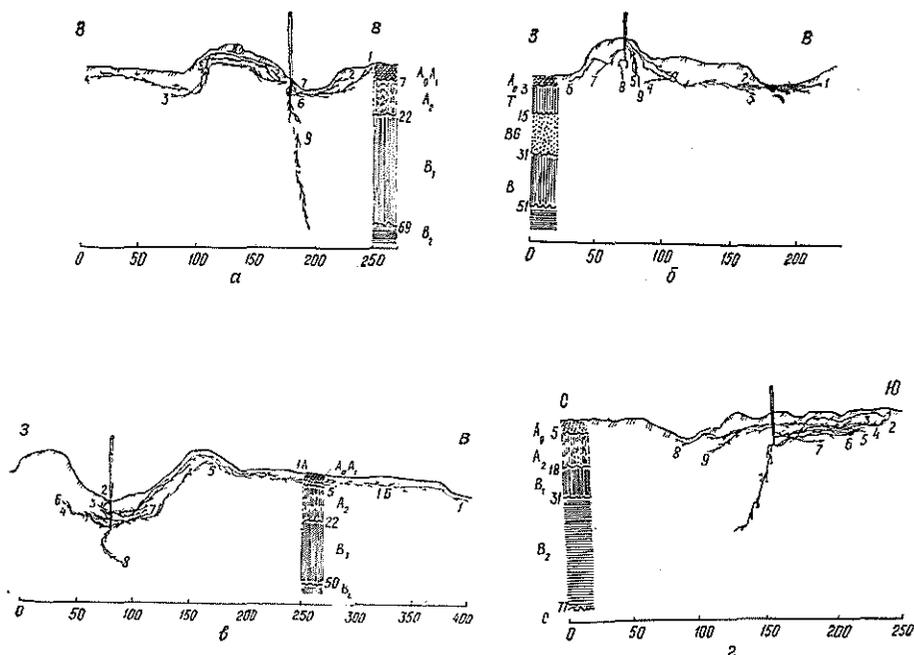
В посадках лучше росли культуры, созданные по пластам, подготовленным плугом ПЛП-135, в лесорастительных условиях Е.-чер., B_3 (участок 8- A_1) на слабодерновых среднеподзолистых супесчаных почвах, а наименее развитыми были растения в условиях Е.-дгм., B_4 (участок 13-Е) на торфянисто-подзолистых поверхностно-глееватых железистых супесчаных почвах.

Культуры по бороздам, нарезанным плугом ПКЛ-70 (участок 9-Д, Е.-чер., B_3), уступали созданным плугом ПЛП-135 в тех же лесорастительных условиях. Вместе с тем они оказались более успешными, чем созданные на микроповышениях-пластах, но в условиях повышенной влажности Е.-дгм., B_4 (участок 13-Е).

В вариантах посадок по минерализованным полосам, подготовленным корчевателем (участок 7-А, Е.-чер., B_2), ель занимала промежуточное положение, уступая по параметрам среднего и текущего прироста и в целом по высоте и диаметру ствола, а также площади формируемой кроны и охвоенности насаждениям на пластах ПЛП-135 (участки 8-А и 8- A_1), но в 1,3—1,5 раза превосходя показатели на участке 13-Е.

Таблица 2

Номер участка	Высота, м	Диаметр ствола, см		Средний верхушечный прирост в высоту, см			Диаметр кроны, м	
		у шейки корня	на высоте 1,3 м	за 15 лет	за 10 лет	за 5 лет	вдоль ряда	поперек ряда
Посадка								
7-А	1,95	3,1	1,9	13,0	16,7	19,2	1,19	1,37
8-А	2,09	3,2	2,0	13,9	19,1	21,8	1,30	1,31
8- A_1	2,35	3,6	2,6	15,7	20,9	24,8	1,35	1,42
9-Д	1,55	2,4	0,9	10,3	13,3	17,2	1,07	1,14
13-Е	1,27	2,3	—	8,3	10,4	13,6	0,80	0,92
Посев								
7-Б	1,19	2,0	—	7,9	9,0	7,6	1,02	1,11
8- A_1	1,05	1,7	—	7,0	9,4	11,4	0,72	0,84
9-Д	1,10	2,3	—	7,3	8,2	11,0	0,55	0,95
10-Б	1,07	2,1	—	7,1	9,8	13,0	0,77	0,78
13-Е	0,77	1,2	—	5,1	6,2	6,2	0,49	0,58



Развитие корневых систем ели в зависимости от способа посева и почвы: а — в пласт, нарезанный плугом ПКЛ-70, ельник-черничник, С₃, слабодерновая среднеподзолистая супесь; б — в пласт (ПЛП-135), ельник-долгомошник, В₄, торфянисто-подзолистая поверхностно-глеевая железистая супесь; в — в дно борозды (ПКЛ-70), ельник-черничник, В₃, слабодерновая среднеподзолистая супесь; г — в площадку (РЛ-18), ельник-липняк, В₂, почва среднеподзолистая супесчаная, подстилаемая пылевой супесью

Главным отличием культур, созданных посевом, является их значительное (в среднем в 1,6—1,8 раза) отставание от посадок по приросту в высоту и по диаметру ствола. Так, максимальная высота елочек (1,19 м) была отмечена в варианте с обработкой почвы корчевателем (участок 7-Б) в условиях Е.-чер., В₃, а минимальная (0,77 м) — по пластам, подготовленным плугом ПЛП-135, в условиях Е.-дгм., В₄ (участок 13-Е). Последние имели самый низкий из всех вариантов культур текущий верхушечный прирост. Хорошие темпы прироста сохранились у сеянцев в минерализованных площадках, сделанных с помощью рыхлителя РЛ-1,8 (участок 10-Б) и корчевателя Д-210В (участок 7-Б), несколько ниже в посевах по пластам (ПЛП-135) и бороздам (ПКЛ-70) на участках 8-А₁ и 9-Д.

Отмечено, что развитие надземной части растений не всегда соответствует росту их корней. Так, в вариантах с ПКЛ-70 и ПЛП-135 культуры, созданные посевом, при сравнительно менее развитой кроне и показателях роста ствола имели хорошо развитую корневую систему. В то же время на участках, где сдирали напочвенный покров, лучше развитые, чем в плужных бороздах и на пластах, культуры несколько отставали по темпам роста корней.

В культурах, созданных посадкой по пластам (ПЛП-135), корневая система преимущественно развивалась по направлению обработки почвы, предпочитая южную от ствола половину посадочного места. Такая закономерность отмечалась как в черничных, так и особенно наглядно в долгомошных типах леса (табл. 3).

Относительно посадочного места корневая система сконцентрировалась в основном в пределах пласта, в меньшей степени в границах

Таблица 3

Но- мер уча- стка	Пространственное распределение корней, %									
	вокруг ствола				относительно посадочного места				под кроной	
	СВ	СЗ	ЮВ	ЮЗ	Пласт	Бо- роз- да	Мини- рали- зован- ная по- лоса, пло- щадка	Це- льна	в ГПК*	вне ГПК

Посадка

7-А	45	19	8	28	—	—	93	7	46	54
8-А	19	18	47	16	62	25	—	13	49	51
8-А ₁	25	—	32	43	73	19	—	8	51	49
9-Д	47	29	13	11	7	61	—	32	41	59
13-Е	4	20	60	16	86	10	—	4	37	63

Посев

7-Б	38	16	22	24	—	—	96	4	56	44
8-А ₁	26	32	12	30	88	4	—	8	54	46
9-Д	39	32	7	22	29	71	—	—	52	48
10-Б	2	17	53	28	—	—	100	—	48	52
13-Е	16	11	12	61	94	6	—	—	31	69

* ГПК — граница проекции кроны.

борозды и лишь 8 % корней достигли целинной части междурядий. С увеличением влажности участка более заметно преимущественное развитие корневой системы на микровышениях-пастах (см. табл. 3, участок 13-Е) и незначительное — в бороздах.

К 15-летнему возрасту культур среднегодовое нарастание корневой системы посадок на плужных пластах по количеству корней составило 1,3, их протяженности 0,88 м, корневой коэффициент дерева 0,66. В подкороновой части дерева и вне ГПК корни размещены в равной степени. При этом основная масса корней была сосредоточена в околоствольном пространстве в радиусе не более 1,5 м. Лишь единичные развитые корни удалялись от ствола до 2,5 м (табл. 4).

По мере удаления от ствола коренасыщенность почвы снижалась от 62 % в радиусе до 0,5 м (участок 13-Е) до 2 % в радиусе 2,0... 2,5 м (участок 8-А). Естественно, что при такой группировке корней на небольшом расстоянии и преимущественно при поверхностном, неглубоком их размещении объем почвы, занимаемый корневой системой, не мог быть значительным и не превышал 1,2 м³ (табл. 5). Площадь

Таблица 4

Но- мер уча- стка	Удаление корней от ствола, м			Доля корней, %, на расстоянии от ствола, м						
	мак- си- маль- ное	мини- маль- ное	сред- нее	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5

Посадка

7-А	1,65	0,38	0,96	46	36	14	4	—	—	—
8-А	2,52	0,24	1,02	39	34	20	4	3	—	—
8-А ₁	1,88	0,56	1,30	38	32	20	10	—	—	—
9-Д	3,38	0,34	1,06	41	22	14	8	7	6	2
13-Е	1,64	0,32	0,73	62	32	4	2	—	—	—

Посев

7-Б	1,55	0,38	0,85	52	31	15	2	—	—	—
8-А ₁	1,30	0,36	0,68	70	21	9	—	—	—	—
9-Д	1,02	0,40	0,67	61	37	2	—	—	—	—
10-Б	1,18	0,24	0,62	66	31	3	—	—	—	—
13-Е	1,03	0,30	0,46	90	10	—	—	—	—	—

проекция корневой системы в среднем составляла 3,46 м² и варьировала от 1,67 (Е.-дгм., В₄) до 4,92 м² (Е.-чер., В₃). Габитус подземной части растений втрое превосходит проекции их крон.

Таблица 5

Но- мер уча- стка	Объем почвы, охра- тывае- мый корне- вой си- стемой, м ³	Глубина про- никновения корней, м		Доля кор- ней, %		Площадь проекции, м ²		Соотноше- ние про- екций	
		еди- нич- ных	основ- ной массы	горизон- тальных	верти- каль- ных	кро- ны (к)	корне- вой си- стемы (кс)	к/кс	кс/к
Посадка									
7-А	0,61	24	2...9	94	6	1,29	2,69	0,48	2,1
8-А	1,22	44	2...12	95	5	1,34	3,80	0,35	2,8
8-А ₁	1,10	38	3...13	96	4	1,50	4,92	0,30	3,3
9-Д	1,41	48	3...7	96	4	0,96	3,22	0,30	3,3
13-Е	0,57	16	2...7	95	5	0,58	1,67	0,35	2,9
Посев									
7-Б	0,48	22	2...6	94	6	0,89	2,28	0,39	2,6
8-А ₁	0,67	28	3...10	92	8	0,48	1,52	0,32	3,2
9-Д	0,44	36	3...6	93	7	0,64	1,20	0,53	1,9
10-Б	0,43	42	2...15	90	10	0,47	1,02	0,46	2,2
13-Е	0,19	15	2...6	94	6	0,22	1,20	0,18	5,4

Как видим, до 96 % всех корней развивались в горизонтальном направлении и лишь 4 % — в вертикальном. При этом основная масса боковых корней размещена на глубине 2...12 см с наибольшим насыщением слоя почвы от 2 до 6 см. Ближе к дневной поверхности, в 1-3-сантиметровом слое, располагаются корни растений в условиях Е.-дгм, В₄ (участок 13-Е) и несколько глубже — в Е.-чер., С₃ (участок 8-А).

В вариантах культур, созданных по плужным бороздам (ПКЛ-70), более 2/3 корней было ориентировано в северном от ствола направлении. При этом за пределами борозды сформировалось около 40 % всех боковых корней, в том числе на целинной части участка 32 %. Такое достаточно свободное в пространственном отношении распространение подземных органов позволило им освоить значительную площадь. Так, некоторые корневые окончания были зафиксированы в радиусе до 3,5 м от ствола (рис. в), хотя основная масса корней росла не далее 1,5 м (см. табл. 4). В условиях легких, устойчиво свежих почв стержневой корень углубился на 0,48 м до границы горизонтов В₁ и В₂, горизонтальные корневые плети проходили в слое почвы 3...7 см.

В полосах и площадках, подготовленных покровосдирающими орудиями, корневая система растений также формировалась преимущественно в северной от ствола половине посадочного места. При среднем радиусе распространения 0,96 м отдельные корни встречались на удалении 2,0 м. В связи с хорошим развитием кроны отношение ее проекции к габитусу корней (к/кс) составляет 0,48; в других вариантах посадок лишь 0,30...0,35. Следовательно, в условиях более широкой минерализованной полосы отмечается меньшая диспропорция в развитии надземной части и подземных органов растений.

Корневая система культур, созданных посевом, с момента появления зародышевого корешка в естественных условиях развития сама выбирает оптимальное направление роста, что не всегда возможно в посадках из-за частой деформации корней высаживаемых растений. Поэтому в первом случае может быть получена более реальная картина экологических параметров корней в лесопосадочном месте. Наиболее

характерным отличием корней 15-летних культур, созданных посевом, является их значительное отставание по числу и общей протяженности, объему почвы, охватываемой и, следовательно, осваиваемой корневой системой елочек к этому возрасту в сравнении с молодняками посадок. Поэтому почти вдвое менее развитыми оказались корни в вариантах по плужным пластам, в 1,5 раза — в бороздах и в 1,3 — в минерализованных полосах и площадках, подготовленных покровосдирателями.

Корневая система была менее разветвленной, не имела четкой направленности. Так, на участке 10-Б (рис. 2) до 81 % корней оказалось в южной от ствола половине площадки, а на других (7-Б и 9-Д) от 64 до 71 %, наоборот, в северной. В ряде случаев корни развивались преимущественно в поперечном к ходу обработки направлении (8-А₁), в то время как на другом участке (13-Е) вытягивались вдоль обработанной полосы. Подобная нечеткая пространственная дифференциация корневой системы, имевшая место и в посадках, может объясняться, по-видимому, известной предрасположенностью ели к поверхностному размещению корней. Благодаря лучшей прогреваемости верхнего слоя выбор направления их роста и развития оказывается более независимым и менее ограниченным. Вместе с тем в условиях лимитированной аэрации корнеобитаемого слоя при периодическом переувлажнении на участке 13-Е в долгомошном типе леса до 3/4 всех боковых корней было зафиксировано в южной от ствола половине посадочного (посевого) места.

В заключение отметим, что изученные особенности роста и развития культур ели следует учитывать при разработке технологических схем и определении методов искусственного лесовосстановления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Касимов А. К. Тахеометрический метод съемки при изучении корневых систем молодняков лесных культур // Перспективы развития исследований по естественным наукам на Западном Урале.— Пермь, 1981.— С. 31—32. [2]. Ковалев М. С. Влияние способа лесных культур на развитие корневой системы // Сб. науч. тр. / ЛенНИИЛХ.— Л., 1974.— Вып. 21.— С. 33—43. [3]. Колесников В. А. Методы изучения корневой системы древесных растений.— М.: Лесн. пром-сть, 1972.— 152 с. [4]. Писаренко А. И., Редько Г. И., Мерзленко М. Д. Искусственные леса. Ч. 1.— М.: ЮНИФИР, ВНИИЦлесресурс, 1992.— 308 с. [5]. Шумаков В. С., Куряев В. Н. Современные способы подготовки почв под лесные культуры.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 160 с. [6]. Hoffmann G. Wurzel- und Sprosswachstumsuntersuchungen bei Larchen und Kiefern // Beitr. Forstwirts.— 1972.— 6, N 4.

Поступила 22 февраля 1994 г.

УДК 630*425 : 674.032 : 528.88.042.4

П. Ю. ЛИТИНСКИЙ

Институт леса Карельского НЦ РАН

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО СКАНЕРА МСУ-Э ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕХНОГЕННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ЛЕСОВ

Описывается методика мониторинга состояния северотаежных сосновых лесов в зоне воздействия техногенных выбросов Костомукшского ГОКа с использованием информации многоспектрального космического сканера высокого пространственного разрешения. Приведен дешифрованный сканерный снимок, показывающий зону поврежденных лесов.

Monitoring methods of northern taiga pine forests' conditions in the zone of exposure to technogenic discharges of Kostomukshsky concentration mill by using multi-spectrum space scanner of high resolving power has been presented. A deciphered photograph showing the zone of damaged forests has been given.

Деградация лесов под воздействием техногенных выбросов вызывает необходимость контроля за состоянием насаждений. Эта проблема затрагивает и Карелию. Так, в 1982 г. в ее северо-западной части начал функционировать Костомукшский горнообогатительный комбинат (ГОК), производящий железорудные окатыши и ежегодно выбрасывающий в атмосферу более 60 тыс. т сильного фитотоксиканта — диоксида серы, а также значительные количества пыли, содержащей тяжелые металлы.

В настоящее время во всем мире широко применяются эффективные дистанционные методы экологического мониторинга. Один из наиболее распространенных методов — использование информации многоспектральных космических сканеров. Для его практического применения необходимо знать зависимости между параметрами натуральных объектов и информацией сканирования и корректировки методов дешифрирования в конкретных лесорастительных условиях.

Наземный мониторинг лесов в зоне воздействия выбросов Костомукшского ГОКа проводится институтом леса КарНЦ РАН с 1986 г. В качестве объекта исследований избраны спелые сосняки черничные, произрастающие на песчаных подзолах. Это наиболее распространенный в районе тип леса, такие древостои занимают свыше 60 % лесопокрытой площади. При закладке пробных площадей был использован градиентный подход, направление градиентной линии соответствует направлению преобладающих ветров в регионе (ЮЗ — СВ). Прямоугольные пробные площади (16 шт.) размером 40 × 60 м заложены на верхних частях склонов, обращенных к источнику выбросов, на различном расстоянии от него (до 25 км). Таксационные показатели насаждений на пробных площадях: возраст 110...140 лет, средний диаметр 22...28 см, средняя высота 19...22 м, запас 240...270 м³/га. Доля участка сосны в составе 0,8...1,0, ели — до 0,2, береза встречается единично. На большинстве пробных площадей имеется подрост ели высотой до 3 м в количестве до 1500 шт./га.

Как показывает анализ экологической ситуации, основным токсикантом, влияющим на состояние лесов региона, на данном этапе служит содержащийся в атмосферном воздухе диоксид серы; уровни накопления серы и тяжелых металлов в почве пока незначительны. Одним из наиболее ранних внешних симптомов повреждения сосны диоксидом серы, до появления массовых пожелтений и некрозов, является опадение хвои старших возрастов, приводящее к определяемому визуально изреживанию крон. В связи с этим состояние деревьев на пробной площади оценивали по степени дефолиации кроны, согласно методике, рекомендованной Международной программой мониторинга воздействия загрязнения воздуха на леса. Деревья относили к одному из пяти классов дефолиации (категорий состояния). При наблюдениях фиксировали класс дефолиации дерева, положение в пологе насаждения (доминирующее, содоминирующее, промежуточное, подчиненное, угнетенное), наличие механических повреждений, болезней и вредителей.

Для оценки состояния насаждения в целом применяли расчетные индексы состояния, например доля деревьев со степенью дефолиации до 25 % в общем количестве живых деревьев (D_1). Сухостой не учитывали, так как кратковременное воздействие ГОКа еще не вызвало отмирания деревьев. Для расчета использовали только доминантные и содоминантные деревья, дефолиация которых прежде всего должна определяться внешними воздействиями, а не фактором внутривидовой конкуренции. При определении состояния насаждения по данному индексу из расчета исключали деревья с механическими повреждениями, а также сильно ослабленные болезнями и вредителями. Как показали исследования в районе Костомукши, такой показатель достаточно достоверно оценива-

ет состояние насаждения на начальных стадиях техногенной деградации, до начала массового отмирания деревьев.

Наземные наблюдения показывают, что состояние насаждений с 1986 г. постоянно ухудшается, особенно резко с 1991 г. Индекс D_1 до 1989 г. был примерно одинаков на всех пробных площадях и близок к 100 %, но резко уменьшился (до 50...60 %) в 1991 г. на участках, расположенных на расстоянии до 10...15 км от источника выбросов. Отмечается значительная вариация в состоянии как отдельных деревьев на каждой пробной площади, так и насаждений на пробных площадях, находящихся на различном расстоянии от источника выбросов. Это свидетельствует о том, что на основании только наземных наблюдений затруднительно получить общую картину состояния лесов в окрестностях источника техногенных выбросов. В связи с этим в 1992 г. была сделана попытка применения данных дистанционного зондирования. Использовали полученный в НПО «Планета» снимок, сделанный сканером МСУ-Э в июне 1992 г. Московское время для первой строки 11:44:10. Техническое качество удовлетворительное, облачность практически отсутствовала на всем снимке. Снимок охватывал территорию приблизительно 45×80 км, комбинат находился в ее центре.

Сканер имеет размер пиксела 45×34 м и следующие спектральные диапазоны: 0,50...0,59 (зеленый, G), 0,61...0,69 (красный, R) и 0,70...0,89 (ближний инфракрасный, NIR) мкм. Выбор сканера высокого пространственного разрешения определяется тем, что в изучаемом регионе минимальные естественные размеры насаждения часто составляют менее 1 га, и при большом размере пиксела вследствие неоднородности его «содержимого» невозможно выявить корреляцию между дендрометрическими и спектрометрическими данными.

Дефолиация приводит к увеличению неровности поверхности насаждения и уменьшению зеленой биомассы, что вызывает снижение отражения соответственно во всех спектральных диапазонах и в ближней инфракрасной области. При уменьшении содержания хлорофилла, происходящем в результате техногенной деградации лесов, заметно увеличивается отражение в красной области спектра [2]. Таким образом, эти изменения сказываются на интенсивности излучения в соответствующих диапазонах, что и позволяет выявлять насаждения, находящиеся в различных стадиях повреждения.

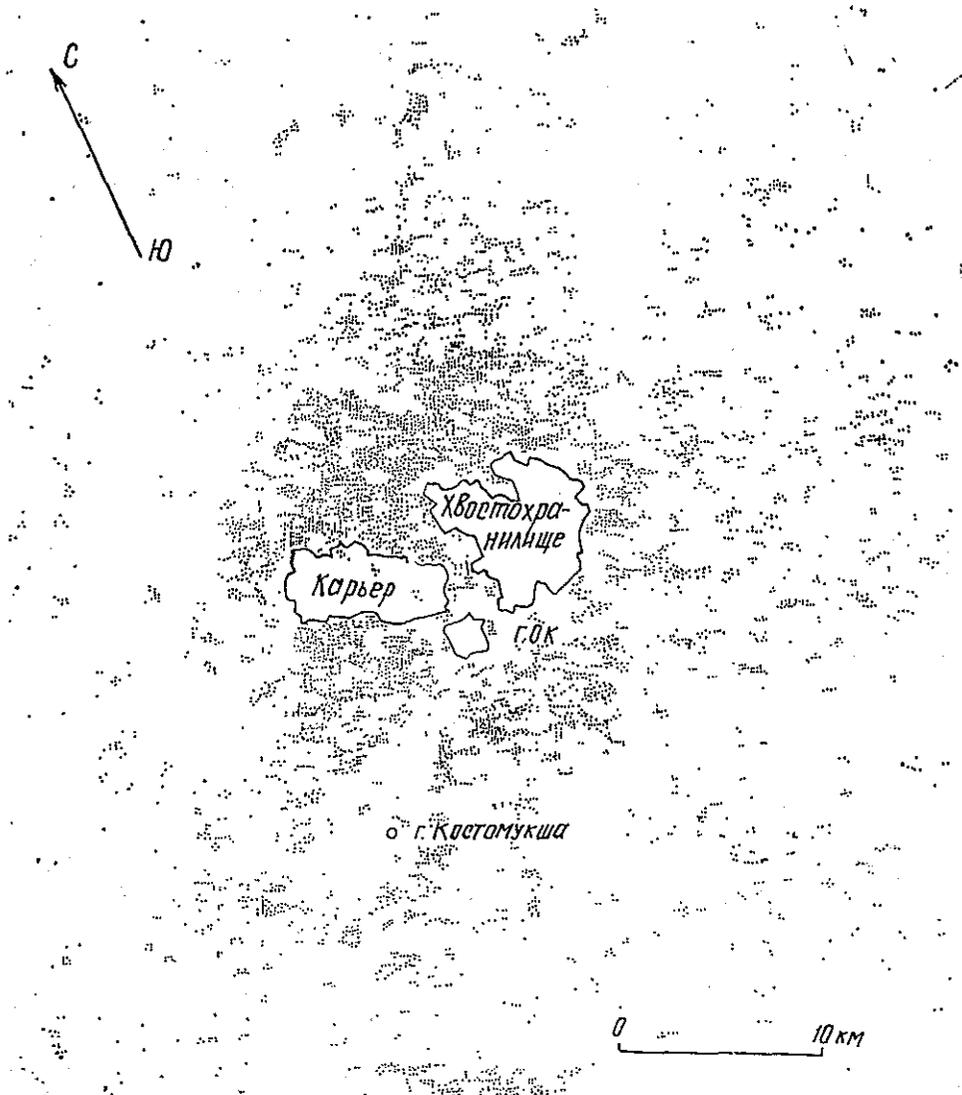
Поскольку дефолиация отражается одновременно и на индексе состояния, корреляцию между ним и спектральными характеристиками можно использовать для дистанционного зондирования состояния лесов.

Снимок дешифрировали с помощью компьютера PS/2, MS-DOS 5.0. Программное обеспечение разработано автором. Программа работает со сканерным снимком, записанным в виде файла формата ЧБК (последовательно интенсивности излучения по всем каналам для каждого пиксела), и позволяет снимать спектральные характеристики любого пиксела снимка. При дешифрировании создается синтезированное изображение; каждому пикселу снимка согласно алгоритму классификации назначается цвет, характеризующий категорию состояния леса, а также различные категории земель.

Методика классификации была близка к используемой при инвентаризации лесов Финляндии. Ее основу составляла классификация по методу «ближайшего соседа» в евклидовом спектральном пространстве [1]. Для каждого пиксела снимка по его спектральным характеристикам рассчитывали расстояние последовательно до всех заданных классов; пиксел относили к тому классу, расстояние до которого наименьшее. Ключевыми участками служили постоянные пробные площади наземного мониторинга и характерные участки основных категорий земель — болота, вырубки, озера, дороги. В качестве спектрометричес-

ких характеристик использовали интенсивности по каналам G, R, NIR и соотношения NIR/R и NIR/G, а в качестве дендрометрической характеристики — индекс состояния D_1 .

Дешифрирование позволило выявить следующую картину. Четко различимо пятно каплевидной формы, образованное пикселями «поврежденных» насаждений, с центром в точке расположения корпусов комбината (см. рисунок). Изображение в условных цветах значительно нагляднее. Форма пятна соответствует направлению преобладающих ветров. Протяженность зоны повреждения лесов в направлении ЮЗ — СВ около 35 км, СЗ — ЮВ — около 20 км, общая площадь достигает 450 км². Насаждения с высокой степенью поврежденности сосредоточены вблизи карьера — источника пылевых выбросов, что свидетельствует



Повреждения лесов в окрестностях Костомукшского ГОКа. Точками обозначены насаждения с индексом состояния $D_1 < 75\%$

о большей опасности комплексного загрязнения (пылевого и газового). Просматривается также влияние городских выбросов.

Выборочная проверка на местности результатов дешифрирования показала, что в отдельных случаях в пикселах, отнесенных к категории поврежденных, могут быть и низкополнотные насаждения без сильной дефолиации, а также участка с большой долей лиственных. Выделить эти участки с помощью сканера МСУ-Э не удалось, прежде всего вследствие недостаточного спектрального разрешения прибора — отсутствия каналов в диапазонах 1,5... 2,5 мкм. Тем не менее большая плотность пикселов, отнесенных к категории поврежденных, вблизи источника выбросов позволяет вполне достоверно выделить зону поврежденных лесов, ее конфигурацию и размеры. Результаты дешифрирования в целом подтверждают сделанные по данным наземных наблюдений за дефолиацией выводы о размерах очага повреждения лесов. Через 9 лет после начала функционирования комбината границы очага совпадают с границами импактной зоны, в которой наблюдаются наиболее высокие концентрации диоксида серы в приземном слое атмосферы и выпадает основная масса пылевых частиц.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что информация сканера МСУ-Э, калиброванная по наземным наблюдениям за дефолиацией крон деревьев на ключевых участках, может быть использована в качестве одной из подсистем мониторинга состояния северотаежных лесов в зонах техногенного загрязнения уже на начальных стадиях деградации, до появления явных признаков усыхания лесов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Наме Т. Spectral interpretation of changes in forest using satellite scanner images // Acta Forestalia Fennica 222.—Helsinki, 1991.—111 p. [2]. Томппо Е. Satellite image-based national forest inventory of Finland // The Photogrammetric Journ. of Finland.—1990.—Vol. 12, N 1.—P. 115—120.

Поступила 15 ноября 1993 г.

УДК 616.89-008.446 : 551.4

И. А. МАРКЕВИЧ, А. А. ШУЖМОВ

КИВЦ Кареллеспром
Валаамский музей-заповедник

ЭСТЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНЫХ АНСАМБЛЕЙ ВАЛААМСКОГО АРХИПЕЛАГА

На основании оценки 43 признаков эстетичности пейзажного окружения 14 культовых, инженерно-технических и природных памятников архипелага установлена их сравнительная эстетическая приоритетность.

Based on valuation of 43 signs of aesthetic landscape environment of 14 cult technical and engineering and natural monuments of archipelago, their comparative aesthetic priority has been stated.

Современные ландшафтные архитекторы, проводившие исследования на Валааме, отмечают, что дорожно-тропиночная сеть, каналы, потоки, внутренние озера и внешние акватории составляют единый и сложный бассейн видového восприятия, состоящий из крупных, панорамных и фрагментарных эстетических, познавательных и духовных зон. Все названные компоненты составляют основную смысловую нагрузку вос-

Эстетическая оценка пейзажного окружения архитектурных и природных памятников Валаама

Признаки эстетической оценки пейзажей	Эстетическая оценка ключевых объектов, баллы													
	Воск-ресен-ский скит	Гейфен-ман-ский скит	Возне-сен-ская часов-ня	Мона-стыр-ская ферма	Косе-вский скит	Гих-вин-ский капал	Ста-рый при-чал	Всек-вят-ский скит	Сосна Шур-кина	Влади-мир-ский мост	Мосты на о. Мос-ков-ский	Спасо-Преоб-ражен-ский собор	Ник-оль-ский скит	Игу-мен-ское клад-бище
Оценка ландшафтов при движении по маршрутам														
1. Ландшафты закрытого типа														
1. Частота смены пейзажей (монотонность)	3,5	4,0	3,6	3,1	2,5	2,7	2,8	2,8	3,2	3,0	3,6	4,0	4,0	4,0
2. Обилие поворотов на трассах (извилистость)	3,0	3,3	3,0	3,6	3,0	0,0	0,0	0,0	2,5	3,8	3,5	4,0	3,6	3,0
3. Изменчивость продольного профиля (изгиб-ность)	3,2	1,0	0,0	2,4	3,6	0,0	1,0	2,0	2,5	0,0	3,5	3,0	3,6	4,0
4. Величиевность древостоев	2,7	3,0	2,0	3,0	3,0	1,5	3,0	3,0	3,0	2,2	2,5	3,1	2,0	4,0
5. Атрактивность по типам леса	2,6	2,6	3,0	3,8	3,6	2,7	2,6	3,2	4,0	3,6	3,0	3,1	2,0	4,0
6. Привлекательность по древесным породам	4,0	2,7	3,0	2,9	2,9	0,7	2,6	4,0	4,0	3,8	3,4	3,7	3,0	4,0
7. Просматриваемость древостоев	3,1	3,0	4,0	3,7	2,8	4,0	2,3	3,4	4,0	3,0	2,6	4,0	4,0	2,4
8. Мозаичность лесонасаждений	4,0	3,7	3,0	3,8	3,0	1,0	3,0	3,5	4,0	3,8	3,1	3,7	3,0	3,4
9. Ярусность лесов	2,0	2,0	2,0	2,0	2,7	0,2	2,0	2,4	1,0	1,8	2,0	3,0	2,0	2,4
10. Характеристика живого напочвенного покрова	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	1,5	3,0	3,1	3,0	2,8	3,0	3,0	3,0	3,4
11. Наличие водоемов (обводненность)	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	3,5	4,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	1,0
12. Цветовое разнообразие пейзажей	2,1	2,3	2,0	2,3	3,3	2,0	2,4	2,2	3,0	2,4	2,4	3,0	3,0	3,0
Итого	37,2	34,6	32,6	37,5	36,4	19,8	28,7	36,1	38,2	34,2	36,6	41,6	37,2	38,6
2. Открытые ландшафты														
13. Масштабность полян, лужаек	2,8	1,0	3,0	2,0	1,3	4,0	1,0	3,5	4,0	1,5	1,0	2,7	1,3	1,0
14. Характер границ открытых участков	3,2	2,4	4,0	2,5	3,5	2,2	2,4	4,0	2,5	3,2	2,7	3,7	4,0	4,0
15. Конфигурация полян	3,0	2,0	3,0	2,1	2,0	2,2	3,0	2,7	2,3	3,0	3,0	2,7	2,0	4,0
16. Характер рельефа	3,3	1,0	4,0	2,0	2,1	1,0	1,0	1,5	3,0	2,6	2,7	1,5	2,7	2,0
17. Качество травяного покрова	3,1	2,0	1,0	1,0	2,5	2,2	2,0	3,7	2,3	2,3	2,0	1,5	1,4	3,4
18. Атрактивность групп деревьев на полянах	3,0	2,0	2,0	1,0	1,4	1,2	0,0	4,0	4,0	2,1	1,0	3,0	3,0	2,0
Итого	18,4	10,4	17,0	10,6	12,8	12,8	9,4	19,4	18,1	14,7	12,4	15,1	14,4	16,4
Всего	55,6	45,0	49,6	48,1	49,2	32,6	38,1	55,5	56,3	48,9	49,0	56,7	51,6	55,0

Оценка панорам на видовых точках

19. Высота пейзажного подступа	2,0	0,3	4,0	0,0	1,0	1,0	0,0	0,2	0,0	1,0	0,5	0,3	2,0	0,2
20. Горизонтальная замкнутость	1,3	1,7	2,0	1,0	1,5	2,0	2,0	1,8	1,5	1,7	2,5	1,0	1,7	2,3
21. Вертикальная замкнутость	3,2	1,0	4,0	2,5	0,7	2,0	2,0	2,8	2,5	2,0	2,5	3,1	2,0	0,8
22. Глубина и просматриваемость перспектив	1,8	1,0	2,0	0,5	1,0	2,0	2,0	0,4	1,5	1,7	2,0	1,7	2,0	0,0
23. Вид панорам	2,0	2,0	3,0	2,0	1,5	3,0	4,0	1,0	2,0	1,7	3,5	2,0	2,3	2,0
24. Ажурность переднего плана	0,5	0,5	1,0	0,5	0,8	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	1,0	1,0
25. Декоративность деревьев переднего плана	2,5	2,0	2,0	0,5	2,0	2,0	0,0	3,4	3,5	3,3	2,0	2,0	1,7	4,0
26. Архитектоника крон деревьев в группах	1,5	2,5	2,0	0,5	2,0	3,0	0,0	3,2	3,7	1,0	1,0	2,7	1,7	4,0
27. Наличие доминант в пейзаже	1,0	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	1,0	1,0	1,0	0,7
28. Четкость кулис на видовых точках	1,2	1,0	2,0	0,5	2,0	2,0	2,0	1,6	0,0	2,0	2,0	1,3	1,3	2,0
29. Наличие поясов растительности	2,5	1,5	2,0	2,5	1,2	2,0	2,0	2,0	0,0	1,7	2,0	2,2	1,3	0,0
30. Красочность и гармоничность панорам	3,2	3,0	3,0	2,5	2,7	3,0	3,0	3,8	3,5	3,7	3,0	3,8	3,7	3,0
31. Натуральность пейзажа, введение интродуциентов	2,2	2,0	1,0	1,0	2,7	2,0	2,0	3,0	2,5	2,7	2,0	2,8	2,7	3,0
32. Общая расчлененность рельефа	3,2	2,5	4,0	1,0	0,5	0,0	0,0	1,6	2,0	2,0	2,5	0,7	2,0	2,0
33. Обилие холмов на линии горизонта	0,3	1,0	0,0	0,5	0,7	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	2,0	1,0	0,0	1,5
34. Обилие островов и полуостровов в панораме	2,0	0,8	3,0	1,5	0,7	0,0	3,0	0,0	0,0	1,0	1,5	0,0	3,3	0,0
35. Наличие обнажений скал	0,3	0,2	2,0	0,0	0,7	1,0	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,2	1,0	0,0
36. Отчетливость отражения в воде	0,2	0,2	1,0	0,5	0,5	1,0	1,0	0,2	0,5	0,7	1,0	0,2	0,3	0,0
37. Отчетливость видения различий древостоев	0,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,7	1,0	1,0
38. Разнообразие вершинной линии лесов (силуэтность)	0,8	2,0	2,0	1,5	1,7	2,0	2,0	1,6	1,0	1,0	1,0	1,1	1,7	2,0
39. Обилие и качество растительности на суше	1,5	0,7	1,0	1,0	1,7	2,0	2,0	3,1	2,3	2,3	2,0	1,8	1,4	3,4
40. Обилие и качество водной и прибрежной растительности	0,0	0,7	0,0	0,5	0,7	1,0	1,0	0,2	0,5	0,7	1,0	0,5	0,3	0,0
41. Наличие архитектурных объектов в перспективе	2,2	2,0	3,0	2,5	3,3	3,0	1,0	3,8	3,0	3,3	2,0	4,0	3,7	3,0
42. Вписанность в ландшафт дорог и мостов	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
43. Приобщение к пейзажу мелноразливной сети	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2	1,0	0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,5	0,0	1,0
Всего	37,1	31,5	47,0	26,0	32,8	39,0	35,0	38,7	36,0	40,9	41,0	36,2	40,1	37,9
Интегральная оценка эстетичности пейзажного окружения объектов	92,7	76,5	96,6	74,1	82,0	71,6	73,1	94,2	92,3	89,8	90,0	92,9	91,7	92,9

приятия «Валаамского чуда» как уникального исторического и природного музея под открытым небом. Восприятие такого сложного пространственного образования, как Валаамский комплекс, осуществляется в интегрированном процессе развёртки. При движении к основному композиционному узлу, центральному монастырскому ансамблю происходит концентрация ощущений: композиционный видеоряд нарастает от периферии к центру, увеличивается число воспринимаемых форм, в то время как расстояние между ними сокращается... Основные маршруты имеют фиксированные видовые точки обзора пейзажей. Создателями монастырских ансамблей были предусмотрены срежиссированные внутренние визуальные связи, в движении раскрывающие все многообразие валаамских архитектурно-ландшафтных ансамблей [11, с. 34].

Задачей наших исследований является переход от общих вербальных оценок целостного архитектурно-ландшафтного Валаамского комплекса к объективным количественным оценкам пейзажного окружения архитектурных ансамблей культового назначения, инженерно-технических сооружений, памятников природы и далее — к сравнительной оценке эстетичности эксплуатируемых в настоящее время туристских маршрутов. Для этого разработана методология эстетической оценки объектов и явлений в движении по трассам, проложенным в ландшафтах закрытого, полузакрытого и открытого типов, а также панорам, видимых со смотровых площадок [4—6]. При разработке методологии нами использованы научные публикации ряда ученых [1—3, 7—10, 12, 13 и др.].

Учитываемые нами 43 признака эстетичности пейзажей показаны в таблице.

Вокруг каждого культового, селитебного, хозяйственного, инженерно-технического сооружения существуют тропы, локализирующие примыкающие к ним пространства. Периметры 14 архитектурно-ландшафтных ансамблей в среднем составляют 455 м, варьируя от 175 (Старый причал) до 1200 м (Спасо-Преображенский собор). Оценке подлежали лесные массивы и открытые участки по обе стороны от разграничительных троп общей протяженностью около 6400 м, а также панорамы обозрения на 43 смотровых площадках, размещенных внутри участков и на замыкающих трассах. Эстетические оценки пейзажей в движении по маршрутам найдены как средневзвешенные по протяженности участков с идентичными показателями по каждому признаку в периметре объектов, а оценки панорам — как среднеарифметические из показателей эстетичности на фиксированных точках, число которых зависит от площади, описываемой огибающей кривой, и сложности восприятия ансамблей. Суммарная площадь исследованных архитектурно-ландшафтных ансамблей составила 23,1 га, средняя — 1,65 га, пределы от 0,17 до 9 га. Число фиксированных для обозрения перспектив варьировало от одной (участки Старого причала и Тихвинского канала) до пяти на Всехсвятском ските и шести — вблизи Спасо-Преображенского собора.

Приоритетность эстетичности рассматриваемых объектов зависит от этапов оценки: итоговых по закрытым, полузакрытым и открытым участкам, суммарных для пейзажей в движении по трассам и панорам, интегральных для пейзажного окружения архитектурных ансамблей, инженерно-технических сооружений и памятников природы.

Итоговые эстетические оценки пейзажей закрытого и полузакрытого типов варьировали в пределах 19,8... 41,6 балла. Максимальна она у Спасо-Преображенского собора, минимальна — у элементарного ландшафта вблизи моста через Тихвинский канал при его «выходе» из Лещевого озера (см. схему). Итоговая оценка эстетичности пейзажного окружения Игуменского кладбища составила 92,3 %, природного памятника «Сосна Шишкина» — 91,1 % от максимальной.

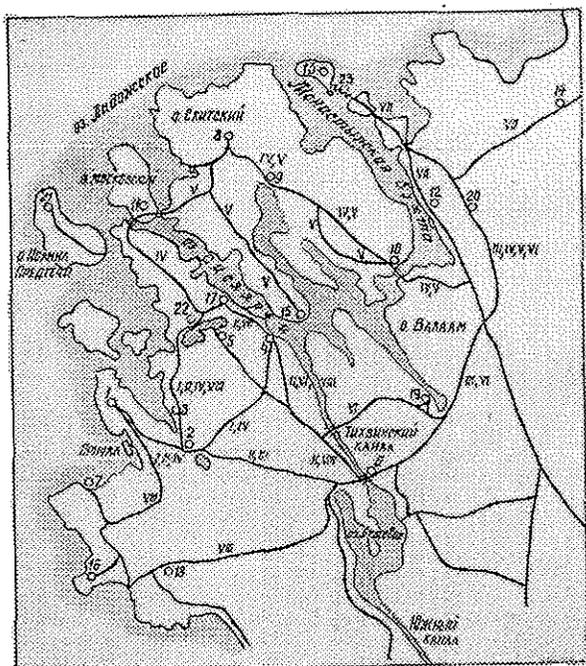


Схема туристских маршрутов: I—VIII — номера маршрутов; 1 — Воскресенский скит; 2 — Гефсиманский скит; 3 — часовня Вознесения; 4 — Монастырская ферма; 5 — Коневский скит; 6 — Тихвинский канал; 7 — Старый причал; 8 — Всехсвятский скит; 9 — Сосна Шишкина; 10 — Владимирский мост; 11 — мосты на о. Московский; 12 — Спасо-Преображенский собор; 13 — Никольский скит; 14 — Игуменское кладбище; 15 — Смоленский скит; 16 — метеостанция; 17 — Монашеская купальня; 18 — Финская казарма; 19 — Иванов хутор; 20 — Трёхарочный мост; 21 — Предтеченский скит; 22 — Пустынька Дамаскина; 23 — пять мостов на Никольский скит

Средняя оценка частоты смены пейзажей вокруг объектов равна 3,3 балла, причем максимальна она у ансамблей Гефсиманского и Никольского скитов, Спасо-Преображенского собора и Игуменского кладбища. Средние оценки извилистости и изгибистости (изменение продольного профиля) трасс вокруг ансамблей несколько ниже — соответственно 2,8 и 2,1 балла.

Величественность лесов в среднем оценивается в 2,7 балла при максимуме (4,0 балла) на Игуменском кладбище.

Средняя оценка аттрактивности пейзажей по типам леса равна 3,1 балла при максимуме на объектах «Сосна Шишкина» и «Игуменское кладбище».

Максимальной привлекательностью (4,0 балла) по представленности древесных пород отличается окружение Воскресенского и Всехсвятского скитов, Игуменского кладбища и объекта «Сосна Шишкина».

Средняя оценка просматриваемости древостоев вполне удовлетворительна — 3,3 балла, максимальная отмечается для района часовни Вознесения.

Средняя мозаичность насаждений вокруг архитектурных ансамблей также значительна — 3,3 балла (при максимуме для Воскресенско-

го скита), тогда как ярусность древостоев оценивается довольно низко — в среднем 1,96 балла.

Оценка эстетичности живого напочвенного покрова в среднем незначительна (2,8 балла) и равномерна для всех объектов: лишь вблизи Тихвинского канала она составила 1,5 балла.

Цветовое разнообразие архитектурно-ландшафтных ансамблей оценивается невысоко — в среднем 2,5 балла, максимум (3,3 балла) отмечен для Коневского скита.

Большинство культовых, селитебных, хозяйственных и инженерно-технических сооружений было создано монахами вблизи внутренних водоемов и внешней акватории. Поэтому эстетическая оценка по признаку «обводненность» высока — 3,7 балла. Исключение составляет Игуменское кладбище, где можно выйти на берег Ладоги, минуя сосняки и осиново-ивняковые заросли в 300 м от Звонницы.

Итоговые эстетические оценки открытых пейзажей, встречающихся вокруг рассматриваемых ансамблей, варьировали в пределах 9,4 . . . 19,4 балла, т. е. разброс довольно значителен. При этом наиболее живописны поляны и лужайки вблизи Всехсвятского, Воскресенского скитов, памятника природы «Сосна Шишкина», а наименее — пейзаж вокруг Старого причала. В целом же эстетичность открытых пространств на всех ключевых объектах туристских маршрутов невысока. Средняя оценка по признаку масштабности участков составила 2,15; конфигурации полян — 2,64; характеру рельефа и качеству травяного покрова — 2,17; аттрактивности солитеров и групп деревьев на полянах — 2,12 балла. Лишь по характеру границ открытых участков эстетичность пейзажного окружения объектов в среднем может считаться достаточной — 3,16 балла. При этом максимальны оценки (4,0 балла) границ полян вблизи часовни Вознесения, Никольского скита, Игуменского кладбища и Сосны Шишкина. Данный признак важен в эмоциональном отношении, так как характеризует меру контрастности, эстетического и психологического удовлетворения экскурсантов при переходе из «узкого» замкнутого природно-территориального комплекса маршрута в другой, в разной степени открытый пейзаж. При этом пары лес — стоячие и текущие воды, лес — древние культовые сооружения характеризуются максимальной оценкой в 4 балла; лес — обнажения скал оцениваются в 3, лес — поляны — в 2, лес — мелкий кустарник невысокого декоративного качества — в 1 балл.

По суммарным оценкам эстетичности пейзажей, устанавливаемых в процессе движения вокруг ансамблей, инженерно-технических сооружений и природных памятников, приоритет принадлежит архитектурно-ландшафтному ансамблю Спасо-Преображенского собора (56,7 балла), далее — природному памятнику «Сосна Шишкина», Воскресенскому и Всехсвятскому скитам (соответственно 56,3; 55,6 и 55,5 балла). Минимальна суммарная эстетическая оценка пейзажного окружения у объекта «Старый причал» — 38,1 балла.

Приобщение к выявленным оценкам панорам на видовых точках существенно меняет ранжирование приоритетов, поскольку суммарные эстетические оценки перспектив составляют в среднем более 43 % интегральных.

Эстетические оценки признаков панорам в целом низкие — от 0,43 до 3,2 баллов.

Максимальными оценками эстетичности отмечены высота пейзажного подступа вблизи часовни Вознесения (4,0 балла), горизонтальная замкнутость перспектив на Игуменском кладбище (2,3 балла), вертикальная замкнутость на смотровых площадках Воскресенского скита (3,2 балла). Намного ниже оценка глубины и просматриваемости панорам (2,0 балла). Вид панорам характеризуется средней оценкой 2,3 бал-

ла и максимальной (4,0 балла) на фиксированной точке Старого причала. Ажурность деревьев переднего плана в среднем оценивается в 0,77 балла, их декоративность — в 2,2, так же как и архитектоника их крон. Максимальная оценка эстетичности по второму фактору (4,0 балла) характерна для группы деревьев на Игуменском кладбище.

Доминанты в панорамах выбранных фиксированных точек не выражены — средняя оценка по этому признаку составила 0,93 балла. Несколько выше средняя оценка (1,56 балла) четкости кулис вокруг смотровых площадок. Слабо выражено наличие поясов растительности в перспективе — средняя эстетическая оценка 1,63 балла, максимальная (Воскресенский скит) — 2,5 балла. Максимальной красочностью и гармоничностью панорам (3,8 балла) характеризуются смотровые площадки на Всехсвятском ските и вблизи Спасо-Преображенского собора. Элементарные ландшафты Валаама относятся к антропогенизированным, т. е. слабоизмененным. Поэтому средняя эстетическая оценка натуральности ландшафта при обзоре на площадках всех 14 исследуемых объектов составила 2,25 балла, но изобилие интродуцентов на Всехсвятском ските и Игуменском кладбище поднимает эту оценку эстетичности перспектив до 3 баллов.

Рельеф местности, обозреваемой со смотровых площадок, в целом невыразителен: средняя оценка его расчлененности — 1,71 балла и только на горе Елеон вблизи часовни Вознесения максимальна — 4 балла.

Обилие холмов, островов в панорамах незначительно (средние оценки соответственно 0,71 и 1,2 балла).

В движении по маршрутам туристам нередко встречаются красивые обнажения скал. Однако смотровые площадки, приуроченные к зданиям и сооружениям, размещены таким образом, что не включают в панорамы эти явления. И лишь на горе Елеон экскурсанты могут наслаждаться видом серых, бурых, красноватых изломов диабазов.

Силуэт вершинной линии лесов в перспективах на всех смотровых точках довольно монотонен: средняя оценка разнообразия составила 1,52 балла.

Качество травянистой растительности на дренированных почвах невысоко (в среднем 1,87 балла на всех смотровых площадках). Еще ниже обилие и качество водной и прибрежной травянистой растительности, попадающей в поле зрения на видовых точках.

По наличию в панорамах архитектурных и инженерно-технических памятников средняя эстетическая оценка довольно высока — 2,84 балла при максимуме (4,0 балла) вблизи Спасо-Преображенского собора и несколько меньших оценках на Всехсвятском (3,8 балла) и Никольском (3,7 балла) скитах.

Дороги, мосты, переправы, мелиоративная сеть художественно расположены в лесных и сельских пейзажах. Оценки в этом случае дихотомны (вписываются — 1, не вписываются — 0 баллов).

Средняя суммарная эстетическая оценка панорам составила 37,1 балла. Она максимальна при обозрении перспектив вблизи часовни Вознесения (47 баллов), с мостов на о. Московский (41 балл), с Владимирского моста (40,9 балла).

Средняя интегральная эстетическая оценка пейзажного окружения 14 объектов составила 86,2 балла. Намного выше оценка окружения, открывающегося с периметра и смотровых площадок у часовни Вознесения (96,6 балла), вблизи Всехсвятского скита (94,2 балла), около Спасо-Преображенского собора и Игуменского кладбища (по 92,9 балла). Минимальны оценки пейзажей вблизи Тихвинского канала и Старого причала (71,6 и 73,1 балла соответственно).

Таким образом, с учетом всех 43 признаков пейзажей наиболее предпочтительны в эстетическом отношении гора Елеон с часовней Воз-

несения, скит Всехсвятский с часовней Крестных страданий, центральное ядро монастыря — Спасо-Преображенский собор, дендрарий Игуменского кладбища с церковью Преподобных Отец и Звонницей, агроландшафт, огражденный рощей и двухсторонней дубовой аллеей, имеющий в центре композиции памятник природы «Сосна Шишкина», и архитектурно-ландшафтный комплекс Никольского скита, подходами к которому служат пять ажурных деревянных мостов, опирающихся на крохотные скальные островки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Боговая И. О., Фурсова Л. М. Ландшафтное искусство.— М.: Агропромиздат, 1988.— 223 с. [2]. Генсирук С. А., Нижник М. С., Возняк Р. Р. Рекреационное использование лесов.— Киев: Урожай, 1987.— 248 с. [3]. Крестьяншина Л. В., Арно Г. И., Мазурко В. А. Ландшафтные рубки на примере зеленой зоны г. Ленинграда: Методич. указания.— Л.: ЛенНИИЛХ, 1973.— 44 с. [4]. Маркевич И. А., Шужмов А. А. Информативность эстетики ландшафта // Лесн. журн.— 1992.— № 3.— С. 15—18. [5]. Маркевич И. А., Шужмов А. А. Методика эстетической оценки элементарных ландшафтов при движении по маршрутам // Лесн. журн.— 1993.— № 1.— С. 17—22. [6]. Маркевич И. А., Шужмов А. А. Методика эстетической оценки пейзажей на видовых точках // Лесн. журн.— 1993.— № 4.— С. 34—39. [7]. Миколаш Я., Питтерман Л. Управление охраной окружающей среды.— М.: Прогресс, 1983.— 240 с. [8]. Пряхин В. Д. Новое в методике ландшафтной таксации // Озеленение городов: Науч. тр.— М.: АКХ, 1970.— Вып. 71.— С. 27—38. [9]. Пурвинас М. Э. Эстетическая оценка природной среды в архитектурном проектировании: Аналитич. обзор.— Вильнюс: Минтис, 1982.— 41 с. [10]. Рожков Л. Н. Методика эстетической оценки пейзажей // Лесн. хоз-во.— 1978.— № 12.— С. 23—26. [11]. Рывкин В. Р. Принципы пространственной организации Валаамского архитектурно-ландшафтного комплекса // Проблемы исследования реставрации и использования архитектурного наследия Карелии и сопредельных областей.— Петрозаводск: ПГУ, 1986.— С. 31—37. [12]. Тюльпанов Н. М. Лесопарковое хозяйство.— Л.: Стройиздат, 1975.— 161 с. [13]. Эрингис К. И., Будрюнас А. А. Сущность и методика детальной эколого-эстетической оценки пейзажей // Экология и эстетика ландшафта.— Вильнюс: Минтис, 1975.— С. 107—160.

Поступила 22 ноября 1993 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630*24 : 65.011.54

А. В. ЖУКОВ, А. С. ФЕДОРЕНЧИК, А. В. ЖОРИН

Белорусский государственный технологический университет

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
МАЛОГАБАРИТНОГО ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА
НА ЗАГОТОВКЕ ДРЕВЕСИНЫ

Рассмотрен вопрос о применении минитехники на рубках ухода и несплошных рубках главного пользования. Дана оценка работы трактора с использованием критерия энергоемкости.

The problem of using mini-machinery at thinning and partial harvest cutting has been considered. The estimation of the tractor operation by using energy capacity criterion has been given.

В последние годы за рубежом при рубках ухода и несплошных рубках главного пользования широко используют малогабаритные лесные тракторы. Наиболее известны машины типа «железный конь» фирмы «Хуксварна», которые успешно эксплуатируют в Швеции, Японии, Польше, других странах [4, 7].

В настоящее время на ряде машиностроительных предприятий СНГ (ОТЗ, МТЗ и др.) обсуждают вопрос о производстве машин указанного типа. Для определения целесообразности их применения в различных условиях эксплуатации необходимо провести соответствующие научные исследования.

Основная задача минитрактора — формирование пачки лесоматериалов и доставка ее к технологическому коридору или погрузочной площадке. Оператор передвигается по пачке и ведет за собой минитрактор, осуществляет валку помеченного дерева, производит его первичную обработку в зависимости от вида заготавливаемого сырья (дерева, хлысты, сортименты), загружает лесоматериалы на минитрактор при помощи навесного технологического оборудования или вручную [2, 4, 7] и переходит к следующему дереву. Операции продолжают до полной загрузки машины. Пачку затем подтрелевывают к технологическому коридору или погрузочной площадке.

Практически для всех технологических процессов с использованием минитехники ее работа связана с передвижением между деревьями. Для насаждения с пуассоновским законом распределения деревьев по площади лесосеки [1] расстояние перехода малогабаритного трелевочного трактора от дерева к дереву определяют по формуле

$$l_{cp} = \frac{100}{\sqrt{Qi/(100q)} - 1} + \sqrt{2 \left(\frac{100}{\sqrt{Qi/(100q)} - 1} \right)^2}, \quad (1)$$

где l_{cp} — среднее расстояние между вырубемыми деревьями, м;

Q — запас древостоя, м³/га;

q — средний объем дерева, м³;

i — интенсивность изреживания, %.

Эту формулу использовали также для определения влияния параметров насаждений и интенсивности изреживания на энергоемкость процессов формирования пачки и подтрелевки лесоматериалов.

Методика определения энергозатрат разработана в ЛТА. Согласно ей энергозатраты на выполнение технологической работы и движение оцениваются раздельно. Для более глубокого анализа процесса трелевки будем рассматривать транспортную работу отдельно от процессов загрузки и разгрузки древесины [3].

С помощью данной методики и формулы (1) получено уравнение для определения затрат энергии при равномерном изреживании древостоя:

$$\mathcal{E}_{\text{тр}} = \mathcal{E}_{\text{тех}} + \mathcal{E}_{\text{р. х}} + \mathcal{E}_{\text{х. х}} \quad (2)$$

Здесь $\mathcal{E}_{\text{тр}}$, $\mathcal{E}_{\text{тех}}$, $\mathcal{E}_{\text{р. х}}$, $\mathcal{E}_{\text{х. х}}$ — затраты энергии, кВт · ч/га, соответственно на выполнение транспортной, технологической работы, рабочий и холостой ход машины.

Значения этих затрат находят по формулам

$$\mathcal{E}_{\text{тех}} = C \frac{k_0 v_0}{\eta_{\text{тр}}} f_{\text{н}} g l_{\text{ср}} \frac{V_{\text{п}}}{q} 0,5 m_{\text{п}} \frac{Qi}{100 V_{\text{п}}}; \quad (3)$$

$$\mathcal{E}_{\text{р. х}} = C \frac{k_0 v_0}{\eta_{\text{тр}}} f_{\text{т}} g l_{\text{ср}} \frac{V_{\text{п}}}{q} m_{\text{т}} \frac{Qi}{100 V_{\text{п}}}; \quad (4)$$

$$\mathcal{E}_{\text{х. х}} = C \frac{k_0 v_0}{\eta_{\text{тр}}} f_{\text{т}} g l_{\text{х. х}} m_{\text{т}} \frac{Qi}{100 V_{\text{п}}}, \quad (5)$$

где C — переводной коэффициент, равный 1/3600;
 k_0 — коэффициент увеличения пути движения машины по отношению к расчетному, $k_0 = 1,05 \dots 1,20$;
 v_0 — коэффициент увеличения затрат энергии за счет непроизводительных движений и трогания с места, $v_0 = 1,1 \dots 1,3$;
 $\eta_{\text{тр}}$ — КПД трансмиссии машины;
 $f_{\text{н}}$ — коэффициент сопротивления движению пачки;
 $V_{\text{п}}$ — объем трелюемой пачки;
 q — средний объем хлыста, м³;
 $m_{\text{п}}$ — масса пачки, т;
 Q — запас насаждения, м³/га;
 i — интенсивность прореживания, %;
 $f_{\text{т}}$ — коэффициент сопротивления движению трактора;
 $m_{\text{т}}$ — масса трактора, т;
 $l_{\text{х. х}}$ — среднее расстояние холостого хода, м.

После подстановок формула (2) принимает вид

$$\mathcal{E}_{\text{тр}} = C \frac{k_0 v_0}{\eta_{\text{тр}}} \frac{Qi}{100 V_{\text{п}}} g \left[l_{\text{ср}} \frac{V_{\text{п}}}{q} (f_{\text{н}} \cdot 0,5 m_{\text{п}} + f_{\text{т}} m_{\text{т}}) + f_{\text{т}} l_{\text{х. х}} m_{\text{т}} \right]. \quad (6)$$

В уравнении (3) для определения затрат энергии на выполнение технологической работы использовали среднюю массу пачки, поскольку работа минитрактора представляет собой собирательный процесс, т. е. пакет наполняется постепенно в течение всего технологического цикла.

Выражение (6) использовали для теоретического исследования энергоемкости процесса подтрелевки для конкретных лесорастительных условий Республики Беларусь на основании нормативных материалов по таксации леса [6] и нового наставления по рубкам ухода [5].

Средний объем вырубаемых деревьев был принят равным среднему объему дерева в насаждении на момент прореживания, что обуславливается преобладанием комбинированного метода рубки, предусматривающего уход в нижнем и верхнем ярусах [5].

Согласно нормативным материалам по таксации леса и новому наставлению по рубкам ухода для региона Республики Беларусь полнота древостоев, подлежащих прореживанию, изменяется от 0,8 до 0,9, максимально допустимая полнота после прореживания 0,7, что фактически ограничивает интенсивность рубки. Так, для сложных сосновых насаждений интенсивность может меняться от 12 до 26 %, для сложных еловых насаждений от 12 до 22 %. Рекомендуемая повторяемость рубок 10...20 лет.

На рис. 1 представлен график зависимости энергозатрат $\mathcal{E}_{тр}$ от возраста древостоя A и интенсивности прореживания i для сложных еловых и сосновых насаждений. Как видим, при повышении возраста прореживания от 20 до 30 лет они уменьшаются в среднем на 40...45 %, от 30 до 70 лет — всего на 10 %. Наибольшие затраты энергии наблюдаются при изреживании 20-летних насаждений, что объясняется большой плотностью насаждений в этом возрасте и малым объемом заготавливаемых деревьев. При увеличении интенсивности прореживания отмечается равномерное возрастание энергозатрат. На графике обозначена также зона допустимой интенсивности прореживания.

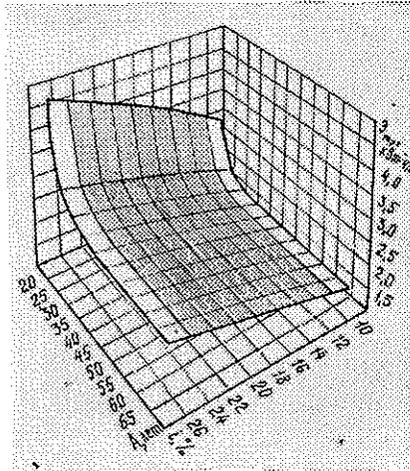


Рис. 1. Изменение энергозатрат на транспортную работу в зависимости от возраста древостоя и интенсивности прореживания

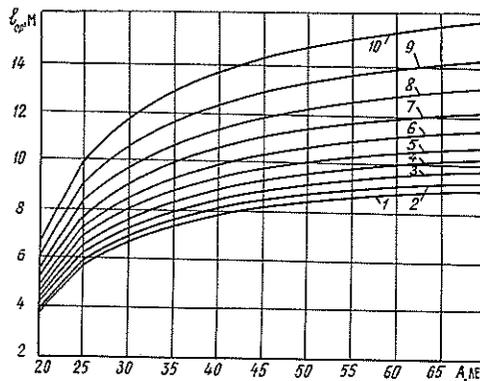


Рис. 2. Изменение среднего расстояния между вырубаемыми деревьями в зависимости от возраста древостоя и интенсивности прореживания: 1—10 — соответственно 28, 26, 24, 22, 20, 18, 16, 14, 12 и 10 %

При моделировании исследуемого процесса предполагали, что оператор подходит к каждому из прореживаемых деревьев. Однако при прореживаниях 20-летних древостоев можно обрабатывать несколько

деревьев с одной стоянки машины, поскольку в сложных сосновых и еловых насаждениях среднее расстояние между деревьями в зависимости от интенсивности прореживания изменяется от 3,8 до 6,5 м (рис. 2). В таком случае значительно уменьшается среднее расстояние передвижения и энергозатраты.

При окончательной оценке энергоемкости следует учитывать степень утомляемости оператора. В настоящее время на рубках ухода работу по формированию пачки и сортировке выполняют в основном вручную, поэтому ее оценивают как тяжелую физическую с нервным напряжением средней степени. Использование минитрактора также не позволяет исключить ручной труд. Примерно 75 % времени технологического цикла затрачивается на валку, первичную обработку, а также погрузку и выгрузку древесины [2]. Использование навесного технологического оборудования (лебедка с приводом от ДВС, ручная лебедка) дает возможность значительно механизировать данный процесс, к тому же выполнение различных по характеру операций делает труд оператора менее монотонным [4].

С помощью данной методики можно оценить энергозатраты малогабаритного трактора для различных лесорастительных условий, что позволяет обосновать зоны его эффективного использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Алябьев В. И. Моделирование и оптимизация производственных процессов на лесозаготовках: Учеб. пособие. Ч. 1.—М.: Моск. лесотехн. ин-т, 1978.—112 с. [2]. Заготовка сортиментов на лесосеке. Технология и машины / А. В. Жуков, И. К. Иевинь, А. С. Федоренчик и др.—М.: Экология, 1993.—311 с. [3]. Кочегаров В. Г., Бит Ю. А., Меньшиков В. Н. Технология и машины лесосечных работ: Учеб. для вузов.—М.: Лесн. пром-сть, 1990.—392 с. [4]. Крылов И. Е. Современные тенденции в развитии механизации лесных работ // Лесное хозяйство за рубежом: Экспресс-информ. / ВНИИЦ по лесным ресурсам СССР.—1991.—Вып. 7.—С. 10. [5]. Наставление по рубкам ухода в лесах Республики Беларусь.—Минск, 1992. [6]. Нормативные материалы для таксации леса Белорусской ССР / М.: ЦВНТИ, 1984. [7]. Перспективы механизации работ при рубках ухода. Минифорвардеры на лесозаготовках // Лесозаготовка и лесосплав: Экспресс-информ. / ВНИПИЭИлеспром.—1992.—Вып. 6.—С. 2—36.

Поступила 25 июля 1994 г.

УДК 621.865.8

Ю. П. ЭПШТЕЙН



Эпштейн Юрий Петрович родился в 1941 г., окончил в 1965 г. политехнический институт в Алма-Ате, кандидат технических наук, доцент кафедры механики Петропавловского государственного университета. Имеет 25 научных трудов в области исследования динамики неупругих конструкций, колебаний конструкций лесосушильной камеры, динамики валки и пакетирования дерева с учетом его упругих свойств, механики манипуляторов лесных машин с автоматизированной системой управления.

АНАЛИЗ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ МАНИПУЛЯТОРОВ ЛЕСНЫХ МАШИН НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Приведены результаты построения кинематической модели многозвенового манипулятора лесной машины. Выполнен сравнительный анализ релейной и пропорциональной систем управления.

The results of kinematic model construction of multi-link manipulator of a forestry machine are presented. The comparative analysis of relay and proportional operation systems is carried out.

Совершенствование систем управления многооперационных лесозаготовительных машин манипуляторного типа, в частности автоматизация ряда технологических операций, таких как наведение на цель, перемещение рабочего органа и пакетирование предмета труда, дает возможность снизить психофизиологические нагрузки на оператора и тем самым повысить производительность труда [3].

Кроме того, переход от релейного управления к пропорциональному в гидравлических приводных системах позволяет устранить динамические пуско-тормозные перегрузки на технологическое оборудование, что сказывается на повышении надежности лесных машин.

При проектировании систем управления манипуляторов важно прогнозировать влияние параметров управления на кинематическое состояние рабочего органа и предмета труда. Эффективным способом такого прогнозирования является имитационное моделирование на ЭВМ движений механической системы, которое базируется на построении соответствующей математической модели [4].

В нашей статье приведены результаты построения кинематической модели многозвенного манипулятора лесной машины, на основе которой выполнен сравнительный анализ релейной и пропорциональной систем управления.

При математическом описании кинематики манипулятора могут быть использованы различные методы: векторный, матричный и винтовой [2]. Ранее [1] использовали векторно-матричный метод с применением обычных матриц 3-го порядка.

Для определения положения и ориентации рабочего органа в зависимости от заданной системы управления манипулятора наиболее удобен метод, использующий специальные матрицы однородных преобразований, имеющие размерность 4×4 [5]. Он использован в данной работе.

На рис. 1 приведена кинематическая схема манипулятора, с указанием связанных систем координат для последовательно расположенных звеньев. Взаимное расположение смежных систем координат можно

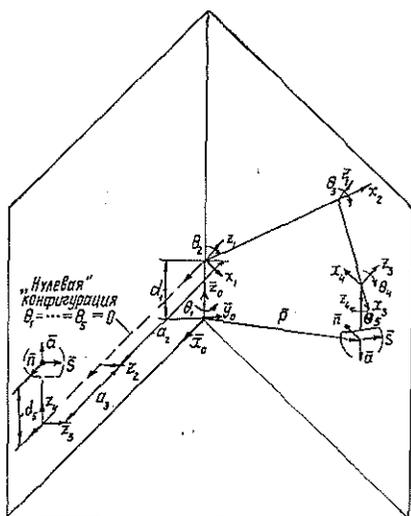


Рис. 1.

описать с помощью лишь четырех параметров (а не шести, как в общем случае), которые обозначены буквами a_i , α_i , d_i и θ_i и определяются следующим образом:

a_i — кратчайшее расстояние между осями z_i и z_{i-1} ;

α_i — угол между z_i и z_{i-1} ;

d_i — кратчайшее расстояние между осями x_i и x_{i-1} ;

θ_i — угол между x_i и x_{i-1} .

На рисунке не показаны нулевые параметры a_1 , a_4 , a_5 , d_2 , d_3 , d_4 . Значения углов $\alpha_1 = -90^\circ$, $\alpha_4 = 90^\circ$ и $\alpha_2 = \alpha_3 = \alpha_0 = 0$.

Для манипулятора с вращательными парами угол θ_i — величина переменная, а d_i , α_i и a_i — константы. В таблице приведены параметры сочленений для манипулятора трактора ТБ-1М ПО «Онежский тракторный завод».

Положение и ориентация системы координат i -го звена относительно системы координат $(i-1)$ -го звена задается с помощью матрицы ${}^{i-1}A_i$ размера 4×4 однородного преобразования:

$${}^{i-1}A_i = \begin{vmatrix} c(\theta_i) & -c(\alpha_i)s(\theta_i) & s(\alpha_i)s(\theta_i) & a_i c(\theta_i) \\ s(\theta_i) & c(\alpha_i)c(\theta_i) & -s(\alpha_i)c(\theta_i) & a_i s(\theta_i) \\ 0 & s(\alpha_i) & c(\alpha_i) & d_i \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad (1)$$

где

$$c(\theta_i) = \cos \theta_i; \quad s(\theta_i) = \sin \theta_i;$$

$$c(\alpha_i) = \cos \alpha_i; \quad s(\alpha_i) = \sin \alpha_i.$$

Сочле- нение i	θ_i	α_i , град	a_i , м	d_i , м
1	θ_1	-90	0	1,58
2	θ_2	0	3,8	0
3	θ_3	0	2,2	0
4	θ_4	90	0	0
5	θ_5	0	0	1,28

Матрицы однородных преобразований для отдельных движений манипулятора получены на основе матрицы (1) с учетом кинематических параметров из таблицы. При этом c_i и s_i обозначают соответственно $\cos \theta_i$ и $\sin \theta_i$.

Для поворота манипулятора

$${}^0A_1 = \begin{vmatrix} c_1 & 0 & -s_1 & 0 \\ s_1 & 0 & c_1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 1,58 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{vmatrix};$$

для подъема и опускания стрелы

$${}^1A_2 = \begin{vmatrix} c_2 & -s_2 & 0 & 3,8c_2 \\ s_2 & c_2 & 0 & 3,8s_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix};$$

для выноса и подтягивания рукояти

$${}^2A_3 = \begin{vmatrix} c_3 & -s_3 & 0 & 2,2c_3 \\ s_3 & c_3 & 0 & 2,2s_3 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix};$$

для наклона рабочего органа

$${}^3A_4 = \begin{vmatrix} c_4 & 0 & s_4 & 0 \\ s_4 & 0 & -c_4 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix};$$

для вращения рабочего органа

$${}^4A_5 = \begin{vmatrix} c_5 & -s_5 & 0 & 0 \\ s_5 & c_5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1,28 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}.$$

Матрица T состояния рабочего органа манипулятора, которая задает его положение и ориентацию относительно базовой системы координат, представляет собой произведение матриц (1):

$$T = \begin{vmatrix} \overline{n} & \overline{s} & \overline{a} & \overline{p} \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix} = {}^0A_5 = {}^0A_1 \cdot {}^1A_2 \cdot {}^2A_3 \cdot {}^3A_4 \cdot {}^4A_5, \quad (2)$$

где \overline{n} , \overline{s} , \overline{a} — единичные векторы, определяющие ориентацию рабочего органа, а вектор \overline{p} — его положение.

Вычисление матрицы T достаточно легко автоматизировать на персональном компьютере в среде пакета MathCAD. Задаваясь вектором обобщенных координат манипулятора $\overline{\Theta}$, на основе формул (1) и (2) находим соответствующую матрицу T . Например, для манипулятора трактора ТБ-1М вектору $\overline{\Theta} = [90, 0, 0, 90 \text{ и } 0^\circ]^T$ соответствует матрица

$$T = \begin{vmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 7,28 \\ -1 & 0 & 0 & 1,58 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad (3)$$

что согласуется с выбором систем координат, показанным на рис. 1.

Если обобщенные координаты заданы не значениями, а функциями времени, то и элементы матрицы T являются этими же функциями.

Прямую задачу кинематики манипулятора лесной машины решают с помощью следующих соотношений:

для положения рабочего органа

$$\begin{aligned} P_x &= c_1 (3,8c_2 + 2,2c_{23} + 1,28s_{234}); \\ P_y &= s_1 (3,8c_2 + 2,2c_{23} + 1,28s_{234}); \\ P_z &= 1,58 - 3,8s_2 - 2,2s_{23} + 1,28c_{234}; \end{aligned}$$

для его ориентации

$$\begin{aligned}
 n_x &= c_1 c_{234} c_5 - s_1 s_5; \\
 n_y &= s_1 c_{234} c_5 + c_1 s_5; \\
 n_z &= -s_{234} c_5; \\
 s_x &= c_1 c_{234} s_5 - s_1 c_5; \\
 s_y &= -s_1 c_{234} s_5 + c_1 c_5; \\
 s_z &= s_{234} s_5; \\
 a_x &= c_1 s_{234}; \\
 a_y &= s_1 s_{234}; \\
 a_z &= c_{234}.
 \end{aligned}$$

Для краткости использованы следующие обозначения: $c_{ij} = \cos(\theta_i + \theta_j)$; $s_{ij} = \sin(\theta_i + \theta_j)$; $c_{ijk} = \cos(\theta_i + \theta_j + \theta_k)$; $s_{ijk} = \sin(\theta_i + \theta_j + \theta_k)$.

Скорость и ускорение перемещения рабочего органа манипулятора можно вычислить на основе следующих матричных выражений:

$$\bar{V} = \bar{J}\dot{q}; \quad \bar{a} = \bar{J}\ddot{q} + \dot{\bar{J}}\dot{q}, \quad (4)$$

где \bar{V} , \bar{a} — шестимерные векторы, состоящие из линейных и угловых скоростей и ускорений рабочего органа;

\bar{J} , $\dot{\bar{J}}$ — матрица Якоби и производная по времени от нее;

q , \dot{q} — векторы обобщенных скоростей и ускорений.

На основе построенной кинематической модели (1), (2) и (4) можно моделировать на ПЭВМ весь процесс движения манипулятора лесной машины, оценивая влияние системы управления на параметры движения рабочего органа.

На рис. 2 и 3 приведены результаты такого моделирования в среде пакета MathCAD для частного случая — двухзвенного манипулятора ($\theta_1 = 0$; $d_1 = d_5 = 0$; $a_2 = 3,8$ м; $a_3 = 2,2$ м). Исследовалось изменение во времени кинематических параметров движения захвата в процессе пакетирования предмета труда из начального положения в конечное при двух системах управления (релейное и пропорциональное).

На рис. 2, а изображены начальная и конечная конфигурации манипулятора, а также траектория перемещения его рабочего органа. На рис. 2, б показано изменение угловых скоростей звеньев манипулятора

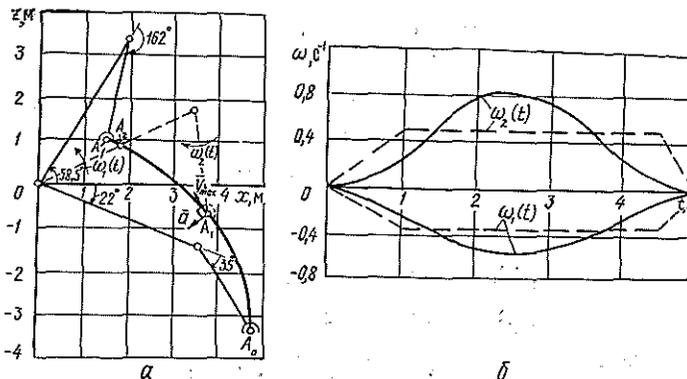


Рис. 2.

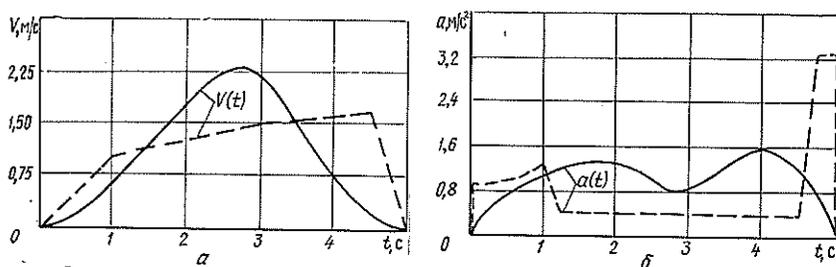


Рис. 3.

в процессе его движения при пропорциональной (сплошная линия) и релейной (штриховая линия) системах управления. При этом параметры управления подбирали из условия, чтобы за одно и то же время ($t = 5$ с) звенья манипулятора перешли из начального положения в конечное.

На рис. 3, а показано изменение во времени модуля скорости захвата для двух систем управления. При пропорциональном управлении (сплошная линия) время разгона захвата равно 2,75 с (участок траектории A_0A_1 на рис. 2, а), скорость захвата достигает максимума (2,275 м/с). В случае релейного управления (штриховая линия) время разгона увеличивается до 4,5 с (участок траектории A_0A_2), скорость захвата в это время максимальна (1,645 м/с). Характерно, что при равномерном вращении звеньев захват продолжает увеличивать скорость за счет изменения конфигурации манипулятора (увеличение угла поворота рукояти относительно стрелы).

На рис. 3, б показано изменение во времени модуля ускорения захвата с предметом труда. Если пропорциональное управление (сплошная линия) обеспечивает плавное начало движения захвата и плавное торможение, то для релейного (штриховая линия) характерны перегрузки (толчки) в начале движения (ускорение 0,946 м/с²) и особенно в конце (замедление 3,32 м/с²).

Результаты имитационного моделирования необходимы при выборе законов управления и оценке качества кинематической схемы и конструкции манипулятора лесной машины. Необходимо учитывать, что анализ кинематики манипулятора является лишь начальным этапом решения более сложных проблем, связанных с анализом динамики и синтезом управления движением.

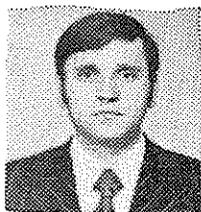
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Александров В. А., Коноплев В. А., Энштейн Ю. П. Построение программного движения робота-манипулятора лесосечной машины // Лесн. журн.— 1987.— № 6.— С. 38—43.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Воробьев Е. И., Попов С. А., Шевелева Г. И. Механика промышленных роботов. Кн. 1. Кинематика и динамика.— М.: Высш. шк., 1988.— 304 с. [3]. О некоторых путях расширения функциональных возможностей системы оператор — манипулятор применительно к лесным машинам / О. П. Афанасьев, Ю. В. Илюхин, В. И. Лобачев и др. // Науч. проблемы робототехники.— М.: Наука, 1980.— С. 76—83. [4]. Шеннон Р. Имитационное моделирование систем — искусство и наука.— М.: Мир, 1978.— 418 с. [5]. Denavit J., Hartenberg R. S. A Kinematic Notation for Lower-Pair Mechanisms Based on Matrices // ASME J. Appl. Mech.— 1955.— Vol. 22.— P. 215—221.

Поступила 14 июля 1994 г.

УДК 630*362.001.2

В. И. КУЧЕРЯВЫЙ



Кучерявый Василий Иванович родился в 1953 г., окончил в 1977 г. Ленинградскую лесотехническую академию, в 1991 г. Ленинградский государственный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической механики и сопротивления материалов Ухтинского индустриального института. Имеет 36 печатных работ в области разработки новых методов расчета прочности и прогнозирования надежности лесозаготовительных машин (ЛЗМ), вероятностного проектирования и статистической динамики конструкций ЛЗМ, моделирования на ПЭВМ ресурса деталей и прогнозирования их потребности.

ВЕРОЯТНОСТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДЕТАЛЕЙ ЛЕСНЫХ МАШИН ПРИ ИЗГИБЕ С КРУЧЕНИЕМ

Приведена методика подбора поперечных сечений деталей лесных машин при изгибе с кручением по заданному уровню надежности. Решение получено для случая, когда предел прочности детали, изгибающий и крутящий моменты нормально распределены.

Selection methods of forestry machines parts' cross sections at bending with torsion on a given reliability standard are presented. A solution is made for the case of normal distribution of the part's strength limit, bending and torsion moments.

В области расчетов деталей лесных машин (ЛМ) наименее исследованными являются вопросы вероятностного проектирования. Существующие детерминированные методы не являются удовлетворительными с точки зрения анализа надежности. Поэтому необходима методика, которая учитывала бы вероятностный характер эксплуатационных нагрузок, параметров прочности и размеров деталей. В качестве параметра надежности принята вероятность неразрушения детали R .

Цель статьи — проиллюстрировать подбор размеров поперечных сечений деталей ЛМ по заданной величине R .

Наиболее распространенным видом нагружения деталей ЛМ является изгиб с кручением. Рассмотрим элемент кругового поперечного сечения диаметром d , в опасном сечении которого возникает изгибающий M_1 и крутящий M_2 моменты. Эквивалентное напряжение σ в критической точке сечения определяется по известной детерминированной формуле (четвертая гипотеза прочности)

$$\sigma = \sqrt{32} \sqrt{M_1^2 + 0,75M_2^2} / (\pi d^3). \quad (1)$$

Допускаем, что в (1) величины M_1 , M_2 , d случайные и нормально распределены. Известны их математические ожидания (МО) \bar{M}_1 , \bar{M}_2 , \bar{d} и средние квадратичные отклонения (СКО) S_1 , S_2 , S_3 соответственно. Отсюда следует, что σ — функция трех случайных аргументов. Для нахождения математического ожидания и дисперсии применим к форму-

ле (1) метод линеаризации [1], считая, что отсутствует корреляция между случайными аргументами

$$\bar{\sigma} = 32 \sqrt{\bar{M}_1^2 + 0,75\bar{M}_2^2} / (\pi \bar{d}^3); \quad (2)$$

$$S_\sigma^2 = (\partial \bar{\sigma} / \partial \bar{M}_1)^2 S_1^2 + (\partial \bar{\sigma} / \partial \bar{M}_2)^2 S_2^2 + (\partial \bar{\sigma} / \partial \bar{d})^2 S_3^2. \quad (3)$$

В формуле (3) дисперсию диаметра представим в виде: $S_3^2 = (\alpha/3)^2 \bar{d}^2$, где α — значение допуска на диаметр в относительных единицах.

Если случайные переменные — предел прочности и напряжение в опасной точке сечения детали — статистически независимы и нормально распределены, то вероятность неразрушения определяется по формуле [1]

$$R = \Phi [z]; \quad z = (\bar{\sigma}_0 - \bar{\sigma}) / (S_0^2 + S_\sigma^2), \quad (4)$$

где $\Phi [..]$ — интеграл вероятностей;

z — аргумент интеграла вероятностей;

$\bar{\sigma}_0$ и S_0^2 — математическое ожидание и дисперсия предела прочности материала детали.

Формула (4) ранее использовалась в работах Стрелецкого, Болотина, Ржаницына.

Применим к (2) преобразование (3), и выражения для $\bar{\sigma}$ и S_σ^2 подставим в (4). Разрешив полученное уравнение относительно \bar{d} , после преобразований получим

$$k_1 \bar{d}^6 - k_2 \bar{d}^3 + k_3 = 0. \quad (5)$$

Коэффициенты k_1 , k_2 , k_3 определяются по формулам

$$k_1 = \pi^2 [\bar{\sigma}_0^2 - (z S_0)^2]; \quad (6)$$

$$k_2 = 64\pi \sqrt{\bar{M}_1^2 + 0,75\bar{M}_2^2} \bar{\sigma}_0; \quad (7)$$

$$k_3 = 1024 (\bar{M}_1^2 + 0,75\bar{M}_2^2 - z^2 \beta), \quad (8)$$

где

$$\beta = [(\bar{M}_1 S_1)^2 + 0,56 (\bar{M}_2 S_2)^2 + (\bar{M}_1^2 + 0,75\bar{M}_2^2) \alpha^2] / (\bar{M}_1^2 + 0,75\bar{M}_2^2). \quad (9)$$

Выполним численный пример. Требуется подобрать диаметр пильного вала по заданной вероятности неразрушения $R = 0,95$, который соответствует $z = 1,96$. Заданы МО и СКО предела прочности материала: $\bar{\sigma}_0 = 320$ МПа, $S_0 = 18$ МПа; МО и СКО изгибающего и крутящего моментов в опасном сечении вала: $\bar{M}_1 = 7 \cdot 10^{-3}$ МН·м; $S_1 = 1,05 \times 10^{-3}$ МН·м; $\bar{M}_2 = 3 \cdot 10^{-3}$ МН·м; $S_2 = 0,45 \cdot 10^{-3}$ МН·м; допуск $\alpha = 0,02$.

После вычисления коэффициентов по (6) — (9) уравнение (5) примет вид

$$1,265532 \bar{d}^6 - 540,2 \bar{d}^3 + 0,0531 = 0.$$

Решая это уравнение, находим, что заданная вероятность неразрушения пильного вала, равная 0,95, обеспечивается при $\bar{d}_1 = 0,065$ м. Второй корень $\bar{d}_2 = 0,054$ м приводит к вероятности отказа, равной 0,05.

При полученном значении \bar{d}_1 можно исследовать чувствительность надежности пильного вала к изменчивости прочности, изгибающего и крутящего моментов, а также допуска на размеры. Рассмотренная методика вероятностного проектирования реализована на ПЭВМ и может быть использована для других видов нагружения деталей ЛМ и форм поперечных сечений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем / Пер. с англ.— М.: Мир, 1980.— 604 с.

Поступила 23 марта 1994 г.

УДК 630*377.44-192.001.57

В. И. КУЧЕРЯВЫЙ

Ухтинский индустриальный институт

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕСУРСА ДЕТАЛЕЙ ЛЕСНЫХ МАШИН ПО КРИТЕРИЮ ИЗНОСА

Методом Монте-Карло установлено, что если в уравнении динамики износа коэффициент имеет нормальное распределение, то ресурс детали подчиняется логнормальному распределению. Результаты получены реализацией предложенного алгоритма на ПЭВМ.

Using Monte-Karlo method, it has been stated that if in a dynamic wear equation a coefficient has normal distribution, a resource of a machine part is subject to lognormal distribution. The results are obtained by implementing the algorithm offered on PC.

Статистические данные по леспромхозам Республики Коми показывают, что около 40 % всех видов разрушений деталей лесной техники составляют отказы по причине износа. Особенно быстро изнашиваются такие детали ходовой части трелевочных тракторов, как катки и направляющие колеса. Для прогнозирования потребного числа запасных частей необходимо располагать ресурсными характеристиками деталей.

В детерминированном виде ресурс детали t по критерию износа определяется по формуле [1]

$$t = (I_0/a)^{1/\beta}, \quad (1)$$

где I_0 — предельный износ детали, мкм;

a — коэффициент, мкм/ч;

β — показатель в уравнении динамики износа.

Значение I_0 приводится в технических условиях на ремонт, а β — в [1].

Для однотипных деталей, из-за изменчивости условий эксплуатации, величина a в формуле (1) — случайная. Следовательно, ресурс детали t есть функция одного случайного аргумента, т. е. $t = f(a)$. В [1] показано, что если коэффициент вариации $V_a = 0,1 \dots 0,4$, то распределение a подчиняется нормальному закону с математическим ожиданием (МО) \bar{a} и стандартным отклонением (СО) σ .

В данной статье рассмотрим задачу по определению вероятностного закона распределения t и числовые параметры ресурса: \bar{t} (МО) и σ_t (СО) в соответствии с формулой (1). Решение задачи выполним методом статистических испытаний (Монте-Карло) [2] с применением ПЭВМ. Порядок алгоритма заключается в следующем: вначале с помощью оператора $RND(x)$ (язык ТУРБО БЕЙСИК) генерируется последовательность статистически независимых чисел y_1, y_2, \dots, y_N , равномерно распределенных от 0 до 1. Затем попарно вычисляют последовательность статистически независимых случайных чисел z_1, z_2, \dots, z_N с помощью соотношений

$$z_i = (-2 \ln y_i)^{1/2} \cos(2\pi y_{i+1}); \tag{2}$$

$$z_{i+1} = (-2 \ln y_i)^{1/2} \sin(2\pi y_{i+1}),$$

где $i = 1, 3, 5 \dots$

Числовая случайная последовательность (2) имеет нормальное распределение с нулевым средним значением и дисперсией, равной 1.

Аргумент a моделируем по нормальному закону, используя преобразование

$$\{a_N\} = \bar{a} + \{z_N\} \sigma. \tag{3}$$

Подставляя (3) в (1), получаем

$$\{t_N\} = (I_0 / [\bar{a} + \{z_N\} \sigma])^{1/\beta}, \tag{4}$$

где N — число реализаций.

Выражение (4) моделирует числовую случайную последовательность ресурса детали t . Полученную последовательность $\{t_N\}$ обрабатывают статистически в целях установления теоретического распределения ресурса.

Выполним реализацию изложенного алгоритма на конкретном примере. Для катка трактора ТТ-4 известно: $I_0 = 1150$ мкм; $\beta = 1,1$; $\bar{a} = 0,55$ мкм/ч; $\sigma = 0,015$ мкм/ч. По разработанной программе, в соответствии с формулой (4), была получена случайная числовая последовательность $\{t_N\}$ размером $N = 1000$ значений, которую обрабатывали методами математической статистики по следующим теоретическим распределениям: β -, χ^2 -, Эрланга, показательному, Фишера, γ -, логнормальному, нормальному, Стьюдента, треугольному, равномерному на интервале, Вейбулла.

Наибольшая вероятность согласия $P = 0,62$ получена для логнормального распределения, что выше допускаемой $P = 0,05$. При этом значении критерий согласия $\chi^2 = 9,1$, а число степеней свободы 11. Результаты статистической обработки на ПЭВМ для логнормального закона распределения t , при заданных исходных данных, приведены в таблице. Параметры смоделированного распределения равны: $\bar{t} = 1043,99$ ч; $\sigma_t = 25,5$ ч. На основании полученных данных можно найти функцию распределения ресурса, интенсивность отказов, вероятность безотказной работы и потребное число запасных деталей на определенный период эксплуатации.

Граница ресурса t , ч		Частота		χ^2
нижняя	верхняя	смоделированная	теоретическая	
< 990	990	12	15,2	0,6867
990	1000	19	24,6	1,2939
1000	1010	51	49,5	0,0426
1010	1020	96	84,0	1,6998
1020	1030	119	120,9	0,0293
1030	1040	151	148,1	0,0567
1040	1050	156	155,3	0,0035
1050	1060	130	139,9	0,6952
1060	1070	114	108,7	0,2561
1070	1080	73	73,2	0,0007
1080	1090	41	42,9	0,0842
1090	1100	16	21,9	1,6096
1100	1110	14	9,8	1,7639
> 1110	—	8	5,8	0,8451

Предложенный алгоритм позволяет моделировать распределение t для случая, когда аргумент a в формуле (1) подчиняется аномальному распределению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Волков Д. П., Николаев С. Н. Надежность строительных машин и оборудования.—М.: Высш. шк., 1979.— 400 с. [2]. Соболев И. М. Метод Монте-Карло.—М.: Наука, 1978.— 64 с.

Поступила 24 июня 1993 г.

УДК 624.131 : 630*864

А. Л. НЕВЗОРОВ, Д. Д. КОЗМИН, Г. В. СЕВЕРОВА, В. В. КОПТЯЕВ



Невзоров Александр Леонидович родился в 1954 г., окончил в 1976 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов Архангельского государственного технического университета. Имеет 50 печатных работ в области инженерной геологии и фундаментостроения.



Козмин Дмитрий Дмитриевич родился в 1937 г., окончил в 1961 г. Одесский институт инженеров морского флота, кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов Архангельского государственного технического университета. Имеет 42 печатные работы в области инженерной геологии и фундаментостроения.



Северова Галина Витальевна родилась в 1961 г., окончила в 1984 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры строительного производства Архангельского государственного технического университета. Имеет 12 печатных работ в области технологии и организации строительства.

Коптяев Виктор Викторович родился в 1971 г., окончил в 1994 г. Архангельский лесотехнический институт, стажер-исследователь кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов Архангельского государственного технического университета.



ИССЛЕДОВАНИЕ УПЛОТНЯЕМОСТИ И ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА

Приведены результаты опытов по уплотнению гидролизного лигнина циклической нагрузкой. Получены значения его коэффициента фильтрации при различной степени уплотнения.

The experiments results of hydrolysis lignin packing by cyclic load are given. The values of its filtration coefficient at different packing degrees have been obtained.

Гидролизный лигнин относится к отходам целлюлозно-бумажного производства. Его отвалы достигают сотен тысяч кубических метров. Лигнин используют в строительстве в качестве теплоизолирующих слоев при устройстве малозаглубленных фундаментов, для изготовления стеновых блоков, а также при устройстве автодорожных насыпей на пучинистых грунтах и т. п. [1, 2]. На Онежском гидролизном заводе Архангельской области в настоящее время возводят ограждающую дамбу зооотвала, часть тела которой отсыпают из лигнина [4]. Основные физико-механические свойства указанного материала были изучены нами ранее при разработке проекта дамбы [5]. Однако в процессе ее возведения возникли проблемы, связанные с уплотнением этого необычного органического техногенного грунта и, как следствие, с точным прогнозом фильтрационных потерь через дамбу. Поэтому нами были проведены дальнейшие исследования уплотняемости гидролизного лигнина при динамических воздействиях и его водопроницаемости при различной степени уплотнения. Результаты этих исследований приводятся в настоящей статье. Они будут полезны также при проектировании теплоизолирующих слоев в основании сооружений и разработке технологии изготовления строительных изделий из лигнина.

Испытания по уплотняемости грунтов выполняют обычно на приборе СоюздорНИИ с помощью свободно падающего груза [3]. Результаты испытаний лигнина в этом приборе приведены на рис. 1, где ρ_t — плотность «сухого» грунта, определяемая как отношение массы твер-

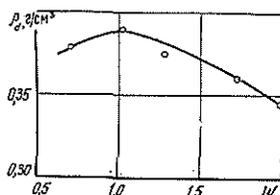


Рис. 1. Зависимость плотности (ρ_d) от влажности (W) по результатам испытания лигнина в приборе СоюздорНИИ

дых частиц к объему грунта. При влажности $W = 1,02$, которую здесь называют оптимальной, удалось достичь максимального значения $\rho_d^{\max} = 0,39 \text{ г/см}^3$. Однако, как показала практика возведения грунтовых сооружений и в частности ограждающей дамбы на Онежском гидролизном заводе, часто не удается приблизиться к полученным на приборе СоюздорНИИ значениям плотности. Это происходит из-за несоответствия энергии уплотнения грунта падающим грузом в приборе и в реально применяемых строительных механизмах. К сожалению, корректировка методики лабораторных исследований в зависимости от имеющихся в наличии уплотняющих механизмов нормами не предусмотрена.

Нами использована методика лабораторных испытаний, разработанная ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева применительно к уплотнению грунтов пневмокатками и автосамосвалами [6]. По этой методике производят циклическое нагружение образцов различной влажности в компрессионных приборах. В каждом цикле нагрузку прикладывают на $0,5 \dots 1,0 \text{ с}$, а затем снимают на 60 с . Число циклов принимают равным 10. В наших опытах уплотняющее давление составляло $50 \dots 500 \text{ кПа}$. Все опыты выполняли в шестикратной повторности. Для каждого давления получены зависимости $\rho_d = f(W)$, приведенные на рис. 2.

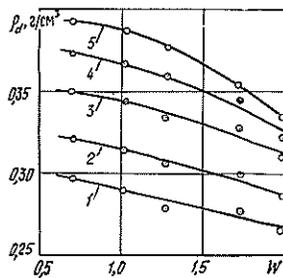


Рис. 2. Результаты уплотнения лигнина в компрессионном приборе при циклическом приложении давления: 1 — 50; 2 — 100; 3 — 200; 4 — 300; 5 — 500 кПа

При разработке проекта производства работ следует иметь в виду, что максимальное уплотняющее давление, создаваемое пневмокатками или автосамосвалами на твердой поверхности, находят по формуле [6]

$$P = 1,44N/b^2,$$

где 1,44 — коэффициент, учитывающий эллипсовидность площади контакта колеса с поверхностью уплотняемого грунта;

N — нагрузка на колесо, кН;

b — ширина протектора шины, м.

Например, пневмокаток ДУ-16 создает максимальное давление 360, ДУ-26 — 130, самосвал МАЗ-503 — 640, КрАЗ-256Б — 610 кПа. Однако наши наблюдения показали, что для гидролизного лигнина, представляющего собой сильнодеформируемый материал, площадь контакта колеса с поверхностью в 1,5—2,0 раза больше расчетной даже после нескольких проходов по одному месту. В результате удается создать уплотняющее давление только в пределах 50...70% от максимально возможного.

Заметим также, что согласно полученным данным наиболее эффективно уплотняется лигнин при меньшей влажности, поэтому его следует транспортировать не прямо с завода, а из отвала, где его влажность ближе к оптимальной.

Оценив плотность грунта, достигаемую при использовании тех или иных механизмов, переходят к фильтрационным расчетам сооружения.

Рис. 3. Схема компрессионно-фильтрационного прибора: 1 — корпус; 2 — перфорированное днище; 3 — грунт; 4 — перфорированный поршень; 5 — шток; 6 — штуцер для отвода воды; 7 — штуцер для подачи воды

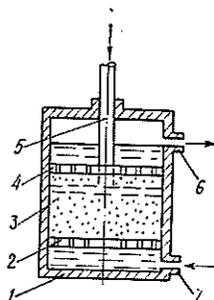
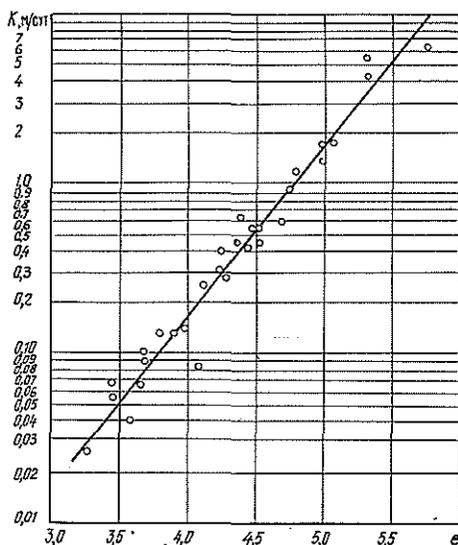


Рис. 4. Зависимость коэффициента фильтрации лигнина (K) от коэффициента пористости (e)



Фильтрационные свойства лигнина мы исследовали на специальных компрессионно-фильтрационных приборах (рис. 3), в которых в ходе статического уплотнения образца поршнем периодически нагнетают воду в нижнюю камеру прибора. По скорости падения напора воды вычисляют коэффициент фильтрации исследуемого грунта при различной степени уплотнения. Результаты опытов представлены на рис. 4, где по оси абсцисс отложен коэффициент пористости* лигнина, а по оси ординат — коэффициент фильтрации в логарифмическом масштабе. Полученные данные свидетельствуют, что водопроницаемость лигнина может изменяться на два порядка в зависимости от степени уплотнения. Более того, при эффективном уплотнении лигнин может получить свойства водоупора, которым в практике гидротехнического строительства считается грунт с коэффициентом фильтрации меньше 0,1 м/сут.

Выводы

Стандартная методика исследования уплотняемости требует корректировки для сильнодеформируемых грунтов, каким является гидролизный лигнин.

* Коэффициент пористости вычисляют по формуле $e = \rho_s / \rho_d - 1$, где ρ_s для лигнина можно принять равным 1,38 г/см³ [5].

Фильтрационные свойства гидролизного лигнина существенно зависят от степени уплотнения, поэтому при использовании этого материала в основании или теле сооружений требуется точный прогноз и контроль плотности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Безотходное производство в гидролизной промышленности / А. З. Евилевич и др.—М.: Лесн. пром-сть, 1982.—181 с. [2]. Вырко Н. П., Лещенко А. П., Каскеров Г. И. Экспериментальные исследования конструкции дорожной одежды с теплоизоляционным слоем // Лесн. журн.—1991.—№ 3.—С. 126—128.—(Изв. высш. учеб. заведений). [3]. ГОСТ 22733—77. Грунты. Метод лабораторного определения максимальной плотности.—М.: Госстандарт, 1978.—14 с. [4]. Использование гидролизного лигнина при устройстве дамб обвалования / А. Л. Невзоров, Д. Д. Козмин, В. Н. Звездин и др. // Проблемы экологии на Европейском Севере: Сб. науч. тр.—Архангельск: АЛТИ, 1992.—С. 110—111. [5]. Невзоров А. Л., Козмин Д. Д., Звездин В. Н. Физико-механические свойства гидролизного лигнина как техногенного грунта // Лесн. журн.—1992.—№ 1.—С. 131—133.—(Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Руководство по лабораторному определению оптимальных значений влажности и объемного веса скелета связанных грунтов применительно к уплотнению катками: П 37—75 (ВНИИГ) Минэнерго СССР.—Л.: Энергия, 1975.—42 с.

Поступила 26 сентября 1994 г.

УДК 630*362.7-843

А. Н. ТОРИЦЫН, В. Н. ЯКОВЛЕВ



Торицын Анатолий Николаевич родился в 1963 г., окончил в 1989 г. Ленинградскую лесотехническую академию, аспирант С.-Петербургской лесотехнической академии. Научные интересы — совершенствование механизированного инструмента для валки деревьев, обрезки сучьев и раскрывки хлыстов.



Яковлев Владимир Николаевич родился в 1961 г., окончил в 1986 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры геодезии Архангельского государственного технического университета. Имеет 17 печатных работ в области рационального лесопользования, трубопроводного гидротранспорта измельченной древесины и совершенствования геодезического обеспечения работ при проектировании объектов лесной промышленности.

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПИЛЬНЫХ ЦЕПЕЙ

Приведены результаты сравнительных испытаний отечественных и зарубежных пильных цепей с гнутым режущим зубцом и шагом 10,26 мм. Предложена методика исследований, указаны определяемые параметры и схемы измерений. Сделан анализ изменения эксплуатационных показателей в процессе наработки пильных цепей.

The comparative test results of national and foreign chain saws with a bent cutting tooth and a pitch of 10,26 mm have been given. Research methods are offered, determined parameters and measurement diagrams are pointed out. The analysis of operational indicators' change in the operation age of the chain saws.

На кафедре технологии лесозаготовительных производств С.-Петербургской лесотехнической академии были проведены сравнительные испытания отечественных (марки ПЦУ) и зарубежных (марки «Орегон») пильных цепей с гнутым режущим зубцом и шагом 10,26 для определения их наработки на отказ в межзаточный период. Под отказом в данном случае понимали состояние пильной цепи, при котором вследствие затупления или выкрашивания режущих кромок мощность и удельная работа резания достигают предельно допустимых значений.

Наработку на отказ оценивали через суммарную площадь пропилов. Учет вели по одной стенке в пропилах. Площадь каждого пропила вычисляли по измеренному диаметру бревна в месте реза; при определении наработки S эти площади суммировали:

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{\pi d_i^2}{4}, \quad (1)$$

где d_i — диаметр бревна в месте пропила, м;
 n — число пропилов к моменту измерения.

Цепи испытывали на специальном стенде, где производили штатную распиловку бревен березы. Основные показатели, характеризующие работу цепи, — мощность электродвигателя N , силу резания P_p и

Рис. 1. Схема определения стрелы поперечного прогиба пильной цепи под собственной тяжестью

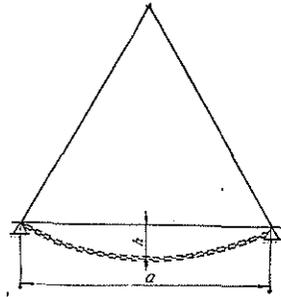
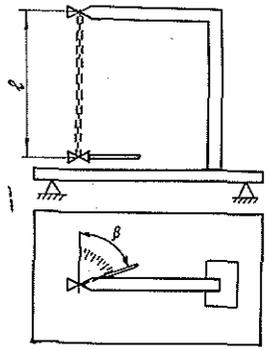


Рис. 2. Схема определения угла продольного скручивания



отжима P_0 — измеряли через 0,2...0,5 м² наработки на каждую пильную цепь и на одном и том же образцовом бруске.

Одновременно на специальном устройстве измеряли поперечные прогибы и углы продольного скручивания цепей. По этим параметрам оценивали зазоры в шарнирных соединениях цепи. Схемы измерений показаны на рис. 1 и 2. При поперечном прогибе цепи приведенный зазор $C_{пр}$ находили из выражения:

$$C_{пр} = b \operatorname{tg} \left(\frac{2 \arcsin \frac{a}{a^2/(4h) + h}}{\sqrt{a^2 + 16h^2/3} / t_{ц}} \right), \quad (2)$$

где b — толщина среднего звена, мм;
 a — расстояние между опорами, на которых лежит измеряемый участок цепи, мм;
 h — стрела поперечного прогиба цепи, мм;
 $t_{ц}$ — шаг цепи, мм.

Зазор в шарнире при продольном скручивании цепи $C_{скр}$ определяли по формуле

$$C_{скр} = b \operatorname{tg} (t_{ц} \beta / l), \quad (3)$$

где β — угол скручивания измеряемого участка цепи, град;
 l — длина участка, мм.

По результатам исследований найдены зависимости силы резания P_p силы отжима P_0 (рис. 3) и зазоров в шарнирах $C_{пр}$, $C_{скр}$ (рис. 4) от наработки цепи. Их анализ показал следующее:

поперечные прогибы и углы продольного скручивания у цепей типа ПЦУ в 2,0—2,5 раза выше, чем у цепей «Орегон»;

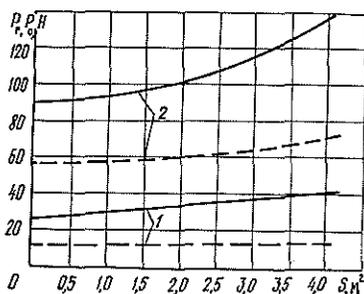


Рис. 3. Зависимость силы резания P_p (1) и силы отжима P_0 (2) от наработки цепей S : сплошная линия — цепи ПЦУ; штриховая — «Орегон»

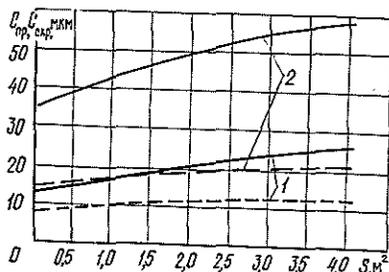


Рис. 4. Зависимость зазоров в шарнирах при поперечном прогибе $C_{пр}$ (1) и продольном скручивании $C_{скр}$ (2) от наработки цепей S . Обозначения см. на рис. 3.

в исходном состоянии (после заводской заточки) потребляемая мощность электродвигателя была наименьшей при использовании цепи «Орегон», у ПЦУ на 110...125 % больше; при наработке до 4,5 м² мощность возросла соответственно на 11...13 и на 52...58 %.

Сила отжима в исходном состоянии наименьшая у цепи «Орегон», у ПЦУ-10,26 на 30 % больше; при наработке до 4,5 м² на каждую цепь она увеличилась на 9 и 185 %.

Результаты исследований позволяют сделать вывод, что по всем параметрам отечественные цепи уступают цепям типа «Орегон».

При низком качестве изготовления цепей даже из высокосортных материалов нельзя получить высоких эксплуатационных показателей процесса пиления. Если качество изготовления хорошее, а материал не лучшего сорта, то можно ожидать высоких эксплуатационных показателей, но с малой наработкой на отказ.

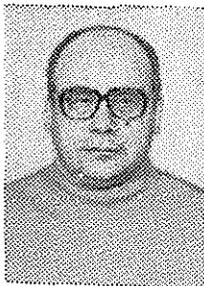
Работы, направленные на повышение качества пильных цепей, следует продолжить.

Поступила 20 сентября 1994 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.093.26

А. К. ЛЕОНТЬЕВ, А. Н. ЧУБИНСКИЙ



Леонтьев Анатолий Константинович родился в 1929 г., окончил в 1953 г. Ленинградский политехнический институт, доктор технических наук, профессор кафедры теплотехники С.-Петербургской лесотехнической академии. Имеет 93 научных труда в области теплофизики.



Чубинский Анатолий Николаевич родился в 1948 г., окончил в 1972 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, доцент кафедры механической технологии древесины и древесных материалов С.-Петербургской лесотехнической академии. Имеет 47 научных трудов в области технологии склеивания древесины.

РАСЧЕТ ТЕПЛООВОГО СОСТОЯНИЯ
МНОГОСЛОЙНОЙ ДЕРЕВЯННОЙ ПЛАСТИНЫ
ПРИ ПЬЕЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Разработана методика расчета теплового состояния деревянной пластины при пьезотермической обработке, позволяющая определить температурные поля и продолжительность нагрева клееных материалов из шпона в процессе склеивания.

The calculation methods of wood plate heat condition at piezothermal treatment which allow to determine temperature fields and heating duration of veneer glued materials in the course of gluing have been developed.

Проблема расчета теплового состояния слоеной древесины возникла одновременно с разработкой технологии горячего прессования фанеры и других композитных материалов. Знание температурных полей в поперечном сечении склеиваемого пакета шпона из древесины различных пород необходимо, в частности, для определения длительности процесса пьезотермической обработки.

Разработанные ранее методики расчета теплового состояния склеиваемого материала [1, 3] имеют ряд недостатков. Наиболее существенным из них является тот, когда авторы не учитывают изменение толщины слоя в процессе прессования.

Предлагаемый нами инженерный метод расчета температурных полей в пакете шпона (пластине) при пьезотермической обработке основан на решении классического уравнения теплопроводности для плоского однородного симметрично нагреваемого с обеих сторон слоя материала, толщина которого намного меньше длины и ширины.

Как известно [3], решение уравнения нестационарной теплопроводности для материала пластины с постоянными теплофизическими свойствами при граничном условии первого рода (постоянные температура поверхностей и начальная температура) имеет вид

$$\theta = \frac{4}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{(2n-1)} \cos\left(\frac{2n-1}{2} \pi \eta\right) \exp\left[-\left(\frac{2n-1}{2}\right)^2 \pi^2 \tau\right], \quad (1)$$

где θ — безразмерная температура,

$$\theta = \frac{T_w - T(\eta, \tau)}{T_w - T_0};$$

T_w — размерная температура поверхностей пластины;

$T(\eta, \tau)$ — текущая температура в точке на расстоянии x от центра пластины;

T_0 — размерная начальная температура пластины;

$$\eta = x/\delta;$$

x — размерная координата;

δ — половина толщины пластины в момент времени τ ;

τ — безразмерное время, $\tau = at/\delta^2$;

a — коэффициент температуропроводности пластины;

t — размерное время.

В предлагаемой методике использованы две характерные температуры: в центре пакета шпона и среднеинтегральная по всему сечению. Безразмерная температура в центре пакета шпона может быть определена следующим образом [4]:

$$\theta_0 = \frac{4}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{(2n-1)} \exp\left[-\left(\frac{2n-1}{2}\right)^2 \pi^2 \tau\right], \quad (2)$$

где $\theta_0 = \frac{T_w - T_0(\tau)}{T_w - T_0}$;

T_0 — размерная температура в центре пакета шпона.

Для среднеинтегральной справедлива формула [4]:

$$\bar{\theta} = \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n-1)^2} \exp\left[-\left(\frac{2n-1}{2}\right)^2 \pi^2 \tau\right]. \quad (3)$$

Здесь $\bar{\theta} = \frac{T_w - \bar{T}(\tau)}{T_w - T_0}$;

\bar{T} — размерная среднеинтегральная температура пакета шпона.

При $\tau \geq 0,3$ (погрешность не более 1 %) вместо формул (2) и (3) можно использовать следующие выражения:

$$\theta_0 \cong 1,27 e^{-2,46\tau}; \quad (4)$$

$$\bar{\theta} \cong 0,81 e^{-2,46\tau}. \quad (5)$$

Отсюда следует

$$\bar{\theta} = 0,637\theta_0. \quad (6)$$

Зависимость между размерными температурами (при $\tau \geq 0,3$) имеет вид [4]

$$\bar{T} = 0,363 T_w + 0,637 T_s. \quad (7)$$

Значения $\bar{\Theta}$ и Θ_s при различных значениях τ представлены в таблице.

τ	Θ_s	$\bar{\Theta}$	τ	Θ_s	$\bar{\Theta}$
0	1,00	1,00	0,50	0,37	0,24
0,05	0,99	0,75	0,60	0,29	0,18
0,10	0,95	0,64	0,70	0,23	0,15
0,15	0,87	0,56	0,80	0,18	0,11
0,20	0,77	0,50	0,90	0,14	0,09
0,25	0,69	0,43	1,00	0,11	0,07
0,30	0,61	0,39	1,10	0,08	0,05
0,40	0,47	0,30	1,20	0,07	0,04

Количество теплоты Q , необходимое для нагрева 1 м^2 пакета шпона от начальной температуры T_0 до среднеинтегральной \bar{T} , можно определить по формуле

$$Q = s_0 \rho c (T_w - T_0) (1 - \bar{\Theta}), \quad (8)$$

где s_0 — начальная толщина пакета шпона, $s_0 = 2\delta_0$;

ρ — начальная плотность пакета шпона;

c — начальная теплоемкость пакета шпона.

Безразмерное время выдержки пакета шпона при горячем прессовании находится из формул (2) или (3) при заданной предельной температуре в центре пакета или среднеинтегральной. Если в качестве характерной выбрать температуру в центре пакета шпона T_s и предположить, что процесс заканчивается при условии

$$\Theta_s \leq 0,05 [T_s = T_w - 0,05 (T_w - T_0)],$$

то расчет длительности времени прессования t_s можно производить по формуле

$$t_s = 1,31 \frac{\delta_\infty^2}{a_\infty}, \quad (9)$$

где δ_∞ — половина толщины пакета шпона в конце процесса,

$$\delta_\infty = \delta_0 (1 - \epsilon_\infty);$$

ϵ_∞ — полная деформация пакета шпона в конце процесса,

$$\epsilon_\infty = f(P, T, s_0);$$

P — давление прессования;

a_∞ — коэффициент температуропроводности при среднеинтегральной температуре пакета шпона в конце процесса.

Основная трудность в реализации предлагаемой методики расчета теплового состояния пакета шпона состоит в определении его текущей полной деформации в зависимости от технологических факторов. Проведенные ранее исследования [5] позволили установить следующее.

1. Начальная полная деформация линейно зависит от давления и может быть рассчитана по формуле

$$\epsilon_0 = 0,045P.$$

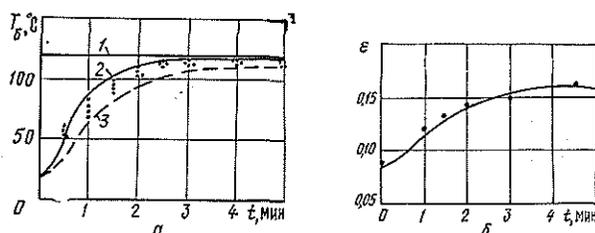
2. Приведенная максимальная полная деформация листовенничного пакета шпона толщиной 9 мм зависит в основном от давления и темпе-

ратуры плит пресса при влажности шпона, соответствующей требованиям стандарта, и может быть аппроксимирована выражением

$$\epsilon_{\max} = 0,045P \left[1 + 0,8 \left(\frac{T_w - 20}{100} \right)^3 \right]; \quad (10)$$

а текущая

$$\epsilon = 0,045P \left[1 + 0,8 \left(\frac{\bar{T} - 20}{100} \right)^3 \right]. \quad (11)$$



Опытные (обозначены точками) и расчетные зависимости температуры в центре пакета шпона (а) и его полной деформации ϵ (б) от времени прессования t ($P = 1,8$ МПа; $w = 120$ °С; $s_0 = 9$ мм): 1 — $T_w = 120$ °С; 2 — $T_{\delta} = f(t)$;

$$3 — \bar{T} = f(t)$$

На рисунке приведены опытные и расчетные данные, отражающие изменение во времени температуры в центре пакета лиственничного шпона (рисунок а) с начальной (базовой) толщиной $s_0 = 9$ мм и полной текущей деформации (рисунок б). Расчет температуры в центре пакета и среднеинтегральной проведен по формуле (2) и (3), деформации — (11).

3. Полная деформация пакета шпона зависит от среднеинтегральной температуры и начальной толщины пакета. Она может быть представлена в виде

$$\epsilon = 0,045P \left[1 + 0,8 \left(\frac{\bar{T} - 20}{100} \right)^3 + 1,5 \left(\frac{s - s_0}{s_0} \right) \left(\frac{\bar{T} - 20}{100} \right)^{1/4} \right], \quad (12)$$

где s — толщина пакета шпона;

s_0 — базовая толщина пакета шпона, $s_0 = 9$ мм.

Формулы (10) — (12) справедливы при следующих значениях технологических параметров: $1,0$ МПа $\leq P \leq 1,8$ МПа; 100 °С $\leq T_w \leq 140$ °С; 9 мм $\leq s \leq 45$ мм.

Соответствие опытных и расчетных данных позволяет представить следующую методику расчета времени установления теплового равновесия слоеной древесины при горячем прессовании в зависимости от технологических факторов.

1. По формулам для безразмерной температуры в центре пакета или среднеинтегральной задают условие установления теплового равновесного состояния пакета шпона в процессе горячего прессования:

$$\Theta_{\delta} = a_{\delta} \text{ или } \bar{\Theta} = \bar{a}.$$

Здесь a_{δ} , \bar{a} — соответственно относительная погрешность установления равновесия в центре и по сечению.

Если принять в качестве критерия a_{δ} с недостаточей 5 % ($a_{\delta} = 0,05$), то безразмерная равновесная температура в центре пакета шпона

$$\Theta_{\delta} = 0,05$$

или в размерных величинах

$$T_{\delta} = 0,95T_w + 0,05T_0. \quad (13)$$

2. Рассчитывают предельную полную деформацию пакета шпона в условиях теплового равновесия при $\bar{T} = T_w$ по формуле (12).

3. Определяют половину толщины пакета шпона с учетом полной деформации:

$$\delta_{\infty} = \delta_0 (1 - \varepsilon_{\infty}). \quad (14)$$

4. Рассчитывают безразмерное время установления теплового равновесия по формулам (4) или (5). Подставляя вместо Θ_{δ} и $\bar{\Theta}$ предельные (равновесные) значения, получают

$$\tau_{\delta} = 0,409 \ln \left(\frac{1,27}{a_{\delta}} \right) = 0,098 + 0,94 \lg \left(\frac{1}{a_{\delta}} \right); \quad (15)$$

$$\bar{\tau} = 0,409 \ln \left(\frac{0,81}{a} \right) = -0,096 + 0,94 \lg \left(\frac{1}{a} \right). \quad (16)$$

5. Размерное время установления теплового равновесия определяют как

$$t_{\delta} = \frac{\delta_{\infty}^2}{a} \tau_{\delta}; \quad (17)$$

$$\bar{t} = \frac{\delta_{\infty}^2}{a} \bar{\tau}. \quad (18)$$

Здесь a — коэффициент температуропроводности (для древесины лиственницы $a = 1,6 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{с}$ [2]).

Пример. Рассчитать время установления теплового равновесия при горячем прессовании лиственничного пакета шпона начальной толщины 32,4 мм при $P = 1,6 \text{ МПа}$ и $T_w = 115 \text{ }^\circ\text{C}$. Расчет провести по температуре в центре пакета.

По формуле (12) определяем $\varepsilon_{\infty} = 0,4$. Зная ε_{∞} , находим из выражения (14) $\delta_{\infty} = 9,72 \text{ мм}$. Если принять $a_{\delta} = 0,05$, то, исходя из формулы (15), безразмерное время $\tau_{\delta} = 1,22$, а размерное (17) — $t_{\delta} = 720,4 \text{ с}$ или 12 мин. Размерное время установления теплового равновесия, рассчитанное из среднеинтегральной температуры по формулам (16) и (18), составляет 666 с или 11,1 мин.

Предложенная нами методика расчета установления теплового равновесия может быть использована для определения продолжительности прессования клееных слоистых материалов из шпона. Естественно, что время склеивания в большей степени зависит от кинетики отверждения связующего. Однако время установления теплового равновесия не должно быть меньше продолжительности отверждения клея при соответствующей температуре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бавельский М. Д., Генкин Л. И. Расчет режимов прессования плоских древесных материалов // Деревообрабатывающая пром-сть.— 1970.— № 10.— С. 15—17. [2]. Кротов Л. Н., Ловецкий В. И. Влияние температуры на теплофизические свойства древесины лиственницы // Технология деревообработки: Сб. науч. тр. СибТИ.— 1973.— С. 114—120. [3]. Севастьянов К. Ф. Интенсификация процесса склеивания фанеры.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.— 144 с. [4]. Теплотехнический справочник.— М.; Л.: Госэнергоиздат, 1957.— 728 с. [5]. Чубинский А. Н. Формирование клеевых соединений древесины.— СПб: Изд-во СПб ГУ, 1992.— 164 с.

УДК 674.093.26

А. Н. ЧУБИНСКИЙ, Б. М. НУЛЛЕР

С.-Петербургская лесотехническая академия

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И ПРОПИТКИ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ СКЛЕИВАНИИ

Разработана модель процесса связанного деформирования и пропитки шпона связующим при склеивании фанеры, позволяющая определить глубину проникновения клея в древесину и обосновать продолжительность пьезотермической обработки пакета шпона.

The process model of bound deformation and impregnation of veneer with adhesive when plywood gluing which allows to determine the depth of the glue penetration into the wood and substantiate the duration of piezothermal treatment of veneer package.

Древесина как материал, подлежащий склеиванию, представляет собой неоднородную пористую деформируемую среду, которая взаимодействует с жидкостью (клеем). В сухой древесине поры играют пассивную роль, деформацию в первом приближении можно описать уравнениями теории упругости. В случае пропитки древесины движение жидкости за счет внутренних капиллярных сил без учета деформирования твердой фазы изучают при помощи теории фильтрации.

При совместном воздействии на пористый материал деформационных и фильтрационных нагрузок, имеющих место на первом этапе склеивания, используют видоизмененные физические законы и геометрические соотношения (законы Гука и Дарси, уравнения равновесия и сплошности).

Для описания этих процессов воспользуемся теорией связанного деформирования и фильтрации, получившей название теории уплотнения или консолидации [5].

Запишем основные соотношения:

уравнение равновесия

$$\frac{\partial}{\partial x} (\sigma - np) = 0; \quad (1)$$

уравнение сплошности

$$\frac{\partial}{\partial x} [nv + (1 - n)\dot{u}] = 0; \quad (2)$$

закон Гука — Био

$$\sigma = f(u') - (1 - n)p; \quad (3)$$

закон Дарси — Герсеванова

$$v - \dot{u} = -\frac{k}{n} \frac{\partial p}{\partial x}, \quad (4)$$

где x — пространственная координата, перпендикулярная склеиваемым листам древесины;

σ — нормальные напряжения в древесине (скелете);

n — пористость древесины;
 p — поровое давление в клее;
 nv — скорость фильтрации (расход клея через единичную площадь среды в единицу времени);
 v — средняя скорость поровой жидкости в направлении x ;
 u — перемещение древесины (скелета) в направлении x ;
 k — коэффициент фильтрации клея в древесине,

$$k = \frac{n\delta^2}{\mu} \alpha; \quad (5)$$

δ — средний диаметр поры;
 μ — вязкость клея в древесине;
 α — коэффициент геометрической формы порового пространства.

Предполагается, что характер процесса зависит от концентрации клея и температуры склеиваемого материала T .

Преобразуя (1) — (4) в соответствии с [2], получаем нелинейное уравнение двухфазной консолидации

$$\frac{\partial p}{\partial t} = \frac{1}{h'[p - P(t)]} \frac{\partial}{\partial x} k \frac{\partial p}{\partial x} + P(t), \quad (6)$$

где $h[p(t)]$ функция, обратная $\sigma(t)$;

$P(t)$ — давление прессования в момент времени t (график наложения давления при склеивании), $P(t) = p(0, t)$.

Определяем граничные и начальные условия для выражения (6). На поверхности шпона (при $x = 0$) справедливо равенство

$$p(0, t) = P(t). \quad (7)$$

Уравнение (6) описывает состояние древесины, пропитанной клеем, т. е. область $x \in (0, l)$. Граница этой области (функция $l = l(t)$), отделяющая сухую и пропитанную древесину, по мере проникновения клея в глубь шпона смещается во времени, однако, скорость изменения l заранее неизвестна и подлежит определению в ходе решения краевой задачи. Таким образом, мы имеем дела с задачей Стефана, в которой условие на движущейся границе $x = l$ описывается двумя равенствами:

$$v'(l, t) = K \frac{dl}{dt}; \quad p(l, t) = r(l), \quad (8)$$

где K — коэффициент поглощения клея древесиной;

$r(x)$ — функция, учитывающая поверхностное натяжение связующего.

Начальное условие задается на промежутке $x \in [0, l(0)]$ минимальной длины. Предполагается, что давление на нем распределено по линейному закону

$$p(x, 0) = P(0) - \frac{x}{l} [p(0) + r(l)]; \quad (9)$$

$$x \in [0, l(0)].$$

Одновременно с проникновением в древесину клея наблюдается встречное движение двух фаз. Связующее (сухое вещество) является менее подвижной составной частью и обладает большей вязкостью по сравнению с содержащейся в клее водой, которая легко проникает в подложку, перемещаясь относительно адгезива.

Принято считать, что скорость молекулярной диффузии q (скорость воды в неподвижном связующем) пропорциональна градиенту концентрации c вещества, т. е. доле объема воды в единице объема раствора:

$$q = -s \frac{\partial c}{\partial x}. \quad (10)$$

Здесь s — коэффициент молекулярной диффузии.

Дифференцируя (10) по x и учитывая уравнение неразрывности клея

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial q}{\partial x} = 0, \quad (11)$$

получаем

$$\frac{\partial c}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} s \frac{\partial c}{\partial x}. \quad (12)$$

Если s не зависит от x , то выражение (12) принимает вид

$$\frac{\partial c}{\partial t} = s \frac{\partial^2 c}{\partial x^2}. \quad (13)$$

Уравнение (12) справедливо для неподвижной среды.

Если клей движется в порах древесины со средней скоростью v , то частную производную $\frac{\partial c}{\partial t}$ в (12) следует заменить на субстанциальную $\frac{D(c)}{D(t)}$, определяемую равенством

$$\frac{D(c)}{D(t)} = \frac{\partial c}{\partial t} + v \frac{\partial c}{\partial x}. \quad (14)$$

В результате уравнение (12) приобретает вид

$$\frac{\partial c}{\partial t} + v \frac{\partial c}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} s \frac{\partial c}{\partial x}. \quad (15)$$

Определяем граничные и начальные условия. Учитывая активное избирательное поглощение воды древесиной при первом ее контакте с клеем, на границе $x = l(t)$, разделяющей сухую и пропитанную зоны, можно поставить условие

$$c[l(t), t] = 0. \quad (16)$$

Второе граничное условие для уравнения (15) учитывает баланс поступления за время t в древесину клея и воды с учетом, что концентрация $c(0, t)$ воды в слое клея толщиной $H(t)$ на поверхности шпона распределена равномерно. Оно представляет собой интегральное уравнение, которое связывает первоначально заданную толщину $H_0 = H(0)$, зависящую от расхода клея на единицу площади, и концентрацию $c_0 = c(0, 0)$ в клеевом слое на поверхности шпона с градиентом концентрации и давления:

$$\left[H_0 + \int_0^t k \frac{\partial}{\partial x} p(0, \tau) d\tau \right] c(0, t) = H_0 c_0 + \int_0^t \left[k \frac{\partial}{\partial x} p(0, \tau) + s \frac{\partial}{\partial x} c(0, \tau) \right] d\tau. \quad (17)$$

Начальное условие

$$c(x, 0) = c_0 - \frac{c_0 x}{l}. \quad (18)$$

Величина $H(t) = H_0 \int_0^t k \frac{\partial}{\partial x} p(0, \tau)$ в левой части уравнения (17) определяет остаточную толщину клеевого слоя на поверхности шпона в момент времени t .

Известные теории адгезии [3] утверждают, что наибольшая прочность склеивания достигается при минимально возможной толщине

клевого слоя. Следовательно, время t_k , при котором $H(t_k) \rightarrow 0$, характеризует требуемую степень отверждения клея определенной начальной концентрации, делающей невозможным его дальнейшее проникновение в древесину.

Экспериментально установлено [1, 6], что на поверхности шпона для фанеры горячего способа прессования отсутствует сплошная отвержденная клеевая прослойка определенной толщины H_∞ . Связующее проникает в древесину на глубину 0,06...0,16 мм, т. е. склеиваемые листы шпона контактируют между собой пропитанными клеем поверхностями.

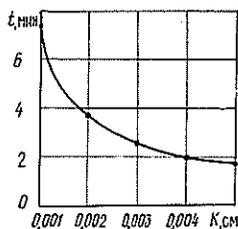


Рис. 1. Зависимость продолжительности t полного поглощения клея древесиной от коэффициента поглощения K

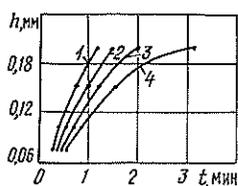


Рис. 2. Зависимость глубины h проникновения клея в шпон от продолжительности t пьезотермической обработки при различных значениях коэффициента поглощения K : 1—0,005; 2—0,004; 3—0,003; 4—0,002

Численное решение уравнений (6) и (15) при начальных и граничных условиях (7) — (9), (16) — (18) по методу конечных разностей [4] показывает удовлетворительное совпадение опытных и расчетных данных (рис. 1, 2), что позволяет использовать теорию консолидации для изучения процесса склеивания шпона, в том числе, и для установления расхода связующего в зависимости от его начальной вязкости и концентрации; обоснования температуры склеивания и продолжительности ее воздействия; обоснования графика изменения давления и др.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бирюков В. Г. Исследование структуры клеевого шва фанеры методом микроскопии // Лесн. журн.—1983.— № 6.— С. 67—70.— (Изв. высш. учеб. заведений).
 [2]. Глаголевский В. Б., Нуллер Б. М. Об уравнении одномерной консолидации // Изв. ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева.—1993.— Т. 227.— С. 25—30. [3]. Куликов В. А. Производство фанеры.— М.: Лесн. пром-сть, 1976.—368 с. [4]. Нуллер Б. М. О численном решении нелинейных задач консолидации грунтов // Изв. ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева.—1965.— Т. 79.— С. 178—183. [5]. Флорин В. А. Основы механики грунтов.— М.: Госстройиздат, 1961.— 351 с.

Поступила 29 ноября 1994 г.

УДК 621.827

Ю. Ф. ЧЕРНЫШЕВ, И. А. ЗЫРЯНОВ

Чернышев Юрий Филиппович родился в 1927 г., окончил в 1951 г. Сибирский технологический институт, кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов Красноярского государственного технического университета. Имеет свыше 100 печатных трудов в области исследования напряженно-деформированного состояния анизотропных тел.



ОБ УСТОЙЧИВОСТИ РЕШЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДЕРЕВЯННОЙ НЕОДНОРОДНОЙ ВТУЛКИ

Рассмотрена устойчивость решения дифференциальных уравнений для расчета ортотропного цилиндра переменной плотности. Получены пределы изменения коэффициента анизотропии K и характеризующей изменение плотности материала втулки величины ν , при которых формулы напряжений надежны.

The solution stability of a differential equation for the calculation of orthotropic cylinder of variable density has been considered. The coefficient variation limits of anisotropy K and value ν characterizing the density variation of the sleeve material at which the formulas of stresses are reliable have been obtained.

В работе [5] определены температурно-влажностные напряжения в анизотропной деревянной втулке, нагруженной внешним и внутренним давлением. Плотность ее стенок изменяется вдоль радиуса по степенному закону. Так как модуль упругости линейно зависит от плотности, то его изменение вдоль радиуса втулки подчиняется этому же закону. Модуль упругости древесины также зависит от изменения температуры и влажности материала стенок втулки.

Полученное в работе [5] дифференциальное уравнение имеет вид

$$\frac{d^2\psi}{dr^2} + \frac{1}{r} \left(1 - \frac{r}{E_\theta} \frac{dE_\theta}{dr} \right) \frac{d\psi}{dr} + \left(\frac{\mu_{r\theta}}{E_\theta} \frac{dE_\theta}{dr} \frac{1}{r} - \frac{E_\theta}{E_r} \frac{1}{r^2} \right) \psi = \\ = \alpha_\theta E_\theta \frac{\delta \delta T}{dr} + \beta_\theta E_\theta \frac{\delta \delta W}{dr} - (\alpha_\theta - \alpha_r) E_\theta \frac{\delta T}{r} - (\beta_\theta - \beta_r) E_\theta \frac{\delta W}{r}, \quad (1)$$

где ψ — функция элементарных напряжений;
 r — текущий радиус;
 E_θ, E_r — модуль упругости материала стенок втулки при растяжении — сжатии в тангенциальном направлении наружного слоя втулки и слоя с радиусом r ;
 $\mu_{r\theta}$ — коэффициент Пуассона;

α_r, α_θ — коэффициенты линейного расширения в радиальном и тангенциальном направлениях;

β_r, β_θ — коэффициенты усушки в радиальном и тангенциальном направлениях;

T и W — интервалы изменения температуры и влажности.

Подобное уравнение приведено в [3] для определения напряжений в ортотропном кольце, причем в этом случае модуль упругости — величина, не зависящая от радиуса.

Принимая $E_\theta = E_\theta \rho^v$; $E_\theta/E_r = K^2$ и $\nu_{r\theta} = \nu$, получаем

$$\frac{d^2\psi}{dr^2} + \frac{1}{r}(1-\nu)\frac{d\psi}{dr} - (1-\mu\nu)\frac{K^2}{r^2}\psi = -\frac{D_1}{r}, \quad (2)$$

где r_1 — радиус наружного слоя;
 $\rho = r/r_1$ — относительный текущий радиус втулки;
 ν — некоторая, соответствующим образом подобранная величина;
 K — коэффициент анизотропии материала втулки;
 $D_1 = (\beta_\theta - \beta_r)E_\theta \delta W + (\alpha_\theta - \alpha_r)E_\theta \delta T$.

Такое же дифференциальное уравнение с правой частью, равной нулю, рассмотрено в работе [2].

В результате решения дифференциального уравнения (2) [5] получены шесть формул для определения главных напряжений в тангенциальном и радиальном направлениях ортотропной втулки при изменении ее температуры, влажности, а также при действии только внешнего и внутреннего давлений (температура и влажность материала втулки при этом не меняются).

Одним из основных условий надежности полученных формул является проверка решения дифференциального уравнения на устойчивость. Если для малых изменений параметров решения будут сильно меняться, то формулы считаются ненадежными.

Изучение «особых точек» дифференциальных уравнений, т. е. изучение поведения семейств интегральных кривых в окрестности этих точек составляет один из разделов качественной теории дифференциальных уравнений и играет важную роль в прикладных научных дисциплинах [1].

Преобразуем уравнение (2), перейдя к переменной t . Произведем замену $r = e^t$.

Тогда

$$\begin{aligned} \frac{dr}{dt} &= e^t; & \frac{dt}{dr} &= e^{-t}; \\ \frac{d\psi}{dr} &= \frac{d\psi}{dt} \frac{dt}{dr} = \frac{d\psi}{dt} e^{-t}; \\ \frac{d^2\psi}{dr^2} &= \frac{d}{dt} \left(\frac{d\psi}{dt} e^{-t} \right) \frac{dt}{dr} = \left(\frac{d^2\psi}{dt^2} e^{-t} - \frac{d\psi}{dt} e^{-t} \right) e^{-t} = \\ &= \left(\frac{d^2\psi}{dt^2} - \frac{d\psi}{dt} \right) e^{-2t}. \end{aligned}$$

Подставив значения производных в уравнение (2), получим линейное неоднородное дифференциальное уравнение второго порядка:

$$\begin{aligned} \left(\frac{d^2\psi}{dt^2} - \frac{d\psi}{dt} \right) e^{-2t} + (1-\nu)\frac{d\psi}{dt} e^{-2t} - (1-\mu\nu) \times \\ \times K^2\psi e^{-2t} = -D_1 e^{-t}. \end{aligned}$$

Умножим обе части на e^{2t} :

$$\frac{d^2\psi}{dt^2} - \frac{d\psi}{dt} + \frac{d\psi}{dt} - \nu \frac{d\psi}{dt} - (1 - \mu\nu) K^2 \psi = -D_1 e^t.$$

Отсюда

$$\frac{d^2\psi}{dt^2} - \nu \frac{d\psi}{dt} - (1 - \mu\nu) K^2 \psi = -D_1 e^t. \quad (3)$$

Уравнение (3) является неоднородным дифференциальным уравнением второго порядка с постоянными коэффициентами. Его общее решение имеет вид

$$\psi = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t} + \psi^*,$$

$$\text{где } \lambda_{1,2} = \frac{\nu}{2} \pm \sqrt{\frac{\nu^2}{4} + (1 - \mu\nu) K^2} = \frac{\nu \pm \sqrt{\nu^2 + 4K^2(1 - \mu\nu)}}{2};$$

$$\psi^* = \frac{D_1}{(1 - \mu\nu) K^2 + \nu - 1} e^t.$$

Если обозначить $\nu^2 + 4K^2(1 - \mu\nu) = d$, то возможны три случая.

Первый случай, когда $d > 0$, т. е.

$$\nu^2 + 4K^2(1 - \mu\nu) > 0.$$

Отсюда

$$\mu\nu < 1 + \frac{\nu^2}{4K^2}.$$

Надо отметить, что этот случай подходит для решения практических задач при определении технологических, температурных и влажностных напряжений и перемещений.

Для втулок, изготовленных из древесины всех пород и предназначенных для подшипников скольжения, произведение $\mu\nu$ почти всегда будет меньше единицы. Правая часть неравенства для любых значений ν и K больше единицы. Корни характеристического уравнения в этом случае действительные. Значит решение уравнения (3) будет иметь вид

$$\psi = C_1 e^{\lambda_1 t} + C_2 e^{\lambda_2 t} + \frac{D e^t}{(1 - \mu\nu) K^2 + \nu - 1}.$$

Возвращаясь к переменной $e^t = r$, получаем общее решение уравнения (2):

$$\psi = C_1 r^{\lambda_1} + C_2 r^{\lambda_2} + \frac{D r}{(1 - \mu\nu) K^2 + \nu - 1}.$$

Второй случай, когда $d = 0$, т. е.

$$\nu^2 + 4K^2(1 - \mu\nu) = 0.$$

Отсюда

$$\mu\nu = 1 + \frac{\nu^2}{4K^2}$$

и корни характеристического уравнения

$$\lambda_{1,2} = \frac{\nu}{2}.$$

Общее решение уравнения примет следующий вид:

$$\psi_1 = e^{\frac{\nu}{2} t}; \quad \psi_2 = t e^{\frac{\nu}{2} t}.$$

Возвращаясь к переменной $e^t = r$, получаем общее решение уравнения (2):

$$\begin{aligned}\psi &= C_1 r^{\frac{\nu}{2}} + C_2 r^{\frac{\nu}{2}} \ln r + \frac{Dr}{(1-\mu\nu)K^2 + \nu - 1} = \\ &= (C_1 + C_2 \ln r) r^{\frac{\nu}{2}} + \frac{4Dr}{-(\nu-r)^2}.\end{aligned}$$

Третий случай, когда $d < 0$, т. е.

$$\nu^2 + 4K^2(1 - \mu\nu) < 0$$

или

$$\mu\nu > 1 + \frac{\nu^2}{4K^2}.$$

В этом случае характеристическое уравнение будет иметь комплексные корни.

Обозначая $\nu^2 + 4K^2(1 - \mu\nu) = -d^2$, получаем

$$\psi_1 = e^{\frac{\nu}{2}t} \cos dt; \quad \psi_2 = e^{\frac{\nu}{2}t} \sin dt.$$

Имеем общее решение уравнения (2):

$$\psi = r^{\frac{\nu}{2}} (C_1 \cos d \ln r + C_2 \sin d \ln r) + \frac{Dr}{(1-\mu\nu)K^2 + \nu - 1}.$$

Таким образом, в двух первых случаях общее решение выражается через степенные функции, а в третьем — через комбинацию степенно-тригонометрических функций с линейной.

Во втором случае условие $\mu\nu = 1 + \frac{\nu^2}{4K^2}$ возможно для втулки, испытывающей только внутреннее давление, но его вероятность близка к нулю.

В третьем случае условие $\mu\nu > 1 + \frac{\nu^2}{4K^2}$ невозможно, так как величины μ и ν меньше единицы (для случая воздействия на втулку только внешнего давления) [4]. Поэтому исследование решения проводили для первого случая, как отвечающего условиям задачи.

Построение графиков функции ψ_2 для значений $0 < K \leq 10$ и $-1,2 < \nu < 1,5$ показало устойчивость решения дифференциального уравнения (1) для первого случая.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Математический энциклопедический словарь.— М.: Советская энциклопедия, 1988.— 848 с. [2]. Огарков Б. И., Кац Ю. С. Определение напряжений в анизотропном кольце с модулем упругости, изменяющимся вдоль радиуса // *Машиностроение*.— 1967.— № 9.— С. 40—46.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Огарков Б. И. Температурно-влажностные напряжения в анизотропном кольце с учетом зависимости модуля упругости от температуры и влажности // *Машиностроение*.— 1966.— № 5.— С. 26—30.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Чернышев Ю. Ф., Зырянов И. А. Деревянная толстостенная втулка равного сопротивления внешнему давлению // *Лесн. журн.*— 1993.— № 1.— С. 84—87.— (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Чернышев Ю. Ф. Напряженное состояние ортотропного цилиндра переменной плотности // *Лесн. журн.*— 1990.— № 6.— С. 71—75.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 25 июля 1994 г.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 621.7 : 630*863.5

Е. Д. ГЕЛЬФАНД

Гельфанд Ефим Дмитриевич родился в 1936 г., окончил в 1959 г. Архангельский лесотехнический институт, кандидат технических наук, профессор кафедры химии древесины, целлюлозы и гидролизного производства Архангельского государственного технического университета. Имеет 290 печатных трудов и 129 изобретений в области химической технологии древесины.

ДРОЖЖЕВЫЕ ЦЕХА ГИДРОЛИЗНЫХ ЗАВОДОВ
КАК ОБЪЕКТЫ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ

Дана оценка работы дрожжевых цехов по величинам съема загрязнений по показателям БПК и ХПК при переработке гидролизных сред.

The estimation of yeast shops work as to the amount of pollution by biological and chemical consumption of oxygen measures when processing hydrolysis media has been presented.

Как известно, основным загрязнителем общезаводского стока предприятий гидролизной промышленности является последрожжевая бражка (ПДБ), остающаяся после выращивания дрожжей на гидролизном субстрате (ГС). Исходя из этого, дрожжевые цеха можно рассматривать как цеха биологической очистки ГС. Такой подход весьма важен в настоящее время, когда затраты предприятий, связанные со сбросом загрязнений, резко возрастают и в ряде случаев не только сопоставимы с получаемой от выработки дрожжей прибылью, но даже превышают ее.

В связи с создавшейся новой ситуацией в гидролизной промышленности представляет интерес оценить возможности дрожжевых цехов как своеобразных объектов биологической очистки. При проведении оценки примем за основу наиболее широко эксплуатируемый на гидролизных заводах типовой дрожжерастильный аппарат (ДРА) объемом 600 м³ (рабочий объем 180 м³, коэффициент сорбции кислорода 1,4 кг О₂ / (м³ · ч), удельная скорость роста дрожжей 0,3 ч⁻¹, суточная выработка дрожжей 6 т). В соответствии с паспортными характеристиками ДРА может изъять, следующее количество «загрязнений» по БПК: 180 · 1,4 · 24 = 6000 кг О₂/сут.

Чтобы оценить ожидаемый съем загрязнений по ХПК, воспользуемся уравнением материального баланса ДРА по ХПК:

$$\text{ХПК}_{\text{ГС}} = \text{ХПК}_{\text{ПДБ}} + \text{БПК} + \text{ХПК}_{\text{др}} + \text{ХПК}_{\text{л. в.}} \quad (1)$$

- Здесь $XPK_{ГС}$ и $XPK_{ПДБ}$ — определяют как произведение соответственно расхода ГС и ПДБ на XPK среднесуточной пробы;
- BPK — съём BPK в соответствии с паспортными данными (6 т $O_2/сут$);
- $XPK_{др}$ — находят как произведение суточной выработки дрожжей на удельное XPK биомассы дрожжей;
- $XPK_{л.в}$ — суммарное XPK всех летучих органических веществ, выводимых на ДРА с обработанным воздухом.

По нашим оценкам, требующим уточнения для каждого завода, удельное XPK биомассы дрожжей составляет около 0,65 т $O_2/т$ сухих дрожжей, а $XPK_{л.в}$ — около 1...2 т $O_2/сут$.

Следовательно, съём XPK на один ДРА составляет $6 + 6 \cdot 0,65 + 1 \approx 11$ т $O_2/сут$.

Согласно литературным данным*, фактический съём BPK_5 на ДРА объемом 600 м³ достигает 9...12 т $O_2/сут$. (Отсюда соответствующий съём XPK может достигать 15...18 т $O_2/сут$.) Столь значительное превышение фактического съёма BPK по сравнению с паспортными характеристиками может быть объяснено, по нашему мнению, в основном за счет того, что при работе в ДРА реализуется не чисто аэробный режим дыхания дрожжей, а аэробно-анаэробный. Предпосылкой для возникновения такого режима может быть значительная перегрузка ДРА по BPK_5 . Действительно, если рассчитать BPK_5 , которое должен иметь ГС на входе в ДРА для полного изъятия легкоусвояемой органики, то, исходя из паспортного съёма BPK (6000 кг $O_2/сут$), будем иметь $6000 / (180 \cdot 0,3 \cdot 24) = 4,6$ кг $O_2/м^3 = 4600$ мг $O_2/л$.

Фактически $BPK_{ГС}$ превышает этот уровень в 2 и более раз. Наличие в ГС ингибиторов роста дрожжей является фактором, дополнительно способствующим возникновению процессов брожения. В результате брожения образуется ряд летучих продуктов, и значение $XPK_{л.в}$ в уравнении (1) может возрастать.

Между прочим, уравнение (1) дает возможность в производственных условиях оперативно рассчитывать съём BPK_5 , не производя соответствующих анализов:

$$\text{Съём } BPK_5 = XPK_{ГС} - XPK_{ПДБ} - XPK_{др} - XPK_{л.в}. \quad (2)$$

Итак, дрожжевой цех средней мощности, имеющий пять ДРА объемом 600 м³, может снимать в сутки от 30 до 60 т органики по BPK_5 и соответственно от 55 до 90 т — по XPK . Для достижения минимальных значений BPK_5 ПДБ желательно, чтобы BPK среды, подаваемой на выращивание, было на уровне 4500 мг $O_2/л$.

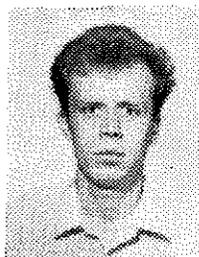
Поступила 29 ноября 1994 г.

* Степаненко В. И., Якушкин В. Я., Токарев Б. И. Способы и технология биохимической переработки последрожжевой бражки // Гидролизное производство.— 1983.— № 1.— С. 13—15.

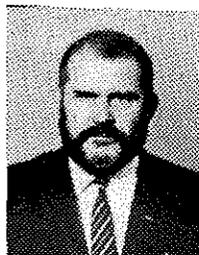
УДК 676.017

Я. В. КАЗАКОВ, В. И. КОМАРОВ

КазакOV Яков Владимирович родился в 1966 г., окончил в 1990 г. Архангельский лесотехнический институт, аспирант кафедры технологии целлюлозно-бумажного производства Архангельского государственного технического университета. Имеет 14 научных трудов в области деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов.



Комаров Валерий Иванович родился в 1946 г., окончил в 1969 г. Ленинградскую лесотехническую академию, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии ЦБП Архангельского государственного технического университета. Имеет 97 печатных работ в области исследования свойств деформативности и прочности целлюлозно-бумажных материалов.



МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА КРИВЫХ ЗАВИСИМОСТИ НАПРЯЖЕНИЕ — ДЕФОРМАЦИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ ПРИ ИСПЫТАНИИ НА РАСТЯЖЕНИЕ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Показана возможность математической обработки кривых зависимости напряжение — деформация с помощью разработанной для ПЭВМ программы, которая позволяет получать спектр характеристик деформативности и прочности, оценивающих качество целлюлозно-бумажных материалов, и рассчитывать усредняющую кривую, отражающую характер деформирования данного материала.

The possibility of stress-strain curves' mathematical processing based on PC program which enables to obtain a spectrum of deformity and strength characteristics that estimate the pulp-and-paper materials' quality as well as to calculate the mean curve which reflects the material's deformation character has been shown.

Кривая зависимости напряжение — деформация ($\sigma - \epsilon$), получаемая обработкой индикаторной диаграммы нагрузка — удлинение ($P - \Delta l$) при статических испытаниях на растяжение, позволяет оценить процесс деформирования и, являясь интегральной характеристикой механических свойств, широко применяется в материаловедении [1, 2, 7]. Такую диаграмму при исследовании целлюлозно-бумажных материалов можно получить на разрывных машинах, оснащенных устройством для

записи нагрузки и изменения деформации образца в процессе испытаний.

С помощью математической обработки кривых зависимости $\sigma - \epsilon$ получают спектр характеристик, оценивающих качество материалов, в том числе целлюлозно-бумажных [3, 8].

Ход кривой $\sigma - \epsilon$ зависит как от структуры материала, так и изменений в структуре, вызванных возрастающим силовым полем. При этом кривая, фиксирующая процесс разрушения, имеет во многих случаях характер, сложный для математического описания в виде функции $\sigma = f(\epsilon)$.

Обработка экспериментальной кривой связана с трудоемкой вычислительной работой, которую позволяют выполнить программы, разработанные и реализованные для ЭВМ ЕС-1022 [5, 8]. Перед проведением вычислений производят табулирование экспериментальных кривых. Для этого отрезок на индикаторной диаграмме по оси деформаций ϵ_p делят на отрезки $\delta\epsilon_i$ равные 1 мм. На концах отрезков, называемых узлами интерполяции, измеряют величину нагрузки в миллиметрах. Используя метод наименьших квадратов, экспериментальные данные аппроксимируют полиномом вида

$$\sigma_i = b_0 + b_1\epsilon_i + b_2\epsilon_i^2 + \dots + b_m\epsilon_i^m,$$

где m для обеспечения минимальной погрешности аппроксимации задают от 2 до 4. По первым трем точкам в узлах интерполяции строят полином второго порядка, используя который, рассчитывают характеристики начального участка зависимости. Результаты расчетов представляют в виде таблиц [8].

С введением в практику научных исследований персональных ЭВМ появилась необходимость реализовать вышеуказанный алгоритм для IBM-совместимых компьютеров. Была составлена новая программа, использующая дополнительные возможности персональных ЭВМ для ввода исходных данных и вывода результатов расчета. Введенные исходные данные записывают на магнитный диск, что дает возможность при необходимости вносить изменения и производить повторные вычисления. Результаты расчетов представляют в виде таблиц и графиков, выводят на экран дисплея и при необходимости — на печать в порядке, определяемом пользователем.

Одновременно был уточнен алгоритм расчета характеристик начального и конечного прямолинейных участков кривой зависимости $\sigma - \epsilon$. Для этих участков определяются коэффициенты уравнений аппроксимирующих прямых, если количество узлов интерполяции в них составляет более двух. При наличии у экспериментальной кривой начального и (или) конечного прямолинейных участков модули упругости E_1 и E_2 рассчитывали на основании угла наклона аппроксимирующей прямой, в противном случае — тангенса угла наклона касательных в первой и последней точках кривой. Аппроксимацию экспериментальных данных вышеприведенным полиномом производили после исключения точек, попадающих на прямолинейные участки. Расширить возможности программы позволили включенная в нее подпрограмма для расчета времени релаксации напряжения n при использовании уравнения типичного тела [4].

В связи с высокой неоднородностью структуры целлюлозного волокнистого материала характер диаграммы $\sigma - \epsilon$ и величины получаемых характеристик могут различаться в параллельных испытаниях одной выборки. Поэтому особое значение приобретает статистическая обработка результатов.

После выполнения вычислений разработанная нами программа выдает результаты всех параллельных испытаний образцов одной

Таблица 1

Математическая обработка кривых зависимости $\sigma - \epsilon$ для образцов сульфатной целлюлозы (степень помола 35° ШР; ширина образца 15 мм; длина 100 мм; скорость испытаний 50 мм/мин)

Номер кривой	E_1	E_2	E_3	σ_1	σ_p	σ_3	ϵ_1	ϵ_p	ϵ_3	A_p , мДж
	МПа			МПа			%			
1	6555	1372	2818	19,0	72,7	28,7	0,30	3,20	0,56	214,0
2	5606	1290	3195	21,9	71,0	32,7	0,10	3,20	0,69	226,2
3	6669	1261	3236	16,8	68,1	25,3	0,26	3,20	0,51	220,9
4	4907	1314	3098	14,3	75,2	31,1	0,30	3,60	0,78	264,2
5	6232	1290	3163	15,8	73,6	27,9	0,26	3,40	0,60	245,0
6	5026	1308	3183	19,6	81,1	39,1	0,40	3,60	0,91	282,1
7	9232	1282	4012	23,3	78,2	35,5	0,26	2,80	0,53	229,7
8	6443	1348	3537	18,7	72,8	32,3	0,30	3,00	0,64	208,7
9	6982	1325	3562	18,9	65,0	29,4	0,28	2,60	0,54	166,5
10	6229	1303	2863	18,1	78,2	29,8	0,30	3,60	0,64	271,9

Среднее арифметическое значение показателей

— | 6388 | 1310 | 3267 | 18,7 | 73,6 | 31,2 | 0,31 | 3,22 | 0,64 | 232,9

Среднее квадратическое отклонение

— | 1213 | 32 | 356 | 2,7 | 4,9 | 4,0 | 0,05 | 0,35 | 0,13 | 34,3

Коэффициент вариации, %

— | 19,0 | 2,5 | 10,9 | 14,3 | 6,6 | 12,7 | 17,2 | 10,7 | 19,8 | 14,7

Номер кривой, наиболее близкой к средней

— | 8 | 6 | 3 | 8 | 5 | 4 | 1 | 1 | 8 | 7

Примечание. E_1 — начальный модуль упругости; E_2 — модуль упругости в области предразрушения; E_3 — эффективный модуль упругости; σ_1 — предел упругости; σ_p — разрушающее напряжение; σ_3 — эффективное напряжение; ϵ_1 — упругая деформация; ϵ_p — деформация разрушения; ϵ_3 — эффективная деформация; A_p — работа разрушения.

выборки, а также среднеарифметическую величину показателей, их среднеквадратическое отклонение, коэффициент вариации и номера кривых, у которых величина данной характеристики наиболее близка к среднему значению (табл. 1).

Изменения показателей, наблюдаемые в процессе испытания каждого образца, оформляют в виде таблиц (табл. 2), с помощью которых можно оценить кинетику процесса деформирования и разрушения материала.

Серьезную проблему представляет выбор кривой $\sigma - \epsilon$, наилучшим образом описывающей характер деформирования данного образца. Наша программа дает возможность выбрать любой из следующих вариантов.

1. За среднюю принимают кривую, имеющую наиболее близкий к среднему показатель разрушающего усилия [8] или любой другой показатель, хотя остальные ее показатели могут существенно отличаться от средних (табл. 2).

2. Используя уравнение типичного тела в качестве модели деформирования и задавая средними расчетными величинами E_1 , E_2 и n , вычисляют координаты (σ_i , ϵ_i) всех точек расчетной кривой и оценивают точность совпадения ее характеристик со средними значениями (табл. 3). Ограничением применимости данного подхода является то, что не всегда указанная модель удовлетворительно описывает характер деформирования целлюлозного материала.

3. Среднюю кривую рассчитывают по методике Меридита [6]. После испытания заданного числа образцов отбирают несколько кривых, у

Таблица 2

Математическая обработка экспериментальной кривой № 5
(толщина образца 101,3 мкм)

Но- мер точки на кри- вой	P_{τ} , Н	ϵ_{τ}	σ_{τ} , МПа	$E_{о.д.}$ МПа	E_{τ} , МПа	A_{τ} , мДж	n , с
2	19,62	0,002	12,91	6453	6453	1,9	0,00
3	31,39	0,004	20,65	5163	3872	7,0	7,92
4	43,16	0,006	28,40	4732	3872	14,5	8,24
5	51,01	0,008	33,56	4195	2581	23,9	7,46
6	58,86	0,010	38,72	3872	2581	34,9	7,53
7	61,75	0,012	12,60	3519	1936	17,2	7,33
8	70,63	0,014	46,47	3319	1936	60,8	7,35
9	76,52	0,016	50,34	3146	1936	75,5	7,47
10	80,44	0,018	52,92	2940	1290	91,2	7,27
11	84,37	0,020	55,50	2775	1290	107,7	7,15
12	88,29	0,022	58,09	2640	1290	124,9	7,07
13	92,21	0,024	60,67	2527	1290	143,0	7,02
14	96,14	0,026	63,25	2432	1290	161,8	6,98
15	100,06	0,028	65,83	2351	1290	181,4	6,96
16	103,99	0,030	68,41	2280	1290	201,8	6,94
17	107,91	0,032	70,99	2218	1290	223,0	6,93
18	111,83	0,034	73,57	2164	1290	245,0	6,92

Примечание. P_{τ} — текущее усилие; ϵ_{τ} — текущая деформация; σ_{τ} — текущее напряжение; $E_{о.д.}$ — модуль общей деформации (секущий модуль упругости); E_{τ} — текущий модуль упругости, соответствующий выбранной точке на кривой; A_{τ} — текущая работа деформирования; n — время релаксации напряжения.

Таблица 3

Усредненная кривая, рассчитанная по уравнению типичного тела
($E_1 = 6390$ МПа; $E_2 = 1310$ МПа; $n = 7,4$ с;
толщина образца 100,2 мкм)

Но- мер точки на кри- вой	P_{τ} , Н	ϵ_{τ}	σ_{τ} , МПа	$E_{о.д.}$ МПа	E_{τ} , МПа	A_{τ} , мДж	ТЕА, мДж
2	16,98	0,0020	11,29	5646	5646	1,7	1,13
3	30,34	0,0040	20,18	5044	4443	6,4	4,28
4	41,08	0,0060	27,33	4554	3573	13,5	9,03
5	49,94	0,0080	33,22	4152	2945	22,6	15,08
6	57,44	0,0100	38,20	3820	2492	33,4	22,22
7	63,94	0,0120	42,53	3544	2164	45,5	30,30
8	69,74	0,0140	46,38	3313	1927	58,9	39,19
9	75,02	0,0160	49,90	3118	1755	73,3	48,82
10	79,93	0,0180	53,16	2953	1632	88,8	59,12
11	84,56	0,0200	56,24	2812	1542	105,3	70,06
12	89,01	0,0220	59,20	2691	1478	122,6	81,61
13	93,31	0,0240	62,06	2586	1431	140,9	93,73
14	97,52	0,0260	64,86	2494	1397	160,0	106,42
15	101,65	0,0280	67,61	2414	1373	179,9	119,67
16	105,72	0,0300	70,32	2343	1355	200,6	133,46
17	109,76	0,0320	73,00	2281	1343	222,2	147,80

Примечание. Здесь и в табл. 4 ТЕА — энергия, поглощаемая при растяжении (определяется как площадь под кривой $\sigma - \epsilon$).

которых величины разрушающего усилия P_p , деформации разрушения ϵ_p и работы разрушения A_p наиболее близки к средним значениям. По-

Рис. 1. Первоначальная обработка кривой усилие — удлинение по Меридиту [6]

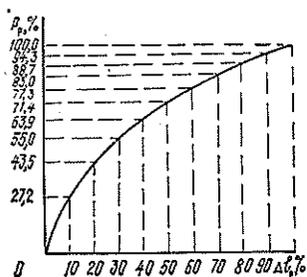


Рис. 2. Кривые зависимости σ — ϵ для серии образцов параллельных испытаний: 1, 2 — экспериментальные кривые, имеющие максимальное отклонение от усредненных; 3 — усредняющая кривая, рассчитанная при использовании в качестве модели деформирования уравнения типичного тела; 4 — усредняющая кривая, рассчитанная по методике Меридита

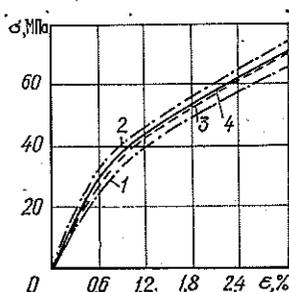


Таблица 4

Усредненная кривая, рассчитанная по методике Меридита

Но- мер точки на кри- вой	P_{τ} , Н	ϵ_{τ}	σ_{τ} , МПа	$E_{o.д.}$ МПа	E_{τ} , МПа	A_{τ} , мДж	ТЕА, мДж
2	30,13	0,0032	20,04	6223	6223	4,85	3,23
3	48,09	0,0064	31,98	4966	3709	17,44	11,60
4	60,91	0,0097	40,51	4193	2647	34,99	23,27
5	70,74	0,0129	47,05	3653	2032	56,19	37,37
6	78,96	0,0161	52,52	3261	1696	80,29	53,40
7	85,57	0,0193	56,92	2946	1366	106,78	71,02
8	91,84	0,0225	61,09	2710	1295	135,34	90,02
9	98,11	0,0258	65,26	2533	1295	165,93	110,36
10	104,39	0,0290	69,43	2395	1295	198,53	132,04
11	110,66	0,0322	73,60	2285	1295	233,15	155,07

этим кривым фиксируют нагрузки, соответствующие 10...100 % разрывного удлинения образца Δl_p и выражают в процентах от P_p (рис. 1). Таким образом получают ряд точек для построения кривой зависимости нагрузки (% от разрывной) от удлинения (% от разрывного). С помощью средних значений P_p и ϵ_p проценты пересчитывают в абсолютные величины P_i и ϵ_i , по этим данным строят типичную кривую $\sigma - \epsilon$ и производят все необходимые вычисления (табл. 4).

Вывод на экран графиков зависимости $\sigma - \epsilon$ для всех параллельных испытаний с предоставлением возможности распечатки позволяет оценить разброс хода экспериментальных кривых и выбрать усредняющую кривую, отражающую характер деформирования для серии образцов (рис. 2).

Таким образом, используя математическую обработку результатов испытаний на растяжение с получением диаграммы $\sigma - \epsilon$, можно дать

всестороннюю оценку изменения исследуемых характеристик целлюлозного волокнистого материала как в процессе деформирования, так и в точке разрушения. Такой подход позволяет найти критерии оценки качества материала при работе в реальных условиях и при разработке новых видов продукции с заданными свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бартнев Г. М. Прочность и механизм разрушения полимеров.— М.: Химия, 1984.— 280 с. [2]. Ван Флек Л. Теоретическое и прикладное материаловедение.— М.: Атомиздат, 1975.— 472 с. [3]. Комаров В. И. Анализ зависимости напряжение — деформация при испытании на растяжение целлюлозно-бумажных материалов // Лесн. журн.— 1993.— № 2—3.— С. 123—131.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Комаров В. И., Қазақов Я. В. Определение времени релаксации напряжения целлюлозно-бумажных материалов из статических кривых $\sigma - \varepsilon$ при деформировании и нагружении с постоянной скоростью // Лесн. журн.— 1993.— № 5—6.— С. 130—133.— (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Комаров В. И., Хабаров Ю. Г. Обработка индикаторных диаграмм, полученных испытанием на растяжение, при помощи ЭВМ // Химия и технология целлюлозы: Межвуз. сб. науч. тр.— Л.: РИО ЛТА, 1979.— Вып. 6.— С. 94—96. [6]. Мортон В. Е., Херл Д. В. Механические свойства текстильных волокон.— М.: Легкая индустрия, 1971.— 278 с. [7]. Фудзи Т., Дзако М. Механика разрушения композиционных материалов.— М.: Мир, 1982.— 232 с. [8]. Хабаров Ю. Г., Комаров В. И. Оценка последовательности разрушения целлюлозных волокнистых материалов // Бум. пром-сть.— 1986.— № 6.— С. 16—17.

Поступила 30 марта 1995 г.

КОМПЬЮТЕРИЗАЦИЯ УЧЕБНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 658.26

С. А. ТЮТЮКОВ, В. С. ТЮТЮКОВ

Тютюков Сергей Александрович родился в 1953 г., окончил в 1975 г. Уральский политехнический институт, кандидат технических наук, помощник ректора Уральского института подготовки и повышения квалификации кадров лесного комплекса по научно-исследовательской работе. Имеет свыше 70 научных трудов в области разработки энергосберегающих технологических процессов получения металлопродукции с использованием нетрадиционных материалов; адаптации электротермического оборудования для нужд отрасли; исследования работы электрооборудования в энергетическом хозяйстве предприятий химико-лесного комплекса и цветной металлургии.



Тютюков Виталий Сергеевич родился в 1976 г., студент математико-механического факультета Уральского государственного университета. Специализируется в области системного программирования.



РАСЧЕТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ЛЭП С ПРИМЕНЕНИЕМ МИКРОКОМПЬЮТЕРА «ЭЛЕКТРОНИКА МК-85»

Предложено применять в инженерных расчетах микрокомпьютеры «Электроника МК-85»; приведены соответствующие программы для определения параметров графиков и координат центра электрических нагрузок.

It has been suggested to employ microcomputers "Elektronika MK-85" in engineering calculations. The applicable software for determining the values of the plots and coordinates of electrical loads centers is presented.

В последнее время все более доступными становятся портативные микрокомпьютеры отечественного и зарубежного производства. Отечественный персональный микрокомпьютер «Электроника МК-85» (МК-85) с оперативной памятью 2 К [4] отличается от программируемых микрокалькуляторов типа «Электроника МК-61», «Электроника МК-52» и др.

[3], главным образом, тем, что общение с ним происходит на алгоритмическом языке Бейсик [4].

Еще одно достоинство МК-85 — он может хранить введенную программу длительное время, пока работоспособны гальванические элементы (при их быстрой замене программа не теряется).

Возможность использования МК-85 на производстве и в учебном процессе можно проиллюстрировать на примере расчета графиков [3] и координат центра [1, 2] электрических нагрузок для рационального размещения трансформаторной подстанции.

Особенности режима работы электроустановок и расход электроэнергии в процессе эксплуатации определяют по суточным или сезонным графикам электрических нагрузок. При проектировании систем электрообеспечения находят максимум нагрузки, потери электроэнергии и др. параметры. Основными показателями, используемыми при расчете графиков электрических нагрузок [2, 3], являются следующие:

расход электроэнергии

$$W = \sum_{i=1}^n W_i = \sum_{i=1}^n P_i t_i, \quad (1)$$

где W_i — расход электроэнергии, кВт · ч;

P_i — нагрузка, кВт;

t_i — время, ч;

средняя мощность, кВт,

$$P_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{\sum_{i=1}^n t_i}, \quad (2)$$

коэффициент заполнения графика

$$K_3 = P_{cp}/P_{max}, \quad (3)$$

где P_{max} — максимальная мощность (например, получасовой максимум нагрузки), кВт;

коэффициент максимума при совпадении расчетной и максимальной нагрузок

$$K_{max} = P_{max}/P_{cp}; \quad (4)$$

среднеквадратичная нагрузка

$$P_{ck} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n P_i^2 t_i}{\sum_{i=1}^n t_i}}; \quad (5)$$

коэффициент формы графика

$$K_{\phi} = P_{ck}/P_{cp}; \quad (6)$$

число часов использования максимума

$$T_{ii} = W/P_{max}. \quad (7)$$

Программа расчета графика электрических нагрузок составлена на основе формул (1) — (7) и проверена на исходных данных примера [3].

Программа «Расчет электрических нагрузок»

10 PRINT «Расчет электрических нагрузок»

20 VAC

30 PRINT «Введите число точек; : INPUT A

40 FOR I = 1 TO A

50 PRINT «Введите значение активной мощности P в кВт»; :

60 INPUT P

```

60 IF P > E; E = P
70 PRINT «Введите время T в часах; : INPUT T
80 F = F + T
90 W = P * T + W
100 B = P ↑ 2 * T + B
110 NEXT I
120 PRINT «Если допустили ошибку, то введите 2, иначе 1»; :
    INPUT G
130 IF G = 2 THEN 20
140 SET 4
150 PRINT «Расход электроэнергии W в кВт · ч равен W =»; W
160 PRINT «Максимальная активная мощность Pmax в кВт равна»; :
170 PRINT «Pmax =»; E
180 K = W/E
190 PRINT «Средняя активная мощность Pср в кВт равна Pср =»; K
200 PRINT «Коэффициент заполнения графика Kз равен Kз =»; K/E
210 PRINT «Коэффициент максимума Kmax равен Kmax =»; E/K
220 D = SQR (B/F)
230 PRINT «Среднеквадратичная нагрузка Pск в кВт равна Pск =»; D
240 PRINT «Коэффициент формы графика Kф равен Kф =»; D/K
250 PRINT «Число часов использования максимума Tн равно Tн =»;
    W/E
260 PRINT «Для продолжения вычислений введите 3, иначе 4»;
270 INPUT H
280 IF H = 3 THEN 20
290 END.
    
```

При проектировании систем электроснабжения в лесной промышленности важное значение имеет правильный выбор места расположения трансформаторной подстанции предприятия или подразделения. Для этого проводят расчет координат вероятностных центров средних активных электрических нагрузок по алгоритму и формулам [1].

Последовательность расчетов [1]

1. Определение вероятностного минимума случайной активной нагрузки, кВт, *j*-го потребителя (объекта)

$$P_{\text{мин } j} = 2P_{c j} - P_{p j}, \tag{8}$$

где P_c — средняя активная мощность, определяемая по установленной мощности потребителей, их числу и коэффициенту использования активной мощности в соответствии с теорией электрических нагрузок [1, 2], кВт;

P_p — расчетный получасовой максимум активной нагрузки, определяемый по сумме получасового максимума активной нагрузки P_m , кВт, и средней активной мощности P_c , кВт, [1, 2].

2. Проведение промежуточных вычислений по формулам

$$\sum_{j=1}^n P_{p j} X_j T_j; \tag{9}$$

$$\sum_{j=1}^n P_{c j} X_j T_j; \tag{10}$$

$$\sum_{j=1}^n P_{\text{мин } j} X_j T_j; \tag{11}$$

$$\sum_{j=1}^n P_{pj} Y_j T_j; \quad (12)$$

$$\sum_{j=1}^n P_{cj} Y_j T_j; \quad (13)$$

$$\sum_{j=1}^n P_{минj} Y_j T_j; \quad (14)$$

$$\sum_{j=1}^n P_{pj} T_j; \quad (15)$$

$$\sum_{j=1}^n P_{cj} T_j; \quad (16)$$

$$\sum_{j=1}^n P_{минj} T_j, \quad (17)$$

где X_j, Y_j — координаты расположения центров средних активных нагрузок j -го потребителя, м;
 T_j — сменность работы j -го потребителя (одно-, двух- или трехсменная работа).

3. Проверка по числу потребителей.

4. Вычисление координат вероятностных центров активных нагрузок потребителей соответственно расчетных (максимальных) — м, средних — с и минимальных — мин:

$$X_m = \frac{\sum_{j=1}^n P_{pj} X_j T_j}{\sum_{j=1}^n P_{pj} T_j}; \quad (18)$$

$$Y_m = \frac{\sum_{j=1}^n P_{pj} Y_j T_j}{\sum_{j=1}^n P_{pj} T_j}; \quad (19)$$

$$X_c = \frac{\sum_{j=1}^n P_{cj} X_j T_j}{\sum_{j=1}^n P_{cj} T_j}; \quad (20)$$

$$Y_c = \frac{\sum_{j=1}^n P_{cj} Y_j T_j}{\sum_{j=1}^n P_{cj} T_j}; \quad (21)$$

$$X_{мин} = \frac{\sum_{j=1}^n P_{минj} X_j T_j}{\sum_{j=1}^n P_{минj} T_j}; \quad (22)$$

$$Y_{мин} = \frac{\sum_{j=1}^n P_{минj} Y_j T_j}{\sum_{j=1}^n P_{минj} T_j}. \quad (23)$$

5. Вычисление координат центра окружности, ограничивающей область рассеяния центров активных нагрузок j -х потребителей:

$$X_0 = \frac{X_M + X_{\min}}{2}; \quad (24)$$

$$Y_0 = \frac{Y_M + Y_{\min}}{2}. \quad (25)$$

6. Вычисление радиуса искомой окружности

$$R_0 = \frac{\sqrt{(X_M - X_{\min})^2 + (Y_M - Y_{\min})^2}}{2}. \quad (26)$$

Программа расчета координат центра электрических нагрузок составлена по формулам (8) — (26). Она имеет следующий вид.

Программа «Рациональное размещение подстанции»

```

1Ø PRINT «Рациональное размещение подстанции»
2Ø VAC
3Ø PRINT «Введите число точек»; : INPUT A
4Ø FOR I = 1 TO A
5Ø PRINT «Введите сменность работы»; : INPUT T
6Ø PRINT «Введите координату X в метрах»; : INPUT X
7Ø PRINT «Введите координату Y в метрах»; : INPUT Y
8Ø PRINT «Введите среднюю активную нагрузку Pc в кВт»; :
: INPUT C
9Ø PRINT «Введите расчетную активную нагрузку Pp в кВт»; :
: INPUT P
1ØØ M = 2 * C — P
11Ø E = P * X * T + E : B = C * X * T + B : D = M * X * T + D : F =
P * Y * T + F : G = C * Y * T + G : H = M * Y * T + H
12Ø Z = P * T + Z : K = C * T + K : L = M * T + L
13Ø NEXT I
14Ø PRINT «Если допустили ошибку, то введите 2, иначе 1»; :
: INPUT V
15Ø IF V = 2 THEN 2Ø : SET 4
16Ø N = E/Z : O = B/K : Q = D/L : R = F/Z : S = G/K : U = H/L
17Ø PRINT «Координаты центров максимальных активных нагрузок»;
18Ø PRINT «XM и YM в метрах XM = »; N, «YM = »; R
19Ø PRINT «Координаты центров средних активных нагрузок»;
2ØØ PRINT «Xc и Yc в метрах Xc = »; O, «Yc = »; S
21Ø PRINT «Координаты центров минимальных активных нагрузок»;
22Ø PRINT «Xмин и Yмин в метрах Xмин = »; Q, «Yмин = »; U
23Ø PRINT «Координаты центра окружности нагрузок X0 и Y0 в метрах»;
24Ø PRINT «X0 = »; (N + Q) / 2, «Y0 = »; (R + U) / 2
25Ø PRINT «Радиус окружности R0 в метрах R0 = »;
SQR ((N — Q) ↑ 2 + (R — U) ↑ 2) / 2
26Ø PRINT «Для продолжения вычислений введите 3, иначе 4»;
27Ø INPUT W : IF W = 3 THEN 2Ø : END
    
```

Программа была проверена при решении примера, имеющего отношение к лесопромышленному предпринятию.

Объект 1 (слесерная линия) с параметрами $T_1 = 1$; $X_1 = 3 \cdot 10^2$ м; $Y_1 = 8 \cdot 10^2$ м; $P_{c1} = 40$ кВт; $P_{p1} = 60$ кВт.

Объект 2 (цех стружки) с параметрами $T_2 = 1$; $X_2 = 7 \cdot 10^2$ м; $Y_2 = 7 \cdot 10^2$ м; $P_{c2} = 80$ кВт; $P_{p2} = 95$ кВт.

Объект 3 (тарный цех) с параметрами $T_3 = 1$; $X_3 = 4 \cdot 10^2$ м; $Y_3 = 2 \cdot 10^2$ м; $P_{с3} = 75$ кВт; $P_{р3} = 110$ кВт.

Объект 4 (деревообрабатывающая мастерская) с параметрами $T_4 = 1$; $X_4 = 9 \cdot 10^2$ м; $Y_4 = 3 \cdot 10^2$ м; $P_{с4} = 35$ кВт; $P_{р4} = 50$ кВт.

Получены следующие результаты расчета по программе для указанного примера: $X_m = 5,50 \cdot 10^2$ м; $Y_m = 4,80 \cdot 10^2$ м; $X_c = 5,63 \cdot 10^2$ м; $Y_c = 4,93 \cdot 10^2$ м; $X_{мин} = 5,89 \cdot 10^2$ м; $Y_{мин} = 5,20 \cdot 10^2$ м; $X_0 = 5,70 \cdot 10^2$ м; $Y_0 = 5,00 \cdot 10^2$ м; $R_0 = 0,27 \cdot 10^2$ м.

Таким образом, микрокомпьютер «Электроника МК-85» можно использовать при решении практических электротехнических задач, требующих выполнения большого объема однотипных вычислений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Алябьев В. М. Метод определения вероятностных центров электрических нагрузок лесопромышленных объектов // Лесн. журн.—1980.—№ 3.—С. 46—51.—(Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Коновалова Л. Л., Рожкова Л. Д. Электроснабжение промышленных предприятий и установок.—М.: Энергоатомиздат, 1989.—528 с. [3]. Сазыкин В. Г. Расчет показателей графиков электрических нагрузок с помощью программируемых микрокалькуляторов // Промышленная энергетика.—1988.—№ 3.—С. 26—28. [4]. Шапиро С. И., Бойко А. В. Программируемые микрокалькуляторы в обучении.—М.: Радио и связь, 1989.—256 с.

Поступила 24 августа 1994 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 338.26

П. С. ГЕЙЗЛЕР

Гейзлер Павел Сергеевич родился в 1937 г., окончил в 1960 г. Ленинградскую лесотехническую академию, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой управления и организации производства Белорусского государственного технологического университета. Имеет более 160 печатных трудов в области экономики лесного комплекса.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА**

На основе анализа задач развития лесных комплексов предложена экономико-математическая модель обоснования программы-прогноза их развития и механизм государственного регулирования по ее выполнению.

On the analysis basis of forest complexes development problems, an economic-mathematical model of forecast-program substantiation of their development and a mechanism of governmental regulation of its implementation has been offered.

Лесной комплекс — сложный многоуровневый объект. Прогнозирование развития и выбор путей совершенствования его производственной и территориальной структуры упирается в решение относительно автономных, но в конечном итоге взаимно увязанных задач.

Среди них такие разнородные по экономическому содержанию задачи, как прогноз динамики лесного фонда, где рассматриваются вопросы воспроизводства лесных ресурсов, улучшение их природной, возрастной и размерно-качественной структур. На базе этой задачи может быть построен прогноз заготовки древесного сырья в тот или иной период времени с разбивкой по породам и размерно-качественным характеристикам.

В свою очередь, на основе этой информации решается одна из важнейших ключевых задач, обеспечивающих рациональное и комплексное использование древесного сырья, — прогноз развития перерабатывающих отраслей и производств. Последняя имеет целью и улучшение использования имеющихся ресурсов древесного сырья, и удовлетворение потребностей во всех видах продукции деревообработки и деревопереработки.

Интересы правильного решения данной сложной и комплексной задачи в плане прогноза на достаточно дальнюю перспективу требуют подчинения ей задач динамики лесного фонда и заготовки древесного сырья по отдельным объектам лесного комплекса: объединениям, предприятиям, концернам и другим формам организации производства и управления.

Немаловажна и задача совершенствования территориальной организации всех производств лесного комплекса.

В условиях действия командно-приказных методов управления все эти задачи решались (а чаще не решались) с помощью жестких указаний, приказов, постановлений, которые дезагрегировались по конкретным объектам и срокам, включались в плановые задания, в число отчетных показателей и подлежали обязательному выполнению.

В условиях рыночных отношений, казалось бы, нет места подобным прогнозам, ибо независимому хозяйствующему субъекту указания сверху и сбоку не нужны. Тем не менее интересы государства в целом требуют рачительного использования лесных ресурсов, и ему как собственнику лесов совсем не безразлично, как используются эти ресурсы. Государство прямо заинтересовано в обеспечении наиболее эффективного использования ресурсов древесного сырья, получении из него нужной продукции в необходимых объемах. Иначе говоря, требуется государственное регулирование развития лесного комплекса, где должны быть даны решения перечисленных задач. Как уже отмечалось, важнейшая и ключевая задача при этом — обеспечение рационального и комплексного использования ресурсов древесного сырья путем развития соответствующих деревоперерабатывающих производств для удовлетворения потребностей в разнообразной продукции переработки древесины. Следовательно, нужно определить, при каком объеме производства каждого из видов продукции лесопереработки обеспечивается наиболее эффективное использование ресурсов древесного сырья.

Для решения этой задачи разработаны модели, учитывающие структуру и объемы имеющихся первичных ресурсов древесного сырья; образование в процессе производства некоторых видов продукции вторичных ресурсов древесного сырья и вовлечение их в переработку; наличие предприятий с учетом их специализации и особенностей технологии; необходимость использования некоторой части древесного сырья без переработки (строительство, отопительные нужды и т. д.); возможность создания новых предприятий в соответствии с типовыми мощностями в конкретных видах производства; наличие трудовых ресурсов; возможный объем капитальных вложений, необходимость затрат на охрану окружающей среды [1—8].

Для прогнозирования развития лесопромышленного комплекса эти модели могут быть применены с рядом упрощений. В то же время требуется взаимоувязанность системы решений для достаточно большого периода времени. Это достигается учетом результатов решений по предыдущим периодам в решениях по последующим периодам. В целом экономико-математическая модель, реализующая прогноз развития лесопромышленного производства, может быть записана следующим образом.

Введем обозначения:

- i — вид древесного сырья;
- i_1, i_2 — вид первичного и вторичного сырья;
- A_{i_1}, U_{i_2} — объем первичного и вторичного сырья вида i_1 и i_2 ;
- j — вид продукции переработки древесного сырья;
- γ_{j,i_1} — норма образования вторичного сырья вида i_2 при переработке первичного сырья вида i_1 на продукцию j ;
- r — направление использования древесного сырья без переработки;
- D_r — потребность в древесном сырье для использования без переработки в направлении r ;
- X_{ij} — объем сырья вида i , направляемый на изготовление продукции j ;

P_{ij} — эффект от использования сырья вида i на изготовление продукции j ;

Y_{ir} — объем сырья вида i , направляемый на удовлетворение потребностей в нем без переработки.

Целевая функция максимизирует суммарный эффект от использования на производство продукции всех имеющихся ресурсов древесного сырья:

$$\sum_{i,j} P_{ij} X_{ij} \rightarrow \max. \quad (1)$$

Ограничения.

Объем использования древесного сырья не превышает наличных ресурсов:

$$\sum_j X_{ij} + \sum_r Y_{ir} - A_i \leq 0; \quad i \in I, \quad j \in J, \quad r \in R, \quad (2)$$

где $A_i = A_{i_1} + U_{i_2}$,

в том числе для первичных ресурсов

$$\sum_j X_{i_1 j} + \sum_r Y_{i_1 r} \leq A_{i_1}; \quad i_1 \in I_1, \quad j \in J_1, \quad r \in R_1; \quad (3)$$

для вторичных

$$\sum_j X_{i_2 j} + \sum_r Y_{i_2 r} - U_{i_2} \leq 0; \quad i_2 \in I_2, \quad j \in J_2, \quad r \in R_2. \quad (4)$$

Удовлетворяется потребность в древесном сырье, используемом без переработки:

$$\sum_i Y_{ir} = D_r; \quad i \in I_3, \quad r \in R. \quad (5)$$

Вторичные ресурсы образуются в зависимости от объемов производства соответствующей продукции:

$$\sum_{i_1, j} X_{i_1 j} \gamma_{j i_2} - U_{i_2} = 0; \quad i_1 \in I_1, \quad i_2 \in I_2, \quad j \in J_2. \quad (6)$$

Для учета потребностей в конкретных видах продукции вводятся экзогенные ограничения

$$B_j^{\min} \leq X_{ij} b_{ij}; \quad i \in I_5, \quad j \in J_3; \quad (7)$$

$$X_{ij} b_{ij} \leq B_j^{\max}; \quad i \in I_6, \quad j \in J_4. \quad (8)$$

Учет предыдущих решений в последующих (по периодам) осуществляется с помощью этих же ограничений (7) и (8).

С помощью приведенной модели и системы решений может быть получен прогноз или программа развития лесопромышленных производств, обеспечивающая наилучшее использование ресурсов древесного сырья. Однако в условиях рыночных отношений при наличии разнообразных форм собственности такая программа не может быть реализована административным путем: конкретные хозяйствующие субъекты не обязаны выполнять чьих-либо указаний и приказов. Реализовать эту программу-прогноз нужно экономическими методами, с помощью рыночных регуляторов: через налоги, кредиты и др. Должны быть созданы равные условия для развития предприятий всех форм собственности. Учитывая различия в капиталоемкости, технологиях, а также неодинаковые по размеру потребления сырья типовые мощности и вытекающие отсюда сроки окупаемости капиталовложений в различных производствах лесного комплекса, следует предусмотреть экономические стимулы (налоговые и кредитные льготы), способствующие развитию производств, отвечающих рекомендациям прогнозов, и сдержи-

вание (но не административное запрещение) развития предприятий в направлениях, не рекомендованных прогнозом.

Переход к прогнозированию и отмеченной налоговой и кредитной политике должен быть осуществлен как можно быстрее, так как практика показывает, что производства лесного комплекса в негосударственном секторе развиваются в направлениях, не способствующих решению задач отрасли, усугубляя существующие проблемы. К сожалению, усилия предприятий «малого бизнеса» направлены в основном на производство с несложной, неглубокой обработкой сырья или же вообще к вызову необработанных лесоматериалов нередко по низким демпинговым ценам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Блинов А. О. О теоретических основах разработки региональных программ // Лесн. журн.—1990.—№ 5.—С. 107—110.—(Изв. высш. учеб. заведений).
 [2]. Гейзлер П. С. Оптимальное планирование развития лесопромышленных комплексов и комплексных лесных предприятий.—Петрозаводск: КарФ АН СССР, 1981.—64 с. [3]. Гейзлер П. С. Комплексное использование древесного сырья на региональном уровне.—М.: ВНИПИЭИлеспром, 1983.—43 с. [4]. Гейзлер П. С., Жуков Г. Д. Комплексное использование ресурсов древесного сырья.—М.: ВНИПИЭИлеспром, 1981.—48 с. [5]. Петров А. П., Гейзлер П. С. Модель оптимизации комплексного использования древесного сырья в лесоперерабатывающей промышленности // Экономика и математические методы.—1976.—№ 6.—С. 1189—1195. [6]. Повышение эффективности использования лесосырьевых ресурсов БССР / Г. И. Здоровцев, А. Д. Янушко, Б. Н. Желиба, П. С. Гейзлер.—Минск: БелНИИНТИ, 1989.—48 с. [7]. Починков С. В., Блинов А. О. Перспективное планирование развития лесного комплекса региона.—М.: ВНИПИЭИлеспром, 1989.—38 с. [8]. Прогноз развития лесного комплекса БССР на основе оптимизации использования древесного сырья и пути его реализации / В. С. Романов, А. Д. Янушко, П. С. Гейзлер, Б. Н. Желиба.—Минск: БелНИИНТИ, 1987.—52 с.

Поступила 13 мая 1994 г.

УДК 338.45 : 674

Н. Ф. ПАВЛОВА



Павлова Наталья Фридриховна родилась в 1969 г., окончила в 1992 г. Архангельский лесотехнический институт, аспирант и ассистент кафедры экономики и финансов Архангельского государственного технического университета. Имеет 2 печатные работы в области экономики деревообработки, финансового менеджмента и банковского дела.

ПОВЫШЕНИЕ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ДЕРЕВЯННЫХ ДОМОВ ЗАВОДСКОГО ИЗГОТОВЛЕНИЯ НА ВНЕШНЕМ РЫНКЕ

Рассмотрены проблемы повышения конкурентоспособности продукции деревообработки на внешнем рынке. Предложена диверсификация экспорта, его переориентация на продукцию с более высокой стоимостью — малоэтажные деревянные дома.

The problems of raising the competitiveness of woodworking products on the external market have been considered. Export diversification, its reorientation towards products of higher value - few-storeyed ready-cut houses have been offered.

Вопросы повышения конкурентоспособности продукции в условиях развития рыночных отношений в России имеют стратегическое значение.

Труды видных экономистов прошлого, опыт реформ в экономически развитых странах говорят о том, что важным фактором процветания экономики является повышение эффективности экспорта, что невозможно без повышения конкурентоспособности продукции. Между созданием конкурентоспособной продукции, которая обычно есть следствие внедрения в производство последних технических нововведений, и экспортом существует прямая и обратная взаимосвязь. Опросы зарубежных фирм неизменно показывают, что чем больше предприятие экспортирует, тем в большей степени оно склонно к нововведениям, и, наоборот, внедрение новшеств в производство способствует росту экспорта [1, 5, 6].

Вопросы создания конкурентоспособной продукции экономисты исследовали в период плановой экономики, ибо страна не получала достаточной отдачи от экспорта продукции обрабатывающих отраслей, следствием чего был «сырьевой перекос» в структуре советского экспорта. Доля конкурентоспособной продукции в 1989 г. на большинстве предприятий страны не превышала 2...4 %, причем конкурентоспособность и высокое качество достигались, как правило, за счет специального экспортного исполнения с повышенными издержками производства [4].

«Сырьевой перекос» характерен и для структуры экспорта из Северного экономического региона, в частности Архангельской области.

В соответствии с установившейся специализацией Архангельская область экспортирует продукцию лесного комплекса. В таблице приведена структура экспорта основных видов лесопроductии в первом квартале 1994 г. (по данным Архангельской таможни).

Для повышения доходности экспортных операций лесопильно-деревообрабатывающих предприятий региона необходимо увеличить в структуре экспорта долю продукции с добавленной стоимостью, которая могла бы конкурировать с зарубежными товарами-аналогами. Беломорскую доску в настоящее время может вытеснить с традиционных европейских рынков более качественная пилопродукция из Швеции и Канады.

С другой стороны, дефицит пиловочного сырья на лесозаводах-экспортерах Архангельской области, вызванный истощением лесосырьевых баз, инфляционные процессы в экономике и налоговый прессинг

Вид продукции	Стоимость, тыс. долларов США	Доля в общем объеме экспорта, %
Лесоматериалы обработанные	19 582	30,7
Целлюлоза	23 646	37,1
Бумага и изделия из нее	12 807	20,1
Прочая продукция	7 683	12,1
Итого	63 718	100,0

привели к тому, что рост издержек производства опережает рост цен на пиломатериалы.

Такие негативные явления, как снижение прибыльности производства, безработица, связанная со спадом производства, опасность вытеснения с привычных внешних рынков сбыта пиломатериалов могут быть предотвращены или хотя бы ослаблены диверсификацией лесопильного производства [3].

Американские фирмы в условиях жесткой конкуренции сохраняют свои позиции на рынке с помощью инвестиций в дальнейшую переработку первичной продукции лесопиления [2], хотя модернизация лесопильного производства усложняет проблему занятости, ибо неизбежно влечет за собой сокращение численности рабочих.

Деревообрабатывающие предприятия Севера имеют необходимый производственный и кадровый потенциал, налаженную сеть сбыта и опыт работы на внешних рынках. Они могут производить широкий спектр продукции вторичной переработки, отвечающей современным требованиям. По нашему мнению, наиболее выгодным направлением диверсификации экспорта является производство малоэтажных деревянных домов-коттеджей из цельной древесины.

При оценке конкурентоспособности изделия английские экономисты в числе других используют критерий «сравнительной прибыльности»: чем больше прибыль компании от экспортных операций, тем выше уровень конкурентоспособности ее продукции [7].

Применим этот критерий на характерном для Архангельской области примере. Лесозавод N экспортирует в ФРГ в год 120 деревянных домов для кемпингов. Общая площадь дома 11 м², контрактная цена (франко-склад продавца — EX WORKS) 2860 немецких марок. Для производства этих домов требуется 1783,2 м³ пиловочника в год. Экспортная выручка составит 343 200 немецких марок (228 800 американских долларов по курсу на 31.10.94 г.). При переработке того же количества пиловочника на пиломатериалы экспортная выручка составила бы (при коэффициенте выхода экспортных пиломатериалов 0,35) 135 504 немецких марок (90 336 долларов США), т. е. примерно в 2,5 раза меньше.

Рост масштабов экспорта деревянных домов из Архангельской области сдерживают такие факторы, как неразвитость производства этой продукции и сети сбыта, отсутствие информации, рекламы, недостаточная конкурентоспособность этой продукции.

Рынок сбыта деревянных домов в данное время неограничен: ФРГ, Кипр, Италия, Объединенные Арабские Эмираты, Япония, Израиль.

По данным Архангельской таможни, в 1993 г.— первом полугодии 1994 г. из области поставляли деревянные дома на экспорт 12 предприятий. По дизайну и качеству конкурентоспособны на западных рынках комплекты домов из профилированного бруса и оцилиндрованных бревен, производимые на оборудовании фирмы «Макрон» (Финляндия) и Брянского завода. Архангельские предприниматели экспортируют дома различной площади и благоустройства — от домиков для кемпингов общей площадью 11 м² с чистовым полом и внутренней отделкой из натуральной древесины до коттеджей общей площадью 220 м² (мансардные одноквартирные жилые дома с 5... 8 комнатами, мебелью, водоснабжением).

Отрицательным моментом является то, что, используя цену EX WORKS и работая через посредников, предприятия реализуют продукцию домостроения по демпинговым ценам (средняя контрактная цена 1 м² общей площади 260... 335 немецких марок, или 173... 223 американских долларов, тогда как средняя цена 1 м² общей площади ана-

логичного деревянного дома на рынке ФРГ составляет около 1500 немецких марок, или 1000 американских долларов).

Недостатком является и то, что беломорские дома изготавливаются в основном из ели, тогда как, например, Финляндия экспортирует дома из сосны.

Результаты продаж, участие в международных выставках позволили выявить направления улучшения качества деревообработки: сушка лесоматериалов до влажности 22 % (естественная или искусственная); применение более эффективных антисептиков и антипиренов; соблюдение требований стандартов к чистоте поверхности обработки оцилиндрованных бревен.

Повышению эффективности экспорта деревянных домов должно послужить также доведение благоустройства домов до западного образца: соответствие стеновых материалов европейским стандартам, двускатная крыша, оборудование инженерных систем средствами автоматического регулирования, обеспечение как централизованного, так и автономного отопления и горячего водоснабжения.

В сервисном оборудовании желательны новейшие системы кондиционирования с автоматической регулировкой и электроарматура.

Повышению конкурентоспособности способствует и современное оборудование туалетных комнат и кухонь (джакузи, система подогрева пола для ванной, двойные мойки с мусородробилкой для кухни и др.), сауны, наличие гаража, подвала.

Одним из направлений повышения эффективности экспорта деревянных домов в будущем станет изготовление их не из цельной древесины, а из деревянных панелей, что позволит снизить расход древесины примерно на 20 %. Панельные дома, производившиеся до недавнего времени в России, были неконкурентоспособны, так как не комплектовались при изготовлении автономными удобствами и плохо поддавались оборудованию такими системами. Использование современных прогрессивных технологий позволит решить эти проблемы.

Итак, направлениями повышения конкурентоспособности деревянных домов являются:

а) отказ от реализации их по демпинговым ценам. Лесопильным предприятиям необходимо самостоятельно налаживать сети сбыта на внешних рынках, используя рекламу, участие в международных выставках и т. п.;

б) улучшение качества деревообработки;

в) соответствие благоустройства домов требованиям европейского стандарта;

г) переход к менее древесиноемким технологиям (панельному домостроению).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бюллетень иностранной коммерческой информации.— 1983.— 25 янв.
- [2]. Михельсон Э. Я. Производство продукции с добавленной стоимостью // Экономика и управление в лесной, деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности и лесохимии: Экспресс-информ. / ВНИПИЭИлеспром.— 1992.— Вып. 3.— С. 9—21. [3]. Павлова Н. Ф. Состояние и перспективы рынка малых деревянных домов на Европейском Севере России // Лесн. журн.— 1993.— № 1.— С. 102—105.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Проблемы управления конкурентоспособностью продукции: Сб. науч. тр.— М.: НИИПН, 1989.— 86 с. [5]. Тихонов Р. М. Конкурентоспособность промышленной продукции.— М.: Изд-во стандартов, 1985.— 176 с. [6]. Feigenbaum A. V. Quality Strategy for the modern industrial economy // EOQC annual conf. proceed.— Amsterdam, 1981.— Vol. 1.— P. 21. [7]. Financial Times.— 1982.— 1 oct.

Поступила 11 ноября 1994 г.

ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 630*232

ПЕРВЫЕ ЛЕСОКУЛЬТУРНЫЕ ЦЕНТРЫ
ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

Лесокультурное дело Европейского Севера насчитывает немного более 100 лет. За его начало, в полном смысле принятого понятия, есть все основания считать лесокультурные работы, выполненные на юге Вологодской губернии в 80-х гг. прошлого столетия лесничим Владимиром Всеволодовичем Магаринским. Созданию лесных культур предшествовали большие подготовительные работы: расчистка речек от хлама, проведение осушительных канав, уборка валежника и его сжигание, вырубка осины. На расчищенной таким образом площади обрабатывали почву в виде полос шириной 22...26 см с расстоянием между их серединами 1,1 м. Дёрн с поверхности почвы сгребали граблями в межполосные пространства, затем почву на полосах рыхлили мотыгами и выравнивали граблями. Первые посевы семян и посадки дичками ели были произведены по обработанной почве 14 мая 1884 г. В том же году В. В. Магаринский на берегу р. Андоги заложил небольшой лесной питомник площадью 0,18 га. Осенью 1886 г. начаты, а впоследствии продолжены посадки сеянцев, выращенных в собственном питомнике. За двухлетний период создано около 22 га посадок ели. Первоначальная густота их 8500 шт./га. В 1890 г. на заседании Московского лесного общества лесничий В. В. Магаринский сообщил о положительных результатах своих лесокультурных работ: «...В 4-летнем возрасте процент неприжившихся сеянцев очень небольшой и посадки ели были почти вдвое выше ростом посевов». Дальнейшая судьба этих культур неизвестна.

Практика показала, что развитие лесного хозяйства Севера немыслимо без подготовки специалистов низшего звена. Насколько нам известно, в 1893 г. в Шилинском бору в 15 км от г. Великого Устюга была открыта первая на Севере лесная школа. Недалеко от ее построек заложен лесной питомник. Вполне реально, что при создании культур сосны возле дер. Моркино использовали посадочный материал именно из этого питомника [4].

История первого на Севере учебного лесного заведения требует дальнейших исследований.

В 1901 г. Велико-Устюгская лесная школа была переведена в г. Тотму, где в 10 км от города на берегу р. Царевой для нее отвели площадь в одну десятину. В дальнейшем это место и стало называться Десятиной. Вблизи учебных зданий находился хороший питомник площадью 1/8 десятины, где учащиеся приобретали навыки обработки почвы, посева семян, ухода за сеянцами, их выкопки и пересадки, т. е. отрабатывали агротехнику выращивания сеянцев, лиственницы, кедра, пихты, яблони, клена, акации, барбариса, боярышника, черенков ив и тополей. В ночь на 10 ноября 1912 г. учебный корпус сгорел по невыясненным причинам. Восстановлен он в середине 1916 г.

В школу принимали лиц, имевших образование не ниже двухклассных министерских училищ и выдержавших вступительные экзамены по арифметике, русскому языку, истории и географии. С 1908 г., кроме того, стали проверять знания геометрии, а с 1923 г. — алгебры и обще-

ствоведения. С 1901 г. по 1921 г. подготовлено 174 лесных кондуктора — ближайших помощников лесничих. В 1930 г. школа преобразована в техникум по подготовке специалистов лесной промышленности. Известно, что учащиеся и преподаватели в 1922—1928 гг. производили посев семян сосны на лесокультурных площадях. К сожалению, позднее культуры попали под застройку и не сохранились.

Своеобразным центром лесного опытного дела, в том числе и лесокультурного, в Архангельской губернии стала станция Обозерская. Здесь в 1910 г. на базе Войскошкольного лесничества была открыта Войская низшая лесная школа. В 1924 г. она преобразована в Обозерский лесной техникум, который в 1931 г. получил статус лесотехнического с подготовкой специалистов для лесозаготовительной промышленности. В 1948 г. восстановлена лесная школа с двухгодичным сроком обучения, выпускники получали свидетельства о получении профессии лесовода.

1 января 1910 г. на станции Обозерская было открыто Северное опытное лесничество, его лесничим назначен Сергей Венедиктович Алексеев. В 1912 г. здесь заложен первый в Архангельской губернии лесной питомник. Под него была вырублена и расчищена площадь в одну десятину, 1/4 которой раскорчевана и перекопана. В 1913 г. в питомнике лесничества впервые были посеяны полученные от контрольной лесосеменной станции семена сосны из 28 лесничеств и ели из 7 лесничеств 18 губерний. Кроме того, были высеяны семена сосны и лиственницы собственного сбора, а также выписанные из Вятской и Петербургской губерний; в 1914 г. — семена сосны и ели различного происхождения из 9 губерний, полученные от лесосеменной станции. Посевы 1913 г. имели очень плохой вид: они сильно изредились, прирост их был ничтожен, главным образом, из-за выжимания морозом.

Гражданская война и иностранная интервенция прервали занятия в лесной школе и исследовательские работы в лесничестве. В последующем здесь были созданы прекрасные образцы посевов и посадок сосны [1—3 и др.].

Большую научную ценность и практическое значение в Архангельской области и в целом на Европейском Севере, помимо культур С. В. Алексеева, представляют и сохранившиеся до настоящего времени культуры сосны лесничего И. Ф. Рипачева. Они были созданы в 1928 г. под его руководством и при непосредственном участии в Шелековской даче (северная часть средней подзоны тайги) Шелековского учебно-опытного лесничества Ленинградского лесного института в лесорастительных условиях черничного типа. На вырубке, пройденной пожаром, был проведен посев местных семян и посадка 2-летних сеянцев в площадки размером $0,5 \times 0,5$ м и $0,7 \times 0,7$ м. Первоначальная густота посевов — 6500 посевных мест, посадок — 5500 шт. на 1 га. Посадочный материал выращен в питомнике лесничества (станция Емца). Как память об этом питомнике до настоящего времени сохранились лиственницы, высаженные по его периметру. Просуществовавшее 7 лет лесничество в 1930 г. было ликвидировано, и с этого времени не было ни агротехнических и лесоводственных уходов за культурами, ни систематических наблюдений. В 1952 г. их площадь составила 13,3 га [6]. 22-летние культуры исследовал А. С. Синников, 40-летние — Ф. Т. Пигарев, в дальнейшем — Н. А. Бабич [4]. Некоторые результаты исследований приведены в таблице. На наш взгляд, посадки могут служить образцом успешного искусственного лесовосстановления, эталоном для лесоводов. Производительность этих культур значительно выше, чем в естественных насаждениях, в них нет смены пород. Кроме того, имеются материалы о проведении лесокультурных работ в Шелековском учебно-опытном лесничестве за 1926—1927 гг. на площади 20 га [5].

Лесоводственно-таксационная характеристика культур И. Ф. Риначева

Показатели качества культур	Порода	Возраст культур, лет						
		22, посев	40		52		60	
			Посев	Посадка	Посев	Посадка	Посев	Посадка
Сохранность, %	—	—	38	14*	31*	13	26,6	
Состав яруса:	—	—	9С1Б+Е	8С2Б	10С+Б	8С2Б	10С+Б	
I	—	—	—	10Е	10Е	10Е	10Е	
II	—	—	—	—	—	—	—	
Средний диаметр, см	Сосна	4,2	10,8	15,6	15,1	17,4	17,9	
	Береза	—	—	13,5	11,3	13,8	13,0	
	Ель	—	—	6,0	7,8	8,4	8,4	
Средняя высота, м	Сосна	3,7	11,8	16,9	17,1	18,5	19,0	
	Береза	—	—	15,0	16,2	16,3	18,6	
	Ель	—	—	5,5	7,3	8,4	7,4	
Число деревьев на 1 га, шт.	Сосна	—	2500	1070	1720	826	1480	
	Береза	—	1500	370	180	373	180	
	Ель	—	—	400	270	400	270	
Абсолютная полнота, м ² /га	Сосна	—	12,7	20,1	31,1	21,2	45,6	
	Береза	—	—	5,2	1,6	5,93	2,38	
	Ель	—	—	1,1	0,3	2,40	1,39	
Запас древесины, м ³ /га, по породам	Сосна	—	166	163	286	189	414	
	Береза	—	—	39	14	44	18	
	Ель	—	—	7	2	11	6	
Итого	—	—	—	209	302	244	438	

* Посевы — пробная площадь 13 ИЛ, посадки — пробная площадь 15.

Есть все основания считать, что лесные школы и учебно-опытные лесничества прошлых лет являлись исходными центрами развития лесокультурного дела на Европейском Севере. Именно здесь учащиеся, практиканты и преподаватели, отрабатывая технологию закладки питомников и агротехнику выращивания в них посадочного материала древесных и кустарниковых пород, создавая учебные, опытные и производственные культуры, закладывали научные основы искусственного лесовосстановления в суровых условиях региона. Какая-то часть этих идей реализовывалась в конкретных производственных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Алексеев С. В. К вопросу о плодоношении и искусственном возобновлении лесов Севера. — Архангельск, 1932. — 48 с. [2]. Борисов В. И. Особенности вы-

ращивания сосны на Севере // Лесн. хоз-во.— 1964.— № 1.— С. 38—41. [3]. Прокопьев М. Н. Культуры С. В. Алексеева в Обозерском лесхозе: Экспресс-информ.— М.: ЦБНТИлесхоз, 1977.— Вып. 12.— 30 с. [4]. Редько Г. И., Бабич Н. А. Руководные леса Европейского Севера.— Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1991.— 96 с. [5]. Серебrenников П. П. Учебно-опытные лесничества Ленинградского лесного института и их значение в жизни института и лесного хозяйства страны // Природа и хозяйство учебно-опытных лесничеств Ленинградского лесного института.— М.: Новая деревня, 1928.— С. 7—36. [6]. Синников А. С. К истории лесных культур Архангельской области // Сб. статей по лесному хозяйству.— Архангельск: АЛТИ, 1958.— С. 57—68.

Н. А. Бабич, Б. А. Мочалов

Архангельский государственный технический университет
Архангельский институт леса и лесохимии

УДК 630*902

ДИНАСТИЯ ЛЕСОВОДОВ САВИЧЕЙ

В любом виде деятельности издавна приветствуется семейная преемственность поколений, когда дети и внуки идут по стопам своих отцов и дедов, приобретая те же профессии. Особенно это ценят лесоводы. Так, широко известна в России продолжающаяся и сегодня династия ученых-лесоводов Огиевских. В этой статье я хотел бы рассказать о другой династии ученых-лесоводов Савичей.

Михаил Клементьевич Савич
(1853—1913 гг.)



Глава этой династии — Михаил Клементьевич Савич вошел в отечественную историю как пионер степного лесоразведения на Урале и основатель Уральского степного образцового лесничества. Родился он в 1853 г. в Новогрудском уезде Минской губернии. После окончания средней школы в г. Вильно М. К. Савич поступил на лесное отделение Петровской сельскохозяйственной и лесной академии, обучение в которой закончил в 1877 г. Через год за работу «Развитие корневой системы сосны, ели и пихты в различной крупности частицах почвы» он был удостоен степени кандидата лесоводства. С этого времени началась его служба в Корпусе лесничих в качестве младшего таксатора по осушке болот С.-Петербургской губернии, далее — стажера Велико-Анадольского степного образцового лесничества. На протяжении 1885—1902 гг. по приглашению атамана Уральского казачьего войска служил лесничим Уральского степного образцового лесничества.

М. К. Савич первым на Урале организовал метеорологическую станцию, за что в 1886 г. был избран чл.-кор. Главной физической об-

серватории. Степные посадки на Урале он вначале создавал по «нормальному» типу, но вскоре вынужден был отказаться от выращивания рано погибающего дуба, выделив пригодными для тех условий берест, американский ясень и желтую акацию (белая акация вымерзала). Однако и эти породы вскоре погибали. Причина — солонцеватость глубоких грунтов Уральской дачи, что было подтверждено в 1893 г. лабораторными исследованиями Дмитрия Морозова — ученика почвовода Лесного института П. К. Костычева. Но не все его посадки погибли, кое-где насаждения из береста, американского ясеня и желтой акации сохранились.

Кроме новых посадок, М. К. Савич произвел учет всех местных насаждений в области Уральского казачьего войска. С 1890 г. он заведовал большим войсковым садом и был единственным человеком, к которому шли по всем делам, касающимся дерева, леса и сада.

С 1912 г. он становится главным лесничим Главного управления казачьих войск в Петербурге и получает очередной чин действительного тайного советника.

Умер М. К. Савич в 1913 г. в возрасте 60 лет, похоронен на Смоленском кладбище в Петербурге. После его смерти некролог о нем написал Г. Н. Высоцкий («Лесной журнал», 1914 г., вып. V). Лесоводы всегда будут с благодарностью помнить М. К. Савича как пионера лесоразведения в степях Заволжья и Зауралья.

В специальной литературе труды М. К. Савича встречаются редко. Им опубликованы одна статья о степном лесоразведении на Урале, небольшие заметки и статьи в уральских газетах. Однако в архивах сохранились многочисленные его записи по учету культур, дневники, донесения, касающиеся состояния казачьих лесов и садов.

Младший сын Михаила Клементьевича Владимир Михайлович родился в 1885 г., окончил С.-Петербургский императорский лесной институт в 1909 г. Но уже с 1903 г. он специализировался по ботанике в лаборатории акад. И. И. Бородина и работал вместе с ассистентами В. Н. Любименко, В. Н. Сукачевым, Л. А. Ивановым. По лесоводству занимался у проф. Г. Ф. Морозова. В 1907 г. временно служил в Лесном ведомстве, заведя Хошеутовским опытным участком по закреплению песков в Астраханской губернии.

В 1906 г. В. М. Савич публикует первые научные работы по результатам своих студенческих флористических и экологических исследований, а также по изучению корневых систем у подростка сосны в Бузу-



Владимир Михайлович Савич в
1911 г. (1885—1965 гг.)

лукском бору. В 1908 г. выходит его монография «В Прикаспийских степях и пустынях Зауралья (Ботанико-географические исследования)».

Страсть к науке, путешествиям и экскурсиям, необыкновенная энергия, трудолюбие, основательное специальное образование и организаторские способности преопределили весь дальнейший творческий путь Владимира Михайловича. Как ботаник-садовод Тбилисского ботанического сада с 1910 г. он осуществляет ряд экспедиций по Кавказу и Средней Азии: Мунганские степи, пустыня Кара-Кум, хребет Копет-Даг, долина р. Аму-Дарья. Как старшего специалиста по селекции растений Департамента земледелия В. М. Савича командировают в США, Англию, Швейцарию, Францию, Алжир.

С 1914 г. он организует работу по селекции и гибридизации плодовых растений, а в 1915 г. — экспедиционное изучение и заготовку дубильных веществ в Центральном Закавказье, Талыше, на Северном Кавказе и Черноморском побережье. В 1916 г. его назначают директором-строителем первого в России крупного завода дубильных экстрактов в Майкопе.

В 1918 г. начинается преподавательская деятельность В. М. Савича, его избирают профессором ботаники Северо-Кавказского политехнического института в Краснодаре. В 1919 г. он командировается в Ставрополь Кавказский для организации там сельскохозяйственного института, его избирают первым ректором и заведующим кафедрой ботаники. В 1922 г. он переезжает в Петроград, где работает заместителем директора Центрального географического музея, заведует Туркестанским гербарием Главного ботанического сада, ведет практические занятия в Лесном институте, читает лекции по биологии в Петербургском коммунистическом университете.

В 1923 г. В. М. Савич возглавляет кафедру ботаники только что созданного Государственного дальневосточного университета в Чите, а в 1924—1931 гг. — Дальневосточный научно-исследовательский институт лесного хозяйства во Владивостоке. Одновременно он — заместитель председателя совета Владивостокского филиала географического общества СССР. В пригороде Владивостока В. М. Савич создает ботанический сад с биологической станцией при нем. Совместно с ботаником И. К. Шишкиным, почвоведом Б. А. Крестовским и географом-писателем В. К. Арсеньевым организует ряд экспедиций по изучению растительности Дальнего Востока, Приамурья и Забайкалья.

Во время одной из экспедиций по заданию Переселенческого управления Дальневосточного края он дал географическое описание долины р. Биры и двух ее притоков — левого и правого Джанов, назвав этот район Биробиджаном. Это название впоследствии закрепилось за столицей Еврейской автономной области.

В 1933 г. В. М. Савич был ложно обвинен в шпионаже в пользу Японии и осужден на 10 лет по так называемому «Арсеньевскому делу». В местах заключения он руководил мерзлотоведческими геоботаническими исследованиями, выращивал овощные культуры в парках Воркуты, закладывал питомники, ползащитные лесные полосы и посадки плодовых деревьев близ Караганды.

В 1942 г. В. М. Савичу был разрешен выезд в Казахстан. Здесь он работал старшим научным сотрудником Казахского института земледелия. Через год он переехал в Узбекистан, где был избран заместителем директора по научной работе Среднеазиатского научно-исследовательского института лесного хозяйства (г. Ташкент). В 1947 г. он — заведующий кафедрой лесоводства и агролесомелиорации Ташкентского сельскохозяйственного института. В 1961 г. по совокупности опубликованных работ (более 50) профессору В. М. Савичу была присуждена ученая степень доктора сельскохозяйственных наук.

Владимир Михайлович Савич принимал активное участие во многих научных обществах СССР, состоял действительным членом Американской ассоциации изучения наследственности. В географической энциклопедии СССР В. М. Савич упомянут как видный ботаник и географ. Следует отметить его важнейшие публикации: «В степях и пустынях Заволжья», «Типы растительного покрова севера Приморья», «Полезащитное лесоразведение на богаре предгорий Узбекистана» и другие, не потерявшие научного значения и в наше время. Умер В. М. Савич в 1965 г., не дожив двух месяцев до своего 80-летия (некролог со сведениями о жизни и деятельности опубликован в журнале «Лесоведение», 1968 г., № 4). Таков жизненный и творческий путь Владимира Михайловича Савича — лесоведа, выдающегося исследователя растительности и природы Заволжья, Казахстана, средней Азии, Кавказа, Дальнего Востока и Заполярья, автора многих ценных работ по геоботанике, использованию растительных ресурсов, лесоведению и лесомелиорации, отличного педагога и воспитателя молодых специалистов.

Драматическая судьба В. М. Савича не обошла стороной и его семью. Жена его как видная сподвижница Н. И. Вавилова в 1937 г. была арестована и 4 ноября 1938 г. расстреляна по доносу директора Дальневосточной опытной станции ВИРа. Ей было предъявлено обвинение в том, что во время поездки по Партизанскому району Приморского края для помощи колхозам в весенней посевной она советовала вести сев пшеницы по рекомендациям не Т. Д. Лысенко, а Н. И. Вавилова.

Старший сын Владимира Михайловича Савича — Михаил в 1939 г. поступил в Ленинградскую лесотехническую академию, но погиб в начале Великой Отечественной войны.

Младший сын — Олег окончил Ташкентский сельскохозяйственный институт и до последних лет своей жизни работал заместителем директора по науке Чаткальского горного заповедника под Ташкентом (умер в 1994 г.).

Средний сын — Георгий Владимирович Савич (родился в 1922 г.) прошел всю Великую Отечественную войну солдатом, стал инвалидом. В 1948 г. он поступил на лесохозяйственный факультет Ленинградской лесотехнической академии, которую окончил в 1953 г. Во время учебы в академии он руководил студенческим духовым и эстрадным оркестрами. Уже после четвертого курса Г. В. Савич в составе Ленинградской аэрофотолесоустроительной экспедиции работал в лесах Карелии, Читинской и Ленинградской областей.



Георгий Владимирович Савич

Инженер лесных культур Долонского мехлесхоза, старший лесничий, директор Бегеневского мехлесхоза в ленточных борах Прииртышья — таково начало послужного списка Георгия Владимировича. Бегеневский мехлесхоз вскоре из отстающих становится лучшим предприятием в Казахстане. Под руководством Г. В. Савича в ленточных борах было создано 5 тыс. га культур сосны. Опыт лесовосстановления прииртышских боров обобщен им в нескольких статьях. Ему удалось выявить, что засоленность песчаных почв бикарбонатом натрия является основной причиной, препятствующей произрастанию сосны.

С 1954 г. Г. В. Савич переведен в Ленинградскую область, где он возглавлял Лесогорский лесхоз, работал главным механиком треста лесопарковой зоны (с 1962 г.), начальником отдела лесного хозяйства, охраны и защиты леса (с 1967 г.), директором Стрельнинского парк-лесхоза (1983—1984 гг.). В течение всех этих лет Георгий Владимирович вел и научно-исследовательскую работу. В 1971 г. без отрыва от производственной деятельности он успешно защитил кандидатскую диссертацию по формам сосны в ленточных борах Прииртышья, выделив там песчаную и солончаковую формы. При проведении научных исследований в лесах Ленинградской области он выделил узкокронную и ширококронную формы сосны обыкновенной, назвав их общественными. Узкокронная развивается и совершенствуется в условиях борьбы и конкуренции за жизнь.

Г. В. Савич имеет 30 опубликованных работ. Перечислим основные из них: «Формы сосны в ленточных борах Прииртышья и их лесохозяйственное значение» (1969 г.); «Развитие корневых систем и надземных частей у разных экотипов сосны» (1970 г.); «Некоторые анатомические особенности солончаковой формы сосны в культурах на боровых песках Прииртышья» (1971); «О продолжительности жизни отдельных деревьев в культурах сосны» (1974 г.); «Рубки в пригородной зоне Ленинграда» (1976 г.); «Влияние засухи на устойчивость культур сосны под Ленинградом» (1976 г.); «О пластичности корневых систем сосны обыкновенной» (1979 г.) и др.

Находясь на заслуженном отдыхе Г. В. Савич продолжает активную научную деятельность, изучает вопросы («биосоциальной» как он называет ее) науки, связанной с развитием человека и общества. «Казусы дарвинизма», «Основные законы биосоциологии» — названия его статей для журнала «Вопросы философии».

Г. И. Редько

С.-Петербургская лесотехническая академия

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 061.3 : 630*2

125 ЛЕТ КАФЕДРЕ ЛЕСОВОДСТВА
С.-ПЕТЕРБУРГСКОЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ

9—10 февраля 1995 г. в С.-Петербурге проходила научно-практическая конференция, посвященная 125-летию юбилею кафедры лесоводства ЛТА.

В работе конференции приняли участие профессор и преподаватели лесохозяйственного факультета академии, коллеги из других вузов России — А. С. Тихонов (Брянский технологический институт), Ф. В. Аглиуллин (Марийский политехнический институт), С. В. Залесов (Уральская государственная лесотехническая академия), И. С. Антонов (Пензенский государственный сельскохозяйственный институт), В. Ф. Цветков (Архангельский государственный технический университет), представители С.-Петербургского комитета по лесу, С.-Петербургского НИИ лесного хозяйства, факультета лесных наук Университета г. Йюэнсуу (Финляндия), студенты.

С докладом об историческом пути кафедры выступил ее заведующий проф. С. Н. Сеннов. Он отметил, что с работой кафедры ее преподавателей и питомцев в значительной мере связана история отечественного лесного хозяйства, лесной науки, лесного образования.

Лесоводство как отдельная дисциплина впервые упомянута в учебном плане С.-Петербургского практического лесного института в 1824 г., когда изучался главным образом зарубежный опыт. До образования кафедры лесоводство преподавали известные авторы учебников и монографий П. Перелыгин, Ф. К. Арнольд, А. А. Длатовский, Н. В. Шелгунов.

Кафедра была создана в 1869 г., в конце короткого периода, когда институт назывался земледельческим. Организация кафедры знаменовала собой возрождение лесохозяйственного направления, которое вскоре стало единственным. Первым заведующим кафедрой был Н. С. Шафранов, который вскоре возглавил институт.

С 1877 г. учебное заведение стало называться С.-Петербургским лесным институтом. С приходом на должность заведующего кафедрой лесоводства В. Я. Добровлянского большое внимание начали уделять отечественному опыту лесного хозяйства. Практикой в Лисине руководил ассистент Д. М. Кравчинский, впоследствии лесничий Лисинского лесничества. В Лисинской школе в течение 6 лет работал М. К. Турский, автор учебника «Лесоводство». Учениками М. К. Турского были Н. С. Нестеров и Л. И. Яшнов.

В 1901 г. заведующим кафедрой стал Г. Ф. Морозов, которого заслуженно относят к классикам лесоводства. Он ввел очень экологичный курс лесоводства, а его «Учение о лесе» и сейчас является настольной книгой специалистов лесного хозяйства. После смерти Г. Ф. Морозова кафедра не захирела. С 1919 г. более 30 лет кафедрой заведовал М. Е. Ткаченко, эрудит, энциклопедист, прекрасный преподаватель. Его учебник «Общее лесоводство», изданный в 1939 г. и переизданный в 1952 г., не потерял своего значения и теперь. Известны научные труды М. Е. Ткаченко о лесах Севера, очистке лесосек, роли леса в почвообразовании, концентрированных рубках. Он воспитал много талант-

ливых ученых. Среди них А. В. Побединский и Н. Е. Декатов. Первый известен своими работами в области рубок главного пользования, водоохранной роли леса, второй — в области естественного лесовозобновления при механизированных рубках.

После М. Е. Ткаченко происходила частая смена заведующих кафедрой лесоводства: И. С. Мелехов, М. В. Колпиков, И. И. Шишков, С. В. Белов, А. С. Тихонов. Несмотря на это в работе кафедры просматривается преемственность, сохраняются традиции. Нынешний заведующий кафедрой С. Н. Сеннов является ведущим в стране специалистом в области теории и практики рубок ухода за лесом. Он продолжил исследования на уникальных стационарах, заложенных учеником Г. Ф. Морозова В. В. Гуманом в 1929—1932 гг.

С научными докладами на конференции выступили профессора и преподаватели лесохозяйственного факультета и кафедры лесоводства академии. В выступлениях и приветствиях отмечался большой вклад сотрудников и питомцев кафедры в становление и развитие русского лесоводства, учения о лесе, подготовку высококвалифицированных специалистов, создание оригинальных учебников и монографий, разработку основополагающих документов, направленных на сохранение и приумножение лесных богатств России, которыми руководствуются работники лесного хозяйства в своей практической деятельности.

А. Н. Мартынов

С.-Петербургская лесотехническая академия

ЧИТАТЕЛЬСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ В ЕКАТЕРИНБУРГЕ

За последние годы редколлегия и редакция «Лесного журнала» практически ежегодно проводят читательские конференции в различных вузах лесотехнического профиля. Они состоялись во Львовском (1991 г.), Московском (1992 г.), Воронежском (1994 г.) лесотехнических институтах. Очередная читательская конференция проведена 9 февраля 1995 г. в Уральской государственной лесотехнической академии (УГЛТА).

По предложению руководства академии читательская конференция была совмещена с научной конференцией по итогам научно-исследовательских работ и состоялась на ее пленарном заседании под председательством ректора академии проф. В. Н. Старжинского.

Для проведения читательской конференции в Екатеринбург выехали зам. главного редактора журнала проф. С. И. Морозов и ответственный секретарь редакции Р. В. Белякова.

Большая работа по подготовке конференции была выполнена членом редколлегии проф. Н. В. Лившицем и проректором академии по научной работе проф. В. А. Щавровским, за что выражаем им глубокую благодарность.

С сообщениями о работе «Лесного журнала» в 1994 г. выступили проф. С. И. Морозов и Р. В. Белякова.

С. И. Морозов отметил, что журнал сохраняет свой профиль комплексного печатного органа лесотехнических вузов. В нем систематически публикуются статьи по следующим направлениям:

- исследования закономерностей формирования, роста, продуктивности и рационального использования таежных лесов;
- физиология древесных растений, клеточная и гистологическая инженерия;
- механизация и автоматизация лесопромышленных процессов;
- технология строительства и методы расчета на прочность дорожных одежд и покрытий лесовозных дорог;

расчет прочности и прогнозирование надежности лесных и лесозаготовительных машин;

ресурсосберегающие технологии механической технологии древесины;

прочностные и деформационные свойства целлюлозно-бумажных материалов;

исследования свойств лигнинов и их промышленное применение.

По итогам опубликованных исследований авторами журнала за последние годы защищено 18 докторских и 156 кандидатских диссертаций.

Редколлегия и редакция «Лесного журнала» принимают участие в региональных и федеральных программах, выпуская тематические номера. В 1994 г. № 4 посвящен 75-летию Воронежской лесной научной школы, совмещенный № 5—6 — результатам выполнения ГНТП Российской Федерации «Комплексное использование и воспроизводство древесного сырья».

География поступления статей (%): Северо-Запад европейской территории России — 41,6; С.-Петербург и Ленинградская область — 23,0; Москва и Московская область — 29,2; Урал — 2,5; Восточная Сибирь — 1,2.

Такая неравномерность имела место и раньше, но в последние годы она резко обострилась. Не поступают статьи из стран Закавказья, Средней Азии, Прибалтики, Молдавии, уменьшилось количество статей из Украины и Белоруссии (1,9 %).

За последние годы тираж «Лесного журнала» стабилизировался на уровне 1000 экз. По Российской Федерации подписка составляет 560, по странам ближнего зарубежья — 40, дальнего — 50 экз. Остальные экземпляры тиража редакция рассылает по запросам авторов статей.

Авторский коллектив журнала в 1994 г. — 336 чел. Он представлен следующим образом: работники вузов — 287, НИИ — 27, институтов РАН — 13, прочие — 9 чел. Из них академики, профессора, доктора наук — 25, доценты, кандидаты наук — 50, аспиранты — 9,5, инженеры без степеней и званий — 15,5 %. Большинство авторов имеет высокую научную квалификацию, что обеспечивает хорошее качество публикуемых материалов.

Состав редакционной коллегии — 27 чел., в том числе 9 академиков, 5 членов-корреспондентов, 12 профессоров и докторов наук, 1 — кандидат наук. Они представляют все вузы страны лесотехнического профиля, а также по два человека из вузов Украины и Белоруссии.

Штат редакции — 5 человек. Все они прошли аттестацию на занимаемую должность и успешно справляются со своими обязанностями.

Замечаний по качеству редактирования от авторов не поступало. В процессе редактирования редакция систематически поддерживает связь с авторами статей для уточнения отдельных положений, устранения неточностей и противоречий.

В заключение С. И. Морозов ознакомил присутствующих с рядом мероприятий по поднятию престижа журнала среди научной общественности. Это уточнение и обновление состава редакционной коллегии, списка рецензентов; продолжение практики издания тематических номеров, а также статей по грантам и государственным программам; организация рекламной кампании по расширению подписки в странах ближнего и дальнего зарубежья.

Ответственный секретарь редакции Р. В. Белякова подробно рассказала о порядке прохождения рукописей в «Лесном журнале». Она проинформировала участников конференции в том, что в 1994 г. дополнительно к старым введены новые разделы: «Методика и практика преподавания», «Компьютеризация учебных и технологических процессов».

С этого же года публикация статей сопровождается фотографиями авторов и краткими биографическими справками.

Р. В. Белякова отметила, что имеются сложности с финансированием издания журнала, экспедированием и оплатой типографских услуг. Себестоимость издания одного номера в 1994 г. составила 14,9 млн р. Госкомвуз России частично покрывает затраты на издание журнала и оказывает другую помощь. Так, в 1994 г. бесплатно было выделено журналу 10 т бумаги. Однако основное бремя расходов падает на Архангельский государственный технический университет.

После выступлений докладчики ответили на многочисленные вопросы участников конференции. В обсуждении докладов приняли участие 4 человека.

Конференция одобрила работу редколлегии и редакции «Лесного журнала» и с благодарностью приняла предложение журнала о выпуске тематического номера, посвященного 75-летию Уральской государственной лесотехнической академии.

С. И. Морозов, Р. В. Белякова

Архангельский государственный технический университет

НЕКРОЛОГИ

АЛЕКСАНДР ГЕОРГИЕВИЧ МОШКАЛЕВ

16 декабря 1994 г. на 68-м году жизни после непродолжительной тяжелой болезни скончался ведущий ученый России в области лесной таксации и лесоустройства, академик АЕН РФ и член-корреспондент АН высшей школы, заслуженный лесовод РФ, заведующий кафедрой лесной таксации и лесоустройства С.-Петербургской лесотехнической академии, д-р сельскохозяйственных наук, профессор А. Г. Мошкалев.

Александр Георгиевич родился 28 августа 1927 г. в с. Болотово Махневского района Свердловской области. Трудовую деятельность начал 15-летним подростком в годы Великой Отечественной войны в должности делопроизводителя лесопункта в тресте Алапаевсклесдревмед. Учился и работал, в 1944—1946 гг. был уже техником лесного хозяйства. После окончания средней школы и Свердловского лесотехнического техникума с 1949 по 1954 гг. А. Г. Мошкалев — лесничий в Снягихинском лесхозе Свердловской области. В 1954 г. он закончил Всесоюзный заочный лесотехнический институт и был зачислен в аспирантуру ЛенНИИЛХ.

Вся дальнейшая деятельность А. Г. Мошкалева связана с ЛенНИИЛХ, Лесотехнической академией. Аспирант (1954—1957 гг.), старший лаборант, ученый секретарь, младший и старший научный сотрудник, зав. отделом лесоустройства и аэрометодов (1962—1977 гг.) в ЛенНИИЛХ, зав. кафедрой лесной таксации и лесоустройства (с 1977 г.) С.-Петербургской лесотехнической академии, кандидат сельскохозяйственных наук (с 1959 г.), доктор сельскохозяйственных наук (с 1975 г.) — таков трудовой и научно-педагогический путь Александра Георгиевича.

Для научной деятельности А. Г. Мошкалева характерны практическая направленность разработок, широкое внедрение в практику лесного хозяйства и лесостроительное проектирование. В последние десятилетия почти все общесоюзные и российские нормативные акты по лесной таксации и лесоустройству разработаны под руководством или при активном участии Александра Георгиевича. Это лесостроительные инструкции 1964 и 1986 гг., наставление по таксации лесосек, три лесотаксационных справочника, сортиментные и товарные таблицы, материалы по районированию лесотаксационных и лесостроительных работ, товаризации и учету государственного лесного фонда. А. Г. Мошкалев — соавтор новой методики расчета лесопользования, методики изучения хода роста и товарности древостоев, новых способов измерительной таксации лесного фонда. Он был пионером внедрения ЭВМ в лесоустройстве, использования экономико-математических расчетов, новаторских методов обоснования лесохозяйственных мероприятий для ведения лесного хозяйства в рыночных условиях.

В течение 17 лет А. Г. Мошкалев возглавлял кафедру лесной таксации и лесоустройства С.-Петербургской лесотехнической академии. Он являлся автором многих учебных пособий и методических указаний, соавтором учебника по основам лесного хозяйства для вузов и учебника по лесной таксации для техникумов, но не успел закончить учебник по лесоустройству. Им разработаны новые курсы по лесопромышленности, лесоустройству, основам научных исследований. Он возро-

дил курс лесопромышленности, придавал новое направление курсу лесостроительства. В 1990 г. его стараниями в ЛТА была открыта специализация «Лесостроительство».

А. Г. Мошкалева достойно продолжил традиции С.-Петербургской школы лесных таксаторов и лесостроителей, которая связана с именами А. Ф. Рудзкого и Ф. К. Арнольда, М. М. Орлова и Н. В. Третьякова, А. А. Байтина и Г. Г. Самойловича, Н. В. Горского, В. С. Моисеева.

А. Г. Мошкалева подготовил более 20 кандидатов и одного доктора с.-х. наук, опубликовал свыше 230 научных работ, среди которых более 50 справочников, наставлений и монографий.

Александр Георгиевич обладал огромным трудолюбием, целеустремленностью, был прекрасным методистом и педагогом. За те годы, когда он возглавлял кафедру, выпущено более 1250 инженеров лесного хозяйства.

А. Г. Мошкалева отличали широта научных интересов, принципиальность. Он был просто хорошим человеком. Большую научно-педагогическую деятельность он совмещал с общественной деятельностью, активно участвовал в работе многих координационных, экспертных, научно-технических и ученых советов. Им проведено множество теоретических конференций и практических семинаров.

Многолетний труд А. Г. Мошкалева получил высокую оценку и признание. Он был награжден орденом Трудового Красного Знамени, 4 медалями, в том числе «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941—1945 гг.». В 1994 г. А. Г. Мошкалева был избран академиком РАЕН и членом-корреспондентом Международной академии высшей школы. Ему как выдающемуся ученому Указом Президента была присуждена Государственная стипендия.

Светлая память об Александре Георгиевиче Мошкалева навсегда сохранится в наших сердцах.

С. В. Вавилов, Г. И. Редько

С.-Петербургская лесотехническая академия

ПАМЯТИ ЕВГЕНИЯ ГРИГОРЬЕВИЧА ТЮРИНА



8 февраля 1995 г. в Вологде скончался Евгений Григорьевич Тюрин — ветеран лесостроительства, ветеран труда, видный ученый, кандидат сельскохозяйственных наук, главный инженер Северного государственного лесостроительного предприятия Федеральной службы лесного хозяйства Российской Федерации, автор и рецензент «Лесного журнала».

Е. Г. Тюрин родился 22 ноября 1931 г. в Горьковской области.

В 1954 г. окончил с отличием лесохозяйственный факультет Ленинградской лесотехнической академии и получил назначение в Вологодский аэрофотолесостроительный трест Всесоюзного объединения Леспромстрой на должность инженера-таксатора. С того времени Евгений Григорьевич 41 год своей жизни без остатка посвятил северному лесостроительству, северному русскому лесу. Инженер-таксатор, начальник

партии, начальник лесоустроительной экспедиции, он прошел многие и многие тысячи километров по лесным дебрям Вологодской и Архангельской областей, Республики Коми, Забайкалья и других районов СССР.

Талантливый инженер, Евгений Григорьевич широко интересовался жизнью леса, был в постоянном творческом поиске новых, наиболее совершенных путей организации и ведения северного лесного хозяйства.

За разработку и внедрение Проекта организации и развития лесного хозяйства Сыктывкарского лесхоза Е. Г. Тюрин награжден в 1964 г. медалью и денежной премией ВДНХ.

В 1966 г. он поступил в заочную аспирантуру по кафедре лесной таксации и лесоустройства Архангельского лесотехнического института, по окончании которой написал и блестяще защитил в Ленинградской лесотехнической академии кандидатскую диссертацию.

В 1969 г. Е. Г. Тюрин был назначен главным инженером Северного лесоустроительного предприятия. В этой должности он плодотворно трудился до последнего дня своей жизни.

Как опытный специалист и талантливый организатор Е. Г. Тюрин в 1987 г. был командирован в Лаос в качестве консультанта посольства для создания научно-исследовательского института по изучению лесных ресурсов. В 1989 г. он вернулся к научно-техническому руководству Северным лесоустроительным предприятием.

Е. Г. Тюрин внес большой вклад в решение многих проблем лесного хозяйства и лесоустройства. В их числе строение и рост смешанных сосново-березовых молодняков Республики Коми и основы хозяйства в них, особенности устройства зеленых зон северных городов, организация и развитие лесного хозяйства Вологодской области и Республики Коми, типы леса на Севере, воспроизводство хвойных лесов и смена пород, товарная и сортиментная структура северных лесов, состояние и особенности проектирования рубок ухода за лесом на Европейском Севере, улучшение использования лесосырьевых ресурсов, установление оборотов и возрастов рубок в северном лесном хозяйстве, освидетельствование вырубок по крупномасштабным аэрофотоснимкам, дешифрирование спектральных снимков и др.

По результатам исследований им написано 10 книг (в соавторстве), 5 брошюр и более 50 научных статей. Последним его трудом стала книга «Таблицы динамики таксационных показателей модальных древостоев Европейского Севера по типам леса» (Вологда, 1993.— 265 с.).

Ушел из жизни большой души человек, эрудит, любивший и знавший русскую историю, литературу и культуру Севера. Всегда приветливый, внимательный, доброжелательный, требовательный к себе и подчиненным, прекрасный семьянин и товарищ, Евгений Григорьевич пользовался заслуженным авторитетом и снискал к себе глубокое уважение всех, с кем ему пришлось работать и общаться. И пусть лучшим памятником ему будут его научные труды и дела учеников и последователей на благо русского леса, лесоустройства и лесной науки.

Светлая память о Евгении Григорьевиче Тюрине навсегда сохранится в наших сердцах.

Управление лесоустройства Федеральной службы лесного хозяйства
Российской Федерации
Северное государственное лесоустроительное предприятие
Вологодское управление лесами
Архангельское управление лесами
Комитет лесов Минприроды Республики Коми
Лесохозяйственные факультеты С.-Петербургской лесотехнической академии
и Архангельского государственного технического университета
Архангельский институт леса и лесохимии

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

В IV квартале 1994 г. в издательстве С.-Петербургского государственного университета вышла книга «Процессы и аппараты лесохимических и гидролизных производств». Авторы Л. И. Селянина, С. И. Третьяков, Б. С. Филиппов, О. М. Соколов, А. А. Мариев, Н. И. Богданович — сотрудники кафедры лесохимических производств и кафедры химии древесины, целлюлозы и гидролизных производств Архангельского государственного технического университета. Объем пособия 14 п. л.

Предлагаемая книга допущена в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Технология химической переработки древесины». Пособие может быть использовано специалистами-производственниками.

Каждая глава пособия начинается с краткого теоретического описания процесса. В конце главы приведены примеры подбора технологического оборудования. Раздел «Гидромеханические процессы» посвящен решению задач выбора трубопроводов, насосов, вентиляторов, отстойников, фильтров и др. Во втором разделе «Тепловые процессы в химической аппаратуре» даны примеры расчета теплообменников и выпарных аппаратов различных конструкций. В разделе «Массообменные процессы» изложена методика расчета простой перегонки, перегонки с водяным паром, ректификации. Подробно рассмотрен расчет сушилок, применяемых в лесохимической и гидролизной промышленности. Большое внимание уделено вопросам экстрагирования из жидких и твердых смесей. Четвертый раздел посвящен расчетам специального оборудования пиролиза и гидролиза древесины, канифольно-скипидарного производства, переработки таллового масла. В последнем разделе изложен подход к выбору конструкционных материалов, используемых для изготовления химической аппаратуры.

Заказы на книгу просим направлять по адресу: 163007, г. Архангельск, наб. Северной Двины, д. 17, Архангельский государственный технический университет, кафедра лесохимических производств. Стоимость 1 экземпляра 6 тыс. руб. (с учетом пересылки).

Предварительную оплату заказа производить на расчетный счет 000609140 в РКЦ госбанка г. Архангельска, МФО 103004 (за книгу «Процессы и аппараты лесохимических и гидролизных производств»). К заказу приложить копию банковского поручения об оплате стоимости книг.

Центр по подготовке, управлению и обучению в Великобритании под девизом «Люди — наши природные ресурсы» проводит 15—20 октября 1995 г. школу-семинар «Постоянный туризм в охранных районах» для европейских лесничих, переводчиков и сельских управляющих.

Цель семинара:

установить и сформировать концепцию постоянного туризма в охранных районах, используя практический и структурный подход.

Задачи семинара:

установить и развивать профессиональные контакты с другими странами;

обсудить и развивать свои идеи основ постоянного туризма;

рассмотреть и оценить структурный подход к планированию действий по постоянному туризму;

рассмотреть некоторые концепции, которые можно применить при планировании постоянного туризма;

оценить инициативы по постоянному туризму в Пик Нэшинэл Парк (Peak National Park);

работать над планом действий по претворению идей и концепций постоянного туризма.

Стоимость курса 345 фунтов стерлингов.

Делегатам ОК, являющимся членами Ассоциации сельских управляющих, предоставляется 50 % скидка.

Европейские делегаты, особенно из Восточной Европы, должны обратиться в Британский совет по поводу спонсорства.

Для получения подробной информации обращайтесь:

Питер Таунсенд, директор,
Лузхил Холл, Каслтон,
Дербишир, S 30 2 WB, UK
Тел.: 01433 620373
Факс: 0143 620346