

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

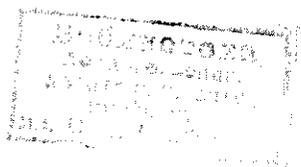
Лесной журнал

Издается с февраля 1958 г.

Выходит 6 раз в год

6

1992



АРХАНГЕЛЬСК

АРХАНГЕЛЬСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ В. В. КУЙБЫШЕВА

Главный редактор — акад. **И. С. Мелехов**.
 Заместители главного редактора:
 чл.-кор. Международ. инж. акад. **О. М. Соколов**,
 проф. **Е. С. Романов**, проф. **С. И. Морозов**.

ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

Проф. **Ю. Г. Бутко**, проф. **А. В. Веретенников**, проф. **Е. Д. Гельфанд**,
 проф. **И. И. Гусев**, проф. **Р. Е. Калитеевский**, проф. **А. Н. Кириллов**,
 проф. **Н. П. Коваленко**, акад. **В. А. Кучерявый**, проф. **Н. В. Лившиц**,
 проф. **Е. Г. Мозолевская**, доц. **О. А. Неволлин**, 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**, проф. **В. И. Санев**, акад. **О. А. Тер-
 ренъев**, проф. **Н. И. Федоров**, проф. **В. Я. Харитонов**, д-р с.-х. наук
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» № 6

Редакторы **Н. П. Бойкова**, **Л. С. Окулова**. Корректор **Л. Л. Аксенова**.

Сдан в набор 17.02.93. Подписан в печать 15.06.93.
 Форм. бум. 70 × 108¹/₁₆. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая.
 Усл. печ. л. 12,775. Усл. кр.-отг. 12,775. Уч.-изд. л. 15,51. Тираж 1 000 экз. Заказ 2026. Цена 50 р.
 Архангельский ордена Трудового Красного Знамени лесотехнический институт
 им. В. В. Куйбышева

Адрес редакции: 163007, Архангельск, 7, наб. В. И. Ленина, 17, тел. 44-13-37.

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

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630*902

К 125-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ М. М. ОРЛОВА
(1867—1932 гг.)

Н. А. МОИСЕЕВ

РАСХН

Имя проф. М. М. Орлова, лидера отечественного лесоустройства, широко известно лесным специалистам нескольких поколений, хотя официально в течение 35 лет после его смерти, до 1967 г., оно упорно замалчивалось [7].

Апогей научной деятельности проф. М. М. Орлова пришелся на трагический период нашей страны, связанный с революцией, гражданской войной, коллективизацией и другими преобразованиями. В послереволюционное время его научные труды создавались в обстановке коренной ломки системы управления лесами и лесными отраслями, как и всем народным хозяйством. В те годы критической переоценке подвергались сложившиеся в лесной науке и практике понятия, переосмысливались суть и содержание научных дисциплин.

Нынешний период кардинальных экономических и политических реформ также обострил проблемы управления, но уже в связи с переходом к условиям рыночной экономики. При этом применительно к реформам в лесном хозяйстве, в связи с его долгосрочной спецификой, вырабатывая новое, полезно вспомнить прошлое, особенно оценки проверенных длительным временем стратегических положений организации выращивания и управления лесами. В связи с этим сохраняется непреходящий интерес к научным трудам проф. М. М. Орлова.

Среди отечественных ученых М. М. Орлов выделялся широкими научными интересами, позволявшими ему не просто охватывать проблемы лесной таксации, лесоустройства, экономики и лесоводства, но и синтезировать познания в своего рода учение о лесном хозяйстве как весьма специфической и сложной отрасли народного хозяйства.

В отечественной лесной науке и практике, пожалуй, недооценивалось то немаловажное положение, что успех развития отрасли зависит не только от углубления отдельных дисциплин и даже создания новых, но в неменьшей мере и от интеграции их в единый процесс управления лесовыращиванием. Эта мысль подчеркнута в рекомендациях X Мирового лесного конгресса (1991 г., Париж), отметившего, что среди проблем лесного хозяйства центральной является выработка механизма управления лесами, адекватного современным требованиям человечества.

Если проследить за последовательностью опубликования и характером наиболее крупных работ М. М. Орлова, то нетрудно убедиться, что их замысел в конечном итоге сводился к тому, как лучше управлять



лесами в нашей самой многолесной державе мира. К такой направленности мышления в общем-то обязывала и сама дисциплина лесоустройство, которая занимала доминирующее положение в его трудах. До сих пор непревзойденным по широте охвата вопросов и обобщений, конечно, применительно к уровню мировых знаний того времени, является трехтомный учебник по лесоустройству, который он посвятил своим предшественникам с крылатым и символическим для всей отрасли эпиграфом «Передний — заднему мост» [5]. Не случайно, что вслед за ним идет широкомасштабная по анализу и обобщениям имевшегося в мире опыта книга «Лесоуправление» [4]. Сохраняет актуальность высказанное им положение, что лесоустройство без лесоуправления мертво, а лесоуправление без лесоустройства слепо. Выход отмеченных крупных работ пришелся на последнее весьма беспокойное, завершающее жизненный путь М. М. Орлова пятилетие. Но в это же время он написал и серию блестящих статей, связанных с печальной по своим последствиям для всех лесных специалистов дискуссией 30-х гг. по принципиальным вопросам лесоустройства и объединенных позже в книгу «Очередные вопросы лесоустройства» [6]; выпустил статистический обзор «Леса СССР» [2]; создал последний труд (увидевший свет лишь в 1983 г.) «Леса водоохранные, защитные и лесопарки. Устройство и ведение хозяйства» [1], посвященный актуальному и для наших дней вопросу о ведении хозяйства в сугубо защитных лесах. Если принять во внимание все эти крупные работы, написанные за столь ограниченный и самый тяжелый для М. М. Орлова период времени, вряд ли в истории отечественной лесной науки можно найти подобный пример такого трудолюбия, результативности и принципиальности в отстаивании истины.

Не вдаваясь в детали многочисленных работ М. М. Орлова, остановимся лишь на отдельных их принципиальных положениях, и ныне сохраняющих актуальность.

В зарубежной и отечественной литературе до сих пор дискутируется вопрос о характере, роли и месте лесоустройства в системе лесных наук. Не обошел этих вопросов и М. М. Орлов. В предисловии и первой главе первого тома учебника «Лесоустройство» он выражает неудовлетворенность содержанием термина, дает ему более широкое толкование, увязывая с экономикой, планированием и организацией лесного хозяйства. На практике суть лесоустройства сводится к составлению научно обоснованного плана, обеспечивающего неистощительное пользование лесом в границах объекта, выделенного по природным и экономическим условиям. В соответствии с этим озаглавлены и тома учебника: «Элементы лесного хозяйства» (поданы в системе как учение об организации отрасли), «Подготовка планирования лесного хозяйства», «Планирование лесного хозяйства».

Следует остановиться на возражениях по поводу такого понимания лесоустройства, возникших после 30-х гг. и существующих до настоящего времени. Многие «ревнители» видели в данном назначении лесоустройства чуть ли не посягательство на директивное планирование, что давало им повод сводить его только к территориальной организации лесного хозяйства с установлением объемов лесохозяйственных мероприятий. При этом не принималось во внимание, что специфика лесовыращивания обязывает выработать план пространственно-временных действий, удовлетворяющий долгосрочным целям лесного хозяйства и к тому же обязательно обеспечивающий постоянство и неистощительность пользования лесом. Поскольку на определенном этапе принцип постоянства был отменен, отпала необходимость и в плане неистощительного пользования лесом. Именно поэтому лесоустройство, начиная с 30-х гг., потеряло свое крайне важное для практики назначение и свелось, в сущности, к роли справочного материала, ни к чему не обязывающего.

Поскольку дискуссия вокруг принципиальных основ лесоустройства разгорелась накануне и в период написания учебника, автор, предвидя возможную потерю его назначения, с самого начала делал упор на характер лесоустроительного плана. Он подчеркивал, что именно вследствие специфики долгосрочного лесовыращивания лесоустройство должно составлять план развития отрасли, обеспечивающий постоянство (по нынешней терминологии непрерывность и неистощительность) лесопользования, причем в масштабе не только равномерности, к которой придирчиво относились противники данного принципа, но и увеличивающегося пользования древесиной на основе улучшения лесного хозяйства в процессе его развития, что, кстати, имели в виду основатели лесоустройства, например Г. Гартиг. Подготовка именно такого плана, подчеркивал М. М. Орлов, требует научного подхода, строго научных лесоустроительных методов, обязательного учета долгосрочных целей, внешних и внутренних условий (требования смежных отраслей, экономические и природные условия), увязки размеров и способов рубок леса с мероприятиями по его восстановлению и охране. Долгосрочная специфика лесного хозяйства обязывает учитывать при этом организационные построения в рамках оборотов рубок и прежде всего экономически их обосновывать. Отсюда следует, что лесоустроительные планы надо разделять на общие (на оборот рубки) и частные (на ревизионный период, обычно первое десятилетие).

Указанные принципиальные положения сохраняют свое значение и сейчас. Именно интересы планомерности в организации и осуществлении долгосрочного лесовыращивания требуют научного обоснования направлений развития лесного хозяйства на длительную перспективу с охватом больших временных интервалов (такие обоснования относятся только к принципиальным положениям), а с учетом их — выполнения детализированных расчетов на первое десятилетие для конкретных участков леса в виде лесоустроительного плана развития и размещения лесного хозяйства, включая пользование древесными и недревесными ресурсами. На нынешнем этапе при проведении хозяйственной реформы значимость плана еще больше возрастает, особенно с учетом расширившихся возможностей научно-технических средств, в том числе ЭВМ, для выработки эффективной программы лесохозяйственных мероприятий при лесоустройстве.

При составлении научно обоснованного плана рационального и неистощительного пользования лесом в лесоустройстве рассматривается и весь его инструментарий, включая методы лесоустройства, расчета лесопользования, учета и оценки леса, обороты рубок и возрасты спелости древостоев, организационные формы лесного хозяйства и др. Не останавливаясь на их характеристике в трактовке М. М. Орлова, отметим лишь те принципиальные положения, которые пришлось защищать ученому в ходе дискуссии 30-х гг. Особенно остро она разгорелась вокруг двух взаимосвязанных проблем: принципа постоянства или неистощительности пользования лесом и возраста спелости, определяющего обороты рубок, а значит, и объемы заготовок.

Восстановление народного хозяйства СССР после многих лет разрухи, разумеется, потребовало увеличить объемы лесозаготовок и лесозэкспорта для получения валюты. Недостаток магистральных путей транспорта вынуждал сосредоточивать лесозаготовки прежде всего в освоенных лесах, что приводило к перерубам, организации периодически действующих («кочующих») предприятий. Конечно, по мере развития экономики необходимо было переходить на постоянное пользование лесом и организацию постоянно действующих предприятий. Однако нашлись конъюнктурщики, которые вынужденное положение стали выдавать за должное, отрицать вообще практическую значимость постоян-

ства пользования лесом, а сторонников его в науке рассматривать как носителей отживших воззрений, приклеивать им политические ярлыки. Прежде всего таковыми были объявлены М. М. Орлов и Г. Ф. Морозов, причем главный удар был нацелен на первого из них — лидера лесоустройства тех лет. В качестве примера приведем весьма характерное для того времени высказывание одного из руководящих работников лесного хозяйства: «Пока лес нам нужен, мы его будем рубить в размере нашей потребности, невзирая ни на какие теоретические рассуждения. Остановить этот штурм на леса мы не можем» (З до р и к М. Г. Леса экстенсивного хозяйства и метод их использования // Лесопромышленное дело.— 1929.— № 7).

М. М. Орлов, защищая принцип постоянства пользования лесом, подчеркивал, что без его соблюдения не может быть рационального лесного хозяйства и порядка в лесопользовании. Первоначально дискуссия между ним и проф. С. А. Богословским шла вокруг объекта приложения данного принципа. Попытки восстановить его относятся лишь к послевоенному времени.

Начиная с 30-х гг., неоднократно подвергались переоценке возрасты спелости, а отсюда обороты и возрасты рубок. Главным оппонентом М. М. Орлова был упомянутый проф. С. А. Богословский, ратовавший за сокращение оборотов рубок под предлогом якобы совершавшихся «революционных сдвигов» в лесопотреблении, выраженных крылатым тезисом «Пиловочная колонна назад, непиловочная колонна вперед!» Суть призывов сводилась к ориентации на выращивание маломерной древесины, которую-де с успехом можно использовать при расширяющейся доле производств по ее переработке, в первую очередь в целлюлозно-бумажной промышленности. М. М. Орлов, рассматривая такие призывы как перегибы в учении о спелости леса, предостерегал, что сокращение возраста спелости даст лишь кратковременное увеличение размера пользования лесом, а в дальнейшем обернется обесцениванием лесного фонда, снижением рентабельности лесной промышленности и всех потребляющих древесину отраслей.

Прошедшие после дискуссии 60 лет подтвердили правоту ученого. До сих пор на мировом рынке растет дефицит прежде всего качественной древесины — пиловочника и фанерного кряжа. И наше отечественное лесопильное производство страдает от недостатка в лесах Европейского Севера сырья для пиловочника, особенно высших сортов. В то же время отходы лесопиления и деревообработки и сейчас слабо используются в ЦБП. Главное же направление в увеличении размера сортиментов и улучшении структуры лесопользования — интенсификация лесного хозяйства, повышение продуктивности лесов. О необходимости установления оптимальных возрастов спелости свидетельствует пример промышленно развитых стран, ориентирующихся на получение пиловочника и фанерного кряжа. К этому следует добавить, что при усиливающихся экологическом и энергетическом кризисах постоянно возрастает значение именно древесины как натурального конструкционного материала многоцелевого использования. Кроме того, качество продукции ЦБП также зависит от качества древесного сырья.

При анализе трудов М. М. Орлова по лесоустройству исследователи недооценивали теоретическую и практическую значимость ряда его обобщений. Особого внимания заслуживают выводы, сделанные им при оценке исторической дискуссии, проходившей в свое время в Германии вокруг идеи непрерывно-производительного леса (дауэрвальда). Он отмечал, что эта идея — не принадлежность одной какой-либо формы хозяйства, а руководящий принцип совершенствования организационных форм лесного хозяйства в пределах возможностей, предоставленных природными и экономическими условиями. Это было предостереже-

нием от противопоставления разных форм хозяйств, в том числе и способов рубок. На практике каждая из них должна соответствовать конкретным условиям, но выбор оптимальной — наиболее эффективно-му хозяйству при неистощительном лесопользовании.

Вкладом в отечественное лесоустройство явились также разработанные ученым методические основы разделения устраиваемых объектов на хозяйственные части и хозяйства (секции). В целях концентрации работ именно он предложил поквартальный метод организации лесного хозяйства (и рубок леса тоже), ныне нередко называемый блочным. Разработанный им способ выборочно-постепенной рубки впервые был применен в Лисинском учебно-опытном лесничестве.

Много внимания М. М. Орлов уделял вопросам лесоуправления, которые и поныне сохраняют свою остроту и актуальность. Он понимал, что для улучшения лесоуправления нужна целая система мероприятий (то, что сейчас называют хозяйственным механизмом, который также предстоит еще выработать). Поэтому он предлагал рассматривать в общей системе и планирование, и организацию, и перевод лесного хозяйства на хозрасчет, и структуру управления по вертикали, и, наконец, подбор кадров, строгий и гласный порядок продвижения их по службе, оплату труда, обеспечение законодательного должностного статуса.

В трактовке М. М. Орлова лесоустройство было пронизано экономическим содержанием. Это дало повод проф. И. В. Воронину заметить, что М. М. Орлов считал синонимами лесоустройство и экономику лесного хозяйства. Сейчас же господствует лесоустройство без экономики.

М. М. Орлов отмечал, что при лесоустройстве необходима денежная оценка лесов в устраиваемых объектах для суждения об их доходности. В своем учебнике он сказал: «Ценность всего леса в целом может быть определена по капитализации того ежегодного дохода, который устанавливается планом правильного лесного хозяйства». Затраты на возобновление вырубок в пределах годичной лесосеки он относит к текущим: «В тех же случаях, когда облесение производится на площадях, не покрытых лесом, превышающих годичную лесосеку, действительно имеет место капитальное вложение, производящееся единовременно и увеличивающее древесный фонд лесного хозяйства. Следуя указанному методу, расходы на возобновление надлежит разделить на текущие, обеспечивающие возобновление годичной лесосеки, относимые к операционным расходам, и на единовременные, относимые к капитальным вложениям» [4].

В книге «Леса водоохранные, защитные и лесопарки. Устройство и ведение хозяйства» обобщен зарубежный и отечественный опыт, определены главные принципы пользования лесами первой группы, даны рекомендации, сохранившие актуальность и сегодня [1].

Как влияние Ф. К. Арнольда и А. Ф. Рудзкого на развитие лесоустройства ощущалось в течение всей второй половины XIX в., так влияние М. М. Орлова — всю первую половину XX в. Им разработаны лесоустроительные инструкции 1911, 1914 и 1926 гг. Основные положения последней действовали, по существу, до 50-х годов. Непосредственно для инженерно-технических работников он подготовил «Лесную вспомогательную книжку», выдержавшую восемь изданий [3].

М. М. Орлов умер на рабочем месте 26 декабря 1932 г. от кровоизлияния в мозг. По свидетельству близких, он был крепок, полон сил и трудовых замыслов и только в последнее время у него сильно болело сердце. Смерть стала следствием публичной травли: дискуссия по пересмотру основ лесоустройства перешла границы дозволенных средств. По замечанию И. Я. Гурвича, она не дала новой теории, так как «выплеснула из ванны вместе с водой и ребенка», т. е. фактически

уничтожила само лесоустройство как особую практическую отрасль работы в советском лесном хозяйстве (Лес.— 1946.— № 5). Практически как наука оно до сих пор не оправилось от прошлых потрясений. Судьбы самой науки и ее лидера были идентичны судьбам отечественной генетики и селекции и их творцов.

Уроки истории не должны пройти бесследно. В теории и практике лесоустройства не должно больше быть тех крайностей, которые принесли невосполнимый ущерб лесному хозяйству и лесозащитной деятельности.

В становлении и дальнейшем развитии отечественного лесоустройства значение трудов М. М. Орлова остается непреходящим. Ему по праву принадлежит первое место среди классиков отечественного лесного хозяйства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Леса водоохранные, защитные и лесопарки. Устройство и ведение хозяйства.— М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 88 с. [2]. Леса СССР. Статистический обзор.— М.; Л.: Госнаучтехиздат, 1931.— 95 с. [3]. Лесная вспомогательная книжка для таксации и технических расчетов.— 8-е изд.— М.; Л.: Сельхозхозгиз, 1931.— 729 с. [4]. Лесопользование как исполнение лесозащитного планирования.— Л., 1930.— 491 с. [5]. Лесопользование. Т. 1. Элементы лесного хозяйства.— Л., 1927.— 428 с.; Т. 2. Подготовка планирования лесного хозяйства.— Л., 1928.— 326 с.; Т. 3. Планирование лесного хозяйства.— Л., 1928.— 348 с. [6]. Очередные вопросы лесозащиты (1927—1930). Материалы к пересмотру вопросов лесозащитной техники.— Л.: Лесн. хоз-во и лесн. пром-сть, 1931.— 171 с. [7]. Труды проф. М. М. Орлова и их значение в лесном хозяйстве. К столетию со дня рождения // Науч. тр. / ЛТА.— Л., 1969.— № 129.— С. 1—158.

Поступила 5 ноября 1992 г.

УДК 581.116

СВОЕОБРАЗИЕ ТРАНСПИРАЦИИ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

В. Д. ЧЕРНЫШЕВ

Горнотаежная станция ДВО РАН

Роль транспирационного процесса возрастает на почвах малой влагоемкости (с большой каменистостью и малой мощностью корнеобитаемого горизонта). К ним относятся почвы горных склонов Приморья, занятые коренными и вторичными типами леса [1, 2]. Другая важная особенность физико-географических условий края — большая амплитуда температуры воздуха и почв зимой и летом. Интенсивная солнечная радиация, сравнимая с показателями для южно-европейских районов нашей страны, дополняет флуктуационную жесткость климата Приморья, что отражается на режиме физиологических процессов у древесных растений. На этом фоне интенсивность транспирации лесных растений и их сообществ играет важную роль при оценке водоохраных качеств ландшафтов и отдельных элементов рельефа.

Цель настоящей статьи — выяснить экологическую значимость транспирации в своеобразных условиях Приморского края. Нами изучены результаты измерения транспирации за период с середины 60-х гг. до настоящего времени на стационарах Биолого-почвенного института ДВО РАН, а также в дендрарии Горнотаежной станции, расположенных в разных географических пунктах Приморского края. Получены также данные о транспирации древесных растений в высокогорных районах Сихотэ-Алиня (горы Криничная и Облачная).

Во всех случаях интенсивность транспирации определяли гравитационным (весовым) методом, предложенным еще Л. А. Ивановым и сотрудниками [3]. Наша методика предполагает расчет интенсивности транспирации на сырую массу.

Непосредственными объектами исследований были подрост 20... 40 лет и молодые деревья голосеменных хвойных и ряда покрытосеменных растений местной флоры и интродуцентов. Для выбора возраста хвой, в той или иной степени отражающего транспирацию целого растения, нами выполнены специальные измерения в пихтово-еловых (Южно-Сихотэ-Алинский стационар, 7. IX 1967) и широколиственно-хвойных лесах (стационар Миронов Ключ Уссурийского заповедника, 25.VII 1975). Повторность измерений в течение дня 6-кратная.

Результаты определения транспирации приведены в табл. 1. В целом они показали уменьшение водоотдачи хвоей с ее возрастом почти у всех древесных видов. Средняя потеря влаги хвоей кедра корейского несколько выше, чем у ели аянской и пихты белокорой. Однако все цифры, приведенные в таблице, имеют один порядок, что свидетельствует о близкой физиологии рассматриваемых видов. Значения средней транспирации разновозрастного побега и хвой второго года сопоставимы. Особенно четко это видно по материалам, полученным на стационаре Миронов Ключ в Уссурийском заповеднике.

Таблица 1

Район исследований	Порода	Транспирация хвой, г/(г · ч)			
		1-го года	2-го года	3-го года	средняя
Южно-Сихотэ-Алинский стационар (пихтово-еловые молодняки с участием кедра)	Ель аянская	0,27	0,25	0,23	0,25
	Пихта белокорая	0,30	0,20	0,23	0,26
	Кедр корейский	0,41	0,32	0,30	0,34
Стационар Миронов Ключ в Уссурийском заповеднике (молодняки хвойных на экспериментальной вырубке)	Ель аянская	0,30	0,28	0,26	0,28
	Пихта белокорая	0,32	0,31	0,30	0,31
	Кедр корейский	0,39	0,32	0,28	0,33

Примечание. Средняя температура воздуха на первом стационаре 21,8, на втором 20,1 °С, относительная влажность 74 и 64 %, суммарная солнечная радиация 683 и 530 Дж/(м² · с).

Согласно номограмме диффузного давления Е. П. Калининченко [5] при температуре воздуха 21,8 °С и его влажности 74 % водный потенциал воздуха оценивается в —405 бар, а при температуре 20,1° и влажности 64 % составляет —596 бар. Приведенные цифры дефицита соответствуют несколько более высоким значениям транспирации хвойных на стационаре Миронов Ключ, чем на Южно-Сихотэ-Алинском. Однако ограничивающим фактором транспирации на первом стационаре оказалась, очевидно, интенсивность инсоляции, приток которой в конкретную погоду был здесь меньше. Наиболее быстродействующим фактором надо признать солнечную радиацию, особенно при переменной облачности, поскольку в такую погоду почти мгновенно изменяется водный потенциал воздуха, а следовательно, возникают резкие «скачки» транспирации. Другим фактором усиления транспирации является ветер, скорость которого увеличивается на открытых местах. С учетом сложных флюктуаций микроклимата, особенно световой энергии, порядок этих сил в природных условиях может существенно изменяться. Отсюда следует, что при определенных и даже необычных сочетаниях факторов фитоклимата транспирация может либо прекращаться, либо вообще не регистрироваться методом быстрого взвешивания [8].

В пихтово-еловых и кедрово-елово-широколиственных лесах Приморья в 1967 г. мы определяли динамику интенсивности транспирации 1-3 летней хвой подроста голосеменных (табл. 2).

Таблица 2

Район исследований, номер пробной площади, тип леса	Порода	Транспирация, г/(г·ч)		Температура воздуха, °С	Влажность воздуха, %	Суммарная радиация Дж/(м ² × с)
		на вырубке	в лесу			
Средне-Сихотэ-Алинский стационар, проба 8—65, зеленомошно-папоротни- ковый ельник	Ель аянская	0,16	0,13	18,2	70	488
	Пихта белокорая	0,15	0,12	16,5	88	52
	Кедр корейский	0,21	0,10			
Южно-Сихотэ-Алинский ста- ционар, проба 15—67, зе- леномошно-папоротнико- вый ельник	Ель аянская	0,30	0,17	21,3	51	628
	Пихта белокорая	0,25	0,12	16,2	63	57
	Кедр корейский	0,23	0,11			
Стационар Миронов Ключ (Уссурийский заповедник), проба 7—65, кленово-гра- бовый кедрово-еловый лес (группа типов)	Ель аянская	0,19	0,14	21,6	61	558
	Пихта белокорая	0,21	0,15	17,1	66	61
	Кедр корейский	0,20	0,16			

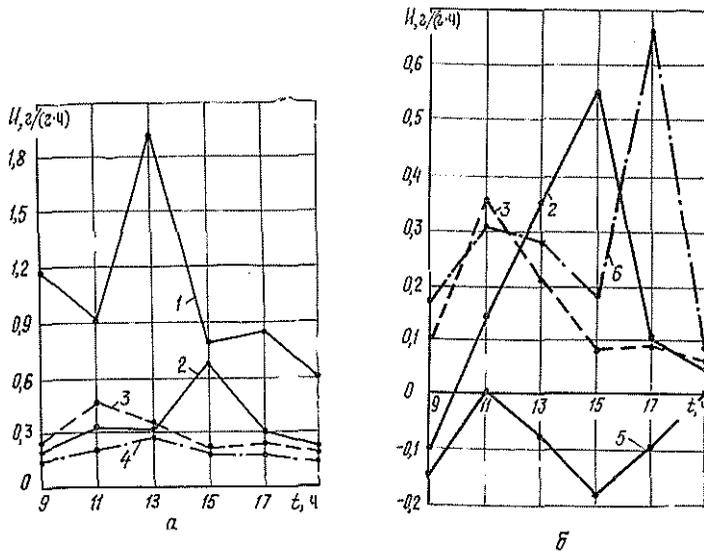
Примечание. В числителе — данные на вырубке, в знаменателе — в лесу.

На всех стационарах интенсивность транспирации подроста хвойных на вырубке значительно выше, чем у подроста в лесу: в пихтово-еловом (пробные площади 8—65, 15—67) примерно в 2,0 раза, в Уссурийском заповеднике (проба 7—65) в 1,4 раза. Это соответствует более высокой влажности, но меньшей температуре и суммарной солнечной радиации под пологом древостоев по сравнению с такими же показателями микроклимата на вырубках. Заметно, что на Южно-Сихотэ-Алинском стационаре транспирация на вырубке значительно интенсивнее, чем в подобных условиях Средне-Сихотэ-Алинского стационара. Под пологом зеленомошно-папоротниковых ельников этих двух стационаров значения транспирации хвойных видов сближаются.

В среднем водный потенциал воздуха в условиях вырубки Южно-Сихотэ-Алинского стационара составил —903 бара, в Мироновом Ключе только —665 бар. Поэтому, несмотря на максимальную температуру воздуха на самом южном стационаре Миронов Ключ, интенсивность транспирации хвойных здесь не была наибольшей. Очевидно, существенное значение имеют конкретные погодные условия ее измерения. При этом следует также учитывать более продолжительный вегетационный период в южных районах Приморья по сравнению с северными, что в целом сближает расход воды на транспирацию в разных географических точках.

Средние микроклиматические характеристики районов измерения транспирации находятся в пределах колебаний погодных условий. Поэтому межвидовые различия в интенсивности транспирации не имели какой-либо закономерности. Устойчивые или почти устойчивые ее изменения у разных видов заметны только на фоне равномерных изменений факторов микроклимата. Это бывает не часто и, как правило, в безоблачный солнечный день.

Именно в такую погоду на вершине горы Криничной нами измерена транспирация ели аянской, кедра корейского, березы каменной и микробиоты перекрестнопарной (рис. а). В течение этого периода температура воздуха составляла в среднем 23,2 °С, влажность 80 %, суммарная солнечная радиация 558 Дж/(м² · с). Лишь однажды во время экспонирования навески было заметное усиление ветра, что привело к резкому увеличению транспирации ели аянской в 15 ч. Близкой по величине оказалась средняя дневная транспирация у кедра корейского и



Изменение интенсивности транспирации I древесных растений в зависимости от времени суток t : а — гора Криничная, Южный Сихотэ-Алинь, высота 1200 м над уровнем моря, 31. VII 1982; б — подножье горы Облачной, Средний Сихотэ-Алинь, высота 500 м над уровнем моря, 31. VII 1979; 1 — береза каменная; 2 — ель аянская; 3 — кедр корейский; 4 — микробиота перекрестнопарная; 5 — пихта белокорая; 6 — клен желтый

ели аянской. У березы каменной она была максимальной, у микробиоты перекрестнопарной — минимальной. Черепитчато расположенная чешуя и, возможно, высокая водоудерживающая способность этого интересного эндема в общем объясняют низкую скорость транспирации микробиоты по сравнению с другими растениями. В целом транспирация такой высокой интенсивности на вершине горы Криничной наблюдается очень редко вследствие преобладания здесь облачных дней, тумана и туманной капли.

В горах Сихотэ-Алиня часто складываются труднорегируемые изменения факторов среды, влияющие на интенсивность транспирации. Так бывает в переменную облачность с неустойчивым ветровым режимом, когда проявляются факторы, действующие на транспирацию быстро (солнечная радиация и ветер) и с некоторой инерционностью (температура и влажность воздуха). Измерение транспирации у четырех видов древесных пород при сочетании тех и других факторов дало интересные результаты (рис. б).

Средние показатели микроклимата в день измерения были следующими: температура воздуха 27°C , влажность 53% , суммарная солнечная радиация $300 \text{ Дж}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, временами слабые порывы ветра. При высоком водном потенциале воздуха (-870 бар) наблюдались факты либо отсутствия транспирации, либо адсорбции влаги на хвое. У пихты белокорой транспирации совсем не было, преобладала адсорбция (возможно, и абсорбция) влаги на побегах. При температуре воздуха выше 30°C (в 15 ч) у ели аянской транспирация была максимальной, что соответствует выводу Е. П. Калиниченко [4] о наименьшей водоудерживающей способности коллоидов цитоплазмы хвон этого растения по сравнению с другими голосеменными Дальнего Востока. Амплитуда изменения транспирации у ели аянской заметно больше, чем у других древесных растений. При самой высокой температуре воздуха транспи-

рация у клена желтого и кедра корейского уменьшилась. В это же время усилилась адсорбция влаги на хвое пихты белокорой.

В третьей декаде июля и до начала августа 1988 г. в дендрарии Горнотаежной станции установилась необычная, очень жаркая и сухая погода. В середине дня температура воздуха превышала 35 °С, при этом средняя дневная относительная влажность воздуха оставалась довольно высокой (не менее 59 %). Влажность же почвы сильно понизилась и на глубине 20 см в расчете на сырую массу оказалась равной 18...20 %. По нашим определениям после выпадения сильного дождя в этих же условиях влажность почвы без учета скелетных включений составляла 43...45 %. Можно предполагать, что в засушливый период влажность в корнеобитаемом слое была неблагоприятной для роста древесных растений, учитывая еще и каменистость, сильно снижающую влагоемкость почвенных горизонтов.

Чтобы обнаружить количественные тенденции транспирации среди разных систематических групп растений местной флоры* и интродуцентов, мы вычисляли среднюю транспирацию за весь цикл 270 измерений в 1988 г.: 27 и 29 июля, 2, 3 и 5 августа, 15 сентября (табл. 3).

Таблица 3

Систематическая или географическая группы древесных видов	Транспирация, г/(г·ч)
Все исследуемые растения:	
голосеменные хвойные	0,133
покрытосеменные	0,434
Хвойные:	
местные	0,092
интродуцированные	0,175
Местные и интродуцированные:	
сосна	0,163
ель	0,122
пихта	0,090

Из данных таблицы следует, что в период явного недостатка почвенной влаги хвойные расходуют ее в 3,2 раза экономнее, чем покрытосеменные. Транспирация местных хвойных ниже, чем у интродуцентов, а у пихты меньше, чем у других хвойных пород [8]. Однако количественная закономерность изменения транспирации разных представителей голосеменных зависит от их ареала и погодных условий. В ряде случаев транспирация у голосеменных в течение дня применяемым методом не улавливалась, особенно у пихты цельнолистной, самой теплолюбивой хвойной породы Дальнего Востока. Из покрытосеменных растений самая низкая транспирация была 5 августа у ясеня носолистного (горного), также представителя местной флоры, сравнительно слабая у интродуцированной голубой формы ели колючей. В целом интенсивность транспирации хвойных Дальнего Востока примерно одинакова [6, 9].

Нами было доказано [7], что на территории, покрытой растительными сообществами, суммарное испарение определяется в основном транспирацией, от динамики и интенсивности которой в значительной степени зависит водообеспеченность экосистемы. Если на горных склонах по разным причинам деградируют первозданные леса, то суммар-

* К растениям местной флоры относятся кедр корейский, кедровый стланник, ель аянская, пихта белокорая и цельнолистная, можжевельник твердый, дуб монгольский, липа амурская, бархат амурский, клен мелколистный, ясень носолистный, ильм долинный, береза даурская; к интродуцентам сосна обыкновенная, горная, гибкая, кедровая, европейская, густоцветная, ель колючая (голубая и зеленая формы), лжетсуга Мензиса, туя складчатая, рябина смешанная.

ное испарение и сток существенно усиливаются. Постепенное обеднение состава древостоев хвойными видами также способствует нарастанию сухости территории. Об этом прямо и косвенно свидетельствуют и наши данные. Если интенсивность транспирации у покрытосеменных древесных видов в 2—3 раза выше, чем у хвойных, то в малоценных (вторичных) лесах без участия голосеменных происходит еще более сильное иссушение почвогрунта горных склонов.

Наблюдаемые явления адсорбции влаги на листовой поверхности голосеменных служат доказательством положительного влияния растений на водный баланс горнолесных экосистем, периодически страдающих от недостатка почвенной влаги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Жильцов А. С., Таранков В. И. О каменистых лесных почвах в центральной части Сихотэ-Алиня // Использование и воспроизводство лесных ресурсов Дальнего Востока: Тез. докл.—Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1972.—Ч. 2.—С. 48—50. [2]. Иванов Г. И. Почвообразование на юге Дальнего Востока.—М.: Наука, 1976.—200 с. [3]. Иванов Л. А., Силина А. А., Целыникер Ю. Л. О методе быстрого взвешивания для определения транспирации в естественных условиях // Ботанич. журн.—1950.—Т. 35, № 2.—С. 171—185. [4]. Калининко Е. П. Изменение показателей водообмена и адаптационные признаки хвойных пород в условиях различного влагообеспечения почвы // Физиология и экология древесных растений Приморья.—Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1973.—С. 38—52.—(Тр./Биол. почв. ин-т; Т. 16(119)). [5]. Номограмма дефицита давления диффузии атмосферной влаги / Автор-сост. Е. П. Калининко.—Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1972.—32 с. [6]. Усова Н. П. Водный режим основных лесобразующих древесных пород острова Сахалина // Вопросы биологии.—Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1974.—С. 106—116. [7]. Чернышев В. Д. Особенности водоохранной роли лесов Приморья // Лесоохранные исследования на Дальнем Востоке.—Уссурийск: Приморск. с.-х. ин-т, 1984.—С. 36—39. [8]. Чернышев В. Д., Коляда А. С. Интенсивность транспирации и содержание воды в листьях в горах Сихотэ-Алиня // Ботанич. журн.—1982.—Т. 67, № 9.—С. 1276—1280. [9]. Jiao Zhen-jia, Wang Weng-zhang, Zhao-Yu-sen. Дунбэй линье дасюэ сюэбао // J. North-East. Forest. Univ.—1987.—15, N 5.—7—13.

Поступила 29 июля 1991 г.

УДК 630*116

ЛАНДШАФТНО-ИНЖЕНЕРНЫЕ РАБОТЫ НА ОВРАГАХ, РАЗВИВАЮЩИХСЯ В ГЛИНИСТЫХ ПОРОДАХ

В. М. ИВОНИН, Ш. Т. МУКЛАЕВ

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт

Инженерно-геологическая классификация [4] предполагает выделение в глинистых породах оврагов эрозивно-оползневой и эрозивной типов. Ландшафтно-инженерные работы на таких оврагах включают не только строительство противозерозионных гидротехнических сооружений, но и выполаживание линейных форм эрозии.

Однако при этом в сильной степени преобразуются эдафические факторы среды — состав и свойства почв и пород, что приводит к авариям гидротехнических сооружений, трансверальным размывам и неудачам при создании лесных насаждений ([3] и др.).

Для обоснования ландшафтно-инженерных работ нами в 1990—1991 гг. проведены исследования в районах овражной эрозии правобережья Нижнего Дона (Константиновский и Красносулинский районы Ростовской области, черноземы южные).

Условия формирования стока и проявления эрозии в зонах эрозивных врезов изучали при дождевании площадок размером 1 м² с помощью установок нашей конструкции по ранее опубликованной методике [6]. Площадки закладывали на поверхности склона приборочной

зоны и на днище каждого из исследуемых оврагов, а также на обнаженных участках почв и пород материкового склона на различной глубине эрозионного вреза.

Показатели искусственного дождевания прорезаемых оврагами пород (15-17.VI.91 г., слой дождя 50 мм, интенсивность 1,67 мм/мин)

Глубина, м	Поверхность позиции дождевания	Влажность слоя 0...20 см, %	Слой, мм		Коеффициент стока	Средняя мутность воды, г/л	Модуль стока взвешенных наносов за период дождя, т/га
			стока	инфильтрации			
Овраг № 1 (прорезает маломощные южные черноземы, известковистые суглинки и известняки)							
0 (поверхность склона)	Травянистый ценоз с проективным покрытием 45 %	11,4	0	50	0	0	0
0,3	Наземная масса ценоза удалена	11,4	8,3	41,7	0,166	2,05	0,21
	Гумусовый слой с корнями трав	16,3	19,4	30,6	0,388	9,05	1,87
1,0	Суглинок с обломками известняка	11,4	26,2	23,8	0,524	52,15	13,66
4,5	Известковистая глинистая порода на известняке	11,2	16,6	33,4	0,332	8,95	1,49
7,6 (дно оврага)	Изреженный травянистый ценоз с проективным покрытием менее 10 %	15,6	26,8	23,2	0,536	5,60	1,50
Овраг № 2 (прорезает примитивные почвы и средние суглинки)							
0 (поверхность склона)	Травянистый ценоз с проективным покрытием 50 %	12,5	0	50	0	0	0
0,3	Наземная масса ценоза удалена	12,5	6,7	43,3	0,134	3,95	0,20
	Суглинок средний с корнями трав	11,1	19,2	30,8	0,384	46,90	9,01
4,0	Суглинок средний без корней	10,5	24,7	25,3	0,494	11,40	2,82
7,5 (дно оврага)	Лесное насаждение возрастом 16 лет, с подстилкой 8 т/га	12,9	0	50,0	0	0	0
	Лесная подстилка удалена	12,9	0	50,0	0	0	0
Овраг № 3 (прорезает полнопрофильные южные черноземы и средние суглинки)							
0 (поверхность склона)	Травянистый ценоз с проективным покрытием 85 %	16,4	0	50,0	0	0	0
0,3	Наземная масса ценоза удалена	16,4	0	50,0	0	0	0
	Гумусовый слой с корнями трав	12,6	9,5	40,5	0,190	3,95	0,37
1,0	Суглинок с «белоглазкой»	14,4	13,3	36,7	0,266	7,60	1,01
5,0	Суглинок без «белоглазки»	15,9	22,9	27,1	0,458	10,10	2,31
7,4 (дно оврага)	Травянистый ценоз с проективным покрытием 80 %	20,7	0	50,0	0	0	0

В местах закладки площадок дождевания в соответствии с ГОСТ 12071—72 отбирали образцы из слоя 0...20 см почв и пород, состав и свойства которых определяли по известным методикам. Полученные данные обрабатывали на ЭВМ ДЗ-28.

При полевых работах были выделены овраги, типичные для водоохранной зоны р. Дон примерно одинакового размера, развивающиеся в средних суглинках и известковистых глинистых породах, подстилаемых известняками. На участках склона прирвочной зоны развиты травянистые ценозы с проекттивным покрытием 45...85 % и продуктивностью 1,9...4,9 т сена на 1 га, а на днищах оврагов — с проекттивным покрытием 10...80 % и продуктивностью до 2 т или 16-летние лесные насаждения из вяза обыкновенного, шелковицы, скумпии, шиповника с лесной подстилкой 8 т на 1 га.

Результаты искусственного дождевания (см. таблицу) показывают, что травянистые ценозы на поверхности склона успешно защищают почвы от эрозии. Даже при удалении наземной массы фитоценозов (с проекттивным покрытием более 50 %) сток и эрозия практически отсутствуют (овраг № 3). Донное лесное насаждение (овраг № 2) предупреждает эрозию почв даже в случае удаления лесной подстилки.

Однако нарушения растительного покрова вызывают интенсивную глубинную эрозию (слои и коэффициенты стока, показатели эрозии возрастают с глубиной эрозионного вреза). Корреляционный анализ полученных данных показал тесную связь коэффициентов стока с содержанием гумуса в прорезаемых почвах и породах, их порозностью и водопрочностью агрегатов по Бакшееву. Не обнаружено подобной связи с гранулометрическими показателями структурности по Вадюниной, дисперсности по Качинскому, средними разрушающими нагрузками на один агрегат, водопрочностью агрегатов по Виленскому и Андрианову — Качинскому.

Методами регрессионного анализа были получены уравнения

$$\sigma = -0,0081 W_B + 0,618 \text{ при } r = -0,766 \pm 0,111; \quad (1)$$

$$\sigma = -0,1104G + 0,438 \text{ при } r = -0,714 \pm 0,131; \quad (2)$$

$$\sigma = -0,0262Q + 1,611 \text{ при } r = -0,635 \pm 0,159, \quad (3)$$

где σ — коэффициент стока при ливнях высокой интенсивности;
 W_B — процент водопрочных (по Бакшееву) агрегатов диаметром более 1 мм;
 G — процент гумуса;
 Q — порозность, %;
 r — коэффициент корреляции.

Соответствующее уравнение множественного регрессионного анализа имеет вид

$$\sigma = 1 - 0,04G - 0,009Q - 0,005W_B \text{ при } R = 0,830 \pm 0,083, \quad (4)$$

где R — коэффициент множественной корреляции.

Анализ уравнения (4) показал, что в зонах образования оврагов коэффициенты стока находятся в обратной зависимости от содержания гумуса и водопрочных агрегатов в прорезаемых почвах и породах, их порозности.

Связь между приведенными характеристиками и эрозией выражается формулами

$$M = 11,803\sigma - 0,804 \text{ при } r = 0,585 \pm 0,175; \quad (5)$$

$$\lg M = 1,205 \lg \sigma + 0,768 \text{ при } r = 0,982 \pm 0,096, \quad (6)$$

где M — модуль стока взвешенных наносов за период дождя, т/га.

Уравнение (6) характеризуется более высоким уровнем связи, чем зависимость (5). Поэтому после подстановки равенства (4) в уравнение (6) получаем

$$M = 5,861 (1 - 0,04G - 0,009Q - 0,005 W_B)^{1,205}. \quad (7)$$

Модель (7) отображает зависимость эрозии от характеристик глинистых пород, прорезаемых оврагами.

Анализ уравнений (4) и (7) показывает, что при нарушении почв и пород, связанном со строительством гидротехнических сооружений, выполаживанием оврагов и другими ландшафтно-инженерными работами, сток и эрозия почв могут усиливаться, если в результате формирования культурных ландшафтов не будет увеличиваться порозность верхних слоев почв и пород при возрастании содержания в них гумуса и водопрочных (по Бакшееву) агрегатов.

Поэтому в процессе работ на овражных днищах и бортах следует создавать условия для формирования устойчивых аккумулятивных образований, техногенных или примитивных почв с соответствующими характеристиками.

Нами разработаны новые способы проведения ландшафтно-инженерных работ на оврагах. Наибольшую трудность представляют работы на широких овражных (балочных) днищах, где формируются временные водные потоки (расход более $1 \text{ м}^3/\text{с}$), вызывающие активные русловые процессы. При этом молодые лесные культуры уничтожаются, а подготовленный пахотный слой почв полностью смывается. Донные гидротехнические сооружения (плетневые, каменные и другие запруды), перекрывающие овражные днища, обычно неэффективны [5].

Поэтому нами предложен способ создания террас, при котором из грунта, выбранного из забоя-щели овражного борта (балочного склона) на псевдопойме отсыпают водонаправляющий вал, изолирующий участок будущей террасы от донного потока, а почвенный козырек над забоем-щелью обрушивают и разравнивают с образованием террасы между овражным бортом (балочным склоном) и водонаправляющим валом. При этом отметка гребня вала должна превышать отметку полотна террасы (рис. 1). Это обеспечивает предупреждение затопления лесных культур, созданных на террасе, регулирование русловых процессов на псевдопойме при максимальных расходах донных потоков.

Изложенный способ испытывали на овражно-балочной системе колхоза им. Советской Армии Красносулинского района Ростовской области в 1990—1992 гг. Культуры смородины золотой, облепихи крушиновой и др., созданные на террасе по балочной псевдопойме, имели приживаемость 70...90%. Аналогичные культуры, созданные на контрольном участке по днищу балки по общепринятой технологии, погибли.

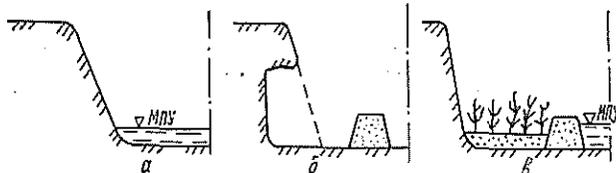


Рис. 1. Способ создания террас на овражных (балочных) днищах или псевдопоймах: а — поперечное сечение (балки) до начала работ; б — отсыпка водонаправляющего вала из грунта, выбранного из горизонтального забоя-щели с образованием нависающего почвенного козырька; в — поперечное сечение оврага (балки) после проведения работ

Для случаев, когда ширина дна не позволяет выбрать забой-щели в овражных бортах, разработан способ закрепления оврагов при создании прочностных связей между рыхлым отсыпанным почвогрунтом и коренным дном [2]. В донной части оврага выполняют скважины глубиной до уровня залегания грунтовых вод. В них помещают живые колья легкоукореняющихся древесных пород. Борты и дно оврага отсыпают почвогрунтом, срезанным с приовражной полосы, оставляя на дневной поверхности верхние части кольев. Отсыпанные борты и нарушенные почвы в зоне среза грунта дополнительно облесают (рис. 2).

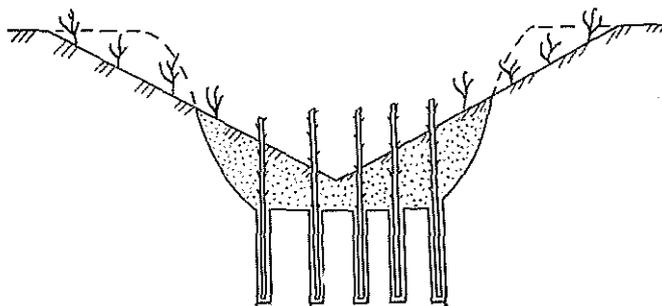


Рис. 2. Способ закрепления оврагов при установке живых кольев в скважины на дне оврага и отсыпке кольев почвогрунтом, срезанным с приовражной зоны

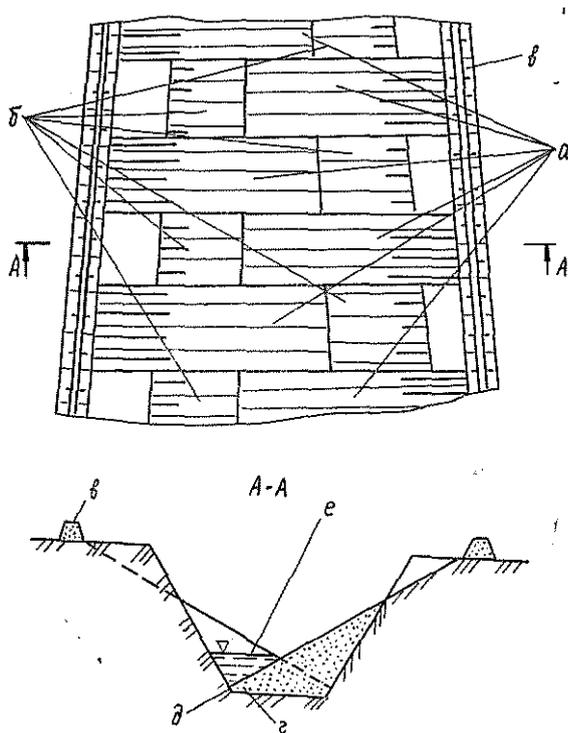


Рис. 3. Способ мелиорации оврагов: *a* — выложенные участки овражных бортов; *б* — участки, не затронутые выполаживанием; *в* — ограждающий вал по периметру оврага; *г* — отсыпанный шлейф; *д* — основание борта оврага; *е* — лиман

Высаженные колья более жизнеспособны, чем сеянцы, за счет большей биомассы и лучшего обеспечения влагой из глубоких горизонтов. Они закрепляют отсыпанный слой почвы.

Закрепленный таким способом овраг необходимо изолировать с помощью земляных валов от поступления поверхностного стока с водосбора, чтобы предупредить формирование сосредоточенного потока, особенно в период, когда древесная растительность развита недостаточно.

Разработанный способ проверен в ОПХ ВНИАЛМИ «Качалинское» Иловлинского района Волгоградской области. Ширина между бровками оврага 10, по дну 4 м, глубина 4 м. На участках выположенных откосов созданы чистые культуры робинии, клена ясенелистного и тополя пирамидального по схеме $1,5 \times 1,5$ м. Сохранность их к концу 3-го года составила: робиния и клен — около 90 %, тополь — 83 %. Через 5 лет культуры тополя погибли полностью.

Кроме того, испытан способ мелиорации оврагов участками, чередующимися на противоположных откосах в шахматном порядке [1]. На одних из них срезают грунт и обрушивают его в овраг, другие оставляют ненарушенными. При выполаживании откосов грунт смещают до упора в основание ненарушенного участка, в результате перед выположенными соседними участками противоположных откосов образуются донные лиманы (рис. 3). После завершения работ овраг по периметру огораживают земляным валом, а выположенные откосы облесяют.

Способ испытан в ОПХ «Качалинское». Ширина оврага между бровками 18, по дну 4 м, глубина 9 м. Скважины по днищу на глубину 2 м бурили мотобуром, куда высаживали свежесрубленные осмоленные с торцов колья-хлысты ивы белой так, что после отсыпки они на 1,0...1,3 м были засыпаны почвогрунтом и на 1,2...1,5 м возвышались над поверхностью отсыпанного шлейфа. Приживаемость колеьев составила 94 %. В первый год средний прирост побегов равнялся 107 см, во второй — 183 см.

Выводы

1. Ландшафтно-инженерные работы на оврагах, включающие создание защитных лесных насаждений, определяются гранулометрическим составом, противоэрозионной стойкостью и физико-химическими свойствами прорезаемых оврагами почв и пород.

2. Получены модели связи показателей местного стока и эрозии с характеристиками прорезаемых почв и пород — порозностью, содержанием гумуса и водопрочных агрегатов.

3. Основу ландшафтно-инженерных работ на оврагах составляют мероприятия по созданию условий для ускоренного формирования и повышения устойчивости техногенных или примитивных почв на овражных бортах и аккумулятивных образований — на днищах с высокой порозностью, повышенным содержанием гумуса и водопрочных агрегатов. Это достигается методами лесной мелиорации.

4. Разработаны и испытаны новые ландшафтно-инженерные способы закрепления и хозяйственного использования оврагов, защищенные авторскими свидетельствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. 1301330 СССР МКИ⁴ А 01 В 13/16. Способ мелиорации оврагов / В. М. Ивонин, А. В. Прахов (СССР).— № 3958755/30-15; Заявлено 06.08.85; Опубликовано 07.04.87, Бюл. № 13 // Открытия. Изобретения.— 1987.— № 13.— С. 3. [2]. А. с. 1395153 СССР МКИ⁴ А 01 В 13/16. Способ закрепления оврагов / В. М. Ивонин, А. В. Прахов (СССР).— № 4096510/30-15; Заявлено 16.07.86; Опубликовано 15.05.88, Бюл. № 18 // Открытия. Изобретения.— 1988.— № 18.— С. 4—5. [3]. Ивонин В. М. Овражная эро-

зия в лёссовидных просадочных породах // Почвоведение.— 1984.— № 3.— С. 102—113. [4]. Ивонин В. М. Инженерно-геологическая классификация оврагов // Изв. Сев.-Кавказ. ИЦ высш. шк. Сер. Естественные науки.— 1990.— № 4.— С. 12—18. [5]. Ивонин В. М., Курбанов А. Б. Гидротехнические сооружения в оврагах и балках // Мелиорация и водн. хоз-во.— 1991.— № 8.— С. 33—36. [6]. Ивонин В. М., Прахов А. В., Суковатов Ю. М. Эрозионно-аккумулятивные процессы при оврагообразовании в различных породах // Почвоведение.— 1986.— № 1.— С. 79—89.

Поступила 6 июля 1992 г.

УДК 616.89-008.446 : 551.4

РЕКРЕАЦИОННАЯ ЕМКОСТЬ ВАЛААМСКОГО АРХИПЕЛАГА

И. А. МАРКЕВИЧ, А. А. ШУЖМОВ, Л. Ф. МУСКЕВИЧ

Петрозаводский КИВЦ Кареллеспрома
Валаамский музей-заповедник

Валаамский архипелаг включает около 50 островов, на восьми из которых в период расцвета Валаамского мужского монастыря было создано 13 разнообразных архитектурно-ландшафтных ансамблей. В настоящее время многие монастырские сооружения превратились в руины. В орбите экскурсионного обслуживания остались восемь в разной степени реставрированных скитов, Спасо-Преображенский собор, а также естественные и искусственные ландшафты. Памятники истории, культуры и природы размещены на двух крупнейших (Валаам, Скитский) и трех небольших (Никольский, Предтеченский, Святой) близлежащих островах. Рекреационная площадь островов составляет более 1000 га, и именно для этой территории установлены пределы рекреационной емкости, до сих пор служащей предметом дискуссии.

Первая попытка научно-технического обоснования объема рекреации архипелага была выполнена Леспроектом в 1984 г. Работавшая там Киевская лесоустроительная экспедиция, имевшая опыт лесоустройства территорий заповедников и национальных парков, тем не менее не избежала профессионального тяготения к площадно-пространственному подходу, т. е. расчеты были сделаны по методологии определения объемов бездорожной рекреации. При этом без каких-либо обоснований и ссылок на научно-методическую литературу были приняты коэффициент доступности пейзажей (0,5) и коэффициент технической доступности (0,1). Расчетная экологическая емкость составила 80...100 тыс. туристов в сезон.

При разработке «Комплексной схемы охраны природы и памятников истории и культуры о. Валаам» (1989 г.) Ленгипрогором учитывалось движение экскурсантов по дорогам и лесонасаждениям в рекреационных полосах шириной 60 м. С учетом неорганизованных туристов, командированных, местных жителей и других трудно учитываемых людей весь контингент, проходящий через Валаам, составит около 130 тыс. человек. С уточнением на небрежность в выборе исходных данных это почти 140 тыс. отдыхающих. Причем здесь смешаны экскурсионное обслуживание, рекреация, связанная с прогулками без дорог и сбором даров леса.

Проектантами предпринята попытка обосновать социальную емкость туризма с использованием формул КиевНИИПградостроительства [3], представляющих собой расчет психологической емкости, оптимизированный по интервалу движения групп экскурсантов. Для однодневного режима работы музея-заповедника емкость получена в пределах 80...90, для двухдневного 132...170 тыс. отдыхающих.

В научно-методических публикациях представлена методика расчета психокомфортной емкости экскурсионного обслуживания туристов известного рекреолога МГУ В. П. Чижиной [9]. Согласно предлагаемой ею формуле ежегодная емкость архипелага составляет 160 тыс. человек.

В научной литературе указан индекс экскурсионного обслуживания туристов на Валааме. По расчетам сотрудников Института леса КНЦ РАН [1, с. 190] он равен 80 тыс. туристов в год. Обоснование рекреационной емкости при этом не приводится.

Экскурсионное обслуживание на архипелаге осуществляется по семи маршрутам, разработанным музеем-заповедником и эксплуатирующимся в течение 3...10 лет.

При передвижении туристов по дорогам и пешеходным тропам рекреационное давление в 100 раз меньше [8], чем при бездорожной рекреации. В соответствии с нормативами возможны два варианта расчета пропускной способности маршрутов. Во-первых, по данным Ленгипрогора, она составляет 1000 чел./ч при ширине дорожного полотна более 3 м. В этом случае при протяженности ездовых и пешеходных маршрутов Валаама 58,6 км, ежедневной продолжительности экскурсионного обслуживания 14 ч и туристского сезона 150 дн. непосредственно пропускная способность дорог и троп составит более 2 млн туристов в сезон. Во-вторых, Ленгипрогором приведены данные о предельной плотности движения по дорожно-тропиночной сети — 0,44 чел./м² в день. Ежегодная суммарная емкость экскурсионных маршрутов составит 3,8 млн человек. При таком наплыве туристов неизбежны организационно-управленческие ошибки, нарушения режима работы заповедного комплекса. Для расчетов необходимо принять понижающий коэффициент организационных ошибок в пределах 0,5...0,6. Но и в этом случае пропускная способность путей движения приближается к 2,5 млн туристов в сезон. Понятно, что такая емкость возможна лишь при идеальной организации экскурсионного обслуживания и строительстве новых причалов, что нереально в настоящее время.

Реалии рекреации показывают, что в местах стыковки групп экскурсантов, движущихся навстречу друг другу, на смотровых площадках, вследствие их неблагоустроенности, частичного неудовлетворительного состояния дорог и пешеходных тротуаров в весеннее и осеннее время, в период дождливого лета, часть туристов вынуждена сходить с дорог, проходить или размещаться в лесонасаждениях, создавая некоторое рекреационное давление на среду. В соответствии с исследованиями Института леса КНЦ РАН [1, с. 190] максимальная дигрессия среды происходит в 10-метровой полосе в обе стороны от бровки дороги. По нашим данным, в узких местах маршрутов 10...20 % туристов сходят с пешеходной трассы из-за ее непроходимости или встречного движения. Однако вследствие частичной «накладки» маршрутов друг на друга, а также с учетом неблагоприятных климатических факторов при значительном числе рекреантов приходится принимать долю туристов,двигающихся по полосе леса вдоль трасс, в пределах 20...50 % общего количества. Такое движение вне маршрутов не постоянно, а имеет спорадический характер. Места остановок групп при встречах чаще всего случайны. Для элиминирования этих ситуаций музеем постоянно ведутся работы по ремонту и прокладке новых дощатых тротуаров в критических местах пешеходных трасс. На сегодняшний день все уязвимые места дорожно-тропиночной сети благоустроены.

Пропускная способность маршрутов определяется для потока туристов,двигающихся вне дорог по лесу, а полная экологическая емкость пересчитывается исходя из принятой их доли в общей численности экскурсантов.

Нормативы критического рекреационного давления для условий Валаама по данным лесоустройства со ссылкой на исследования КНЦ РАН составляют: для I класса устойчивости насаждений — 6, II — 4, III — 2 и IV — 1 чел.-дн. на 1 га.

Лесонасаждения, расположенные вдоль туристских маршрутов, относятся к I и II классам устойчивости. В соответствии с представленностью древостоев средневзвешенная рекреационная нагрузка на территории, прилегающей к пешеходным трассам, по нормативу составит 5,8 чел.-дн./га; 40,6 чел.-ч/(га · дн.) и 6090 чел.-ч/(га · год (сезон)).

Однако со времени лесоустройства прошло 8 лет, а работы по благоустройству маршрутов и укреплению грунтов на дорогах, рекомендованные Союзгипролесхозом, выполнены далеко не полностью. Поэтому принимаются нормативы Леспроекта, соответствующие насаждениям III класса устойчивости. Нормативная информация проектантов недостаточна. Приходится принимать нормативы продолжительности рекреации в течение суток и туристского сезона. В этом случае они составляют 28 чел.-ч/(га · дн.), 4200 чел.-ч/(га · год) и 300 чел.-дн./га (сезон).

В мировой практике наметилась тенденция к резкому снижению нормативов рекреации: «Сейчас многие отечественные и зарубежные авторы предлагают считать допустимыми рекреационные нагрузки в неблагоустроенных лесах 1...4 чел./га» [6]. В. М. Лукьяновым разработаны жесточесные нормативные нагрузки для равнинных лесов Нечерноземья. Для ельников они составляют 0,8...1,6, сосняков 0,9...2,4; осинников 1,7...2,7; березняков 1,0...2,9 и ольшаников 0,9...2,2 чел.-дн./га · год). Нами в последующих расчетах приняты указанные пределы нагрузки.

Разработка нормативов рекреации, которая должна была предшествовать массовому туризму на Валаама, опоздала не менее чем на 10 лет. В нынешних условиях заповедного комплекса даже моделирование рекреационной нагрузки возможно лишь на отдаленных островах. На основе нормативов рекреационного давления в соответствии с природно-климатическими условиями и степенью дигрессии лесонасаждений, приведенных А. И. Тарасовым [8], нами разработаны пределы нормативной нагрузки для местных условий [7].

Средневзвешенная нормативная нагрузка в лесонасаждениях вдоль туристских маршрутов Валаама, по нашим расчетам, составляет 250 чел.-дн./га · год).

Принятый в расчетах норматив рекреационного давления 250...300 чел.-дн./га · год) намного ниже пропускной способности туристских маршрутов в Альпах (Швейцария) — 1170...7170, в районе ГАЭС Картерс (США) — 1991 или в Чешских Татрах — 3200 чел./га · год) [2].

Пропускная способность маршрутов для полного потока экскурсантов, или их емкость E , определяется по формуле

$$E = E_n + E_n(100 - D)/D. \quad (1)$$

Здесь D — процент туристов, находящихся вне габаритов дороги или тропы;

E_n — нормативная экологическая емкость полосы воздействия туристов на лесонасаждения, тыс. чел./год,

$$E_n = MLN, \quad (2)$$

где M — протяженность маршрута, м;

L — ширина полосы вдоль маршрута с нарушенным напочвенным покровом, м;

N — нормативная нагрузка в пределах данного типа леса, чел.-дн./га · год).

Пропускная способность маршрутов Валаама в зависимости от доли туристов, продвигающихся по лесонасаждениям вдоль недостаточно благоустроенных дорог, существенно варьирует. В ранневесенний период после таяния снега возможен вариант движения 50...70 % туристов вне непросохших дорог. Поэтому при минимально допустимой степени дигрессии насаждений полная емкость маршрутов составляет 65 тыс. экскурсантов. В пасмурное дождливое лето возможна ситуация, когда 20...50 % туристов из-за сырости дорог вынуждены продвигаться по образовавшимся временным тропам вдоль маршрутов, если своевременно не благоустроена дорожно-тропиночная сеть. В этом случае полная емкость маршрутов возрастает до 107 тыс. человек в сезон. Для исключения такой ситуации дополнительно прокладываются дощатые тротуары в критических местах маршрутов. В обычных условиях по лесонасаждениям могут проходить до 20 % экскурсантов, тогда пропускная способность маршрутов достигает 185 тыс. человек.

Все приведенные данные установлены для средневзвешенной нормативной нагрузки 300 чел.-дн./га·год). Для предельного рекреационного давления в соответствии с нормативами Леспроекта (870 чел.-дн./га·год) расчетная пропускная способность маршрутов Валаама составила бы 309, а по нормативам А. И. Тарасова (713 чел.-дн./га × год) — 253 тыс. чел. В ужесточающихся условиях финансирования, резкого роста заработной платы и цен на строительные материалы своевременное благоустройство туристских маршрутов становится сомнительным. Поэтому при расчетах предельной ежегодной емкости маршрутов архипелага необходимо использовать минимальные нормативные нагрузки, установленные нами (250 чел.-дн./га·год). При этом расчетная пропускная способность по экологическому фактору составит 145 тыс. экскурсантов в сезон.

Говоря о психокомфортной емкости, мы имеем в виду не только фактор психологического комфорта рекреантов при прогулках в лесу, имеющего множество аспектов, но и санитарно-гигиеническое благоустройство туристских троп, которое находится на примитивном уровне.

Сущность критерия психокомфортной емкости определяется единовременным наличием такого количества отдыхающих на единице площади или трассы, которое не превышает психологического комфорта, включая личную психологическую зону каждого индивида. Нормативы «социальной» емкости в отличие от экологических труднее поддаются разработке. Согласно работе Н. М. Забелиной [4] для Украины «загруженность одного километра туристической тропы с учетом оптимального расстояния между туристами оценивается в 3 человека при одной смене в день. При рекреационном планировании в США (не в национальном парке) используются схожие значения одномоментной загрузки линейной трассы: 4 человека на одну милю тропы в одном направлении, однако общую пропускную способность вычисляют, принимая во внимание ежечасовую сменность при скорости 4 мили в час». По данным А. И. Тарасова [8], в среднем для прогулок в лесу и туризма комфортно допустимым считается норматив 1 чел.-дн./га.

Нетрудно подсчитать, что в первых двух случаях, абстрагируясь от коэффициента сменности, расстояние между туристами на тропе должно составлять 330 и 250 м, что может служить исходным нормативом для последующих расчетов. Линейно-площадный принцип А. И. Тарасова, вовлекшего в круг своих проработок материалы исследователей рекреационной географии европейской части страны, включая особые районы Черноморского побережья и Закарпатья, открывает возможности варибельности расчетов.

Одним из основных составляющих критерия психокомфортной емкости является эстетическая оценка ландшафта, немаловажным фак-

тором которой служит обзорность фитоценозов, геокомплексов низшего ранга. По данным Л. В. Крестьяншиной и др. [5], обзорность на протяжении более 50 м оценивается в 5 баллов, 15... 50 м — 4 балла, менее 15 м — 3-2 балла. При лесоустраивательном и лесохозяйственном проектировании хорошей считается просматриваемость древостоев в глубину на 40 м, отличной — 50 м. На этом расстоянии требуется по внешнему виду ствола (цвет, текстура) определить древесную породу, габитус деревьев и элементы рельефа. Следовательно, можно составить шкалу обзорности, соответствующую локальным условиям древостоев и открытых пространств Валаама: 50, 40, 30 и 25 м от наблюдателя.

Согласно этой шкале ширина просматриваемой полосы лесонасаждений по обе стороны от дороги составляет 100, 80, 60 и 50 м и при соблюдении норматива психокомфортной емкости по А. И. Тарасову расстояние между экскурсантами на маршруте должно быть 100, 125, 166 и 200 м. Тогда на всех задействованных музеем маршрутах могут одновременно чувствовать себя комфортно 586, 468, 358 и 293 туриста в смену, а при эксплуатации маршрутов в две смены — вдвое больше. При 150-дневном туристском сезоне пропускная способность всех маршрутов по психологическому критерию в соответствии с оценкой обзорности лесонасаждений составит 176, 140, 106, 88 тыс. человек в сезон (год).

Психокомфортную емкость n -го маршрута E_n , тыс. чел./год, рассчитывают по формуле

$$E_n = \frac{bMG\Pi}{10\,000mH}, \quad (3)$$

где b — продолжительность работы музея-заповедника, ч;
 G — глубина просматриваемости древостоев, м;
 Π — продолжительность туристского сезона, дн.;
 m — продолжительность осмотра всех объектов туризма одним потоком туристов, ч;
 H — норматив психокомфортной емкости, чел.-см./га.

Усредненная для архипелага психокомфортная емкость E_{cp} определяется в соответствии с просматриваемостью пейзажа по принятой шкале:

$$E_{cp} = (E_1D_1 + E_2D_2 + \dots + E_nD_n)/100, \quad (4)$$

где $E_{1, \dots, n}$ — психокомфортная емкость маршрута при определенной глубине просматриваемости пейзажей, тыс. чел./год;
 $D_{1, \dots, n}$ — процент участков определенной градации шкалы обзорности лесонасаждений.

Приняв обзорность в целом для архипелага в пропорции: отличная — 30, хорошая — 40, удовлетворительная — 20 и плохая — 10 %, получим средневзвешенную емкость около 140 тыс. туристов в сезон (год).

Предложенное нами преобладание высших категорий обзорности в оценке ландшафта подтверждается характером среднеполнотных древостоев, протяженностью полузакрытых и открытых пейзажей вдоль маршрутов, а также самим характером экскурсий. Наибольшее внимание и время уделяются показу и информированию рекреантов об истории и эстетике архитектуры монастырских сооружений.

Базой расчета рекреационной емкости архипелага для собирательской рекреации, осуществляемой местным населением, паломниками, командированными, командами пассажирских судов во время стоянок, являются установленные нами временные нормативные нагрузки.

Экологические нормативы рекреации определены по границам стадий дигрессии среды, различных для геокомплексов с очень низкой, низ-

кой, удовлетворительной, достаточной, высокой и максимальной устойчивостью. В соответствии с этими категориями приняты следующие градации нормативов бездорожной рекреации по устойчивости природной среды: 10... 60, 140... 260, 730... 1200, 1300... 2300, 2500... 3400 и 6800 чел.-ч/(га · год). По представленности геокомплексов в ландшафте средневзвешенный норматив можно принять в размере 1320 чел.-ч/(га · год). На всей площади архипелага (3600 га) нормативная нагрузка не должна превышать 4750 тыс. чел.-ч ежегодно. В этом случае при ежедневном 6-часовом пребывании в лесу в течение вегетационного периода годовая емкость архипелага для бездорожной рекреации (прогулки) составит 5 тыс. человек, а с учетом более интенсивной собирательской рекреации — не более 3,5 тыс. отдыхающих ежегодно. В настоящее время фактическая рекреационная нагрузка на 15... 20 % превышает расчетную, что ведет к деградации лесных экосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Антропогенное воздействие на почву и растительность. Экосистемы Валаама и их охрана / Н. А. Белоусова, А. В. Кравченко, В. И. Крутов и др.—Петрозаводск: Карелия, 1989.—199 с. [2]. Васильев Ю. С., Кукушкин В. А. Использование водоемов и рек в целях рекреации.—Л.: Гидрометеониздат, 1988.—229 с. [3]. Восстановление старинных ландшафтных парков: Методич. рекомендации по проектированию / ГС УССР КиевНИИГрадостроительства, 1974.—45 с. [4]. Забелина А. М. Национальный парк.—М.: Мысль, 1987.—172 с. [5]. Крестьяншина Л. В., Арно Г. И., Мазурко А. И. Ландшафтные рубки в лесопарках // Лесн. хоз-во.—1973.—№ 4.—С. 47—50. [6]. Лукьянов В. М. О предельно допустимых рекреационных нагрузках в зеленых лесах Нечерноземья // Лесн. хоз-во.—1986.—№ 7.—С. 20—23. [7]. Маркевич И. А., Шужмов А. А. Нормативы рекреации на Валааме // Лесн. хоз-во.—1991.—№ 8.—С. 39—40. [8]. Тарасов А. И. Рекреационное лесопользование.—М.: Агропромиздат, 1986.—177 с. [9]. Чижова В. П. Рекреационные нагрузки в зонах отдыха.—М.: Лесн. пром-сть, 1977.—48 с.

Поступила 7 июля 1992 г.

УДК 632.4 : 677.032.475.542

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И ПОРАЖЕННОСТИ ДЕРЕВОРАЗРУШАЮЩИМИ ГРИБАМИ ДРЕВОСТОЕВ ЕЛИ РЕЗЕРВАТА «ВЕПСКИЙ ЛЕС»

В. Г. СТОРОЖЕНКО, В. Б. ТЕМНУХИН

Институт лесоведения РАН

Согласно лесорастительному районированию С. Ф. Курнаева [6] леса резервата «Вепский лес» относятся к таежной зоне и выделены XII Международным ботаническим конгрессом как эталонные участки тайги [4]. Сотрудниками ЛенНИИЛХа проведено подробное лесоводственное описание биогеоценозов резервата [5]. Однако серьезным упущением в работах, посвященных изучению этих лесов и таежной зоны вообще, является отсутствие сведений о дереворазрушающих грибах как одной из важнейших составляющих структуры биогеоценозов.

Основная цель данной работы — изучить структурные и функциональные особенности биотрофных и сапротрофных комплексов микоценозов эталонных лесов резервата «Вепский лес» и сравнить их с изученными ранее древостоями и микоценозами южнотаежных ельников резервата «Кологривский лес» и Центральнолесного заповедника (ЦЛГЗ) [8, 9]. В отечественной литературе можно найти только сведения о видовом составе сапротрофов валежника средней тайги и пораженности их биотрофами. Структурная организация микоценозов вообще не изучалась [1, 2, 7].

Микоценозы как организационные единицы лесных сообществ невозможно рассматривать в отрыве от фитоценозов. Поэтому методической особенностью работы явилось изучение прежде всего возрастного строения фитоценозов, характеризующего динамику развития биогеоценозов. Для анализа заложены три пробные площади в древостоях ели разных типов леса: № 1 — майниково-кисличном II класса бонитета (наивысшей для условий резервата производительности), № 8 — чернично-майниковом III класса бонитета, № 9 — чернично-сфагновом IV—V классов бонитета.

На пробных площадях отбирали керны у шейки корня, по которым определяли возраст деревьев, типы и размеры гнилей. Выполняли картирование деревьев и валежника, учет последнего по стадиям разложения и видам сапротрофов дереворазрушающего комплекса [9], а также учет подроста. Из кернов выделяли на сусло-агаровые среды чистые культуры биотрофов для последующей их идентификации.

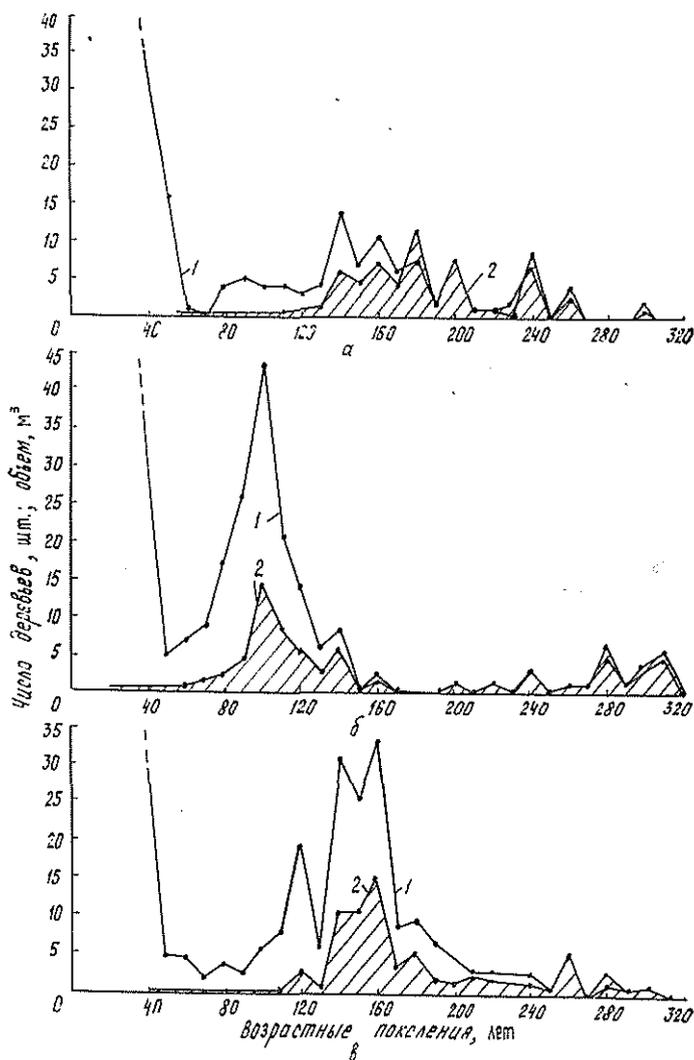


Рис. 1. Возрастная структура древостоев пробных площадей № 1 (а), № 8 (б) и № 9 (в): 1 — изменение числа деревьев; 2 — изменение объемных показателей

Возрастная структура древостоев резервата «Вепский лес» представлена на рис. 1.

Только древостой пробной площади № 1 можно характеризовать как абсолютно разновозрастный. Древостой № 8 и 9 по фазе динамики, согласно методике С. А. Дыренкова [3], следует отнести к относительно разновозрастным демутационным фаз развития. Ближе других к фазе климакса находится древостой пробной площади № 1. При таком строении фитоценозов в древостоях № 8 и 9 основное число деревьев относится к молодым и средневозрастным. В то же время воз-

Таблица 1

Номер пробной площади	Возрастная структура древостоя	Распределение деревьев по возрастным поколениям							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Абсолютно разновозрастный	$\frac{281 \dots 300}{1-2}$	$\frac{241 \dots 280}{12-3}$	$\frac{201 \dots 240}{12-10}$	$\frac{161 \dots 200}{33-26}$	$\frac{121 \dots 160}{26-19}$	$\frac{81 \dots 120}{14-2}$	$\frac{41 \dots 80}{1-1}$	$\frac{<40}{-}$
8	Относительно разновозрастный	$\frac{281 \dots 300}{5-11}$	$\frac{241 \dots 280}{6-10}$	$\frac{201 \dots 240}{3-4}$	$\frac{161 \dots 200}{0-0}$	$\frac{121 \dots 160}{9-8}$	$\frac{81 \dots 120}{58-34}$	$\frac{41 \dots 80}{19-5}$	$\frac{<40}{-}$
9	То же	$\frac{241 \dots 300}{5-9}$	$\frac{201 \dots 240}{6-8}$	$\frac{161 \dots 200}{16-14}$	$\frac{121 \dots 160}{52-38}$	$\frac{81 \dots 120}{20-4}$	$\frac{41 \dots 80}{1-0,1}$	$\frac{<40}{-}$	$\frac{<40}{-}$

Примечание. В числителе — возраст, лет; в знаменателе — % по числу деревьев — % по объему.

раст деревьев старшего поколения может достигать 300...320 лет, а число возрастных поколений 7-8. В табл. 1 приведено распределение деревьев по возрастным поколениям.

Как видим, первые поколения представлены небольшим количеством деревьев, поэтому по фазам развития ельники резервата следует отнести к демутационным восходящего ряда. В разновозрастных древостоях «Кологривского леса», обладающих чертами бореальных лесов, возраст первого поколения также достигает 280...310 лет, однако большинство древостоев имеет дигрессивные фазы развития. Неморальные ельники ЦЛГЗ имеют не более шести возрастных поколений, но, как и ельникам «Вепского леса», им присущи преимущественно демутационные фазы динамики.

Анализируя пораженность древостоев «Вепского леса» грибами-биотрофами дереворазрушающего комплекса, нужно, прежде всего, от-

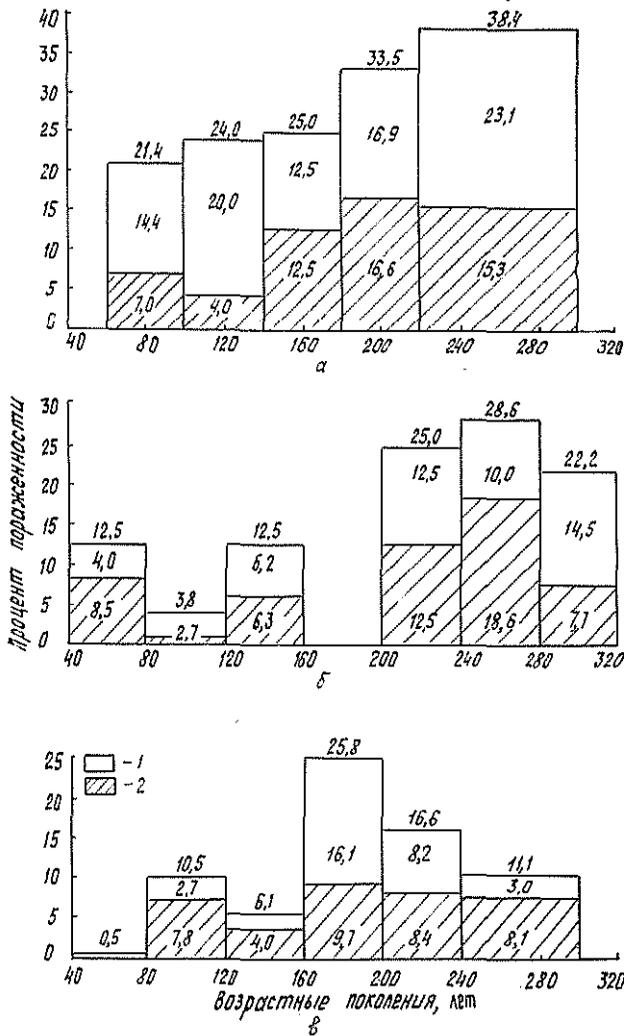


Рис. 2. Распределение пораженности по типам гнилей и возрастным поколениям на пробных площадях № 1 (а), № 8 (б) и № 9 (в): 1 — деструктивная; 2 — коррозийная гниль; общая пораженность на пробе № 1 — 27,1, № 8 — 9,1, № 9 — 11,0 %

метить относительно малые ее средние значения (рис. 2). Особенно это заметно при сравнительной оценке с древостоями ЦЛГЗ и Кологрива, пораженности которых в 1,5—2,0 раза выше. Объяснение следует искать в их структурных различиях. Ельники Вепского леса, в составе которых больше физиологически молодых и здоровых деревьев, меньше поражаются грибами (9...11 % по числу деревьев). По мере развития и приближения к фазам климакса пораженность древостоев возрастает до 20...25 % по числу деревьев, что характерно для ельников всех участков (Кологрив, ЦЛГЗ и Вепский лес). В древостоях дигрессивных фаз развития она может достигать в Кологриве 40 % и более, в Вепском резервате 27 %, но в последнем не исключена возможность и более сильного поражения. Однако, судя по данным рекогносцировочных обследований, здесь преобладают древостой демультиплицированных фаз динамики с малыми величинами поражения.

Имеют свои особенности и качественные характеристики поражения, т. е. соотношение гнилей коррозийного и деструктивного типов. Общеизвестно, что грибные возбудители, вызывающие коррозийные гнили, имеют большую агрессивность и в древостоях с нарушенными консортивными связями могут образовывать очаги поражения и вызывать усыхание деревьев. В древостоях пробных площадей № 1 и 8 соотношение деструктивных и коррозийных гнилей равно 57,7 и 42,3; 56,2 и 43,8 %; в древостое пробной площади № 9 преобладают коррозийные гнили.

По сравнению с ельниками Вепского леса древостой Кологрива все и значительно сильнее поражен коррозийными гнилями. В ельниках ЦЛГЗ гнилей деструктивного типа больше, чем в Кологриве, но меньше, чем в Вепском лесу.

Видовой состав биотрофов в древостоях Вепского леса очень близок к таковому в Кологриве и ЦЛГЗ, но в распространении отдельных видов имеются особенности. К возбудителям, вызывающим коррозийные гнили, по мере убывания встречаемости относятся *Phellinus chrysoloma* (Karst.) Kotl. et Pouz.; *Heterobasidion annosum* (Fr.) Br.; *Onnia triquetra* (Fr.) C.; *Armillariella mellea* (Vahl.) Quel. Еловая губка здесь распространена значительно больше, чем в древостоях Кологрива и ЦЛГЗ, где она уступает первенство корневой губке.

Деструктивные гнили в древостоях Вепского леса вызываются в основном грибами *Climacocystis borealis* (Fr.) Bond. et Sing.; *Phaeolus Schweinitzii* (Fr.) Pat.; *Stereum sanquinolentum* Fr.

В целом биотрофный комплекс ельников Вепского леса менее активен, чем в ЦЛГЗ и тем более в Кологриве.

Для изучения сапротрофного комплекса на валежнике использовали материалы тех же пробных площадей, а также данные рекогносцировочных обследований. Объемы валежника в пересчете на 1 га приведены в табл. 2.

На всех пробных площадях объемы валежника близки, но структура его заметно различается. Это, в свою очередь, говорит о существенных различиях в динамике развития самих биогеоценозов. Можно, например, говорить, что в древостое № 1 наиболее интенсивный распад основного полога произошел в последние 5 лет и 25...30 лет назад. В древостое № 8 интенсивное образование валежника продолжалось в течение 30...35 лет, когда из состава древостоя выпала почти вся старовозрастная часть, и этот процесс заметно затормозился только 5 лет назад. В древостое № 9 значительный отпад деревьев произошел 60...70 и 15...20 лет назад. В целом анализ валежных структур позволяет сказать, что в последние 60...70 лет не отмечалось воздействия общих факторов, определяющих отпад деревьев. Его динамика соответствовала особенностям развития каждого древостоя резервата.

Таблица 2

Номер пробной площади	Возрастная структура	Объем валежника на 1 га, м ³	В том числе по стадиям разложения, %				
			1	2	3	4	5
1	Абсолютно разновозрастный	81,9	37,9	15,7	41,5	4,9	Ед.
8	Относительно разновозрастный	87,2	9,3	38,5	25,8	26,4	Ед.
9	То же	75,7	10,7	32,8	16,9	12,1	28,1

Видовой состав сапротрофного комплекса, как и биотрофов, практически идентичен в ельниках Вепского леса, Кологрива и ЦЛГЗ, однако встречаемость отдельных видов имеет свои особенности (табл. 3).

Таблица 3

Вид гриба	Встречаемость, %		
	Вепский лес	Кологрив	ЦЛГЗ
<i>Trichaptum abietinum</i> (Donk:Fr) Puv.	35,6	24,5	23,3
<i>Fomitopsis pinicola</i> (Fr.) Karst.	34,2	29,8	28,2
<i>Phellinus chrysoloma</i> (Karst.) Kotl. et Pouz.	13,7	3,3	0,5
<i>Antrodia serialis</i> (Fr.) Murr.	4,1	0,5	0,5
<i>Sceletocutis amorpha</i> (Fr.) Kotl. et Pouz.	4,1	0,8	2,9
<i>Gloeophyllum sepiarium</i> (Wulf. ex Fr.) Karst.	4,1	2,8	4,0
<i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref.	2,7	0,4	2,0
<i>Fomitopsis rosea</i> (Fr.) Karst.	1,4	16,7	17,3
<i>Phellinus microporus</i> (Pil.) Parm.	1,4	1,2	2,0
<i>Inonotus weirii</i> (Murr.) Kotl. et Pouz.	0,5	4,1	0,3

В число наиболее распространенных ксилотрофов Вепского леса не входит *Fomitopsis rosea*, в то время как в ЦЛГЗ и Кологриве это один из основных сапротрофов. Значительно чаще встречается *Phellinus chrysoloma*, которая является в то же время и очень распространенным биотрофом. Для всех древостоев характерно присутствие ксилотрофных видов, относящихся к биотрофам-факультативным сапротрофам и факультативным паразитам. Даже на валежнике третьей стадии разложения встречаются плодовые тела еловой и корневой губки, относящихся к факультативным сапротрофам. Эти грибы переходят из группы биотрофов живых деревьев в сапротрофы валежника.

Выводы

Сравнительная оценка структурных особенностей древостоев трех регионов позволяет охарактеризовать ельники резервата «Вепский лес» как имеющие преимущественно демулационные фазы развития и, несмотря на это, содержащие до восьми возрастных поколений.

Демулационный характер ельников определяет незначительные уровни поражения их грибами биотрофного комплекса. Отмечается большое разнообразие видов грибов, вызывающих деструктивные гнили, что позволяет говорить о несколько меньшей активности грибного биотрофного фона, чем в южнотаежных лесах.

Среди грибов биотрофного комплекса особенно распространен *Phellinus chrysoloma*, который входит соответственно и в число наибо-

лее часто встречающихся сапротрофов валежника. В целом сапротрофный комплекс ельников Вепского леса беднее по составу, чем у ельников Кологрива и Центральнoлесного заповедника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бондарцева М. А. Обзор порядка Aphyllphorales Ленинградской области: Дис. ... канд. биол. наук.— Л., 1963.— 447 с. [2]. Декатов Н. И., Кендыш А. И. Особенности отпада в разновозрастных еловых древостоях // Лесн. хозяйство.— 1983.— № 1.— С. 30—31. [3]. Дыренок С. А. Структура и динамика таежных ельников.— Л.: Наука, 1984.— 172 с. [4]. Дыренок С. А., Савицкий С. С. Резерват «Вепский лес».— Л.: ЛенНИИЛХ, 1981.— 83 с. [5]. Дыренок С. А., Федорчук В. Н. Лесная растительность заповедного участка «Вепский лес» (Восток Ленинградской области) // Ботанич. журн.— 1975.— Т. 60, № 3.— С. 424—431. [6]. Курнаев С. Ф. Лесорастительное районирование СССР.— М.: Наука, 1973.— 203 с. [7]. Молоткова Н. Д., Кендыш А. И., Декатов Н. П. Фитопатологическое состояние разновозрастных ельников бассейна Онеги и Архангельской области // Науч. тр. / ЛенНИИЛХ.— 1975.— № 22.— С. 87—93. [8]. Стороженко В. Г. Пораженность гнилями коренных древостоев ели резервата «Кологривский лес» // Лесоведение.— 1989.— № 3.— С. 14—22. [9]. Стороженко В. Г. Датировка разложения валежника ели // Экология.— 1990.— № 6.— С. 66—69.

Поступила 17 февраля 1992 г.

УДК 630*174.754 : 630*165

ИНФОРМАТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ПРИЗНАКОВ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СТРУКТУРЫ ПОПУЛЯЦИЙ

А. И. ЧЕРНОДУБОВ

Воронежский лесотехнический институт

В процессе эволюции сосны обыкновенной, имеющей обширный ареал и произрастающей в различных почвенно-экологических условиях, сформировалось большое количество подвидов, экотипов, форм, особенно в краевых (маргинальных) популяциях [11, 13]. Поэтому для изучения структуры популяций этой породы ведется поиск признаков (фенов) или маркеров среди морфолого-анатомических, физиологических, цитозембриологических, кариологических показателей [1—16].

Объектами наших исследований были коренные насаждения сосны обыкновенной на меловых и песчаных почвах юга Русской равнины, обычно имеющие статус заповедников, заказников, генетических резерватов, памятников природы (табл. 1). На пробных площадях, в зависимости от их размера, методом случайной выборки намечали по 25... 50 деревьев (за исключением Ново-Оскольской популяции, где всего 11 деревьев), с которых собирали шишки и хвою для изучения морфолого-анатомических и биохимических показателей.

Генеративные органы. С каждого дерева заготавливали по 30 шишек, у которых измеряли длину, диаметр и определяли индекс шишки. Затем извлекали семена, у которых определяли цвет, массу 1000 штук и полнозернистость [6, 11].

Морфолого-анатомические признаки хвои. С каждого дерева брали по 20 пар хвоннок, линейкой измеряли их длину, подготавливали поперечные срезы хвоннок и под микроскопом окуляр-микрометром определяли ширину, толщину и подсчитывали число смоляных каналов [11].

Биохимические показатели. Из образцов хвон, заготовленных в октябре—ноябре 1988 г., извлекали эфирное масло и методом газо-жидкостной хроматографии определяли качественный состав и количественное содержание компонентов [15].

Таблица 1

Характеристика объектов исследований

Популяция	Объем выборки	Тип леса	Состав по ярусам	Возраст, лет	D, см	H, м	Класс облигата	Полнота
Кальцефильные сосняки								
Славянская (Донецкая обл.)	29	Сосняк меловой травяно-степной	10С	160...180	46	15,0	V	0,2...0,3
Шебеннская (Белгородская обл.)	29	То же	10С	50...60 160...180	25 44	8,0 15,0	V	0,2...0,3
Хвалынская (Саратовская обл.)	28	»	10С	120...140	38	13,5	V	0,2...0,4
Жигулевская (Самарская обл.)	30	»	10С	80...100 180...220	29 40	7,5 20,0	IV	0,1...0,3
Ново-Оскольская (Белгородская обл.)	11	Сосняк меловой	10С 6Д1Яс 1Лп 1Кл10с	160...180 30...40	42 —	24,0 11,0	III	0,6...0,7
Ацедофильные сосняки								
Черкасская (Черкасская обл.)	25	Сосняк разно-травный	10С	100...120	29	19,5	IV	0,4...0,5
Ново-Московская (Днепропетровская обл.)	26	»	10С	100...120	31	20,0	III	0,5...0,7
Кременская (Луганская обл.)	30	»	10С	100...120	32	20,0	III	0,5...0,7
Старо-Оскольская (Белгородская обл.)	29	»	10С	100...120	30	18,0	III	0,6...0,7
Хреновская (Воронежская обл.)	50	Сосняк пристенной	10С	120...140	33	21,0	III	0,5...0,7
Усманская (Воронежская обл.)	28	Сосняк осоково-разнотравный	10С	120...140	34	23,0	III	0,5...0,7

Изоферментный анализ семян проводили в лаборатории молекулярной биологии БелНИИЛХа [4, 5].

Полученный материал был подвергнут математической обработке в лаборатории вычислительной техники ЦНИИЛГиС. Для этих целей был использован метод главных компонентов, который считается одним из информативных методов многомерного анализа. Результаты представлены в табл. 2. Из данных таблицы видно, что 56 % всей дисперсии обусловлены первым фактором, связанным с изоферментами. Второй фактор (22 %) приходится на морфологию шишек — длину и диаметр. Третий компонента (9,2 %) — эфирные масла.

Проведенные исследования показали, что изучение структуры популяций сосны обыкновенной необходимо начинать с биохимических

Таблица 2

Матрица факторных нагрузок
некоторых признаков сосны обыкновенной
в популяциях юга Русской равнины

Показатели	Фактор		
	1	2	3
Эфирные масла, %:			
α -Пинен	-0,112	-0,195	-0,286
Камфен	0,061	0,189	-0,342
β -Пинен	0,008	0,260	-0,268
Δ^3 -Карен	0,108	0,081	0,366
Лимонен	-0,022	0,141	0,367
β -Фелландрен	-0,053	0,154	0,264
Терпинилен	0,043	-0,001	0,423
Шишки:			
Длина, мм	-0,016	0,344	0,030
Диаметр, мм	-0,009	0,337	-0,049
Индекс	0,007	-0,282	-0,210
Семена:			
Окраска, балл	-0,104	-0,029	0,287
Масса 1000 шт., г	-0,088	0,266	0,093
Полнозернистость, %	0,067	0,298	-0,033
Хвоя:			
Длина, мм	0,037	0,313	-0,098
Ширина, мм	0,044	0,281	0,038
Толщина, мм	0,044	0,290	0,034
Число смоляных ходов, шт.	-0,077	0,254	-0,207
Изоферменты:			
<i>Adh-1</i>	-0,213	-0,028	-0,006
<i>Adh-2</i>	-0,208	-0,011	0,044
<i>Gdh</i>	-0,198	-0,031	-0,049
<i>Aat-1</i>	-0,216	0,011	0,002
<i>Aat-2</i>	-0,209	-0,010	-0,009
<i>Aat-3</i>	-0,210	0,021	-0,033
<i>Pgm-1</i>	-0,215	-0,003	0,008
<i>Pgm-2</i>	-0,216	0,011	0,002
<i>Lap-1</i>	-0,213	-0,006	-0,026
<i>Lap-2</i>	-0,214	-0,009	0,011
<i>Gpi</i>	-0,214	0,008	-0,004
<i>Mdh-1</i>	-0,215	0,009	0,019
<i>Mdh-2</i>	-0,216	0,015	0,016
<i>Mdh-3</i>	-0,213	0,014	0,016
<i>Mdh-4</i>	-0,201	0,043	0,052
<i>Dia-1</i>	-0,211	0,014	0,015
<i>Dia-2</i>	-0,216	0,011	0,002
<i>Idh</i>	-0,216	0,011	0,002
6- <i>Pgh-1</i>	-0,204	0,048	0,076
6- <i>Pgh-2</i>	-0,193	0,058	0,030
<i>Fl-Est</i>	-0,213	0,013	0,005
Дисперсия, %	56,2	21,6	9,2
Накопленная дисперсия, %	56,2	77,8	87,0

Примечание. Принятые обозначения изоферментов: *Adh-1*, *Adh-2* — алкогольдегидрогеназа; *Gdh* — глутаматдегидрогеназа; *Aat-1*, *Aat-2*, *Aat-3* — аспаратаминотрансфераза; *Pgm-1*, *Pgm-2* — фосфоглюкомутаза; *Lap-1*, *Lap-2* — лейцинамниопептидаза; *Gpi* — глюкозофосфатизомераза; *Mdh-1*, *Mdh-2*, *Mdh-3*, *Mdh-4* — малатдегидрогеназа; *Dia-1*, *Dia-2* — диафораза; *Idh* — изоцитратдегидрогеназа; 6-*Pgh-1*, 6-*Pgh-2* — 6-фосфоглюконатдегидрогеназа; *Fl-Est* — флюоресцентная эстераза.

показателей (изоферменты, эфирные масла) и морфометрических данных шишек, которые охватывают 87 % всей изменчивости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Биохимическая генетика популяций древесных растений / Ю. П. Алтухов, К. В. Крутовский, В. А. Духарев и др. // Лесная генетика, селекция и физиология древесных растений: Матер. Международ. симпозиума (25—30 сентября 1989 г., Воронеж).— М., 1989.— С. 16—24. [2]. Видякин А. И. Индексная оценка признаков популяционной структуры сосны обыкновенной // Лесоведение.— 1991.— № 1.— С. 57—62. [3]. Видякин А. И. Изменчивость форм шишек в популяциях сосны обыкновенной на востоке европейской части СССР // Лесоведение.— 1991.— № 3.— С. 45—52. [4]. Генетическая структура популяций сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) и сосны меловой (*Pinus cretacea* Kal.) и их таксономические взаимоотношения / Г. Г. Гончаренко, В. Е. Падутов, А. Е. Силин и др. // ДАН СССР.— 1991.— Т. 319, № 5.— С. 1230—1234. [5]. Гончаренко Г. Г., Падутов В. Е., Потенко В. В. Руководство по исследованию хвойных видов методом электрофоретического анализа изоферментов.— Гомель, 1989.— 164 с. [6]. Мамаев С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений.— М.: Наука, 1973.— 284 с. [7]. Мамаев С. А., Махнев А. К. Изучение популяционной структуры древесных растений с помощью метода морфофизиологических маркеров // Фенетика популяций.— М.: Наука, 1982.— С. 140—150. [8]. Мамаев С. А., Махнев А. К. Исследование методов фенетики при изучении популяционной структуры и сохранение генофонда у видов древесных растений // Фенетика природных популяций.— М.: Наука, 1988.— С. 92—99. [9]. Молотков П. И., Яцын Р. М., Молченко Л. Л. Изменчивость некоторых морфолого-анатомических признаков сосны обыкновенной реликтового происхождения в Карпатах // Лесоводство и агролесомелiorация.— Киев, 1979.— Вып. 54.— С. 14—22. [10]. Поджарова З. С. Изменчивость величины шишек и качества семян у сосны обыкновенной // Ботаника.— Минск, 1968.— Вып. 10.— С. 124—130. [11]. Правдин Л. Ф. Сосна обыкновенная.— М.: Наука, 1964.— 192 с. [12]. Сидельникова Т. С., Муратова Е. Н. Генеративные органы и карiotипы сосны обыкновенной на олиготрофных болотах Западной Сибири // Лесоведение.— 1991.— № 3.— С. 34—44. [13]. Сосна в южной Сибири / А. Я. Ларионова, Н. А. Ларионова, Л. И. Милютин и др.— Красноярск, 1988.— 152 с. [14]. Черепнин В. Л. Изменчивость семян сосны обыкновенной.— Новосибирск: Наука, 1980.— 183 с. [15]. Чернодубов А. И., Дерюжкин Р. И. Эфирные масла сосны.— Воронеж, 1990.— 112 с. [16]. Яблоков А. В. Фенетика.— М.: Наука, 1980.— 136 с.

Поступила 29 июня 1992 г.

УДК 630*414

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЛЕСОВОДСТВЕННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ХИМИЧЕСКОГО УХОДА ЗА ЛЕСОМ

А. Н. БЕЛОВ

ВНИИХлесхоз

Основная сложность количественного определения эффективности химического ухода за лесом заключается в том, что, одновременно с пестицидами, существенное влияние на состояние лесной растительности оказывают многочисленные природные факторы. В связи с этим оценочные работы, как правило, проводятся по схеме опыт — контроль, когда одновременно учитывают изменения в состоянии участков с внесением химических препаратов (опыт) и сходного с опытным, но не подвергнувшегося обработке (контроль) ([1—3] и др.). Несмотря на простоту этого методического приема, данные, получаемые в ходе оценочных работ, допускают неоднозначные толкования.

Введем следующие обозначения:

C_0 — исходное состояние растительной системы, одинаковое как в опыте, так и в контроле (в нашем случае начальное количество экземпляров нежелательной растительности);

C_e , C_p — фактическое состояние опытного и контрольного участков по прошествии определенного времени.

Рассмотрим два основных способа расчета лесоводственной эффективности химического ухода за лесом. По первому способу эффективность E_1 , %, определяется как разность фактических состояний контрольного и опытного участков, отнесенная к оценке исходного состояния:

$$E_1 = \frac{C_p - C_e}{C_0} 100. \quad (1)$$

После преобразований:

$$E_1 = \frac{C_p - C_e + C_0 - C_0}{C_0} 100 = \frac{C_0 - C_e}{C_0} 100 - \frac{C_0 - C_p}{C_0} 100 \quad (2)$$

получаем разность двух величин, характеризующих изменение состояния растительности от исходного до фактического в опыте и контроле, в обоих случаях относительно исходного состояния C_0 . В практике использования средств химического ухода за лесом первый член разности является количественной оценкой отпада растений на опытном участке (F_e , %), второй — в контроле (F_p , %):

$$F_e = \frac{C_0 - C_e}{C_0} 100; \quad (3)$$

$$F_p = \frac{C_0 - C_p}{C_0} 100. \quad (4)$$

Отсюда

$$E_1 = F_e - F_p. \quad (5)$$

Полученная таким образом формула (5) широко распространена не только при учете лесоводственной эффективности химического ухода за лесом, но и при других видах работ, результаты которых оцениваются из сравнения опыта и контроля.

При использовании второго способа необходимо учитывать, что параметр C_p показывает не только фактическое состояние контроля, но и потенциальное состояние опыта в момент времени t_c после химической обработки (в том случае, если бы она не проводилась). Рассматривая эффективность химического ухода как меру отклонений в состоянии растительной системы не от исходного (в начальный момент времени t_0), а от потенциального уровня в момент времени t_c получаем

$$E_2 = \frac{C_p - C_e}{C_p} 100. \quad (6)$$

Очевидно, что при отсутствии существенного влияния прочих факторов (помимо химических средств) в период от t_0 до t_c значения C_0 и C_p примерно равны и формулы (1) и (6) дают одинаковые результаты.

Сравнительный анализ двух изложенных способов при $C \neq C_p$ проведен в таблице на конкретном примере. Исходное число тест-объектов C_0 в опыте и контроле принято по 2110 шт.

Как видно из таблицы, в начальный период после внесения химического препарата при незначительном естественном отпаде в контроле оценки эффективности, рассчитанные двумя способами, довольно близки: 28,0 и 28,1 % в первый срок учета и 53,8 и 54,1 % во второй. По мере увеличения естественного отпада разница в оценках E_1 и E_2 быстро возрастает. После седьмого учета, судя по оценкам E_1 , эффективность препарата стала уменьшаться, тогда как показатель E_2 продолжал расти.

Таким образом, использованные способы расчета не только дают различные количественные оценки эффективности химического ухода, но и по-разному характеризуют качественные особенности временного

Расчет эффективности химического ухода за лесом по величине отпада

Срок учета	Число тест-объектов, шт.		Отпад, шт.		Эффективность препарата, %		Текущая интенсивность отпада, %	
	Опыт C_e	Контроль C_p	Опыт $(C_0 - C_e)$	Контроль $(C_0 - C_p)$	E_1	E_2	Опыт f_e	Контроль f_p
1	1514	2105	596	5	28,0	28,1	28,2	0,2
2	962	2098	1148	12	53,8	54,1	36,5	0,3
3	845	2057	1265	53	57,4	58,9	12,2	2,0
4	739	2045	1371	65	61,9	63,9	12,5	0,6
5	548	2019	1562	91	69,7	72,9	25,8	1,3
6	358	1978	1752	132	76,8	81,9	34,7	2,0
7	340	1963	1770	147	76,9	82,7	5,0	0,8
8	302	1906	1808	204	76,0	84,2	11,2	2,9
9	213	1675	1897	435	69,3	87,3	29,5	12,1
10	10	1041	2100	1069	48,9	99,0	95,3	37,9

варьирования фитотоксического эффекта. В соответствии с показателем E_1 химический препарат стимулировал гибель нежелательной растительности лишь до седьмого учетного срока. В дальнейшем он даже противодействует усыханию растений. Оценки E_2 указывают на долговременность фитотоксического действия химического вещества.

Очевидно, что действительным критерием эффективности воздействия химических веществ на растительные системы является тот показатель, который более точно соответствует реальным процессам.

Один из способов решения этого вопроса — анализ дополнительно показателя — текущей интенсивности отпада растений на опытном (f_e , %) и контрольном (f_p , %) участках. Расчеты проводили по формулам

$$f_e = \frac{C_{e-1} - C_e}{C_{e-1}} 100; \quad (7)$$

$$f_p = \frac{C_{p-1} - C_p}{C_{p-1}} 100, \quad (8)$$

где C_{e-1} , C_{p-1} — оценки числа тест-объектов соответственно в опыте и контроле в срок, предшествующий моменту времени, для которого рассчитывается оценка текущей интенсивности отпада.

Результаты расчетов, приведенные в таблице, показывают, что в каждый отдельно взятый отрезок времени интенсивность усыхания растений в опыте была выше, чем в контроле. Так, в период с восьмого по девятый учет текущий отпад составил: в опыте 29,5, в контроле лишь 12,1 %. Между тем, судя по оценкам показателя E_1 , в соответствующие сроки соотношение было обратным (76,0 и 69,3 %).

Из приведенных расчетов очевидно, что показатель эффективности E_2 более реально отражает особенности воздействия химических средств на растительные системы, чем показатель E_1 .

Преимущества второго способа, в первую очередь реальность и осмысленность получаемых результатов, особенно наглядно проявляются, когда необходимо оценить влияние химического ухода на отпад растительности не по количеству, а по массе. Путем простых расчетов нетрудно убедиться, что при более интенсивном росте неусохших деревьев в контроле по сравнению с опытом эффективность ухода, рассчитанная по формуле (1), может оказаться равной 500, 700 % и более. Очевидна абсурдность подобных оценок, так как эффективность химического

вещества в любом случае не должна превышать 100 %. В то же время при использовании второго способа (формула (6)) последнее условие выполняется всегда.

Практический интерес представляет соотношение между двумя показателями эффективности E_1 и E_2 .

Из формулы (6) имеем

$$E_2 = \frac{C_p - C_e}{C_p} 100 = \frac{C_p - C_e + C_0 - C_0}{C_p} 100 = \frac{C_0 - C_e}{C_p} 100 - \frac{C_0 - C_p}{C_p} 100. \quad (9)$$

Из формулы (4) следует, что

$$C_p = C_0 - \frac{C_0 F_p}{100} = C_0 \left(1 - \frac{F_p}{100}\right). \quad (10)$$

Подставляя правый член последнего равенства в формулу (9), получаем

$$E_2 = \frac{C_0 - C_e}{C_0} 100 \frac{1}{1 - F_p/100} - \frac{C_0 - C_p}{C_0} 100 \frac{1}{1 - F_p/100} = \frac{F_e}{1 - F_p/100} - \frac{F_p}{1 - F_p/100} = \frac{F_e - F_p}{100 - F_p} 100 = \frac{E_1}{100 - F_p} 100. \quad (11)$$

Результаты исследования показывают, что универсальным методическим принципом количественной оценки лесоводственной эффективности химического ухода за лесом является сопоставление фактического состояния обработанного участка в данный момент времени с потенциальным (без влияния пестицидов) в тот же момент времени. Указанный подход обеспечивает правильность результата при любых сочетаниях факторов, влияющих на динамику измеряемого лесоводственного признака.

Определение лесоводственной эффективности химического ухода за лесом, осуществляемое сравнением фактического состояния опытного участка с исходным, оправдано лишь в качестве частного методического приема в условиях, когда влиянием других факторов (кроме химического) можно пренебречь.

В полевых условиях оценка эффективности химического ухода за лесом наиболее просто реализуется посредством одновременных параллельных учетов состояния обработанного и сходного с ним необработанного участков леса (по принципу опыт — контроль). Эффективность препарата определяется как разность оценок относительного отпада или прироста учитываемого признака в опыте и контроле с поправкой на динамику данного признака в контроле (по формуле (11)).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Полянский Е. В., Димитров В. Д. Методические вопросы оценки экономической эффективности лесохозяйственных мероприятий // Исследования по организации и ведению хозяйства в лесах Северо-Запада РСФСР.— Л.: ЛенНИИЛХ, 1974.— С. 3—18. [2]. Румянцев Г. Т., Мойко М. Ф. Определение экономического эффекта от применения в лесном хозяйстве минеральных удобрений, гербицидов и арборицидов: Методич. указания.— Л.: ЛенНИИЛХ, 1973.— 26 с. [3]. Шутов И. В., Мартынов А. Н. Применение арборицидов в лесу.— М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 208 с.

Поступила 7 июня 1991 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 625.143.58.001.24

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ
ПРОТИВОУГОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЛЕСОВОЗНЫХ УЖД

С. И. МОРОЗОВ, А. В. ЯРОСЬ

Архангельский лесотехнический институт

Одним из эффективных средств улучшения технического состояния верхнего строения пути железных дорог широкой и узкой колеи является закрепление его от угона рельсов.

В Архангельском лесотехническом институте разработана конструкция пружинного противоугона ПП-Р24. Лабораторные и производственные испытания противоугона [5] показали его высокую несущую способность. По результатам производственных испытаний комиссией концерна Северолес противоугона ПП-Р24 рекомендован к промышленному применению. Его изготовление организовано на Няндомском экспериментальном механическом заводе.

На основании теоретических [3, 4] и экспериментальных исследований нами предложена методика расчета мощности противоугонной системы. Она учитывает влияние продольного профиля пути УЖД, режима движения поездов и их рейсовой нагрузки. Как известно [1], угон пути вызывается двумя основными факторами: изгибом рельсов под поездом и действием на путь продольных сил при движении поезда в режиме разгона и торможения. Наиболее существенным является второй фактор [1, 3]. Он предъявляет повышенные требования к мощности противоугонной системы, особенно на участках торможения. Ниже приведена методика ее расчета при действии на путь продольных сил.

На участках разгона или торможения эти силы стремятся вызвать продольное перемещение рельсошпальной решетки. Проскальзыванию рельсов по шпалам на пути с костыльным креплением препятствуют, в основном, силы трения $P_{ш}$ между подошвой рельса и верхней плоскостью шпалы (подкладки):

$$P_{ш} = Q_{ш} f, \quad (1)$$

где $Q_{ш}$ — давление на шпалу;
 f — коэффициент трения.

Давление на шпалу определяют по формуле

$$Q_{ш} = P_9^i k l \Sigma \eta_i, \quad (2)$$

где P_9^i — эквивалентная вертикальная нагрузка на рельс;
 k — коэффициент относительной жесткости основания и рельса;
 l — расстояние между шпалами;
 η_i — ординаты линий влияния, $\eta_i = e^{-kx_i} (\cos kx_i + \sin kx_i)$;
 x_i — расстояние от рассматриваемой шпалы до соседних.

Смещению шпал вдоль пути препятствуют силы сопротивления R со стороны балласта, которые можно вычислить по формуле

$$R = (A + BQ_{ш}^m) \delta^a, \quad (3)$$

где A, B, m, α — эмпирические коэффициенты, зависящие от типа балласта;

δ — сдвиг шпалы вдоль пути.

Если $P_{ш} > R$, то шпала смещается вместе с рельсом, если $P_{ш} < R$, то возможно проскальзывание рельсов по шпалам и необходима установка противоугонных средств. Значение $\Delta P = R - P_{ш}$ определяет силу, воспринимаемую противоугоном.

Если противоугонные средства установлены на всех шпалах звена, то соблюдается условие равновесия сил

$$T = \sum_{i=1}^{n_{ш}} R_i, \quad (4)$$

где T — продольная сила, действующая на рельс;

$n_{ш}$ — число шпал, приходящихся на одно звено.

Сила R вызывает сжатие каждого участка рельса между шпалами:

$$\Delta l_i = \frac{R l^i}{E \omega}, \quad (5)$$

где E — модуль упругости рельсовой стали;

ω — площадь поперечного сечения двух рельсов.

Если длина рельсового звена невелика (8...32 м), то влиянием Δl_i можно пренебречь. Тогда, используя выражение (3), получаем

$$T = [\Sigma (A + BQ_{ш}^m)] \delta^\alpha. \quad (6)$$

Для заданного значения силы T и вертикальной нагрузки P_3^I по уравнению (6) можно определить перемещение звена δ , силы сопротивления R , трения $P_{ш}$ на каждой шпале и, наконец, ΔP .

Число шпал n_1 , включаемых в противоугонную систему, вычисляем по формуле

$$n_1 = \frac{n \Delta P_{\max}}{\Delta P_{\text{нес}}} K, \quad (7)$$

где ΔP_{\max} — максимальное усилие, воспринимаемое противоугоном;

$\Delta P_{\text{нес}}$ — несущая способность одной шпалы, для лесовозных УЖД можно принять $\Delta P_{\text{нес}} = 2$ кН;

K — коэффициент запаса, $K = 1,25$.

Результаты расчетов n_1 по формуле (7) округляются до большего целого числа.

При расчетах по формулам (1) — (7) необходимо предварительно вычислить входящие в них величины.

Силу P_3^I определяют в соответствии с методикой, приведенной в работе [6]. Эта методика позволяет найти значение P_3^I для любой конструкции пути, типа тягового и подвижного состава. Анализ результатов расчета движения тепловоза ТУ7 по пути УЖД показал, что процесс нахождения P_3^I можно существенно упростить, так как зависимость этой силы (кН) от скорости движения поезда V (км/ч) является практически линейной и описывается полиномом вида

$$P_3^I = b [b (a_1 V + a_4) + a_2 V + a_5] + a V_3 + a_6, \quad (8)$$

где b — коэффициент, зависящий от типа балласта;

a_1, \dots, a_6 — коэффициенты, зависящие от эпоры укладки шпал на 1 км.

Например, для пути, уложенного на балласте из среднезернистого песка, при 1625 шп./км имеем: $b = 2$; $a_1 = 7,6895$; $a_2 = -215,86$; $a_3 = 1654,9$; $a_4 = 76,193$; $a_5 = -503,96$; $a_6 = 23\,900$.

Тогда по формуле (8) при V , равном 0, 10, 20, 30 и 40 км/ч, получим значения P_9^1 соответственно 23,9; 40,4; 57,0; 73,6 и 90,1 кН. Погрешность вычисления силы P_9^1 по формуле (8) в сравнении с результатами расчета по методике [6] не превышает 1 %. Аналогично можно получить значения b и a для других типов локомотивов и конструкций верхнего строения пути.

Анализ решения уравнений (1) — (7) показал, что в средней части волны прогибов под расчетным колесом тепловоза или сцепа выполняется условие $P_{ш} > R$, т. е. здесь не происходит проскальзывания рельсов по шпалам. Условие $P_{ш} < R$ имеет место только по краям волны прогиба, где, очевидно, в работу должны включаться противоугоны.

Значения ΔP_{\max} можно определить аналитически следующим образом. Запишем уравнение для ΔP в виде

$$\Delta P = R - P_{ш} = (A + BQ_{ш}^m) \delta^\alpha - Q_{ш} f \quad (9)$$

и используем условие

$$\frac{\partial \Delta P}{\partial Q_{ш}} = 0.$$

Дифференцируя уравнение (9) и приравнявая производную нулю, получаем расчетное давление на шпалу $Q_{ш.р}$, при котором $\Delta P = \Delta P_{\max}$:

$$Q_{ш.р} = \left(\frac{f}{Bm\delta^\alpha} \right)^{\frac{1}{1+m}}. \quad (10)$$

Как видим, величина $Q_{ш.р}$ явно не зависит от вертикальной нагрузки P_9^1 , но связана с ней через величину δ . Значение ΔP_{\max} можно вычислить по уравнению (9) при $Q_{ш} = Q_{ш.р}$.

Коэффициенты A , B , m и α определяют экспериментально. Так, для пути на песчаном среднезернистом балласте при эпоуре укладки шпал 1625 шп./км имеем: $A = 2685$ Н; $B = 798$ Н; $m = 0,203$; $\alpha = 0,675$.

По данным Б. И. Кувалдина и Л. Е. Савина, приведенным в работе [2], с учетом частичного закрепления подошвы рельса костылями коэффициент трения скольжения f можно принять равным: летом 0,355; зимой 0,446.

Для исходных данных, приведенных выше, принимая условно $\delta = 0,1$ см, получаем $Q_{ш.р} = 0,0224$ Н, $\Delta P_{\max} = 645,5$ Н. Значение $Q_{ш.р}$ показывает, что ΔP_{\max} имеет место практически на границе волны положительного прогиба рельсошпальной решетки под расчетным колесом.

Сила T , развиваемая при разгоне или торможении поезда, определяется в результате решения тяговой задачи отдельно на каждом элементе продольного профиля пути.

Для автоматизации вычислений составлена программа «Угон пути». Она реализована на IBM-совместимых компьютерах.

Исходными для программы являются:

данные о длине участка и попикетные уклоны. Обычно за участок пути УЖД выбирают длину одного перегона (от одного разъезда до другого);

данные о подвижном составе — марка тепловоза, число сцепов, нагрузка на сцеп и максимальная допустимая скорость движения;

характеристики верхнего строения пути — тип рельса, тип шпал, эпоура укладки шпал и материал балласта.

Программа составлена таким образом, что пользователь вводит минимальное количество данных. Характеристики подвижного состава (масса, межосевые расстояния и т. п.), балласта (коэффициент сопротивления балласта), шпал (ширина, коэффициент постели, A, B, m, α), рельсов (площадь, момент инерции и т. п.) выбираются автоматически.

Основной алгоритм расчета количества противоугонов заключается в следующем:

основываясь на введенных исходных данных о профиле участка УЖД, конструкции верхнего строения пути и типе подвижного состава, производят тяговый расчет (интегрирование дифференциального уравнения движения поезда) как в грузовом, так и в порожняковом направлениях. При этом формируют массивы, сохраняющие скорости и положение ручки контроллера тепловоза на отдельных элементах участка по его длине;

по данным этих массивов на каждом звене пути рассчитывают продольные силы, действующие на верхнее строение пути от подвижного состава, и их направление;

в зависимости от полученных значений угоняющих сил (как в грузовом, так и в порожняковом направлениях) определяют максимальное смещение каждого звена δ и необходимое число шпал, оборудованных противоугонами. Число шпал с противоугонами суммируют по длине пикета (100 м), и результат выдают на печать. Образец распечатки для перегона № 3 Лавельской УЖД приведен в табл. 1. Исходные данные: тепловоз ТУ7, сцеп ЦНИИМЭ — ДВЗ, число сцепов 5 (тормозные отсутствуют), нагрузка на сцеп 12 т, балласт — песок среднезернистый, тип шпал ИБ, эпоха укладки шпал 1625 шп./км, тип рельсов Р24, длина перегона 5,2 км.

Для закрепления рельсов от угона на этом участке необходимо установить противоугоны со стороны грузового направления на 768 шпалах, со стороны порожнякового — на 632 шпалах. На каждом пикете

Таблица 1

Пикет	Уклон, ‰	Число шпал с противоугонами	Пикет	Уклон, ‰	Число шпал с противоугонами	Пикет	Уклон, ‰	Число шпал с противоугонами
181—182	-1,3	92/0	199—200	-9,5	0/21	217—218	7,8	3/3
182—183	0,5	45/0	200—201	-6,7	0/31	218—219	4,7	17/10
183—184	7,9	40/0	201—202	-3,4	13/21	219—220	-9,0	6/7
184—185	17,4	42/0	202—203	13,3	14/3	220—221	-4,7	2/25
185—186	18,5	33/0	203—204	6,0	21/0	221—222	-1,7	7/22
186—187	10,5	23/0	204—205	5,8	11/0	222—223	1,3	5/19
187—188	5,1	18/0	205—206	0,9	0/13	223—224	4,3	1/8
188—189	-8,0	10/2	206—207	-5,7	5/13	224—225	-2,8	2/3
189—190	9,5	5/2	207—208	1,3	21/19	225—226	2,8	12/12
190—191	4,2	18/5	208—209	7,0	5/12	226—227	20,3	31/0
191—192	5,6	0/5	209—210	12,1	19/0	227—228	12,0	43/0
192—193	5,6	0/4	210—211	13,7	31/0	228—229	11,9	23/8
193—194	-4,3	0/10	211—212	11,1	26/0	229—230	6,0	16/24
194—195	0,4	15/11	212—213	8,0	18/6	230—231	-4,0	0/24
195—196	10,5	4/10	213—214	-0,9	18/1	231—232	-9,4	0/42
196—197	11,3	19/0	214—215	-4,9	10/7	232—233	-5,2	0/57
197—198	1,1	18/2	215—216	2,0	20/18	233—234	-2,1	0/93
198—199	-6,6	0/18	216—217	5,2	4/19			
Итого								786/632

Примечание. 1. В числителе — данные для грузового направления, в знаменателе — для порожнякового. 2. Знак плюс — подъем, минус — спуск.

пути размещается 12,5 звеньев длиной 8 м. Следовательно, необходимое число шпал, оборудованных противоугонами на одном звене, изменяется от 0 до 8 шт. Программа позволяет определить потребность в противоугонах как на каждом пикете, так и для магистрали УЖД в целом.

При проведении расчетов предполагается, что во всех случаях торможение является только служебным и состояние верхнего строения пути допускает движение лесовозных поездов с высокими скоростями. Однако на практике оба эти условия не всегда выполняются. В частности, при плохом состоянии пути скорость движения поезда будет значительно меньше расчетной. Это влияет на режим движения по уклонам пути. В отдельных случаях торможение служит только для поддержания заданной скорости на спусках, что повлечет за собой увеличение тормозного усилия и, как следствие, потребности в противоугонах на отдельных элементах продольного профиля.

Торможение лесовозных поездов на спусках при подходе к разделительным пунктам обычно (в условиях УЖД) осуществляется с помощью тепловоза. В этом случае при торможении на спуске, особенно большого уклона, стремятся не допустить разгона поезда и обеспечить примерно постоянную скорость движения за счет систематического подтормаживания.

При определении мощности противоугонной системы в этих условиях расчетное тормозное усилие вычисляют по формуле

$$T_{\text{торм}} (Q_{\text{т}} + n_2 Q_{\text{сн}}) g \nu i_{\text{эф}}, \tag{11}$$

- где $Q_{\text{т}}$, $Q_{\text{сн}}$ — масса тепловоза и сцепа;
 n_2 — число сцепов;
 ν — коэффициент неравномерности торможения ($\nu = 1,25$);
 $i_{\text{эф}}$ — эффективный уклон спуска, $i_{\text{эф}} = i - \omega$;
 i — фактический уклон спуска;
 ω — удельное сопротивление движению.

Затем (полагая $T = T_{\text{торм}}$) по формуле (6) находят δ^{α} , по (10) — давление на расчетную шпалу, по (9) — значение ΔP_{max} и, наконец, по выражению (7) — число шпал n_1 , включаемых в противоугонную систему.

Значения n_1 во всех случаях округляют до ближайшего целого числа. Они приведены в табл. 2.

Таблица 2

Число сцепов в поезде n_2	Число шпал на звено $n_{\text{ш}}$	Число шпал n в противоугонной системе в зависимости от эффективного уклона спуска, ‰							
		10	15	20	25	30	35	40	45
1	12...16	1	1	1	2	2	2	3	3
2	12...16	1	2	3	4	4	5	5	6
3	12...16	1	3	4	6	7	9	10	11
4	12...13	1	4	6	8	10	12	—	—
	14...16	1	4	6	8	10	12	14	15
5	12	3	5	8	10	—	—	—	—
	13...15	3	5	8	10	13	—	—	—
6	16	3	5	8	10	13	16	—	—
	12	3	6	9	—	—	—	—	—
	13...15	3	6	9	13	—	—	—	—
	16	3	6	9	13	16	—	—	—

Эти данные позволяют сделать следующие выводы.

На спусках крутизной до 5 ‰ скатывающая сила уравновешивается силами сопротивления движению, значит, $T = 0$ и $n_1 = 0$.

Мощность противоугонной системы зависит не только от крутизны спуска, но и от массы поезда (числа нетормозных сцепов), увеличиваясь с возрастанием этих двух факторов.

Число шпал n_1 , оборудованных противоугонами, не может превышать числа шпал $n_{ш}$ на данном рельсовом звене. Если по расчету $n_1 > n_{ш}$, то для заданной конструкции пути и массы поезда невозможно стабилизировать рельсы от угона. Это ограничивает массу поезда (число сцепов в поезде), а при заданной массе — уклон спуска. Случаи, когда невозможно ликвидировать угон рельсов, обозначены в табл. 2 прочерками.

Угон рельсов в неблагоприятных случаях ($n_1 > n_{ш}$) будет проявляться в виде проскальзывания рельсов по шпалам или шпал в балласте.

Результаты расчета потребности в противоугонах для данного перегона, приведенные в табл. 1 и 2, близки и не противоречат, а дополняют друг друга.

Методика определения мощности противоугонной системы, изложенная в данной статье, опробована в производственных условиях на Лепшинской УЖД Шалакушского КЛПХ концерна Северолес и показала свою достоверность.

При определении суммарной потребности в противоугонах к данным расчета по рассмотренной методике надо добавить число противоугонных средств, найденных по изгибу рельсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Вериго М. Ф., Коган А. Я. Взаимодействие пути и подвижного состава.— М.: Транспорт, 1986.— 559 с. [2]. Кувалдин Б. И., Лаптев В. А. Бесстыковой путь железных дорог колеи 750 мм.— М.: Лесн. пром-сть, 1968.— 144 с. [3]. Морозов С. И. О методике определения удерживающей силы противоугонных средств // Лесн. журн.— 1988.— № 2.— С. 28—34.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Морозов С. И., Невзорова Л. Г. Анализ факторов, влияющих на угон рельсов лесовозных УЖД // Лесн. журн.— 1991.— № 1.— С. 29—34.— (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Морозов С. И., Попов М. В., Елисеев А. П. Удерживающая сила пружинных противоугонов ПП-Р24 // Лесн. журн.— 1991.— № 2.— С. 29—33.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Правила производства расчетов узкоколейного пути (колея 750 мм) на прочность.— М.: Трансжелдориздат, 1963.— 64 с.

Поступила 30 ноября 1992 г.

УДК 630*377.4

МОДЕЛИРОВАНИЕ КРИВОЛИНЕЙНОГО КУРСОВОГО ДВИЖЕНИЯ КОЛЕСНОЙ ЛЕСОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

Н. И. БИБЛЮК, Н. И. ГЕРИС

Львовский лесотехнический институт

Криволинейное движение изучается в связи с оценкой маневренности, курсовой устойчивости и управляемости транспортных машин и обоснованием параметров их общей компоновки и конструкции поворотных устройств. Вопросам кинематики и динамики колесных лесотранспортных машин посвящены работы В. И. Мельникова, В. П. Ляхно, Г. П. Мальцева, П. С. Щипанова, Б. А. Добрякова, А. В. Жукова, А. И. Кирильчика, Г. М. Соколова и др., исследованию курсовой устойчивости и управляемости движения — исследования А. М. Кочнева. В рабо-

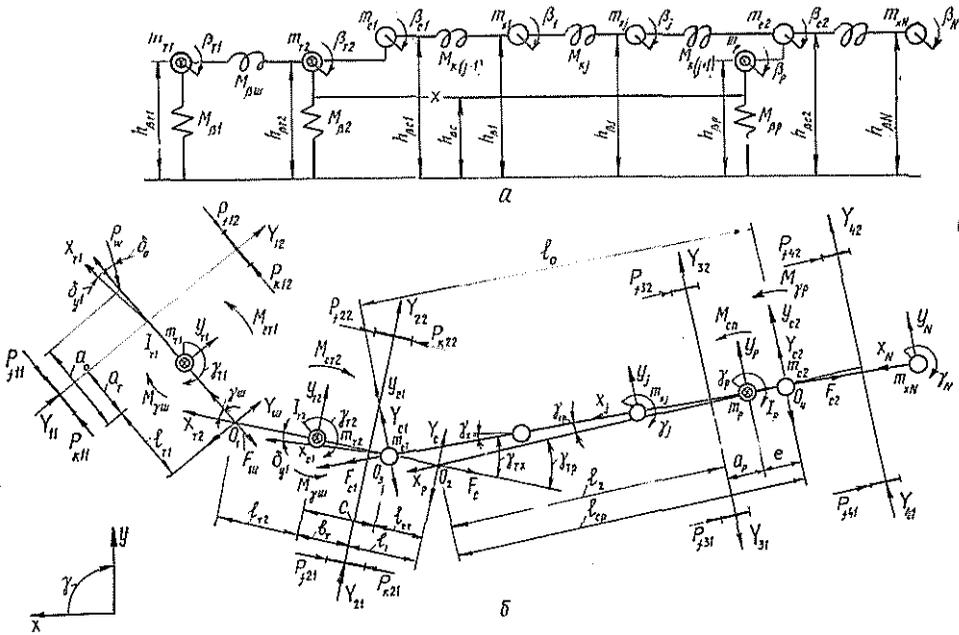


Рис. 1. Схемная модель, описывающая линейные и угловые колебания лесотранспортной системы в горизонтальной плоскости с учетом поперечных кренов: а — вид сбоку; б — вид сверху

те [3] описана математическая модель устойчивости заданного направления движения трелевочной системы по неровностям волока, в [6] — модель криволинейного курсового движения лесовозного автопоезда с учетом поперечных кренов. В нашей статье дано обоснование математической модели курсового криволинейного движения (режимов «круг», «вход в круг», «переставка») для обобщенной лесотранспортной системы, состоящей из тягача с шарнирно-сочлененной рамой, двухосного роспуска и пакета хлыстов.

Расчетная схема (рис. 1), эквивалентная колесной лесотранспортной системе, осуществляющей криволинейное движение, состоит из масс транспортных звеньев: передней $m_{т1}$ и задней $m_{т2}$ секций тягача с шарнирно-сочлененной рамой и роспуска m_p (с моментами инерции соответственно $I_{т1}$, $I_{т2}$ и I_p), соединенных между собой управляющими кинематическими связями в точках O_1 и O_2 , дискретных масс m_{cr} ($r = 1, 2$) и m_{xj} пакета хлыстов с радиусами инерции соответственно ρ_{2cr} и ρ_{zj} , связанных плоскими шарнирами с задней секцией тягача и роспуском в точках O_3 и O_4 . В шарнирных соединениях лесотранспортной системы действуют продольные и поперечные силы: $F_{ш}$ и $Y_{ш}$ — в шкворневом соединении полурам тягача; F_c и Y_c — в тягово-цепном устройстве тягача; F_{c1} , Y_{c1} и F_{c2} , Y_{c2} — в шкворневых соединениях пакета хлыстов соответственно с полуприцепом и роспуском. В шарнирном соединении полурам тягача приложены также упругие моменты, обусловленные наличием гидропривода механизма складывания — $M_{тш}$ и блокирующим устройством, размещенным в вертикальном шарнире — $M_{пш}$ [5]. На l -е колеса (левое $l = 1$, правое $l = 2$) k -й ($k = 1, 2$) оси действуют окружные силы P_{rkl} , силы сопротивления качению $P_{f l}$, боковые силы Y_{kl} и стабилизирующие моменты M_{hl} . В центре парусности тягача приложена сила сопротивления воздуха P_w , к массам передней и

задней секций тягача и роспуска — моменты сопротивления повороту $M_{ст1}$, $M_{ст2}$ и $M_{сп}$ [7], а к массам задней секции тягача и роспуска — моменты трения коника о подкониковые рамы $M_{\gammaт}$ и $M_{\gammaр}$ [4]. Поперечные крены масс транспортных звеньев обуславливаются упругими свойствами шин и пакета хлыстов, которые моделируются пружинами с жесткостью и коэффициентом сопротивления $c_{ш}$, $k_{ш}$ для шин, c_j , k_j для пакета при изгибе и c_k , k_k при кручении. Независимыми координатами системы являются продольные, поперечные и угловые перемещения в горизонтальной и поперечной плоскостях секций тягача $x_{т1}$, $y_{т1}$, $\gamma_{т1}$, $\beta_{т1}$, $x_{т2}$, $y_{т2}$, $\gamma_{т2}$, $\beta_{т2}$, роспуска x_p , y_p , γ_p , β_p , а также дискретных масс пакета хлыстов x_j , y_j , γ_j , β_j .

При составлении уравнений движения приняты допущения, что зависимость поперечной реакции в контакте колеса с дорогой носит нелинейный характер (гипотеза Д. А. Антонова [1]), колебания транспортных звеньев малы, а углы увода δ_y левых и правых колес одной оси равны между собой.

Для математического описания криволинейного курсового движения рассматриваемой лесотранспортной системы используем принцип Даламбера.

1. Уравнения перемещений связей:

боковые и продольные скорости в точках соединения звеньев между собой и с пакетом хлыстов

$$\begin{aligned} \dot{x}_{ш} &= \dot{x}_{т1} - \dot{y}_{т1} \gamma_{ш} = \dot{x}_{т2}; & \dot{x}_c &= \dot{x}_{т2} - \dot{y}_{т2} \gamma_{тп} = \dot{x}_p; \\ \dot{y}_c &= \dot{y}_{т2} - (b_{т2} + l_1) \dot{\gamma}_{т2} - (h_{\beta т2} - h_{с т2}) \dot{\beta}_{т2} + \dot{x}_{т2} \gamma_{тп} = \\ &= \dot{y}_p + (l_2 + a_p) \dot{\gamma}_p - (h_{\beta p} - h_{с p}) \dot{\beta}_p; \\ \dot{x}_{c1} &= \dot{x}_{т1} - \dot{y}_{c1} \gamma_{тх}; & \dot{x}_{c2} &= \dot{x}_p + \dot{y}_{c2} \gamma_{хр}; \end{aligned}$$

продольные, боковые линейные и поперечные угловые скорости дискретных масс пакета хлыстов

$$\begin{aligned} \dot{x}_j &= 0,5 (\dot{x}_{c1} + \dot{x}_{c2}); & \dot{y}_j &= (1 - \lambda_j) \dot{y}_{c1} + \lambda_j \dot{y}_{c2} + \\ &+ \dot{y}_{xj} + h_{\beta j} \dot{\beta}_{xj}; & \lambda_j &= s_j / l_0; \\ \dot{y}_{c1} &= \dot{y}_{т2} + d \dot{\gamma}_{т2} - h_{\beta c1} \dot{\beta}_{т2} + \dot{x}_{т2} \gamma_{тх}; \\ \dot{y}_{c2} &= \dot{y}_p - e \dot{\gamma}_p - h_{\beta c2} \dot{\beta}_p - \dot{x}_p \gamma_{хр}; \\ \dot{\beta}_j &= (1 - \lambda_j) \dot{\beta}_{т2} + \lambda_j \dot{\beta}_p + \dot{\beta}_{xj}; \end{aligned}$$

углы складывания

$$\gamma_{ш} = \gamma_{т1} + \gamma_{т2}; \quad \gamma_{тп} = \gamma_{т2} - \gamma_p; \quad \gamma_{тх} = \gamma_{т2} - \gamma_x; \quad \gamma_{хр} = \gamma_x - \gamma_p;$$

углы поворота продольной оси и j -й дискретной массы пакета хлыстов в горизонтальной плоскости

$$\gamma_x = (y_{c1} - y_{c2}) / l_0; \quad \gamma_j = \gamma_x - \gamma_{xj};$$

угол между вектором скорости и продольной осью передней секции тягача, угловой прогиб шин и углы увода k -х осей

$$\delta_0 = \gamma_{т1} - \delta_{y1}; \quad \delta_{3шk} = \beta_0 - \beta_k;$$

$$\delta_{yk} = \Theta_k - (\dot{y}_m + r_k \dot{\gamma}_m) / \dot{x}_m, \quad m = т1, т2, p,$$

где

$$\begin{aligned} \beta_0 &— поперечный уклон дороги; \\ \Theta_k &— угол поворота k -й оси, $\Theta_k = S_k / R_m$; \end{aligned}$$

S_k — расстояние от k -й оси до точки пересечения продольной оси звена с перпендикуляром, опущенным на нее из мгновенного центра кривизны траектории звена;

R_m — радиус поворота звена (расстояние от мгновенного центра кривизны траектории до продольной оси звена);

$r_k = (a_m - a_k)$, a_k — расстояние от k -й до передней оси.

2. Уравнения движения:

вдоль продольной оси

$$\begin{aligned} m_{\tau 1} \ddot{x}_{\tau 1} - m_{\tau 1} h_{\alpha \tau 1} \ddot{\alpha}_{\tau 1} + P_w - F_w + P_{\kappa 1} + P_{f 1} &= 0; \\ m_{\tau 2} \ddot{x}_{\tau 2} - m_{\tau 2} h_{\alpha \tau 2} \ddot{\alpha}_{\tau 2} + F_w + Y_w \gamma_w + F_c + F_{c 1} + \\ &+ Y_{c 1} \gamma_{\tau x} - P_{\kappa 2} + P_{f 2} = 0; \\ m_p \ddot{x}_p - m_p h_{\alpha p} \ddot{\alpha}_p - F_c + Y_c \gamma_{\tau p} + F_{e 2} - Y_{c 2} \gamma_{x p} + \sum_{k=3}^4 P_{f k} &= 0; \\ \sum_{j=1}^N m_{x j} \ddot{x}_j - \sum_{r=1}^2 F_{c r} &= 0; \end{aligned} \quad (1)$$

в горизонтальной плоскости

$$\begin{aligned} m_{\tau 1} \ddot{y}_{\tau 1} - m_{\tau 1} h_{\beta \tau 1} \ddot{\beta}_{\tau 1} + P_w \delta_0 + Y_w - Y_1 &= 0; \\ I_{\tau 1} \ddot{\gamma}_{\tau 1} + P_w \delta_0 a_0 - l_{\tau 1} Y_w - a_{\tau} Y_1 - M_1 + M_{c \tau 1} - M_{\gamma w} &= 0; \\ m_{\tau 2} \ddot{y}_{\tau 2} - m_{\tau 2} h_{\beta \tau 2} \ddot{\beta}_{\tau 2} - Y_w - F_w \gamma_w + Y_c + Y_{c 1} - F_{c 1} \gamma_{\tau x} - Y_2 &= 0; \\ I_{\tau 2} \ddot{\gamma}_{\tau 2} - l_{\tau 2} (Y_w - F_w \gamma_w) - (b_{\tau} + l_1) Y_c + c (Y_{c 1} - F_{c 1} \gamma_{\tau x}) + \\ &+ b_{\tau} Y_2 - M_2 - M_{c \tau 2} + M_{\gamma w} = 0; \\ m_p \ddot{y}_p - m_p h_{\beta p} \ddot{\beta}_p - Y_c - F_c \gamma_{\tau p} + Y_{c 2} + F_{c 2} \gamma_{x p} - \\ &- \sum_{k=3}^4 (Y_k - P_{f k} \theta_k) = 0; \\ I_p \ddot{\gamma}_p - (l_2 + a_p) (Y_c + F_c \gamma_{\tau p}) - e (Y_{c 2} + F_{c 2} \gamma_{x p}) - \\ &- \sum_{k=3}^4 (r_k Y_k + c_k P_{f k} \theta_k - M_k) + M_{c n} + M_{\gamma p} = 0; \\ \sum_{j=1}^N m_{x j} \ddot{y}_j + \sum_{r=1}^2 m_{c r} (\ddot{y}_{c r} - h_{c r} \ddot{\beta}_{c r}) - \sum_{r=1}^2 Y_{c r} &= 0; \\ \sum_{j=1}^N m_{x j} (\rho_{z j}^2 + v_j^2) \ddot{\gamma}_j + \sum_{r=1}^2 m_{c r} (\rho_{z c r}^2 + v_{c r}^2) \ddot{\gamma}_x - \\ &- \sum_{j=1}^N m_{x j} h_{\beta j} (\ddot{y}_j + g \beta_j) v_j - Y_{c 1} v_{c 1} + Y_{c 2} v_{c 2} = 0; \\ m_{x j} \ddot{y}_j + \sum_{v=1}^N (c_{j v} y_{x v} + k_{j v} \dot{y}_{x v}) &= 0; \\ m_{x j} (\rho_{z j}^2 + v_j^2) \ddot{\gamma}_j - m_{x j} h_{\beta j} (\ddot{y}_j + g \beta_j) v_j + \\ &+ \sum_{v=1}^N v_{j v} (c_{j v} y_{x v} + k_{j v} \dot{y}_{x v}) = 0; \end{aligned} \quad (2)$$

в вертикальной поперечной плоскости

$$\begin{aligned} & -m_{x1}h_{\beta\tau 1}(\ddot{y}_{\tau 1} + g\beta_{\tau 1}) + P_w\delta_0h_{\beta\tau 1} + M_{\beta_{ш}} - M_{\beta_1} - Y_1r_{л1} = 0; \\ & -m_{\tau 2}h_{\beta\tau 2}(\ddot{y}_{\tau 2} + g\beta_{\tau 2}) - gm_{c1}h_{\beta 1}\beta_{\tau 2} - M_{\beta_{ш}} + Y_c h_{\beta c} + \\ & + Y_{c1}h_{\beta c1} - M_{\beta 2} - Y_2r_{л2} = 0; \\ & m_p h_{\beta p}(\ddot{y}_p + g\beta_p) - gm_{c2}h_{\beta c2}\beta_p - Y_c h_{\beta c} + Y_{c2}h_{\beta c2} - \sum_{k=3}^4 M_{\beta k} = 0; \\ & -m_{xj}h_{\beta j}(\ddot{y}_j + g\beta_j) + M_{\kappa j} - M_{\kappa(j+1)} = 0. \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь $M_{\beta k} = 0,5b_{шk}^2 (c_{шk}\delta_{\beta шk} + k_{шk}\delta_{\beta шk});$

$$M_{\kappa j} = c_{\kappa j}(\beta_{\kappa(j-1)} - \beta_{\kappa j});$$

$c_{\kappa j}$ — расстояние от k -й оси до центра тяжести звена;

$v_j = \varepsilon - s_j$; $v_{c1} = \varepsilon - a_0$; $v_{c2} = \varepsilon - a_0 - l_0$;

ε, a_0, l_0 — абсцисса центра тяжести, передний свес и расстояние между опорами пакета хлыстов;

s_j — расстояние от комлевого сечения до j -й массы модели пакета хлыстов [2].

Остальные обозначения геометрических параметров системы приведены на рис. 1.

Если в качестве поворотного устройства применяется крестообразная сцепка, в уравнения скорости перемещения связей y_c и движения роспуска (2) необходимо вместо $\gamma_{тр}$ подставить $(\gamma_{т} - \gamma_{р})/(1 + i_n)$, а составляющие $\sum_{k=3}^4 P_{fk}\theta_k$ приравнять нулю (здесь i_n — передаточное число крестообразной сцепки [6]).

Исследования курсовой устойчивости и управляемости ЛТС обычно проводятся на горизонтальных участках дорог (площадках) для движения с постоянной скоростью.

При симметричных межколесных дифференциалах силы тяги P_k на l -х колесах k -х осей одинаковы по величине и могут быть приняты равными частному от деления силы сопротивления качению, приведенной к колесам лесотранспортной системы, на число ведущих колес. Продольные силы $F_{ш}$, F_{c1} и F_{c2} принимаются равными нулю, а сила $F_c = f(\gamma_{тр})$. На рис. 2 приведена блок-схема программы расчета показателей управляемости — характеристик поворачиваемости тягача $\Delta\delta_{т}$ и автопоезда $\Delta\delta_{а}$, запаса недостаточной поворачиваемости тягача z , статической чувствительности тягача к управляющему воздействию $\mu_{ст}$ и времени реакции на управляющее воздействие тягача $t_{пр}$ и роспуска $t_{пр}$, составленной для описанной математической модели с учетом принятых допущений. Она состоит из основной программы, выполняющей ввод исходных данных (экстремальное значение коэффициента сопротивления боковому уводу $K_{уз}$, коэффициента сопротивления качению f и сцепления в продольном φ_x и боковом φ_y направлениях, $t_{н}$ — время запаздывания поворота передней управляемой оси тягача к повороту рулевого колеса, v_0 — скорость движения), присвоение начальных значений переменным параметрам, расчет коэффициентов линейных уравнений движения и показателей управляемости, и подпрограмм расчета угла поворота передней управляемой оси тягача для заданного маневра движения, сил и моментов взаимодействия колеса с опорной поверхностью, коррекции коэффициентов сопротивления боковому уводу в зависимости от вертикальной, продольной реакций и коэффициента сцеп-

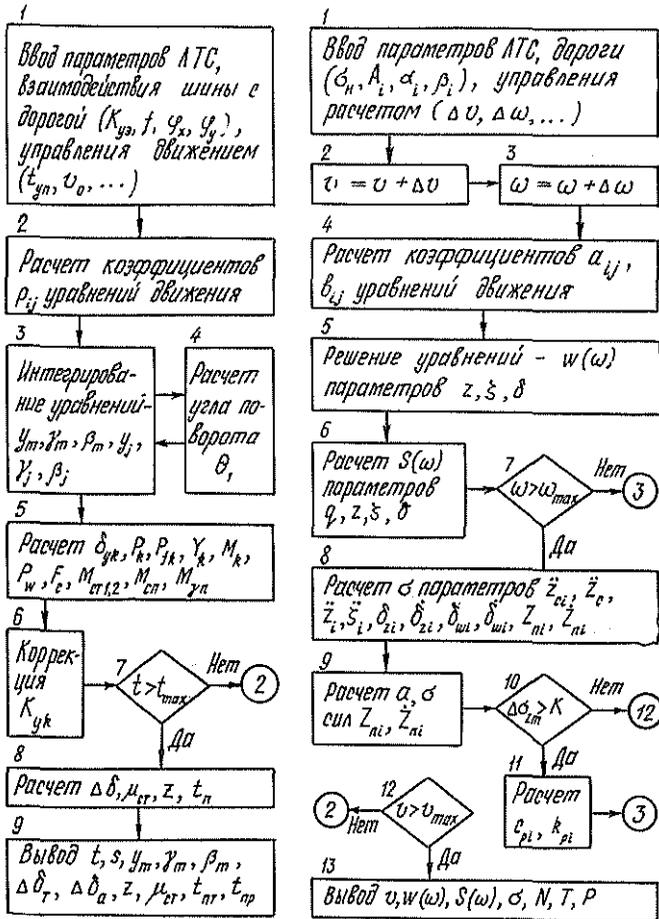


Рис. 2. Блок-схема программы имитации курсового криволинейного движения колесной лесотранспортной системы транспортные звенья + пакет хлыстов

ления, а также вывода на печать результатов расчета (t и S — текущее время и путь).

Разработанная математическая модель позволяет с достаточной достоверностью (погрешность вычислений не должна превышать 5...9, в отдельных случаях 13 %) рассчитывать обобщенные координаты системы при выполнении заданных маневров движения и определять показатели курсовой устойчивости и управляемости лесотранспортной системы тягач с шарнирно-сочлененной рамой + двухосный роспуск + пакет хлыстов и ее упрощенных вариантов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Антонов Д. А. Расчет устойчивости движения многоосных автомобилей.— М.: Машиностроение, 1984.— 168 с. [2]. Библюк Н. И. Метод расчета величины и размещения дискретных масс пакета хлыстов // Лесн. журн.— 1984.— № 3.— С. 35—39.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Кочнев А. М. Обоснование параметров колесной трелевочной системы с целью повышения устойчивости заданного направления движения: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.— Л., 1987.— 20 с. [4]. Лахно В. П. Взаимодействие автомобиля с роспуском при движении автопоезда // Вопросы автомобильного лесотранспорта: Тр. ЦНИИМЭ.— Химки, 1970.— Вып. 105.— С. 135—149. [5]. Повышение устойчивости заданного направления движения колесной трелевочной системы / Г. М. Анисимов, А. М. Кочнев, В. П. Сергеев, Д. В. Памфилов //

Лесн. журн.— 1990.— № 5.— С. 29—36.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Пузанов В. Г., Библиок Н. И. Математическая модель курсового движения лесовозного автопоезда // Лесн. журн.— 1986.— № 6.— С. 36—42.— (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Фаробин Я. Е. Теория поворота транспортных машин.— М.: Машиностроение, 1970.— 176 с.

Поступила 8 апреля 1992 г.

УДК 624.131.52 : 624.139.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСАДОК СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВАНИИ ИЗ МЕРЗЛОГО ТОРФЯНОГО ГРУНТА

В. С. МОРОЗОВ

СевНИИП

В настоящее время осадки сооружений на основании из минеральных грунтов определяют методом послойного суммирования [1, 2]. Его можно применять также и при расчете осадок сооружений на основании из мерзлых торфяных грунтов.

Для определения характера зависимости между напряжениями и осадками нами были проведены в лабораторных условиях опыты на одноосное сжатие образцов (диаметром 45 мм и высотой 100 мм) из мерзлого торфяного грунта ненарушенной структуры. Степень разложения торфа 25 %, влажность 300, 400, 500 и 600 %, температура образцов — 3, — 8, — 17 и — 25 °С. По данным опытов были построены кривые ползучести, а затем для различных моментов времени найдена зависимость между напряжениями σ , действующими в образце, и его относительной деформацией ϵ (рис. 1). Она является нелинейной и состоит из двух участков: $0a$ и ab .

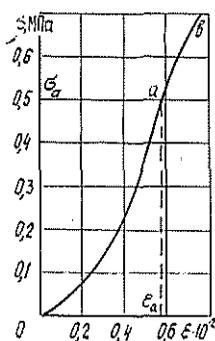


Рис. 1. Зависимость между напряжением σ_z и относительной деформацией ϵ

На участке $0a$ зависимость $\sigma(\epsilon)$ имеет выпуклость вниз к оси ϵ , на участке ab и далее — вверх.

В качестве рабочего принимаем участок $0a$, где ползучесть мерзлого торфа затухает. По данным опытов, напряжения в грунте на этом участке изменяются от нуля до 0,57 МПа, а зависимость $\sigma(\epsilon)$ хорошо аппроксимируется уравнением

$$\sigma = A\epsilon^m, \quad (1)$$

где A , m — коэффициенты, определяемые экспериментально.

По уравнению (1) можно рассчитать модуль деформации E для любого слоя. Так как

$$E = \frac{\Delta\sigma_l}{\Delta\epsilon_l} = \frac{\sigma_{l-1} - \sigma_l}{\epsilon_{l-1} - \epsilon_l}, \quad (2)$$

то, выражая E из уравнения (1), получаем

$$E = \frac{\sigma_{i-1} - \sigma_i}{B(\sigma_{i-1}^n - \sigma_i^n)}, \quad (3)$$

где $n = m^{-1}$; $B = A^{-n}$.

Значения B и n для некоторых условий приведены в табл. 1.

Таблица 1

Температура, °С	Значения $B \cdot 10^{-3}$, МПа $^{-n}$, и n при влажности, %							
	300		400		500		600	
	B	n	B	n	B	n	B	n
-3	5,043	0,135	8,092	0,185	9,522	0,240	13,930	0,330
-8	6,516	0,285	9,769	0,330	10,812	0,365	15,082	0,450
-17	8,190	0,440	12,239	0,490	13,762	0,520	17,079	0,570
-25	8,046	0,530	13,773	0,570	14,737	0,600	19,620	0,660

Эти данные показывают, что даже в случае оснований из однородного массива мерзлого торфяного грунта модули деформации слоев зависят от их температуры и влажности.

При определении по формуле (3) модуля деформации слоев необходимо знать характер изменения σ по глубине массива. Согласно методу послойного суммирования для этого используют решение линейной задачи и определяют напряжения σ_z на вертикальной оси симметрии фундамента. Расчетные зависимости имеют вид:

для прямоугольного фундамента со сторонами $2a$ и $2b$ (пространственная задача) [3]

$$\sigma_z = \frac{2P}{\pi} \left[\operatorname{arctg} \frac{ab}{z\sqrt{a^2 + b^2 + z^2}} + \frac{zab(a^2 + b^2 + 2z^2)}{(a^2 + z^2)(b^2 + z^2)\sqrt{a^2 + b^2 + z^2}} \right]; \quad (4)$$

для круглого фундамента диаметром $2r$ (осесимметричная задача)

$$\sigma_z = P \left[1 - \frac{z^3}{(r^2 + z^2)^{3/2}} \right]; \quad (5)$$

для ленточного фундамента шириной $2b$ (плоская задача):

$$\sigma_z = \frac{2P}{\pi} \left[\operatorname{arctg} \frac{b}{z} + \frac{bz}{b^2 + z^2} \right], \quad (6)$$

где P — удельная внешняя нагрузка, равномерно распределенная по площади фундамента.

Разбивая основание на отдельные слои, отличающиеся влажностью или температурой торфа, можно для конкретного типа фундамента определить по формуле (3) модуль деформации каждого слоя E_i , а затем его осадку S_i по обычной формуле [1]:

$$S_i = 0,8 \frac{\sigma_{ср i} h_i}{E_i}, \quad (7)$$

где h_i — толщина слоя;

$\sigma_{ср i}$ — среднее напряжение слоя, $\sigma_{ср i} = 0,5(\sigma_i + \sigma_{i-1})$.

Подставляя в (7) выражения (3) и $\sigma_{ср i}$, получаем уравнение

$$S_i = 0,4h_i \frac{(\sigma_{i-1} + \sigma_i)[(B\sigma^n)_{i-1} - (B\sigma^n)_i]}{\sigma_{i-1} - \sigma_i}, \quad (8)$$

которое позволяет определить осадку каждого слоя при заданном законе изменения $\sigma(z)$.

Таким образом, используя экспериментальную зависимость (1), можно модернизировать метод послойного суммирования и применять его для определения осадок сооружений, расположенных на мерзлых торфяных грунтах.

Поясним на примере предложенную методику расчета осадок. Пусть фундамент сооружения представляет собой прямоугольную плиту размерами 3×3 м, лежащую на слое мерзлого торфяного грунта большой мощности, с удельной нагрузкой на подошву $0,3$ МПа.

Физико-механические свойства мерзлого торфяного грунта в основании фундамента соответствуют данным, полученным при проведении лабораторных работ. Влажность грунтового массива однородна и составляет 600% , температура торфа на поверхности -10°C , на глубине $3, 10$ и 14 м равна соответственно $-3, -5$ и -3°C и между этими точками изменяется по линейному закону.

Разбиваем массив на слои такой толщины, чтобы разность значений σ_z на их границах не превышала $0,03 \dots 0,05$ МПа (рис. 2). Результаты вычислений вспомогательных величин и осадок приведены в табл. 2.

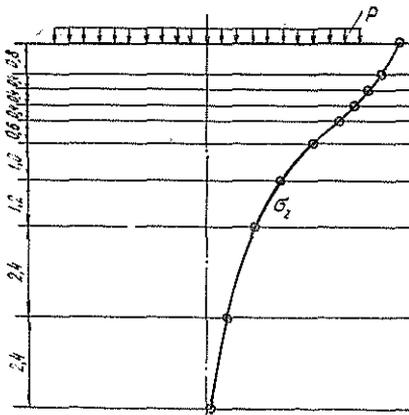


Рис. 2. Схема распределения вертикальных сжимающих напряжений

Таблица 2

Номер слоя	Толщина слоя, м	Напряжение на поверхности слоя, МПа	Среднее напряжение слоя, МПа	Средняя температура слоя, $^\circ\text{C}$	Коэффициенты		Модуль деформации слоя, МПа	Осадка слоя, м
					$B \cdot 10^{-3}$, МПа $- n$	n		
1	0,8	0,300	0,288	9,07	15,33	0,476	71,3	0,002581
2	0,4	0,275	0,258	7,66	15,00	0,442	70,7	0,001166
3	0,4	0,240	0,240	6,73	14,79	0,419	66,9	0,001053
4	0,4	0,200	0,182	5,80	14,58	0,397	61,8	0,000944
5	0,6	0,165	0,144	4,63	14,31	0,369	55,4	0,001243
6	1,0	0,122	0,100	3,55	14,06	0,343	45,1	0,001765
7	1,2	0,077	0,064	3,34	14,01	0,338	33,8	0,001806
8	2,4	0,050	0,036	3,86	14,13	0,351	22,9	0,003057
9	2,4	0,023	0,016	4,54	14,28	0,367	14,8	0,002335
10	2,4	0,013	0,011	4,54	14,28	0,367	10,9	0,001933

Отсюда полная осадка равна $0,017883$ м.

Значения B и n зависят от температуры торфа, поэтому для каждого слоя необходимо знать среднюю температуру, которую находим методом линейной интерполяции.

В рассматриваемом примере мощность активной зоны равна 7,2 м. Осадка фундамента в пределах активной зоны составляет 1,36 см.

Если решать линейную задачу, т. е. принять модуль деформации постоянным для всех слоев, то осадка изменится.

Для рассматриваемого примера в этом случае $E = 34,2$ МПа. Осадка, подсчитанная методом послонного суммирования, составит 1,974 см, что на 45 % больше подсчитанной с учетом нелинейных свойств мерзлого торфа.

Здесь не рассмотрены другие факторы, влияющие на осадку, например, уменьшение несущей способности мерзлых торфяных грунтов с повышением их температуры. Зная сезонный ход температуры, нетрудно, применяя приведенную методику, определить осадку сооружений в период оттепелей и весеннего потепления и расчетный срок эксплуатации фундамента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Далматов Б. И., Морарескул Н. Н., Науменко В. Г. Проектирование фундаментов зданий и промышленных сооружений.— М.: Высш. шк. 1986.— 292 с. [2]. СНиП 2.02.01—83. Основания зданий и сооружений.— М.: Стройиздат, 1985.— 40 с. [3]. Флорин В. А. Основы механики грунтов. Т. 1.— Л.; М.: Госстройиздат, 1959.— 357 с.

Поступила 10 февраля 1993 г.

УДК 630*: 629.114.2

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ТРЕЛЕВКИ

В. И. ВАРАВА

Санкт-Петербургская лесотехническая академия

В работе рассмотрены две транспортные задачи: определение параметров трелевочной машины (трактора) и грузоподъемности для выполнения заданного объема работ. Первая из них заключается в оптимизации параметров. В качестве целевой функции примем суммарные приведенные затраты

$$Z = K_1 E + \mathcal{E}_1, \quad (1)$$

где K_1 , E — капиталовложения на единицу измерителя и коэффициент эффективности, в лесной промышленности $E = 0,12$;

\mathcal{E}_1 — эксплуатационные затраты на единицу измерителя.

Измерителем трелевочного процесса правильнее считать не объем древесины, а транспортную работу

$$A = Nfl = mg(f_0 + kv^2) v\tau, \quad (2)$$

где N — нормальная реакция, равная давлению лесовоза на путь; l , v , τ — путь, скорость и время трелевки, связанные зависимостью $l = v\tau$;

f — удельное сопротивление движению, $f = f_0 + kv^2$;

f_0 — то же при малой скорости движения $v \leq 1$ м/с, $f_0 = 0,05 \dots 0,10$.

k — коэффициент скоростного сопротивления, у машин $k = (2,5 \dots 5,0) \cdot 10^{-5}$ с²/м²;

m — масса пачки и трактора, $m = m_{п} + m_{т}$, $m_{п} = \rho V_{п}$;

ρ — плотность древесины;

$V_{п}$ — объем трелеваемой пачки.

Мерой производительности здесь служит масса древесины, трелюемая на расстояние $l = v\tau$:

$$A_n = m_n g l = m_n g v \tau,$$

где A_n — грузооборот древесины (пачки) весом $m_n g$ на расстояние l .

При стоимости единицы работы C_1 , р./($\text{Н} \cdot \text{м}$) приведенные затраты выразятся формулой

$$Z = \frac{KE}{m_n g v \tau} + C_1 \frac{m}{m_n} (f_0 + kv^2), \quad (2a)$$

где K — капиталовложения.

Решение, дающее целевой минимум функции (2a), будет оптимальным. В нашем случае для управляемых параметров $\vec{\alpha} = \{m_n, m_t, v\}$ минимум имеется лишь в зависимости $Z(v)$, поскольку строительные затраты снижаются, а эксплуатационные увеличиваются со скоростью трелевки v . Из условия $\partial Z / \partial v = 0$ находим оптимальное значение скорости $v = v_0$:

$$v_0^3 = KE (2mC_1 kg \tau)^{-1}. \quad (3)$$

Оно не должно превышать конструктивной скорости трактора, $v_0 \leq v_k$. Функция $Z(m_n, m_t)$ не имеет экстремумов, поэтому оптимальные значения масс m_n^0, m_t^0 являются условными, как находящиеся из ограничений. Металлоемкость трактора m_t^0 определяется его грузоподъемностью, а масса пачки $m_n^0 = \rho V_n$ — классом тяги P , расходуемой на преодоление сопротивления равномерному движению при $v = v_0$:

$$P = m_n g (f_n + i); \quad m_n g = P (f_n + i)^{-1}, \quad (4)$$

где f_n, i — удельное сопротивление пачки и уклон пути.

Мощность двигателя определяется работой сил, действующих на трактор при его движении с оптимальной скоростью v_0 :

$$N_d = A / \tau \eta_n = mg (f_0 + kv_0^2) v_0 / \eta_n, \quad (5)$$

где η_n — кпд силовой передачи трактора. При этом $N_d \leq N_{д.к}$ ($N_{д.к}$ — максимальная мощность двигателя по конструктивной скорости движения машины).

Например, для рубок ухода необходимы легкие колесные тракторы классов тяги 10; 30 кН, обладающие высокой проходимостью, маневренностью и устойчивостью, с низким давлением на грунт (в шинах) и упругой сцепкой на тягу. Класс тяги трактора выражается через массу пачки формулой (4), по которой вычисляют расчетную массу пачки для принятого класса тяги.

Вторая транспортная задача решается для двух типов трелевочных тракторов массой $m = \rho V$, работающих в одну смену на расстоянии l_i , $i = 1, 2$, $l_1 + l_2 = l$, до пункта погрузки. Удельные сопротивления f и затраты C_1 , р./($\text{Н} \cdot \text{м}$) неизменны. Требуется определить необходимые грузоподъемности m_1, m_2 тракторов. Решим задачу методом линейного программирования. В общем случае примем $m_2 \geq m_1$; $l_2 \leq l_1$ и вычислим плановую работу A :

$$A = mgfl = gf (m_1 l_1 + m_2 l_2).$$

Обозначим

$$m_1 l_1 + m_2 l_2 = ml.$$

Тогда

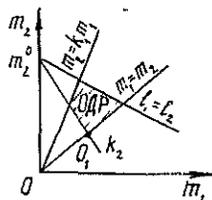
$$m_2 = ml/l_2 - m_1 l_1/l_2. \quad (6)$$

Критерий оптимальности

$$Z = C_1 A = C_1 g f(m_1 l_1 + m_2 l_2) \rightarrow \min \quad (7)$$

выполняется при $m_1 \rightarrow 0$ и $m_2 \rightarrow 0$. В координатах m_1, m_2 (см. рисунок) проведем две прямые: $m_2 = k_1 m_1$, $k_1 \geq 1$ и аналогичные (6) с внутренней штриховкой:

$$m_2 = ml/l_2 - m_1 k_{21}; \quad k_{21} = (l_1/l_2)_1 = \overline{1, km}. \quad (8)$$



В области допустимых решений (ОДР) оптимальное из них определяется точкой O_1 , если она реализуема. Конкретное решение образуется на пересечении прямых, исходящих из точек O, m_2^0 :

$$m_2 = k_1 m_1 = ml/l_2 - m_1 l_1/l_2; \quad m_1 = ml [(k_1 + k_2) l_2]^{-1}. \quad (9)$$

Отсюда при $k_1 = k_2 = 1$ находим $m_1 = m_2 = ml/(2l_2)$.

Из полученных результатов следует, что управление трелевкой древесины поддается оптимизации, но большинство параметров находится из ограничений, т. е. являются рациональными значениями.

Поступила 16 декабря 1991 г.

УДК 630*32.002.5

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ УЗКОЗАХВАТНОЙ КОЛЕСНОЙ ВАЛОЧНОЙ МАШИНЫ

А. В. ЖУКОВ, И. П. МАЙКО, М. К. АСМОЛОВСКИЙ

Белорусский технологический институт

Для механизации лесосечных работ используют валочные (ВМ), валочно-пакетирующие (ВПМ) и валочно-трелевочные (ВТМ) машины. С их помощью выполняется ряд операций, состав которых определяется технологией лесосечных работ, конструктивными схемами и особенностями машин и их технологического оборудования.

При работе ВМ и ВПМ имеют место сложные динамические процессы, возникающие при срезании дерева, сталкивании или снятии его с пня, свободном падении на землю, транспортировке к месту пакетирования.

Рассмотрим особенности динамических процессов, возникающих при работе узкозахватной валочной машины (УВМ) конструкции Белорусского технологического института, работающей на базе трактора МТЗ-82 [1, 3]. Машина выполняет следующие операции: подход к дере-

ву, зажим его и одновременное срезание, снятие с пня, перемещение на необходимое расстояние и укладка на грунт.

Машина оборудована захватно-срезающим устройством (ЗСУ) с ножами силового резания и захватами с гидроприводом [2].

На рис. 1 *a, б* приведены образцы осциллограмм процессов, происходящих при выполнении рабочих операций валочной машиной в момент подъезда и захвата дерева (участок I); срезания (участок II) и удерживания его при отъезде от пня (участок III). Отрезок *ab* кривой 1 соответствует отсутствию давления при наводке ЗСУ; *bc* — захвату дерева при почти неизменном давлении (ножи срезающего устройства в это время находятся в контакте с деревом). Обжатие дерева с одновременным срезанием после обхвата происходит при возрастании давления в магистрали (отрезок *cd*). Процесс срезания (отрезок *de*) заканчивается при давлении 13,2 МПа, время срезания 7 с.

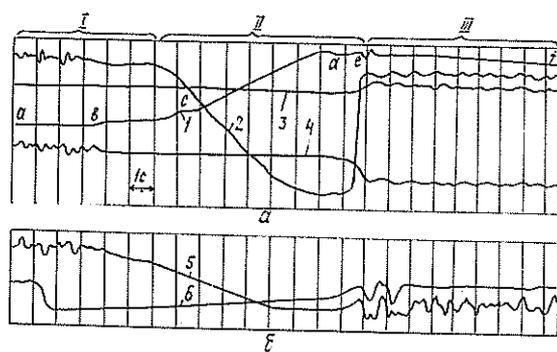


Рис. 1. Образцы осциллограмм с записью процессов, происходящих при срезании дерева (сосна, диаметр 24 см): *a* — в ЗСУ; *б* — в навесной системе ЗСУ; 1 — изменение давления в магистрали захвата — срезания; 2 — напряжения в опорной плите срезающего устройства; 3, 4 — напряжения соответственно в стойке соединения захватного и срезающего устройства и в кронштейне навески ЗСУ; 5 — усилия на гидроцилиндре наклона ЗСУ; 6 — изменение давления в магистрали гидроцилиндра наклона ЗСУ

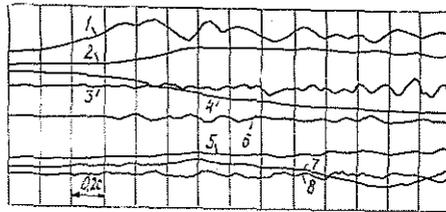
В момент отъезда ВПМ от пня изменения силовых факторов нагружения (участок III) происходят вследствие раскачки дерева вместе с ЗСУ. Одна из причин этого — наличие зазоров в навеске, что отрицательно влияет на динамику машины. Поэтому необходимо, с одной стороны, свести к минимуму зазоры в соединениях звеньев, с другой, обеспечить некоторую податливость навесной системы, подобрав ее оптимальную жесткость.

Колебательный характер имеют усилия на штоке гидроцилиндра наклона ЗСУ, возникающие в результате раскачивания вертикально транспортируемого дерева при движении трактора по неровностям лесного волока (пасеки) и от касания за ветви деревьев, стоящих на границе волока. В начале движения усилия на штоке колеблются с частотой 1,5 Гц, что соответствует преобладающей частоте воздействия со стороны волока.

В момент касания за ветви растущих деревьев характер колебаний изменяется из-за наложения низкочастотной составляющей от собственных колебаний консольно закрепленного дерева (частота 0,25 Гц). В отдельных случаях возможно значительное увеличение их амплитуды из-за наложения соответствующих по фазе составляющих процесса.

В качестве критериев для оценки нагруженности и устойчивости машины при движении были приняты вертикальные и продольные ускорения различных точек системы, а также углы продольного и поперечного кренов базового трактора. Записывали также параметры, характеризующие продольные и поперечные отклонения ствола дерева при движении по технологическому коридору.

Рис. 2. Записи регистрируемых параметров при трогании машины с места (ель, диаметр пня 20 см, длина ствола 15 м): 1 — нагрузка на передний мост; 2 — продольные перемещения дерева относительно верха кабины; 3 — ускорения ЗСУ; 4 — скорость движения машины; 5 — продольный угол (дифферент) машины; 6 — ускорения переднего моста; 7 — угол поперечного перемещения дерева; 8 — ускорения центра масс машины



На рис. 2 приведен образец оциллограммы с записью процессов при движении трактора после срезания дерева. На участке изменения скорости v от нуля до 6,0 км/ч не произошло значительных выбросов кривых, ввиду плавного разгона системы (ускорение $j_{пр} = 0,1 g$). Имело место некоторое продольное отклонение ствола дерева на 3,5 см (1° относительно верхнего габарита кабины), которое сохранялось при $v = \text{const}$. Ввиду асимметрии системы возникли также поперечные отклонения ствола ($\beta = \pm 4,6^\circ$) с частотой его собственных изгибных колебаний 0,5 Гц. Заметных угловых отклонений корпуса трактора не зафиксировано. Установлено, что при резком трогании с места (при $j_{пр} = 0,25 g$) возможно возрастание продольных и поперечных отклонений ствола и, как следствие, появление дополнительных динамических нагрузок на ЗСУ. Однако проведенный анализ показал, что основной причиной повышения уровня динамической нагруженности системы являются неровности волока и воздействия, возникающие вследствие зацепления транспортируемых деревьев за растущие.

На рис. 3 зафиксирован пересзд передним правым колесом трактора неровности в виде пня высотой 10 см и диаметром 35 см при $v = 6,5$ км/ч. В момент переезда неровности возник характерный всплеск кривых 1, 3, 6, 9, характеризующих нагруженность системы. Наибольшие значения деформаций и перемещений составили: нагрузка на передний мост (реакция) 4,9 кН, перемещение дерева 4,5 см ($1,3^\circ$), ускорение над передним мостом 4,2 м/с².

Поскольку воздействие от неровности кратковременно, а период собственных изгибных колебаний дерева значительно больше (3 с), то существенного продольного и поперечного отклонений ствола, а следовательно, и корпуса трактора, от равновесного состояния не наблюдалось. Другое дело, если имеет место комбинация воздействий различного происхождения, наложение амплитуд перемещений и смещение их во времени (правая часть рис. 3).

Запись процессов при переезде двух неровностей одновременно правым и левым колесами переднего, а затем заднего моста, показала, что нагрузки на рабочие органы УВМ (рис. 3) имеют аналогичный вид. Коэффициент динамичности нагрузок изменяется в пределах 1,5...1,8. Резко увеличиваются продольное отклонение дерева (5,5 см, или $1,6^\circ$) и дифферент ($1,65^\circ$). Однако если продольный наклон дерева и корпуса трактора быстро стабилизировался, то угол поперечного наклона продолжал возрастать вследствие того, что по фазе он совпадал с отклонением от произошедшего до наезда на неровность и от зацепления

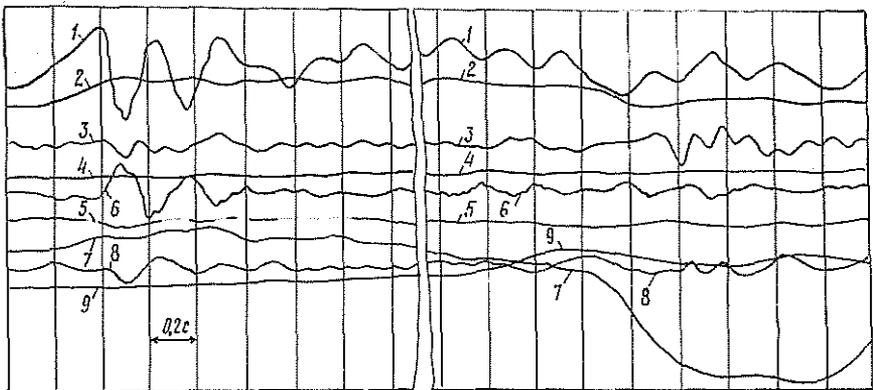


Рис. 3. Фрагмент записи динамических реакций при переезде единичной неровности передним правым колесом трактора. Обозначения кривых 1—8 см. на рис. 2; 9 — угол крена машины

за растущее дерево. При наезде же на неровность задним мостом трактора поперечные колебания ствола, наоборот, гасятся. В этот момент значительно возрастает нагруженность ЗСУ и корпуса трактора (4,7 и 3,8 м/с²).

В некоторых случаях зацепление транспортируемого дерева за растущее приводит к значительному возрастанию нагруженности системы. При этом возможно резкое продольное и поперечное (до $\beta = 17 \dots 25^\circ$) отклонение ствола дерева.

При движении УВМ через выступающие над почвой корни растущих деревьев могут возникнуть пиковые нагрузки на ходовую часть трактора, но, ввиду их кратковременности, они не оказывали заметного влияния на угловые отклонения дерева и корпуса трактора.

Как показал анализ экспериментальных данных, уровень динамического воздействия на систему при транспортировании дерева находится в допустимых пределах. Однако при движении по косогорам и крутым подъемам и спускам возможно увеличение исследуемых показателей до значений, близких к критическим.

Очень характерен процесс сбрасывания дерева при пакетировании (рис. 4). После подъезда УВМ задним ходом к месту пакетирования ее останавливали, поднимали ЗСУ с закрепленным деревом в крайнее верхнее положение, а затем наклоняли с помощью гидроцилиндра на угол 40° . После этого дерево освобождали из захватов и укладывали на грунт.

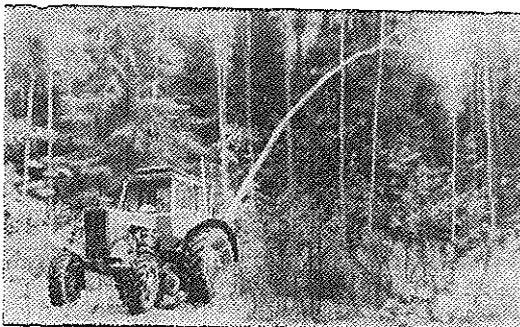


Рис. 4. Валочная машина в момент сбрасывания дерева

Для оценки продольной устойчивости ВМ при пакетировании деревьев с известными геометрическими и инерционными характеристиками определяли реакцию колес переднего моста трактора. Близость ее нулю свидетельствует о критическом состоянии, при котором могут возникнуть отрыв передних колес от земли и опрокидывание машины.

На рис. 5 приведен образец осциллограммы, полученной при пакетировании деревьев сосны (диаметр пня 19 см, длина ствола 15,6 м, масса 240 кг).

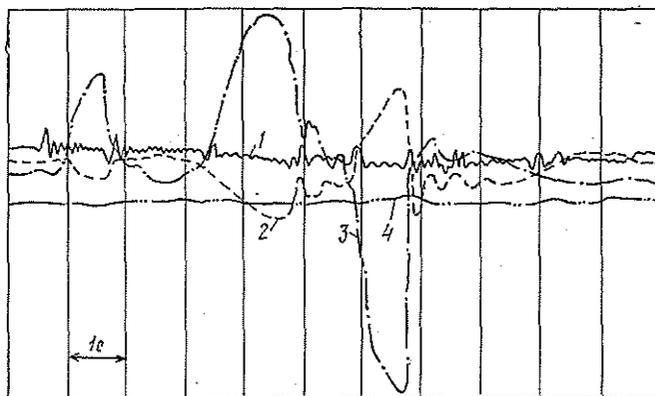


Рис. 5. Образец осциллограммы процесса пакетирования дерева: 1 — вертикальные ускорения ЗСУ; 2 — нагрузка на передний мост трактора; 3 — усилия на штоке гидроцилиндра; 4 — угол продольного наклона остова машины

Весь процесс пакетирования, включающий подъем ЗСУ, наклон и сбрасывание дерева, занимает 13 с. Кривая 1 позволяет определить границы начала подъема и наклона ЗСУ. Подъем дерева с ЗСУ происходит в интервале от 2 до 3 с, наклон в течение 4...7 с (кривая 1 несколько опускается). Наибольшее значение вертикальных ускорений при пакетировании не превышало 0,1 g.

Кривые 2 и 3 имеют общие экстремумы, располагающиеся в противофазе, и хорошо иллюстрируют динамику процесса пакетирования. При подъеме ЗСУ с деревом происходит некоторое перераспределение нагрузок, связанное со смещением центра тяжести вертикально удерживаемого дерева в сторону центра масс трактора. Поэтому на штоке гидроцилиндра наклона (кривая 3) возникает усилие 2,2 кН (первый экстремум), и передний мост трактора догружается на 1,8 кН. В дальнейшем, начиная с 4-й секунды, с момента включения гидроцилиндра на принудительный наклон дерева, на его штоке развивается усилие 3,6 кН, направленное на преодоление инерционных сил дерева и ЗСУ. При этом нагрузка на передний мост трактора увеличивается до 4,8 кН. После выдвигания штока в крайнее положение, соответствующее наклону дерева с ЗСУ на 40°, силы инерции начинают действовать в обратном направлении (6-я секунда). В штоке гидроцилиндра возникает растягивающее усилие 5,1 кН, и передний мост трактора разгружается на 5,7 кН. С учетом того, что на передний мост трактора в статическом положении приходится нагрузка 11,2 кН, можно сделать заключение о наличии необходимого запаса устойчивости, поэтому при пакетировании подобного дерева не произойдет отрыва передних колес трактора от земли. При работе с более крупными деревьями, наряду с установкой дополнительных грузов впереди трактора, целесообразно одновременно с включением гидроцилиндра наклона или спустя 1-2 с

включать привод захватов на сбрасывание дерева. На осциллограмме процесс наклона дерева завершается сбрасыванием дерева из ЗСУ (8-я секунда), затем усилия в гидроцилиндре и переднем мосту резко уменьшаются и после нескольких колебаний затухают.

Процесс пакетирования дерева заканчивается после освобождения комы из срезающего устройства и подъема ЗСУ в исходное положение (10...13 с).

Анализ целого ряда записей процессов пакетирования деревьев показал, что в основном они аналогичны приведенным на рис. 5. Разница заключается лишь в продолжительности отдельных операций и нагрузках на шток гидроцилиндра и передний мост трактора, для которых можно выделить диапазоны изменения. Так, при работе в 30-летних сосновых насаждениях усилия на штоке гидроцилиндра при пакетировании изменялись в пределах 4,6...5,6 кН, реакция передних колес уменьшилась на 4,9...6,2 кН; для ели эти цифры составили соответственно 3,6...4,2 и 4,8...5,2 кН.

Кривая 4 подтверждает вывод, что процесс пакетирования деревьев с приведенными параметрами не оказывает существенного влияния на устойчивость машины. Угол продольного крена (галопирования) остова трактора, замерявшийся на площадках с известной крутизной поверхности с помощью гироскопа ЦГВ-4, изменялся в пределах 1-2°.

Анализ результатов исследований показал, что динамическая нагруженность и устойчивость УВМ на базе трактора МТЗ-82 находятся в допускаемых пределах. Работа машины на прореживаниях 25—30-летних насаждениях при среднем объеме дерева 0,08...0,12 м³ и массе 250...300 кг практически безопасна с учетом требований к эксплуатации базового трактора. При использовании машины на проходных рубках необходимо устанавливать дополнительные грузы впереди трактора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Майко И. П., Жуков А. В., Асмоловский М. К. К применению узкозахватных валочных машин // Лесн. пром-сть.— 1990.— № 4.— С. 12—13. [2]. Майко И. П., Шпилевский Л. Н., Асмоловский М. К. Захватно-срезающее устройство для рубок ухода // Лесоэксплуатация и лесосплав; Реф. сб.— 1987.— Вып. 6. [3]. Применение узкозахватных валочных машин на рубках ухода за лесом / И. П. Майко, О. А. Атрошенко, Г. В. Меркуль и др. // Лесн. хоз-во.— 1989.— № 1.— С. 58—59.

Поступила 25 мая 1992 г.

УДК 625.7/8

ПОДГОТОВКА ГРУНТОВЫХ КАРЬЕРОВ К ЭКСПЛУАТАЦИИ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

В. П. МИГЛЯЧЕНКО

Московский лесотехнический институт

Возведение земляного полотна лесовозных автомобильных дорог в зимний период открывает дополнительные возможности по организации их круглогодичного строительства [2].

Зимой отсыпают земляное полотно тальми грунтами, доставленными из притрассовых карьеров. Анализ существующих способов сохранения грунта в массивах притрассовых карьеров в талом виде показывает, что наиболее дешевыми и приемлемыми являются утепление и засоление их дневной поверхности.

Ниже рассмотрен химический способ подготовки дневной поверхности грунтовых карьеров к эксплуатации в зимний период.

В таблице приведены технико-экономические показатели различных солевых растворов. Как видно из таблицы, водный раствор нитрита натрия (NaNO_2), выбранный нами для исследований, является ингибитором по отношению к металлам и имеет более низкую стоимость.

Солевой раствор	Эвтектика, °С	Плотность при эвтектике, кг/м ³	Коррозия металлов	Стоимость 1 т., р.	Возможность доставки по ж. д., наличие приемных пунктов
NaCl	—21,2	1170	Да	20	Нет
MgCl ₂	—33,6	1184	»	180	»
CaCl ₂	—50,0	1286	»	12...40	»
NaNO ₂	—19,5	1137	Нет	18	Да

Лабораторные исследования по применению водного раствора NaNO_2 для предохранения грунтов от промерзания выполнены в холодильной камере типа «Нема». Объект исследований — песчаные и супесчаные грунты притрассовых карьеров Вашкинского ЛПХ Вологодской области. Проанализировав ранее выполненные результаты исследования химического анализа почв, мы пришли к выводу о целесообразности изучения распределения ионов NO_3^- и NO_2^- в грунтовых притрассовых карьерах по высоте забоя как основных элементов, понижающих линию эвтектики грунтов, обработанных раствором NaNO_2 .

Из отобранных на различной высоте забоя монолитов грунта брали навески по 10 г, которые заливали 100 мл дистиллированной воды и оставляли на 1 ч. Полученный раствор перемешивали и фильтровали через двойной фильтр «синяя лента». Фильтрат в мерной колбе вместимостью 100 см³ доводили дистиллированной водой до метки, после чего отбирали аликвотное количество для фотометрирования на приборе ФЭК-56. Определение содержания NO_3^- проводили с использованием саллициллата натрия, NO_2^- — сульфаниловой кислоты и α -нафтиламина [1]. Для каждого исследуемого горизонта проводили не менее 15 опытов при ошибке 10 % и вероятности 0,95.

Установлено, что с увеличением глубины залегания содержание NO_3^- в песчаных грунтах убывает от 3500 г/т в верхнем растительном слое до 350 г/т на глубине 5 м, в супесчаных грунтах — от 4000 до 500 г/т (рис. 1, а). Аналогично распределение и NO_2^- : в песчаных грунтах — от 2,5 до 0,4 г/т, в супесчаных — от 3,0 до 0,6 г/т (рис. 1, б).

Незначительное содержание NO_2^- в грунтах притрассовых карьеров объясняется тем, что в процессе денитрификации, идущей по схеме $\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO} \rightarrow \text{N}_2\text{O}$, они переходят в газообразное состояние.

После обработки результатов исследований получены уравнения регрессии, которые имеют следующий вид:

для ионов NO_3^-

$$y = -17,89x^2 - 239,49x + 1669,00;$$

для ионов NO_2^-

$$y = 0,35x^2 - 3,17x + 7,58,$$

где x — содержание ионов NO_3^- или NO_2^- , г/т;

y — глубина карьера, м.

Сопоставляя экспериментальные данные снижения эвтектики поровых растворов изучаемых грунтов при введении 20 %-го водного раст-

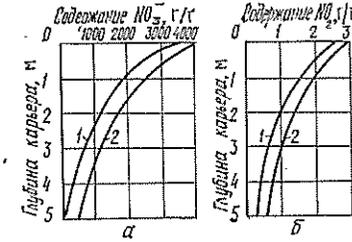


Рис. 1. Распределение содержания ионов NO_3^- (а) и NO_2^- (б) по глубине карьера: 1 — песчаный грунт; 2 — супесчаный грунт

вора NaNO_2 , можно сделать вывод о том, что ионы NO_3^- , находящиеся в массиве грунта, вступают в реакцию с катионами Na^+ и образуют систему $\text{NaNO}_3 - \text{NaNO}_2 - \text{H}_2\text{O}$ [3]. Эта система при отрицательных температурах понижает эвтектику порового раствора в грунтах до $-22^\circ\text{C} \dots -23^\circ\text{C}$.

Для выявления зависимости между глубиной промерзания и расходом 20 %-го водного раствора NaNO_2 проведены испытания в Вашкинском ЛПХ Вологодской области. В осенний период на дневную поверхность песчаных, супесчаных и суглинистых карьеров способом разлива из цистерны через дозирующую трубу нанесен 20 %-й водный раствор NaNO_2 из расчета 1,5... 10,0 л/м². Установлено, что при прочих равных условиях обработанные водным раствором NaNO_2 песчаные грунты промерзали на глубину 0,65... 0,70 м при расходе NaNO_2 1,5 л/м² и на 0,25... 0,30 м при расходе 10 л/м²; супесчаные — на 0,75... 0,80 м при расходе 1,5 л/м² и на 0,7... 0,8 м при расходе 10 л/м²; суглинистые — на 0,8... 0,9 м при расходе 1,5 л/м² и на 0,5... 0,6 м при расходе 10 л/м². Массивы грунтов в карьерах, дневная поверхность которых не обработана водным раствором NaNO_2 , промерзали на следующую глубину: песчаные — на 1,60... 1,65, супесчаные — 1,7 и суглинистые — 2,0 м. Глубину промерзания грунтов оценивали числом ударов ударника ДорНИИ по высоте разрабатываемого забоя (рис. 2).

Использование водного раствора нитрита натрия потребовало дополнительных исследований в целях выявления его влияния на рост и продуктивность лесных культур и травянистой растительности в полосе отвода лесовозной автомобильной дороги.

В качестве объекта изучения выбраны 3-летние саженцы ели при закладке школы. Саженцы в весенний период через каждые 10 дней поливали 20 %-м водным раствором NaNO_2 (расход 10... 30 г на один объект). Эффективность полива оценивали по биомассе. Проводили не менее 16 опытов при ошибке 8 % и вероятности 0,95.

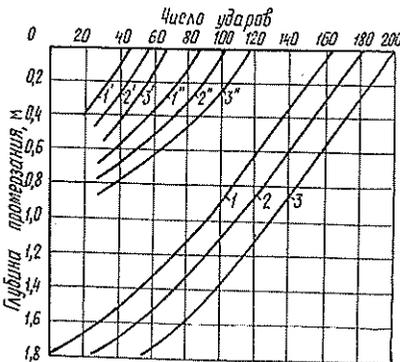


Рис. 2. Экспериментальная зависимость изменения числа ударов ударника ДорНИИ по глубине грунтового карьера: 1, 1', 1'' — песок; 2, 2', 2'' — супесь; 3, 3', 3'' — суглинок; 1, 2, 3 — необработанные; 1', 2', 3' — обработанные раствором NaNO_2 из расчета 10 л на 1 м²; 1'', 2'', 3'' — 1,5 л на 1 м²

Было установлено, что у исследуемых саженцев по сравнению с контрольными в первый год роста высота увеличилась на 14...16 %, диаметр корневой шейки — на 50 %, биомасса хвои, ствола и корней соответственно на 20, 60 и 24 %.

На следующий год при аналогичном введении 20 %-го водного раствора нитрита натрия происходило пропорциональное возрастание биомассы надземных органов и корней.

Введение 200...250 г на один саженец 20 %-го раствора NaNO_2 вызывало частичное пожелтение хвои и замедление роста биомассы надземных органов и корней.

Объясняется это тем, что в весенний период вода испаряется, а соли остаются в верхних слоях почвы. Внесение избыточного количества 20 %-го водного раствора приводит к солевым ожогам. Избыток соли заметно сказывается на фазе растяжения клеток и несколько слабее на фазе их деления (эмбриональный рост). Чрезмерное засоление влияет на фотосинтез и дыхание, а также на активность ферментов, выраженную в избыточном образовании азотистых веществ, которые растения не может использовать.

В целях выявления влияния 20 %-го водного раствора NaNO_2 на травы, произрастающие у дорог, в течение мая — июня с интервалом в 10 дней опытные участки возле лесовозных автодорог поливали различным количеством раствора.

Методика определения влияния водного раствора NaNO_2 на прирост биомассы трав заключалась в их скашивании в период созревания на исследуемых и контрольных участках, раздельной сушке и взвешивании сухой биомассы.

Для каждой исследуемой площади в 1 м^2 и различной дозировке 20 %-го водного раствора NaNO_2 повторяли не менее 12 опытов при ошибке 10 % и вероятности 0,96.

Установлено, что наиболее оптимальным является расход водного раствора от 2,5 до 3,5 л/м². Дальнейшее увеличение расхода снижает биомассу трав (например, при расходе 10 л/м² биомасса трав уменьшается на 70 %). Необходимо отметить, что выпадающие осадки вымывают и перемещают азотистые соединения в нижние слои грунта.

При вводе 20 %-го водного раствора NaNO_2 его расход на 1 м^2 грунта составляет 4 л. Проникая в грунт, раствор разбавляется до концентрации 4 %, что в пересчете на 100 г почвы будет менее 0,1 г. По классификации засоленности эти почвы относятся к незасоленным.

Таким образом, применение 20 %-го водного раствора NaNO_2 в зимний период для засоления дневной поверхности грунтовых притрасовых карьеров экологически безопасно для животных и растений.

Высокая эффективность использования 20 %-го водного раствора NaNO_2 для предохранения грунтов от промерзания открывает новые возможности интенсификации дорожного строительства в зимний период при освоении северных и восточных регионов страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Глинка Н. А. Общая химия // Учеб. пособие для вузов / Под. ред. В. А. Рабиновича. — Л., Химия, 1988. — 702 с. [2]. Мигляченко В. П. Зимнее строительство лесовозных автомобильных дорог. — М.: Лесн. пром-сть, 1988. — 167 с. [3]. Минович М. А., Минович В. М. Соли азотистой кислоты (нитриты). — М.: Химия, 1979. — 168 с.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.055 : 621.914.2

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
В БИМЕТАЛЛИЧЕСКОМ ИНСТРУМЕНТЕ ПРИ ПАЙКЕ

С. С. МАКАРЕВИЧ, А. А. КЛУБКОВ

Белорусский технологический институт

Твердосплавные ножи для сборных дереворежущих фрез изготавливают в основном напайкой твердосплавных пластин на стальную подложку. Одной из особенностей напайки является то, что химический состав и физико-механические свойства твердого сплава и стальной подложки существенно отличаются друг от друга. При пайке температура твердого сплава и стальной подложки достигает 900 °С и более в зависимости от марки применяемого припоя. После завершения процесса пайки, продолжительность которого составляет несколько секунд, происходит длительное остывание составного соединения. При достижении некоторой температуры между твердосплавной пластиной 1 и стальной подложкой 2 (рис. 1) устанавливается адгезионная связь, и они начинают работать как одно целое. Из-за неравномерного распределения температуры по толщине H составной пластины и разных коэффициентов линейного расширения соединяемых материалов при дальнейшем остывании до комнатной температуры пластины 1 и 2 деформируются, возникают напряжения в направлении осей X и Z .

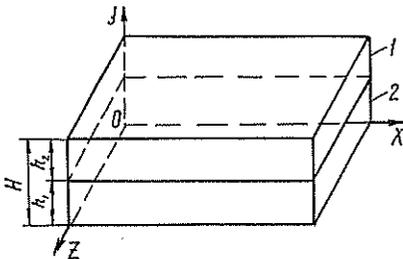


Рис. 1. Двухслойная пластина

Рассмотрим деформации составной пластины в направлении оси X (рис. 2), полагая, что температура увеличивается, коэффициент линейного расширения первого слоя больше, чем второго, т. е. $\alpha_1 > \alpha_2$.

Используем гипотезу плоских сечений. После изменения температуры сечение ab повернется на угол $d\theta$ и займет положение a_1b_1 . Абсолютная упругая деформация i -го слоя на произвольном расстоянии y

$$\Delta l_{x(i)} = \Delta l_{0,x} - yd\theta - \Delta l_{tx(i)}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

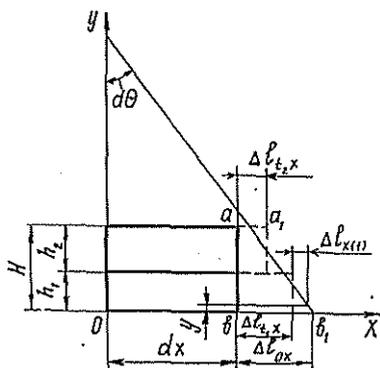
где $\Delta l_{0,x}$ — деформация в направлении оси X в начале координат;
 $\Delta l_{tx(i)}$ — деформация от изменения температуры,

$$\Delta l_{tx(i)} = \alpha_{ix} T(y) dx; \quad (2)$$

α_{ix} — коэффициент линейного расширения i -го слоя в направлении оси X ;

n — число слоев.

Рис. 2. Деформации элемента двухслойной пластины



Разделив обе части уравнения (1) на dx , получим деформации

$$\varepsilon_x(t) = \varepsilon_{0x} - \kappa_x y - \alpha_{1x} T(y). \quad (3)$$

Аналогичную зависимость имеем для деформации в направлении оси Z :

$$\varepsilon_z(t) = \varepsilon_{0z} - \kappa_z y - \alpha_{1z} T(y). \quad (4)$$

Здесь κ_x и κ_z — кривизна составной пластины в направлении осей X и Z ;

ε — соответствующие относительные деформации.

Согласно обобщенному закону Гука имеем

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_x(t) &= \frac{\sigma_x(t)}{E_x(t)} - \nu_x(t) \frac{\sigma_z(t)}{E_z(t)}; \\ \varepsilon_z(t) &= \frac{\sigma_z(t)}{E_z(t)} - \nu_z(t) \frac{\sigma_x(t)}{E_x(t)}, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где σ — напряжение;
 E — модуль упругости;
 ν — коэффициент поперечной деформации.

Если слои пластины изотропны, то

$$E_x(t) = E_z(t) = E_i; \quad \nu_x(t) = \nu_z(t) = \nu_i;$$

$$\alpha_{1x} = \alpha_{1z} = \alpha_i.$$

В этом случае уравнения (3) — (5) перепишем следующим образом:

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon_i &= \varepsilon_0 - \kappa y - \alpha_i T(y); \\ \varepsilon_i &= \frac{\sigma_i(t)}{E_i} (1 - \nu_i). \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Из системы уравнений (6) найдем

$$\sigma_i(t) = \frac{E_i}{1 - \nu_i} (\varepsilon_0 - \kappa y - \alpha_i T(y)). \quad (7)$$

Запишем уравнения статики

$$\left. \begin{aligned} \Sigma X &= 0; & \sum_{i=1}^n \int_{A_i} \sigma_i(t) dA_i &= 0; \\ \Sigma M_z &= 0; & \sum_{i=1}^n \int_{A_i} \sigma_i(t) y dA_i &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

где A_i — площадь поперечного сечения i -й пластины единичной ширины, $A_i = h_i$.

Подставив $\sigma_{(i)}$ из (7) в уравнения (8), получим

$$\left. \begin{aligned} \sum_{i=1}^n (E_i (\varepsilon_0 A_i - \alpha S_i - \alpha_i \int_{A_i} T(y) dA_i) / (1 - \mu_i)) &= 0; \\ \sum_{i=1}^n (E_i (\varepsilon_0 S_i - \alpha I_i - \alpha_i \int_{A_i} y T(y) dA_i) / (1 - \mu_i)) &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

где $S_i = \int_{A_i} y dA_i$ — статический момент площади поперечного сечения i -го слоя относительно оси Z ;

$I_i = \int_{A_i} y^2 dA_i$ — момент инерции площади поперечного сечения i -го слоя относительно оси Z .

Из уравнений (9) определим деформацию в начале координат ε_0 и кривизну α двухслойной пластины ($n = 2$):

$$\varepsilon_0 = \frac{K_p (D_1 I_1 + D_2 I_2) - K_M (D_1 S_1 + D_2 S_2)}{(D_1 A_1 + D_2 A_2)(D_1 I_1 + D_2 I_2) - (D_1 S_1 + D_2 S_2)^2}; \quad (10)$$

$$\alpha = \frac{K_p (D_1 S_1 + D_2 S_2) - K_M (D_1 A_1 + D_2 A_2)}{(D_1 A_1 + D_2 A_2)(D_1 I_1 + D_2 I_2) - (D_1 S_1 + D_2 S_2)^2}, \quad (11)$$

где $D_1 = E_1 / (1 - \mu_1)$; $D_2 = E_2 / (1 - \mu_2)$;

$$K_p = \alpha_1 D_1 \int_{A_1} T(y) dA_1 + \alpha_2 D_2 \int_{A_2} T(y) dA_2;$$

$$K_M = \alpha_1 D_1 \int_{A_1} y T(y) dA_1 + \alpha_2 D_2 \int_{A_2} y T(y) dA_2.$$

Зная ε_0 и α , по формуле (7) находим напряжения в отдельных слоях.

Все величины, входящие в уравнения (10) и (11), кроме K_p и K_M , являются постоянными. Значения K_p и K_M зависят от характера распределения температуры по толщине пластины H .

Например, при равномерном распределении

$$T(y) = T = T_1 - T_0 = \text{const},$$

где T_0 , T_1 — соответственно начальная и конечная температуры.

Следовательно,

$$K_p = (\alpha_1 D_1 A_1 + \alpha_2 D_2 A_2)(T_1 - T_0);$$

$$K_M = (\alpha_1 D_1 S_1 + \alpha_2 D_2 S_2)(T_1 - T_0).$$

Напряжения, согласно формуле (7), изменяются по высоте в соответствии с линейным законом.

Рассмотрим случай, когда температура в начальный момент по толщине пластины распределена неравномерно. Пусть в центре она равна T_c , по краям — T_k , $T_c > T_k$ (рис. 3). Конечная температура T_1 постоянна по толщине пластины. Примем

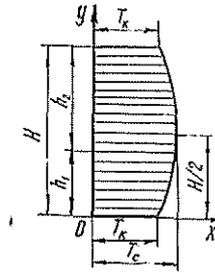
$$T(y) = T_1 - T_k - B y (H - y), \quad (12)$$

где $B = 4(T_c - T_k) / H^2$.

В этом случае

$$\begin{aligned} K_p &= (T_1 - T_k)(\alpha_1 D_1 A_1 + \alpha_2 D_2 A_2) - BH \times \\ &\times (\alpha_1 D_1 S_1 + \alpha_2 D_2 S_2) + B(\alpha_1 D_1 I_1 + \alpha_2 D_2 I_2); \end{aligned}$$

Рис. 3. Нелинейное распределение температуры по высоте пластины



$$K_M = (T_1 - T_k)(\alpha_1 D_1 S_1 + \alpha_2 D_2 S_2) - BH(\alpha_1 D_1 I_1 + \alpha_2 D_2 I_2) + B(\alpha_1 D_1 R_1 + \alpha_2 D_2 R_2),$$

где $R_1 = \int_{A_1} y^3 dA_1; R_2 = \int_{A_2} y^3 dA_2.$

Согласно (7), напряжения будут меняться нелинейно.

Уравнения (7), (10) и (11) в принципе позволяют определять кривизну и напряжения в составной пластине при любом распределении температуры по ее толщине.

С учетом припоя получаем трехслойную пластину. В связи с тем, что толщина припоя значительно меньше, чем подложки и твердосплавной пластины, его влияние на ϵ_0 и χ несущественно и им можно пренебречь, т. е. ϵ_0 и χ находим по формулам (10) и (11), а напряжение в припое — из выражения

$$\sigma_{пр} = \frac{E_{пр}}{1 - \mu_{пр}} (\epsilon_0 - \chi h_1 - \alpha_{пр} T(h_1)),$$

где $E_{пр}$, $\mu_{пр}$ и $\alpha_{пр}$ — соответственно модуль упругости, коэффициенты поперечной деформации и линейного расширения припоя.

Поступила 8 апреля 1992 г.

УДК 621.316.34

О НЕКОТОРЫХ ВОЗМОЖНОСТЯХ ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ РЕАКТИВНОЙ НАГРУЗКОЙ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Н. М. ГОРБАТОВ, Г. П. ЗНАМЕНСКИЙ

Санкт-Петербургская лесотехническая академия

Регулирование реактивной нагрузки на предприятиях отрасли имеет в настоящее время большое практическое значение, так как позволяет увеличить производительность электрооборудования и уменьшить потери электрической энергии. Однако электротехническая промышленность нашей страны не выпускает для этой цели простых и надежных устройств. Кроме того, в современной технике автоматического управления еще не установлено конкретно, по каким физическим параметрам электрической сети данного предприятия наиболее выгодно проводить регулирование реактивной нагрузки. Поэтому возникает необходимость создания новых более эффективных устройств с использованием современных измерительных приборов и элементов автоматики, производи-

мых серийно в нашей стране, в целях создания условий оптимальной эксплуатации систем электроснабжения деревообрабатывающих предприятий [1—5].

Поставим задачу обеспечить на предприятии постоянное значение угла сдвига фаз $\varphi_0 = \text{const}$ при любой нагрузке. Тогда между параметрами сети имеют место такие соотношения:

$$\sin \varphi_0 = b_0 = \frac{Q - Q_k}{S} = \frac{Q - Q_k}{3VI} = \text{const}, \quad (1)$$

где Q, Q_k — фактическая реактивная мощность нагрузки и конденсаторной батареи;
 V — фазное напряжение на зажимах нагрузки;
 I — ток нагрузки.

Отсюда определим величину I :

$$I = k_{I_0} (Q - Q_k), \quad (2)$$

где $k_{I_0} = 1/3 V b_0$;

$$b_0 = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi_0};$$

$\cos \varphi_0$ — желаемое оптимальное значение коэффициента мощности для данного предприятия.

Составим несколько иную зависимость между параметрами нагрузки:

$$\frac{Q - Q_k}{P} = \text{tg } \varphi_0 = C_0 = \text{const},$$

где P — фактическая активная мощность нагрузки.

Определим мощность конденсаторной батареи:

$$Q_k = Q - C_0 P. \quad (3)$$

Параметр C_0 найдем через b_0 , используя известное тригонометрическое тождество:

$$C_0 = \text{tg } \varphi_0 = \frac{\sin \varphi_0}{\sqrt{1 - \sin^2 \varphi_0}} = \frac{b_0}{\sqrt{1 - b_0^2}}.$$

Отсюда

$$b_0 = \frac{C_0}{\sqrt{1 + C_0^2}}.$$

На рис. 1, *a, б* представлены графики суточных активной и реактивной мощностей нагрузок деревообрабатывающего предприятия и их линейная аппроксимация, причем число линейризованных ступеней графика равно числу возможных ступеней регулирования реактивной мощности или суммарного тока нагрузки. Значение аппроксимированных параметров определим по следующим формулам:

$$\begin{aligned} Q_1 &= \frac{\int_0^{t_1} Q_1 dt}{t_1}; & Q_2 &= \frac{\int_{t_1}^{t_2} Q_1 dt}{t_2 - t_1}; & Q_3 &= \frac{\int_{t_2}^{t_3} Q_1 dt}{t_3 - t_2}; \\ P_1 &= \frac{\int_0^{t_1} P_1 dt}{t_1}; & P_2 &= \frac{\int_{t_1}^{t_2} P_1 dt}{t_2 - t_1}; & P_3 &= \frac{\int_{t_2}^{t_3} P_1 dt}{t_3 - t_2}, \end{aligned} \quad (4)$$

где Q_{1-3}, P_{1-3} — средние значения мощностей нагрузок в заданном интервале;

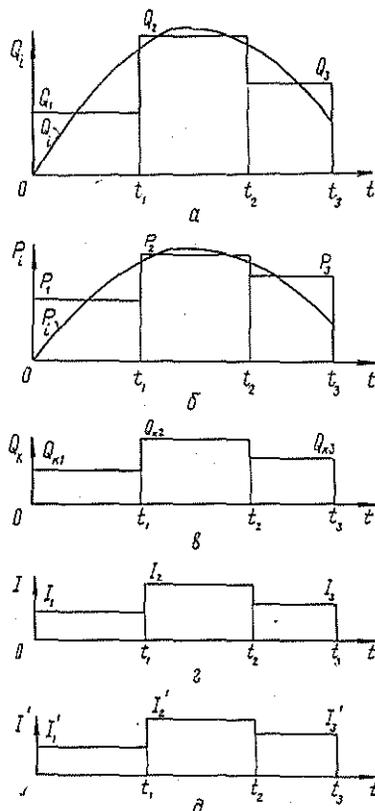


Рис. 1. Расчетные суточные графики для определения установок датчиков тока при трехступенчатом регулировании: а — реактивная мощность нагрузки; б — активная мощность нагрузки; в — реактивная мощность конденсаторных батарей на каждой ступени регулирования; г — полный ток нагрузки на каждой ступени регулирования для заданного угла сдвига фаз или заданного коэффициента мощности; д — полный ток нагрузки при отсутствии конденсаторной батареи последующей ступени регулирования

Q_i, P_i — текущее истинное значение реактивной и активной мощностей нагрузки;
 t_1, t_2, t_3 — продолжительность действия мощностей нагрузок Q_i или P_i .

Зададим оптимальные значения $\varphi_0 = \text{const}$ и вычислим параметры b_0 и C_0 . Затем в соответствии с формулой (3) определим мощность конденсаторной батареи для каждой ступени регулирования, а по формуле (2) — ток.

Для настройки системы регулирования необходим ток нагрузки при включенной батарее смежной ступени:

$$I' = k_I (Q - Q'_k), \tag{5}$$

где Q'_k — мощность конденсаторной батареи смежной ступени.

Максимально возможное значение I' имеет место при $Q'_k = 0$, что необходимо также учитывать при настройке. На рис. 1, в—д приведены расчетные значения мощностей и токов.

Имея значения I и I' можно провести настройку устройства управления реактивной нагрузкой объекта при помощи простейших датчиков тока.

Если ставится задача обеспечения постоянной (оптимальной) реактивной мощности Q_0 при любой нагрузке предприятия, то необходимую среднюю реактивную мощность конденсаторной батареи $Q_{кп}$ на любой ступени найдем по формуле

$$Q_{кп} = Q_n - Q_0, \tag{6}$$

где Q_n — средняя фактическая реактивная мощность нагрузки данной ступени;
 $n = 1, 2, 3...$ — номер ступени.

Дальнейшие расчеты проводятся аналогичным образом с использованием формул (2) и (5). Однако параметр C_n может быть различным для каждой из ступеней в соответствии с соотношением

$$C_n = \frac{Q_n - Q_{kn}}{P_n}.$$

Для оценки эффективности компенсации реактивной мощности нагрузки по величине уменьшения потерь электроэнергии составим функцию

$$\gamma = \frac{\Delta W_1}{\Delta W_2} = \frac{(Q_1 - Q_{n1})^2 \Delta t_1 + (Q_2 - Q_{n2})^2 \Delta t_2 + (Q_3 - Q_{n3})^2 \Delta t_3}{Q_1^2 \Delta t_1 + Q_2^2 \Delta t_2 + Q_3^2 \Delta t_3}, \quad (7)$$

где ΔW_1 — потери электроэнергии в сети от реактивной мощности нагрузки при наличии управляемой конденсаторной батареи,

$$\Delta W_1 = k [(Q_1 - Q_{n1})^2 \Delta t_1 + (Q_2 - Q_{n2})^2 \Delta t_2 + (Q_3 - Q_{n3})^2 \Delta t_3];$$

ΔW_2 — потери электроэнергии в сети от реактивной мощности нагрузки при отсутствии конденсаторной батареи,

$$\Delta W_2 = k [Q_1^2 \Delta t_1 + Q_2^2 \Delta t_2 + Q_3^2 \Delta t_3];$$

$$k = R/3v^2;$$

R — активное сопротивление электрической сети;

$\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3$ — продолжительность действия мощности нагрузок Q_1, Q_2, Q_3 .

Для каждой из ступеней регулирования n параметр γ приобретает частное значение:

$$\gamma_n = \frac{(Q_n - Q_{kn})^2}{Q_n^2} = \left(1 - \frac{Q_{kn}}{Q_n}\right)^2. \quad (8)$$

На рис. 2 представлено графическое изменение параметра γ_n (кривая 2) в зависимости от изменения Q_{kn}/Q_n .

Для оценки эффективности компенсации реактивной мощности по величине уменьшения потерь напряжения составим зависимость

$$\delta = \frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{RP_n + (Q_n - Q_{kn})X}{RP_n + Q_n X}, \quad (9)$$

где ΔV_1 — потери напряжения от активной и реактивной мощностей нагрузок при наличии включенной конденсаторной батареи, $\Delta V_1 = RP_n + (Q_n - Q_{kn})X$;

ΔV_2 — то же при отключенной конденсаторной батарее, $\Delta V_2 = RP_n + Q_n X$;

X — реактивное сопротивление электрической сети.

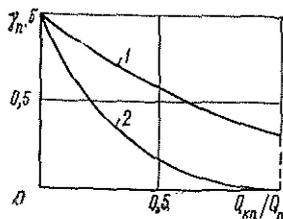


Рис. 2. Зависимость изменения напряжения δ (1) и относительных потерь электрической энергии γ_n (2) от относительной мощности конденсаторной батареи Q_{kn}/Q_n

Зависимость (9) можно представить в более общем виде:

$$\delta = \frac{\Delta V_1}{\Delta V_2} = \frac{\operatorname{ctg} \varphi_c \operatorname{ctg} \varphi + 1 - Q_{кн}/Q_n}{1 + \operatorname{ctg} \varphi_c \operatorname{ctg} \varphi} = 1 - \frac{Q_{кн}/Q_n}{1 + \operatorname{ctg} \varphi_c \operatorname{ctg} \varphi}, \quad (10)$$

где $\operatorname{ctg} \varphi_c = R/X$;
 $\operatorname{ctg} \varphi = P_n/Q_n$.

Для иллюстрации вышесказанного на рис. 2 представлен график функции $\delta(Q_{кн}/Q_n)$ (кривая 1).

Из формул (9) и (10) следует, что потери напряжения в сети равны нулю при

$$Q_{кн} = Q_n + \left(\frac{R}{X}\right) P_n. \quad (11)$$

Выводы

1. Если увеличение или уменьшение полной нагрузки деревообрабатывающего предприятия сопровождается соответствующими изменениями реактивной мощности, то компенсацию реактивной мощности нагрузки можно осуществить автоматически при помощи датчика полного тока нагрузки.

2. Эффективность компенсации определяется зависимостями (8) и (10), представленными графически на рис. 2.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Алябьев В. М., Горбатов Н. М., Знаменский Г. П. О некоторых особенностях коммутации косинусных конденсаторов на предприятиях лесной отрасли // Лесн. журн.— 1991.— № 5.— С. 35—38.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Горбатов Н. М., Знаменский Г. П. Выбор мощности и числа ступеней конденсаторных батарей для компенсации реактивных нагрузок деревообрабатывающих предприятий // Станки и инструменты деревообраб. производств: Межвуз. сб. науч. тр. / ЛТА.— Л., 1989.— С. 94—97. [3]. Горбатов Н. М., Знаменский Г. П., Паршикова Е. П. Компенсация реактивной мощности синхронными электродвигательными устройствами // Лесн. журн.— 1989.— № 5.— С. 74—77.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Знаменский Г. П., Паршикова Е. П. Исследование установки компенсации реактивной мощности // Станки и инструменты деревообрабатывающих производств: Межвуз. сб. науч. тр. / ЛТА.— Л., 1988.— С. 108—112. [5]. Знаменский Г. П. Устройство автоматической стабилизации реактивной мощности промышленных предприятий с использованием батарей конденсаторов.— Л., 1990.— 3 с. (Информ. листок о науч.-техн. достижениях / ЛМТ ЦНТИП; № 90—95).

Поступила 9 марта 1992 г.

УДК 674.053

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВЛЯЮЩИХ БАЛАНСА ПИЛОВОЧНОГО СЫРЬЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ЛЕНТОЧНОПИЛЬНЫХ СТАНКОВ И ЛИНИЙ НА ИХ ОСНОВЕ

В. И. ВЕСЕЛКОВ, А. Е. АЛЕКСЕЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Накопленные к настоящему времени результаты многочисленных исследований определения составляющих баланса пиловочного сырья, широко отраженные в литературе, касаются в основном рамного пиления древесины. Ориентация отрасли в нашей стране на рамное пиление практически ограничила развитие теории формирования баланса сырья при ленточном пилении. Развитие теоретической базы для широкого внедрения ленточнопильных станков (ЛПС) и линий на их осно-

ве значительно продвинуло теоретические исследования за рубежом (в первую очередь в скандинавских странах). Достижения в конструировании ЛПС (например совершенствование механизма резания, возможность оснащения тонкими пилами толщиной 1,4 мм и др.) требуют уточнения составляющих баланса древесины при внедрении ленточно-пильных станков и линий на их основе.

Для реализации задачи придерживались следующих положений.

Характеристика пиловочного сырья. Как установлено ранее [2], распределение бревен по диаметрам подчиняется логарифмическому нормальному закону и описывается кривой Гаусса.

В наших исследованиях принято:

диаметр перерабатываемых бревен в вершинном торце изменяется в диапазоне от 14 до 26 см (доля бревен этих диаметров в общем объеме перерабатываемого сырья составляет свыше 70 %); диапазон изменения среднего диаметра принят 17,5...19,0 см;

длина бревен 4,5...6,1 м (данные о фактическом распределении длин бревен, поступающих на лесопильные предприятия России, в настоящее время отсутствуют; выбор указанного диапазона обусловлен наличием вида распределений бревен по длинам [3]);

сбежистость бревен — нормальная, дифференцированная по диаметрам [4];

кривизна бревен не учитывалась из-за реальной возможности переработки бревен с большой кривизной на лесопильных рамах;

форма поперечного сечения — круг, продольного — парабола;

качественное распределение бревен не учитывалось.

Характеристика продукции. Формирование размеров пиломатериалов (толщина, ширина, длина) осуществлено в результате реализации рационального плана раскроя пиловочных бревен. В качестве исходной принята следующая размерная сетка: толщина — 22 мм (тонкие пиломатериалы), 50 или 75 мм (толстые); ширина — 100...225 мм; длина — 1,5 м и более. Ориентируясь на выработку экспортной пилопродукции, учитывали унифицированные размеры. Шаг изменения размеров пиломатериалов по ширине — 25 мм, по длине — 0,3 м.

Объем технологической щепы определяли по изменению доли отходов древесины в горбыль с уменьшением ширины полупостава при использовании рациональных поставов на распиловку и коэффициенте выхода 0,87 [5].

Доли опилок, обрезков, реек (при использовании обрезных станков) находили суммированием соответствующих объемов.

Планирование раскроя. Назначение рациональных толщин досок и бруса выполнено на основании реализации оптимизационного плана раскроя. Нами использован алгоритм построения процесса раскроя бревен на пиломатериалы стандартных размеров, приведенный в работе [1]. В расчетах учтены значения усушки пилопродукции по толщине и ширине.

Постав формировали для осевой ориентации бревна и бруса относительно инструмента лесопильного станка. Толщина пил при рамном пилении — 2,5 мм, ленточном — 1,4 мм. Для каждой пары вводимых толщин толстой и тонкой досок рассчитывали постав при толщине бруса от 100 до 225 мм. На основании результатов расчетов определяли выход пиломатериалов для каждого бревна отдельно. При среднем количестве толщин бруса, равном трем (например, 100, 125, 150 мм), и такой же комбинации досок (22 и 50 мм, 22 и 63, 22 и 75 мм) сравнению подлежали девять вариантов раскроя единичного бревна определенного диаметра. После отыскания рационального варианта раскроя для двух толщин пил производилась запись результатов. При сравнении пиления на лесопильных рамах и ЛПС во всем диапазоне пере-

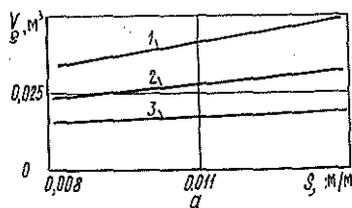
рабатываемых диаметров учитывали процентное распределение бревен по диаметрам. Абсолютную разницу выходов в процентах при рамном и ленточном пилении по диаметрам 16...26 см в вершинном торце с градацией 2 см получали в виде следующего ряда: 4,39; 2,28; 2,08; 0,81; 3,29; 0,98. С учетом логарифмического нормального распределения бревен по диаметрам повышение выхода пиломатериалов при среднем диаметре 18,0; 18,5; 19,0 см соответственно составляет 2,54; 2,56; 2,38 %. Приоритетные размеры толстых досок и брусьев в формируемом поставе при пилении на ЛПС приведены в таблице.

Диаметр бревна, см	Толщина толстой доски, мм	Толщина бруса, мм	Выход, %
16	75	150	53,3
18	(50)*75	(175)*125	(54,8)*56,3
20	(50)*75	(150)*100	(58,3)*58,7
22	75	150	61,3
24	75	150	63,1
26	75	200	64,3

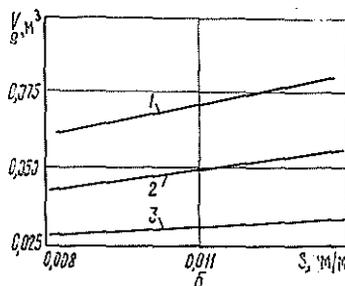
* Приведены заменяемые значения параметров для досок, максимальные — для брусьев и выход для них.

Объемы опилок и технологической щепы определяли интегрированием соответствующих площадей для каждого бревна заданной длины.

При варьировании размерных характеристик бревна (длина от 4 до 7 м с шагом 1,5 м; сбег от 0,008 до 0,014 м/м с шагом 0,003 м/м) для двух граничных диаметров вершинного торца (16 и 28 см) изменение объема горбыля по первому проходу приведено на рисунке.



Зависимость объема горбыля по первому проходу V_g от сбега S для различных значений диаметра вершинного торца D и длины L бревна: $a - D = 16$ см; $b - D = 28$ см; $1 - L = 7,0$ м; $2 - 5,5$; $3 - 4,0$ м



Ширина полупостава на первом проходе при этом принята соответственно 0,05 и 0,10 условной величины, зависящей от радиуса бревна в вершинном торце. Поэтому для получения дискретной величины объемы горбыля рассчитывали по поставам, приведенным в таблице. С учетом известного распределения бревен по диаметрам в диапазоне 16...26 см, при нормальном сбеге и средней длине 5,2 м увеличение объема горбыля при ленточной распиловке по сравнению с рамной со-

ставляет в среднем 1,03 %. Объем технологической щепы в этом случае возрастает на 0,9 % с учетом нормативного коэффициента выхода.

При ориентации на получение экспортных пиломатериалов объем технологической щепы повышается с увеличением длины горбыля. С уменьшением ширины полупостава за счет применения более тонких пил возможно получение дополнительных досок при переработке бревен диаметром более 20 см в вершинном торце.

Ввиду более плотного формирования постава вокруг пифагорической зоны бревна возрастает объем неукорачиваемых досок. С изменением сбежистости или диаметра бревна градация пиломатериалов (0,3 м) не оказывает практического влияния на длину этих досок. Поэтому прирост объемов технологической щепы не может обуславливаться увеличением количества обрезков досок. Применение пил толщиной 1,4 мм в формировании ширины пиломатериалов с одной стороны повышает объем реек, с другой, по сравнению с толщиной 2,5 мм, снижает его на несколько процентов. Последнее также объясняется суммарным увеличением ширины полупостава при использовании более толстых пил.

Таким образом, прирост объема технологической щепы при этих условиях происходит за счет увеличения объема горбыля с одновременным снижением объемов щепы из реек и обрезков досок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Алексеев А. Е., Постников Б. М. Расчет поставов при различных способах установки бревна перед раскромом // Совершенствование технологии подготовки сырья к раскрому: Науч. тр.—Архангельск: ЦНИИМОД, 1988.—С. 87—96. [2]. Кулиш В. Г., Коротков С. С. Распределение пиловочных бревен по диаметрам // Совершенствование технологии и оборудования лесопильного производства: Науч. тр.—Архангельск: ЦНИИМОД, 1981.—С. 10—14. [3]. Кучин А. В. Влияние основных технологических факторов на объемный выход еловых пиломатериалов целевого назначения при рамной распиловке в условиях ПО «Северолесэкспорт»: Автореф. дис. . . . канд. техн. наук.—Л., 1984.—20 с. [4]. Справочник по лесопилению / Ю. А. Варфоломеев, И. С. Дружин, Ю. А. Дьячков и др.—2-е изд., перераб. и доп.—М.: Экология, 1991.—С. 104. [5]. Цивин М. М., Попов Н. И., Яковенко Т. А. Руководящие технические материалы по производству технологической щепы из отходов лесопиления.—Архангельск: ЦНИИМОД, 1984.—88 с.

Поступила 19 октября 1992 г.

УДК 674.053 : 621.934

О НАПРЯЖЕНИЯХ В КРУГЛЫХ ПИЛАХ ОТ НЕРАВНОМЕРНОГО НАГРЕВА

С. В. ЕРШОВ

ЦНИИМОД

Неравномерный нагрев круглых пил во время пиления обусловлен выделением тепла при резании древесины и трением корпуса пилы о направляющие. Распределение температуры по радиусу пилы в зависимости от каждого из этих факторов в отдельности рассмотрено в работе [2]. Настоящая статья посвящена следующему этапу изучения влияния неравномерного нагрева корпуса пилы на ее работоспособность — определению напряжений, вызванных этим нагревом.

Исходными зависимостями для нахождения радиальных σ_R и окружных σ_φ температурных напряжений в пиле [4] являются:

соотношения между напряжениями и деформациями для плоского напряженного состояния (закон Гука)

$$\varepsilon_R = \frac{1}{E} (\sigma_R - \mu \sigma_\varphi) + \alpha v; \quad \varepsilon_\varphi = \frac{1}{E} (\sigma_\varphi - \mu \sigma_R) + \alpha v; \quad (1)$$

условия неразрывности материала пилы

$$\varepsilon_R = du/dr; \quad \varepsilon_\varphi = u/r; \quad (2)$$

уравнение равновесия

$$r = \frac{d\sigma_R}{dr} + \sigma_R - \sigma_\varphi = 0. \quad (3)$$

Здесь $\varepsilon_R, \varepsilon_\varphi$ — соответственно радиальная и окружная относительные деформации материала пилы;
 E — модуль упругости материала пилы, Па;
 μ — коэффициент Пуассона;
 α — коэффициент линейного расширения материала пилы, K^{-1} ;
 v — избыточная температура корпуса пилы, К;
 u — упругое перемещение в пиле, м;
 r — радиальная координата точек пилы, м.

Решая совместно уравнения (1) — (3), получаем

$$u = \frac{1}{r} \alpha (1 + \mu) \int_{r_0}^r r v dr + Ar + \frac{B}{r}, \quad (4)$$

где A, B — коэффициенты, определяемые из граничных условий.

В работах [1, 3] приведены выражения для температурных напряжений в пиле со свободным центральным отверстием (напряжение σ_R на радиусе внутреннего отверстия равно нулю). В то же время при расчете напряжений от центробежных сил инерции правильнее считать корпус пилы жестко защемленным фланцами (перемещение на радиусе зажимных фланцев r_0 равно нулю) [3]. Поэтому коэффициенты A и B определяем из граничных условий

$$\begin{cases} u|_{r=r_0} = 0; \\ \sigma_R|_{r=R} = 0. \end{cases} \quad (5)$$

Выражения для температурных напряжений имеют вид

$$\begin{aligned} \sigma_x &= E\alpha \left[-\frac{1}{x^2} \int_c^x x v dx + \frac{(1+\mu)x^2 + (1-\mu)c^2}{x^2 [(1+\mu) + (1-\mu)c^2]} \int_c^1 x v dx \right]; \\ \sigma_\varphi &= E\alpha \left[\frac{1}{x^2} \int_c^x x v dx + \frac{(1+\mu)x^2 - (1-\mu)c^2}{x^2 [(1+\mu) + (1-\mu)c^2]} \int_c^1 x v dx - v \right], \end{aligned} \quad (6)$$

где x — безразмерный радиус, $x = r/R$;

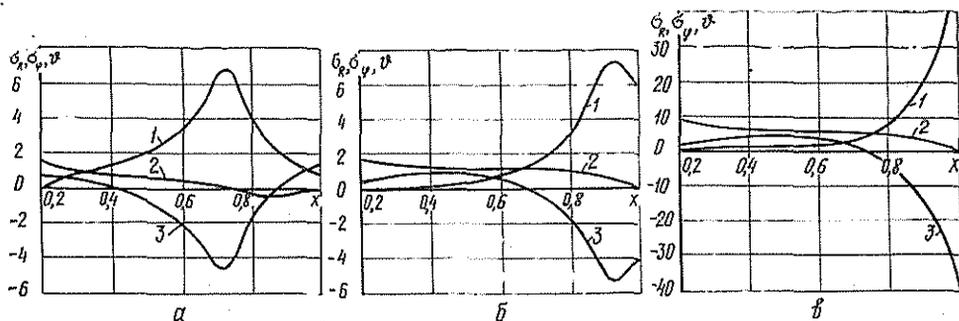
R — внешний радиус пилы без зубьев, м;

c — безразмерный радиус зажимных шайб, $c = r_0/R$.

Поскольку в результате решения задачи о распределении температуры по радиусу круглой пилы методом конечных разностей [2] мы имеем массив $(n+1)$ значений температуры в узловых точках, то численное решение (6) дает массив из $(n+1)$ значений напряжений σ_x и σ_φ .

Приведем несколько примеров зависимостей температурных напряжений σ_R и σ_φ от относительного радиуса пилы x для различных кривых распределения температуры v , полученных в работе [2].

Пример 1. Пила диаметром 500 мм, толщиной 2,8 мм вращается вхолостую с частотой 2000 мин^{-1} . Зона нагрева от трения по направляющим ограничена радиусами $r_1 = 170$ мм и $r_2 = 190$ мм, сила трения 1 Н. Полученные для этого примера зависимости приведены на рисунке а. В отличие от типовых графиков температурных напряжений в пиле [3] при $x = c = r_0/R$ радиальные напряжения σ_R не равны нулю, что объясняется принятым граничным условием на радиусе r_0 . На-



Зависимость τ (1), σ_R (2) и σ_φ (3) от безразмерного радиуса круглой пилы с направляющими для примеров 1 (а), 2 (б), и без направляющих для примера 3 (в)

грев в зоне трения, ограниченной указанными радиусами, приводит к окружным напряжениям сжатия в этой зоне и небольшим окружным напряжениям растяжения на периферии пилы и в зоне зажимных фланцев. Радиальные напряжения растяжения уменьшаются от максимального значения при $x = c$ до нуля в середине зоны нагрева, далее переходят в небольшие напряжения сжатия в периферийной зоне и снова приближаются к нулю при $x = 1$. При таком распределении температуры по радиусу пилы создание окружных напряжений растяжения на периферии приводит к напряжениям сжатия в зоне нагрева, в пять раз превышающим эти напряжения.

Пример 2. Пила с теми же параметрами, что и в примере 1, но зона трения ограничена радиусами $r_1 = 220$ мм и $r_2 = 240$ мм (рисунок б). Зона нагрева, близкая к периферии пилы, не приводит к окружным напряжениям растяжения в этой области. Радиальные напряжения во всей пиле положительные и уменьшаются от наибольшего значения при $x = c$ до нуля при $x = 1$.

Пример 3. Пила с теми же параметрами, что и в примере 1, но без направляющих. Здесь на нагрев периферии пилы расходуется 4 % мощности резания. Она принята 10 кВт. Разница в форме между зависимостями τ , σ_R и σ_φ от x на рисунке в и аналогичными зависимостями, приведенными в [3] для зоны зажимных фланцев, объясняется различными граничными условиями при $x = c$. Для принятых данных окружные напряжения сжатия на периферии примерно в 40 раз больше аналогичных напряжений растяжения в этой области, определенных в примере 1 (нагрев от трения по направляющим в зоне 0,7 R).

Путем увеличения силы трения по направляющим можно добиться пропорционального повышения температуры в зоне трения и растягивающих напряжений в периферийной зоне пилы. Однако вопрос компенсации температурных напряжений сжатия на периферии пилы дополнительным нагревом ее центральной зоны требует дальнейшего изучения прежде всего с позиции устойчивости плоской формы пилы с учетом действия всех основных факторов нагружения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Гуркин Г. С. Потеря устойчивости плоской формы равновесия пильного диска при действии температурных напряжений // Лесн. журн.— 1959.— № 1.— С. 112—126.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Ершов С. В. О распределении температуры по радиусу круглой пилы // Лесн. журн.— 1992.— № 5.— С. 72—78.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Стахийев Ю. М. Устойчивость и колебания плоских круглых пил.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 296 с. [4]. Федосьев В. И. Сопрогивление материалов.— М.: Наука, 1970.— 544 с.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.017.55 : 535.68

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ
НА ПРОЦЕСС ПОЖЕЛТЕНИЯ ДРЕВЕСНОЙ МАССЫ*Т. А. ТУМАНОВА, А. Р. ГАБРИЕЛЯН, Ю. И. ДЬЯЧЕНКО,
Л. Н. ПАХОМОВА*

Санкт-Петербургская лесотехническая академия

В последние годы древесная масса все шире применяется в композиции бумаг различного назначения. Однако основным недостатком беленых полуфабрикатов высокого выхода является пожелтение при хранении под влиянием светового и теплового воздействия, влаги.

Известно, что беленая древесная масса желтеет в большей степени, чем небеленая [5]. В работах [6, 7] показано, что световое и тепловое воздействия по-разному влияют на реверсию белизны. Поскольку характер воздействия на древесину при получении различных видов полуфабрикатов высокого выхода значительно варьируется, это отражается на старении масс [4]. Степень пожелтения зависит от вида древесины, из которой изготовлена волокнистая масса, способа и режимов отбеливания [2, 9].

Работы по изучению старения полуфабрикатов и бумаг ведутся как в нашей стране, так и за рубежом, но решение ряда вопросов о стабильности белизны древесной массы требуют проведения более глубоких систематических исследований. Для получения данных о реверсии белизны материалов необходимо разработать экспериментальные методы количественного сравнения степени их стабильности. Проведение экспериментов усложняется тем, что отсутствует единая методика ускоренного старения образцов полуфабрикатов высокого выхода, а применение естественного освещения требует значительного времени. Возникает необходимость использования стандартного экспресс-метода, достаточно полно характеризующего процесс пожелтения. В связи с этим накопленные экспериментальные данные о влиянии различных факторов на процесс пожелтения имеют важное значение.

В данной работе представлены результаты изучения пожелтения образцов полуфабрикатов высокого выхода: рафинерной древесной массы (РДМ), термомеханической (ТММ) и химико-термомеханической массы (ХТММ). Все перечисленные виды древесной массы, изготовленные из древесины ели (ХТММ — также из лиственных пород, в основном осины), отобраны на Сыктывкарском ЛПК. Характеристики образцов соответствовали требованиям ГОСТ на полуфабрикаты высокого выхода. Отобранную влажную массу хранили непродолжительное время в полиэтиленовых мешках в холодильнике.

Было исследовано влияние естественного освещения, воздействия УФ-лучей, термического воздействия и влажности на процесс пожелтения древесных масс — небеленых, беленых пероксидом водорода (ПВ) и дитионитом натрия (ДН), а также ТММ, белой по двухступенчатой схеме (ПВ + ДН).

Все виды отбеливания проводили по режимам, используемым Сыктывкарским ЛПК. Из образцов небеленой и белой массы готовили отливки, которые подвергали старению в различных условиях. Определяли на

лейкометре фирмы «Carl Zeiss Jena» белизну до (B_0) и после (B_1) воздействия тех или иных факторов, рассчитывали изменение белизны ΔB и показатель пожелтения РС [8].

Для выяснения влияния тепла на процесс пожелтения отливки помещали в термостат на 72 ч при температуре 50, 70, 85 и 105 °С. Параллельно их подвергали УФ-облучению в течение 15 ч (осветитель КФ-4 со светофильтром УФС-6, длина волны 340...390 нм, расстояние от источника света до образцов 15 см) и естественному освещению — 36 сут. При выявлении влияния влажности на процесс пожелтения отливки выдерживали в эксикаторах с насыщенными растворами солей $ZnCl_2 \cdot \frac{3}{2} H_2O$, $CaCl_2 \cdot 6H_2O$, $K_2CO_3 \cdot 2H_2O$ и $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$, что позволяло создать соответствующую влажность: 10, 31, 43 и 87 %. Параллельно проводили опыт в эксикаторе без растворов. Эксикаторы с отливками выдерживали при комнатной температуре и в термостате при 70 °С.

Результаты старения различных видов древесной массы представлены в табл. 1—4.

Таблица 1
Влияние термического воздействия на степень пожелтения древесной массы, %

Вид массы	Температура, °С							
	50		70		85		105	
	ΔB	РС	ΔB	РС	ΔB	РС	ΔB	РС
Небеленая:								
ХТММх	0,6	0,5	4,3	1,6	10,2	11,7	15,9	21,5
ХТММл	0,3	0,4	0,6	0,8	1,8	2,6	6,0	9,8
ТММ	0,9	0,6	3,5	4,6	6,5	9,7	13,2	22,3
РДМ	0,2	0,3	0,5	0,5	1,3	1,8	5,2	8,0
Беленая ПВ:								
ХТММх	3,0	1,6	9,8	6,8	22,8	22,7	33,0	44,2
ХТММл	0,4	0,1	5,0	2,2	13,2	7,7	25,2	19,2
ТММ	2,4	1,3	8,2	5,3	19,5	17,6	30,1	38,2
РДМ	0,8	0,3	5,2	2,3	15,4	9,4	21,5	15,4
Беленая ДН:								
ХТММх	2,9	2,1	5,9	4,7	15,4	16,2	24,0	33,0
ХТММл	1,2	1,2	2,9	2,0	7,6	8,7	9,1	10,7
ТММ	1,8	2,4	4,2	5,6	10,2	16,6	16,2	28,4
РДМ	0,9	0,8	2,6	2,8	4,9	5,1	7,6	8,5
ТММ, беленая ПВ + ДН	3,6	2,5	10,3	5,9	24,1	25,1	38,5	79,1

Примечание. Здесь и далее, в табл. 2—4, ХТММх — из древесины хвойной породы (ель), ХТММл — лиственной породы.

Как видно из табл. 1, хранение как небеленых, так и беленых древесных масс при комнатной температуре, даже при повышенной влажности, не вызывает пожелтения при отсутствии облучения. Подъем температуры до 50 °С приводит к слабой реверсии белизны небеленых образцов и более сильной — беленых. При дальнейшем повышении температуры происходит резкое возрастание реверсии белизны всех исследуемых образцов.

На степень пожелтения существенное влияние оказывают вид древесины (древесная масса из хвойной породы при хранении более резко снижает белизну) и способ обработки волокнистой массы. Так, большая реверсия белизны наблюдается у образцов ХТММх, меньшая — у РДМ (массы, наименее подвергавшейся термической обработке при получении).

Отбелка полуфабрикатов высокого выхода позволяет значительно поднять уровень белизны, особенно при использовании в качестве отбелочного реагента ПВ. Однако термическое воздействие приводит к большему, чем для соответствующих образцов небеленых масс, снижению белизны, возрастанию РС. Сильному пожелтению подвержены образцы, отбеленные в две ступени (ПВ + ДН).

Такие же закономерности зависимости пожелтения образцов от их вида характерны и для старения древесных масс под действием УФ-облучения и естественного освещения (табл. 2). Для определения взаимосвязи степени пожелтения масс, подвергнутых старению при различных условиях, по данным табл. 1, 2 рассчитаны коэффициенты линейной корреляции для значений ΔB и РС при естественном освещении и УФ-облучении (0,745 и 0,617), а также при естественном освещении и термическом (105 °С) воздействии (0,969 и 0,939). Корреляция приведенных данных подтверждается расчетом критерия Стьюдента с доверительной вероятностью 0,95. Таким образом, тепловое воздействие и УФ-облучение могут имитировать действие естественного освещения на пожелтение древесных масс, но для разработки экспресс-методов требуется более глубокое исследование. Следует отметить, что по механизму влияния на белизну массы тепловое воздействие вряд ли моделирует пожелтение древесной массы под действием естественного освещения, в отличие от УФ-облучения.

Таблица 2
Влияние светового воздействия
на степень пожелтения древесной массы, %

Вид массы	УФ-облучение (15 ч)		Естественное освещение (36 сут)	
	ΔB	РС	ΔB	РС
Небеленая:				
ХТММх	4,1	3,8	6,6	6,6
ХТММл	4,0	3,9	2,6	1,8
ТММ	2,9	2,4	2,7	3,7
РДМ	2,6	2,9	1,1	1,2
Беленая ПВ:				
ХТММх	8,0	5,1	12,1	8,7
ХТММл	5,7	3,2	6,8	3,6
ТММ	6,2	3,7	10,4	7,1
РДМ	6,3	2,5	6,5	2,4
Беленая ДН:				
ХТММх	5,2	4,2	9,1	8,0
ХТММл	4,2	4,3	3,8	3,9
ТММ	3,4	4,1	5,0	6,2
РДМ	6,0	3,5	1,5	1,4
ТММ, беленая ПВ + ДН	6,8	4,2	14,1	12,5

Данные, характеризующие изменение белизны образцов древесной массы при различных значениях температуры, были использованы для оценки эффективной энергии активации E_a процесса образования хромофорных групп. Для этого от значений белизны перешли к отношениям коэффициентов поглощения и рассеяния света K/S [1]. Зависимость указанных отношений от времени старения аппроксимировали уравнениями кубической параболы. Энергию активации находили по температурной зависимости коэффициентов b_1 уравнений параболы, отвечающих начальной скорости образования хромофоров, как угловой коэффициент в логарифмической форме уравнения Аррениуса [3].

Как оказалось, почти все значения E_a лежат в пределах от 50 до 90 кДж/моль. Значения E_a для небеленых и беленых ДН древесных масс сравнительно близки и составляют в среднем примерно 70 и 50 кДж/моль. Близость значений E_a указывает на однотипность процессов образования хромофоров при старении различных видов древесной массы. Напротив, значения E_a для масс, беленых ПВ, колеблются от 60 (для ТММ) до 150 кДж/моль (для ХТММх). Это дает формальный повод предположить неодинаковое действие ПВ на разные виды древесных масс. Разумеется, для обоснования такого утверждения требуется дальнейшее детальное исследование.

В табл. 3 приведены данные зависимости пожелтения образцов древесных масс при 70 °С и продолжительности опыта 72 ч от влажности. Повышение влажности от 10 до 43 % не приводит к заметному росту реверсии белизны небеленых и беленых ДН образцов, но при влажности 87 % белизна образцов резко снижается. Следует отметить уменьшение стойкости к пожелтению РДМ, которая по этому показателю приближается к ХТММл. Для образцов, беленых ПВ и по схеме ПВ + ДН, характерно плавное снижение белизны с повышением влажности.

Таблица 3
Влияние влажности на степень пожелтения древесной массы, %

Вид массы	Влажность, %							
	10		31		43		87	
	ΔБ	РС	ΔБ	РС	ΔБ	РС	ΔБ	РС
Небеленая:								
ХТММх	1,6	1,4	1,7	1,2	2,0	1,8	4,8	4,5
ХТММл	1,3	1,7	1,2	1,5	0,6	0,7	2,3	3,4
ТММ	1,0	1,2	1,4	2,0	1,3	1,6	4,1	5,8
РДМ	0,6	0,6	1,0	1,3	1,1	1,5	2,2	3,6
Беленая ПВ:								
ХТММх	4,3	2,5	6,7	4,1	10,4	7,1	13,8	10,4
ХТММл	1,9	0,7	3,1	2,7	4,1	1,7	10,3	9,1
ТММ	2,9	1,6	4,0	2,3	6,3	3,9	12,2	8,9
РДМ	2,3	0,8	5,6	2,4	5,1	2,0	11,7	5,6
Беленая ДН:								
ХТММх	2,1	1,6	3,0	2,4	3,8	3,1	8,1	6,9
ХТММл	1,6	1,5	1,8	1,9	1,6	1,5	7,0	7,7
ТММ	1,2	1,4	2,5	2,9	3,3	4,2	6,2	8,7
РДМ	0,9	0,8	1,0	1,4	1,1	1,0	4,2	4,2
ТММ, беленая ПВ + ДН	6,6	3,7	8,4	13,0	14,4	9,1	14,4	11,8

Табл. 4 иллюстрирует зависимость снижения белизны образцов древесных масс, беленых ПВ, при естественном облучении в течение 36 сут. (с доступом кислорода и в среде гелия) от влажности. Из приведенных данных видно, что увеличение влажности способствует снижению белизны, но основным фактором реверсии белизны при естественном освещении и с доступом кислорода все же является световое воздействие.

Для изучения влияния кислорода воздуха на изменение белизны массы образцы ТММ, ХТМ и РДМ белили растворами ПВ, после кислотки и промывки высушенные отливки выдерживали при различной влажности в эксикаторах, предварительно продутых и заполненных гелием.

Во всех случаях отмечено понижение белизны с увеличением влажности. Закономерность зависимости реверсии белизны от вида массы

Таблица 4

Влияние влажности
на старение образцов древесной массы, %,
при естественном освещении

Вид массы	Б ₀ , %	Освещенная сторона			Оборотная сторона		
		Б _т	ΔБ	РС	Б _т	ΔБ	РС
Влажность 10 %							
ХТММ _х	70,0	54,7	15,3	16,6	67,4	2,6	1,5
	70,1	63,3	6,8	4,2	69,7	0,4	0,2
ХТММ _л	76,2	63,3	12,9	6,4	75,7	0,5	0,2
	74,8	71,2	3,6	1,6	74,2	0,6	0,2
ТММ	70,5	56,1	14,4	11,0	68,3	2,2	1,2
	70,2	64,6	5,6	3,4	69,8	0,4	0,2
РДМ	78,7	67,9	10,8	4,5	76,7	2,0	0,6
	78,2	74,5	3,7	1,4	77,6	0,6	0,7
Влажность 31 %							
ХТММ _х	70,4	52,1	18,3	15,8	67,3	3,1	1,6
	70,1	62,4	7,7	5,0	69,2	0,9	0,5
ХТММ _л	76,9	64,6	12,3	6,2	75,9	1,0	0,3
	74,8	70,2	4,6	1,4	74,1	0,7	0,3
ТММ	71,2	53,5	17,7	14,4	68,8	2,4	1,2
	70,2	63,9	6,3	3,9	69,7	0,5	0,3
РДМ	79,6	66,8	12,8	5,8	77,4	2,2	0,5
	78,2	73,6	4,6	1,5	77,3	0,9	0,3
Влажность 43 %							
ХТММ _х	70,3	47,6	22,7	22,6	65,2	5,1	3,0
	70,1	61,5	8,6	5,7	68,9	1,2	0,6
ХТММ _л	76,4	61,7	14,7	6,3	75,2	1,2	0,1
	74,8	68,1	6,7	3,1	74,0	0,8	0,3
ТММ	70,4	50,9	19,5	17,4	67,7	2,7	1,5
	70,2	60,3	9,9	9,1	69,8	0,4	0,2
РДМ	78,1	65,7	12,4	6,0	75,5	2,6	0,9
	78,2	72,8	5,4	2,1	77,5	0,7	0,2
Влажность 87 %							
ХТММ _х	70,0	45,5	24,5	26,2	65,3	4,7	2,8
	70,1	57,2	12,9	9,6	66,2	3,9	2,3
ХТММ _л	75,3	63,1	12,2	4,2	73,8	1,5	0,6
	74,8	68,8	6,0	2,9	73,6	1,2	0,5
ТММ	70,7	50,2	20,5	18,6	67,5	3,2	1,7
	70,2	59,4	10,8	7,7	68,5	1,7	0,9
РДМ	78,6	61,3	17,3	3,0	75,8	2,8	1,0
	78,2	70,3	7,9	3,3	75,9	2,3	0,8

Примечание. В числителе данные, полученные с доступом кислорода (март-апрель); в знаменателе — в среде гелия (сентябрь-октябрь).

сохраняется: образцы ХТММ_х и ТММ изменяют белизну в значительно большей степени, чем образцы ХТММ_л и РДМ. Но в отсутствие кислорода характеристики пожелтения (ΔБ и РС) в 2—4 раза снижаются. Следовательно, хромофоры образуются и под влиянием энергии света

без участия кислорода, но его присутствие значительно углубляет и ускоряет процесс реверсии белизны.

Выводы

1. На реверсию белизны оказывают влияние следующие факторы: вид древесины, из которой изготовлен полуфабрикат (древесная масса из хвойных пород менее стойка к реверсии, чем лиственных); способ приготовления массы (наиболее стойкая к пожелтению РДМ); отбелка (небеленая масса устойчивее к реверсии белизны, чем беленая, а из беленых наиболее стойкая — отбеленная ДН, наименее стойкая — отбеленная по двухступенчатой схеме ПВ + ДН). Эти закономерности пожелтения древесной массы являются общими как при действии естественного освещения и УФ-облучения, так и термическом воздействии. Для показателей пожелтения древесных масс (ДБ и РС) под действием этих факторов существует линейная корреляция.

2. При температуре выше 50 °С реверсия белизны значительна.

3. Повышенная влажность не приводит к реверсии белизны, но способствует пожелтению древесных масс при облучении или нагревании.

4. Атмосферный кислород является важным фактором пожелтения древесных масс при естественном освещении, однако реверсия белизны происходит и в его отсутствие, хотя и замедляется в 2—4 раза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Курицкий А. Л., Кундзич Г. А. Оптические методы и приборы в целлюлозно-бумажной промышленности.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 199 с. [2]. Состояние и перспективы развития технологии и оборудования ЦБП / С. В. Рябченко, А. К. Кузьмин, А. Д. Парамонова и др. // Материалы НТК 29.09.— 1.10.1981.— Л., 1982.— С. 80—82. [3]. Физическая химия / Под ред. Б. П. Никольского.— Л.: Химия 1987.— 880 с. [4]. David N., Hon S. Discoloration and bleaching of thermomechanical pulps // Southern Pulp and Paper Manufacturer.— 1979.— Vol. 42, N 23.— P. 23—25. [5]. Gellerstedt G. Light-induced and heat-induced yellowing of mechanical pulps // Svensk Papperstidn.— 1983.— Vol. 86, N 15.— P. 157—163. [6]. Janson J., Forsskahl J. Farbveränderung infolge von Lichteinwirkung // Zellstoff und Papier.— 1989.— Jg. 38, N 2.— S. 47—50. [7]. Loras V. Bleaching of mechanical and chemimechanical pulps // Svensk Papperstidn.— 1981.— Vol. 84, N 14.— P. 36—46. [8]. Polcin J., Rapson W. H. Spectrophotometric study of wood chromophores in situ. I. The method of differential (K/S) curves related to bleaching and colour reversion // Tappi.— 1969.— Vol. 52, N 10.— P. 1960—1965. [9]. Tshirner U., Dence C. W. Attempts to photostabilize Norway spruce TMP by chemical modifications // Paperi ja Puu.— 1988.— Vol. 70, N 4.— P. 338—346.

Поступила 6 июля 1992 г.

УДК 543.253 : 547.491

ПОЛЯРОГРАФИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЦИАНИД-ИОНОВ

О. Ф. ГОРБУНОВА, Л. В. АСЮТЧЕНКО, Б. Д. БОГОМОЛОВ

Архангельский лесотехнический институт

Делигнификации древесины с применением водного раствора азотной кислоты при относительно низких температурах и атмосферном давлении позволяет получать очень светлую целлюлозную массу с низким содержанием лигнина [5]. Образующиеся лигнинные продукты можно использовать в сельском хозяйстве и промышленности [6].

В настоящее время большое внимание уделяется вопросам экологии. В связи с этим возникает необходимость в определении побочных и сопутствующих продуктов процесса делигнификации.

Известно, что при азотнокислотной варке целлюлозы выделяется синильная кислота, источником образования которой служит лигнин [1, 8].

Цель данной работы заключалась в определении цианид-ионов в виде синильной кислоты на стадии обработки древесины азотной кислотой и при упаривании отработанных азотнокислотных щелоков.

Объектом исследования служили щелочные растворы, используемые для поглощения кислых неконденсируемых газов при варке, а также конденсаты и щелочные поглотительные растворы, полученные при упаривании азотнокислотных щелоков.

При кипении водного раствора азотнокислотной смеси ($T_{\text{кип}} = 90 \dots 95 \text{ } ^\circ\text{C}$) образовавшаяся синильная кислота, являясь чрезвычайно летучим соединением ($T_{\text{кип}} = 26,5 \text{ } ^\circ\text{C}$), вытеснялась парами кипящей жидкости из газового пространства реакционного сосуда и поступала в поглотительные сосуды, где улавливалась водным раствором гидроксида натрия в виде цианида натрия.

Условия азотнокислотной обработки древесины (кипение раствора и небольшое разрежение или использование в некоторых случаях замкнутого цикла газов) создавали возможности для поступления парогазовой смеси в поглотительные сосуды [4, с. 235].

Присутствие цианид-ионов в исследуемых растворах установлено качественной реакцией с азотнокислым серебром [7, с. 847] и полярграфическим методом [3, с. 387].

Для количественного определения цианид-ионов отработана методика переменноточкового полярграфического определения с применением универсального полярографа ПУ-1. Фоном служили растворы гидроксида лития и двузамещенного фосфата натрия. Эксперименты проводили в отсутствие кислорода воздуха, который удаляли, продувая через раствор в течение 5...10 мин инертный газ со скоростью 3...5 пузырьков в секунду. Во время записи полярограммы инертный газ пропускали над раствором.

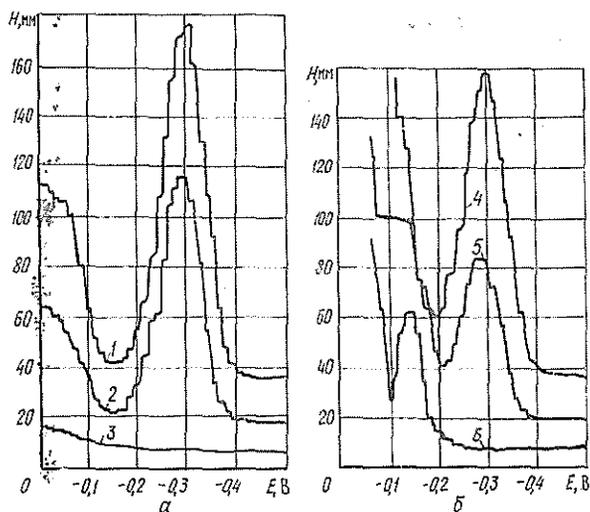


Рис. 1. Полярограммы растворов фона (кривые 3, 6) стандартного раствора цианид-иона (кривая 5) и исследуемых растворов (кривые 1, 2, 4) на фоне 0,05 М растворов двузамещенного фосфата натрия (а) и гидроксида лития (б): 1 — 0,04 мл поглотительного раствора, полученного при варке с добавкой стандартного раствора цианид-иона концентрацией 0,0015 мг/мл в расчете на CN^- ; 2 — 0,04 мл поглотительного раствора; 3 — фон 1; 4 — 0,05 мл поглотительного раствора; 5 — стандартный раствор цианид-иона концентрацией 0,0025 мг/мл в расчете на CN^- ; 6 — фон 2

На рис. 1 представлены полярограммы растворов фона, исследуемых и стандартных растворов цианид-иона на фоне 0,05 М растворов двузамещенного фосфата натрия (фон 1) гидроксида лития (фон 2). Установлено, что для стандартных растворов при концентрации цианид-ионов в полярографической ячейке 0,001...0,006 мг/мл (в расчете на CN^-) на фоне 0,05 М гидроксида лития потенциал пиков E изменялся от $-0,26$ до $-0,30$ В, а на фоне 0,05 М фосфата натрия — от $-0,22$ до $-0,25$ В. Расхождение в высотах волн цианид-ионов на фоне гидроксида лития и фосфата натрия находилось в пределах обычной относительной ошибки полярографических измерений (5...10 %). При определении концентрации цианид-ионов в исследуемых растворах на фоне гидроксида лития относительная погрешность среднего результата составляла $\pm 3,60$ % (коэффициент надежности $\alpha = 0,95$, число опытов $n = 15$). Продолжительность продувки в случае использования гидроксида лития не оказывала влияния на высоту пика, в то время как с фосфатом натрия при увеличении продолжительности продувки раствора отмечалось его снижение. Поэтому для анализа растворов в качестве фонового электролита использовали гидроксид лития. Проведенные эксперименты показали, что для получения необходимой высоты пика (20...100 мм) достаточно добавить в 20...25 мл фона 0,05...0,10 мл щелочного раствора для поглощения неконденсируемых газов. В случае анализа кислого конденсата, образующегося при упаривании щелока, для получения пика необходимой высоты требовалось до 2 мл раствора, который предварительно нейтрализовали щелочью.

Азотнокислотная обработка древесины с улавливанием неконденсируемых газов 0,5 М гидроксидом натрия в склянке Дрекселя проведена в течение 1,5 ч для опилок и 2,0...2,5 ч для щепы по схеме, изложенной в работе [2]. Щелока упарены путем вакуум-отгонки на кипящей водяной бане. Для создания вакуума использовали водоструйный или масляный насосы, поглотительную склянку для поглощения неконденсируемых газов устанавливали после конденсатора (холодильник Либиха) и сборника конденсата перед вакуум-насосом.

После окончания обработки древесины и упаривания щелоков объемы полученных поглотительных растворов и конденсатов замерены, растворы проанализированы. Расчеты проведены на абсолютно сухую древесину.

Полярографические исследования выполнены в переменном-токовом режиме с принудительным отрывом ртутных капель ($\tau = 7$ с, $\tau_3 = 1,1$ с). Масштаб $X = 50$, $Y = 20$; диапазон тока 1×10 ; амплитуда 30, режим ТАСТ, скорость записи 10 мВ/с, катодная развертка потенциала с прямоугольной формой поляризующего напряжения частотой 25 Гц. Индикаторным электродом служила ртутная капля, электродом сравнения — хлорсеребряный ЭВЛ-1М4. Использовали трехэлектродный режим, донная ртуть служила анодом. Измерения выполнены в ячейке с полезным

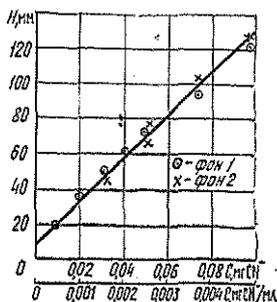


Рис. 2. Калибровочная зависимость для определения содержания (C) цианид-ионов в пересчете на CN^- на фоне 0,05 М растворов двузамещенного фосфата натрия (фон 1) и гидроксида лития (фон 2)

объемом раствора 20 мл после продувки гелием в течение 10 мин для удаления кислорода.

Калибровочная зависимость (рис. 2) получена путем полярографирования стандартных растворов цианида калия на фоне 0,05 М гидроксида лития при концентрации 0,001... 0,015 мг/мл и измерения высот пиков H в соответствующих условиях.

При анализе щелочных поглотительных растворов в мерную колбу вместимостью 25 мл отмеряли 0,02... 0,10 мм пробы, а при анализе конденсатов — 0,5... 2,0 мл, добавляли 2,5 мл 0,5 М гидроксида лития и объем доводили до метки дистиллированной водой. Полярограмму записывали при значениях потенциала от 0,0 до -0,5 В и высоту пика измеряли в пределах от -0,27 до -0,30 В. Расчет концентрации цианид-ионов (x) в процентах от исходной древесины для исследуемых растворов проводили по формуле

$$x = \frac{0,1CV_1}{MV_2},$$

где C — содержание цианид-ионов в исследуемой пробе, взятой для полярографирования, мг CN^- ;

V_1 — общий объем анализируемого раствора, мл;

V_2 — объем раствора, взятого на анализ, мл;

M — масса абсолютно сухой древесины для варки, г.

Анализ неконденсируемых газов и конденсатов, полученных при упаривании азотнокислотных щелоков в небольшом вакууме (см. таб.

Но- мер вар- ки	Массовое содержание цианид-ионов, % от исходной древесины, образующихся			
	при варке (щелоч- ной по- глотит- ельный раствор)	при упаривании азотнокислотного щелока		всего
		Щелоч- ной по- глотит- ельный раствор	Конден- сат	
1	0,53	0,20	0,02	0,75
2	0,60	0,18	0,06	0,84
3	0,66	0,21	0,02	0,89
4	0,56	0,10	0,02	0,68
5	0,51	0,11	0,03	0,65
6	0,57	0,17	0,08	0,82
7	0,61	0,12	0,13	0,86
8	0,78	0,04	0,11	0,93

Примечание. При варках 1—3 использованы березовые опилки; 4, 5 — березовая щепа; 6—8 — щепа и циркуляция газов.

лицу), показал, что основное количество (70... 80 %) цианид-ионов образуется на стадии азотнокислотной обработки. При упаривании щелока в поглотительных растворах и конденсатах найдено соответственно 0,04... 0,21 и 0,02... 0,13 % цианид-ионов по отношению к количеству абс. сухого древесного сырья, взятого на варку.

Выводы

1. Установлена возможность аналитического определения цианид-ионов в неконденсируемых газах и конденсатах методом переменноточковой полярографии.

2. Показано, что основное количество цианид-ионов образуется на стадии азотнокислотной обработки и составляет 0,5... 0,8 % от массы

древесного сырья, взятого на варку; при упаривании азотнокислотных щелоков дополнительно выделяется 0,1...0,3% цианид-ионов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Браунс Ф. Э., Браунс Д. А. Химия лигнина / Пер. с англ.—М.: Лесн. пром-сть, 1964.—863 с. [2]. Горбунова О. Ф., Боголицына Г. М., Кочергина Г. Г. О делигнификации с азотной кислотой // Лесн. журн.—1991.—№ 3.—С. 90—95.—(Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Крюкова Т. А., Сняжкова С. И., Арефьева Т. В. Полярографический анализ.—М.: Госхимиздат, 1959.—772 с. [4]. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод.—М.: Химия, 1984.—446 с. [5]. Никитин В. М. Химия древесины и целлюлозы.—М.; Л.: Гослесбумиздат, 1960.—460 с. [6]. Чудаков М. И. Промышленное использование лигнина.—М.: Лесн. пром-сть, 1983.—199 с. [7]. Шарло Г. Методы аналитической химии / Пер. с франц.—М.; Л.: Химия, 1966.—975 с. [8]. Шорыгина Н. Н., Резников В. М., Елкин В. В. Реакционная способность лигнина.—М.: Наука, 1976.—367 с.

Поступила 3 июня 1992 г.

УДК 676.623

ПОВЫШЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОГО КАРТОНА

Г. М. ГОРСКИЙ, Е. В. МЕЩЕРЯКОВА, Л. В. МАКАТУН

Белорусский технологический институт

Электроизоляционный картон, применяющийся в качестве основной твердой изоляции для трансформаторов и аппаратов с масляным заполнением, производится на плоско- и круглосеточных картоноделательных машинах.

Основным недостатком картона, вырабатываемого на плоскосеточной машине, является низкий показатель сопротивления расслаиванию, который связан с высокой сухостью соединяемых слоев. Для картона, получаемого на круглосеточной машине, особое значение приобретает достижение требуемой электрической прочности, особенно для материала толщиной 1,2...1,6 мм. В первом случае проблему повышения межслоевой прочности можно решить путем введения до 2% от массы абс. сухого волокна сформованных волокон поливинилового спирта (ПВС). Исследования показали, что эти волокна повышают и электрическую прочность картона [1, 2].

Цель нашей работы — выяснить влияние добавки волокон ПВС, а также комбинированных добавок ПВС волокон в сочетании с полиэлектролитом (ПЭ) на электрическую прочность картона, сформованного на круглосеточной машине.

Исследования проводили в производственных условиях цеха № 6 Малинской бумажной фабрики на лабораторном прессе фирмы «Зимпелькамп» с круглой сеткой при скорости вращения форматного вала 68 м/мин, числе элементарных слоев (для картона марки В толщиной 1,2 мм) — 19, необрезной ширине полотна 3,3 м. Образцы сформованы из массы, взятой из машинного бассейна, степень помола 43 °ШР.

В первой серии опытов в массу дополнительно вводили 0...2% волокон ПВС, во второй — комбинированные добавки волокон: 1,2% ПВС и 0...1,5% ПЭ от абс. сухого волокна.

Физико-механические показатели полученных образцов картона соответствовали ГОСТ 4194—88. Результаты исследований приведены в табл. 1, 2 и на рис. 1, 2.

Как видно из рис. 1 и табл. 1, введение в массу небольшого количества волокон ПВС приводит к изменению всего комплекса характе-

Рис. 1. Зависимость электрической прочности (1) и сжимаемости (2) электроизоляционного картона от содержания волокон ПВС в композиции

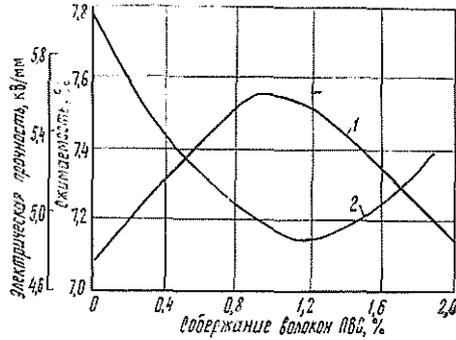


Рис. 2. Зависимость электрической прочности (1) и сжимаемости (2) опытных запрессовок картона от расхода ПЭ (композиция содержит 1,2 % волокон ПВС)

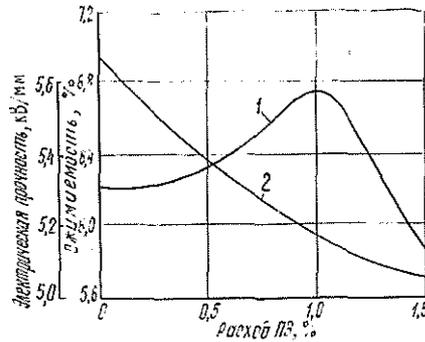


Таблица 1

Показатель	Численные значения показателей для картона, содержащего волокна ПВС в композиции, %				
	0	0,8	1,2	1,6	2,0
Впитываемость масла, %	14	12	11	13	16
Предел прочности при растяжении, МПа:					
в машинном направлении	110	112	114	115	115
в поперечном направлении	81	82	82	83	82,5

ристик электроизоляционного картона. В условиях горячего прессования волокна ПВС частично пластифицируются, образуются дополнительные водородные связи между волокнами картона. Это закономерно приводит к возрастанию показателей как механической, так и электрической прочности. Одновременно изменяется его сжимаемость, которая достигает минимального значения при максимальной электрической прочности. По результатам исследований можно сделать вывод, что волокна ПВС являются эффективной рольной добавкой, улучшающей свойства электроизоляционного картона.

Введение в массу комбинированных добавок ПВС и ПЭ (рис. 2) аналогично изменяет показатели электрической прочности и сжимаемости электроизоляционного картона. Максимум на кривой электрической прочности и снижение кривой сжимаемости более явно выражены. В целом, добавка 1,2 % волокон ПВС и 1,0 % ПЭ позволяет достичь требуемых показателей электрической прочности при улучшении физико-механических характеристик (табл. 2).

Первая выработка проводилась с добавлением 0,9 % волокон ПВС в рафинерный бассейн после II ступени размола с прохождением ста-

Таблица 2

Показатель	Численные значения показателей для картона, содержащего ПЭ, %*			
	0	0,5	1,0	1,5
Впитываемость масла, %	11	10	11	12
Предел прочности при растяжении, МПа:				
	в машинном направлении	115	117	119
в поперечном направлении	82	83	83	84

* Композиция содержит 1,2 % волокон ПВС.

дин набухания в течение 3 ч до отлива. Вторая выработка проходила при следующем композиционном составе массы: целлюлоза сульфатная — 98 %, волокно ПВС — 2 %, флокулянт ВАФ-1 — 0,5 % от абс. сухого волокна. Волокна ПВС дозировали в бассейн для набухания после I ступени размола в целях более равномерного их распределения в массе. Результаты испытаний электроизоляционного картона опытно-промышленных выработок приведены в табл. 3.

Таблица 3

Характеристика образцов картона	Показатели физико-механических свойств								
	Пробой, кВ	Толщина пропитанного образца, мм	Электрическая прочность, кВ/мм	Предел прочности при растяжении, МПа, в направлении		Впитываемость масла, %	Линейная деформация, %, в направлении		Сжимаемость на воздухе под давлением 20 МПа, %
				машинном	поперечном		машинном	поперечном	
Толщина 1,2 мм: Контроль Опыт	47,4	1,24	38,0	123	92	15	0,43	0,55	8,0
	46,8	1,14	40,2	128	93	16	0,40	0,51	7,9
Толщина 1,6 мм: Контроль Опыт	61,8	1,58	39,1	138	105	10	0,45	0,56	6,0
	63,8	1,58	40,2	139	107	10	0,40	0,50	5,5

Как видно из таблицы, добавка волокон ПВС в исходную композицию способствует возрастанию показателей электрической прочности на 4...6 %, впитываемости масла и некоторому улучшению механических характеристик электроизоляционного картона. Введение ПЭ в большей степени сказывается на деформационных свойствах.

Выводы

1. Введение 0,9...1,6 % волокон поливинилового спирта в композицию электроизоляционного картона приводит к оптимизации всего комплекса его характеристик.

2. Добавление полиэлектролита в массу, содержащую волокна поливинилового спирта, позволяет целенаправленно изменять эксплуатационные характеристики электроизоляционного картона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. 263410 СССР, МКИ Д 21 Н 5/00. Способ изготовления электроизоляционного картона / Г. М. Горский и др. (СССР).— № 1285807/29—33; Заявлено 25.11.68; Опубл. 4.11.70. Бюл. № 7 // Открытия. Изобретения.— 1968.— № 7.— С. 148—149. [2]. Орехов Б. В. Разработка методов улучшения качества электроизоляционного картона и исследование его свойств: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.— Л., 1976.— 27 с.

УДК 674.87

ПИГМЕНТНЫЙ СОСТАВ БЕНЗИНОВЫХ ЭКСТРАКТОВ

Л. А. МАЛЮТИНА

Архангельский лесотехнический институт

Живые клетки древесной зелени содержат зеленые (хлорофиллы *a* и *b*) и желтые (каротин, лютеин, виолаксантин, неоксантин) пигменты. Извлекаемые из древесной зелени биоактивные вещества в виде хлорофиллина натрия, провитаминового концентрата, хлорофиллокаротиновой и бальзамической паст применяют в сельском хозяйстве, парфюмерной промышленности [2, 5] и др. Хлорофиллсодержащие препараты оказывают регенерирующее, антимикробное, ранозаживляющее действие [2], каротин является источником витамина А, ксантофиллы играют значительную роль при оплодотворении, лактации [6].

Пигменты очень лабильны, легко изомеризуются и разрушаются под действием различных факторов. При этом отмечено снижение их биологической активности [2, 6, 8]. С повышением температуры хлорофилл превращается в феофитин и бесфитольные аналоги — хлорофиллиды [2, 4]. Основным изомером β -каротина является нео- β -каротин, провитаминовая активность которого составляет всего 38 % от активности β -каротина [6].

Зеленые и желтые пигменты в живых пластидах образуют с белками и липидами фитохромопротеидный комплекс. Степень их извлечения неполярными растворителями зависит от степени нарушенности этого комплекса [1]. В промышленных условиях извлечение биоактивных веществ из древесной зелени сосны и ели осуществляют с помощью бензина периодическим дефлегмационным методом при температуре кипения растворителя. Продолжительность процесса 3...5 ч. При этом биоактивные вещества, выведенные в экстракт в начальный период экстракции, длительное время подвергаясь воздействию высокой температуры (70...75 °С), претерпевают значительные изменения и разрушаются [4].

Можно предположить, что химическая природа желтых и зеленых пигментов, а также условия экстракции влияют на их извлекаемость, изменение непосредственно в экстрагируемом материале и, следовательно, на пигментный состав экстрактов.

Цель данной работы — изучить изменение пигментного состава бензинового экстракта на протяжении 3 ч экстракции.

Измельченную в производственных условиях древесную зелень ели (фракция 2...3 мм) влажностью 57,5 % экстрагировали дефлегмационно-оросительным методом с помощью бензина. Непрерывно проводили отбор проб. Содержание в экстракте суммы зеленых и желтых пигментов определяли фотоколориметрически, компонентный состав — методом бумажной хроматографии в сочетании со спектрофотометрией [3, 7]. Хроматографическое разделение пигментов осуществляли на бумаге марки «Ленинградская быстрая» с использованием в качестве растворителя смеси ацетон — петролейный эфир в соотношении 1 : 6. Для выделения неоксантина на отдельной хроматограмме применяли смесь бензол — петролейный эфир — этанол в соотношении 18 : 6 : 1. Жел-

тые пигменты элюировали хлороформом, зеленые — этиловым эфиром. Спектры поглощения отдельных пигментов снимали на спектрофотометре СФ-10 с последующей их идентификацией [1, 3, 6, 7].

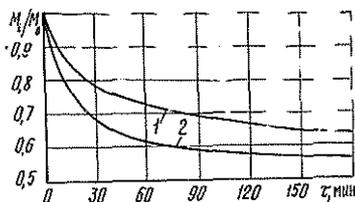


Рис. 1. Кинетика извлечения зеленых (1) и желтых (2) пигментов из древесной зелени ели

На рис. 1 показано изменение относительного содержания зеленых и желтых пигментов ($C = M_1/M_0$, где M_1 и M_0 — текущее и начальное содержание пигментов) в процессе экстракции древесной зелени. При растворении и смыве с поверхности измельченных частиц с нарушенной клеточной структурой в первые 15 мин извлекаются 40,7 % зеленых и 46,2 % желтых пигментов от суммы полученных за 3 ч экстракции, а за 1 ч — соответственно 76,6 и 84,4 %. Дальнейшее экстрагирование осуществляется путем молекулярной диффузии, при этом интенсивность процесса резко снижается. К концу второго часа процент извлечения возрастает соответственно до 91,8 и 94,2.

Результаты экстракции представлены в таблице и на рис. 2.

Установлено, что в экстракте, выведенном из процесса экстракции в течение первых 5 мин, присутствуют каротин, лютеин, виолаксантин, неоксантин, хлорофиллы *a* и *b*. феофитин *a* (рис. 2, *a*). Содержание ка-

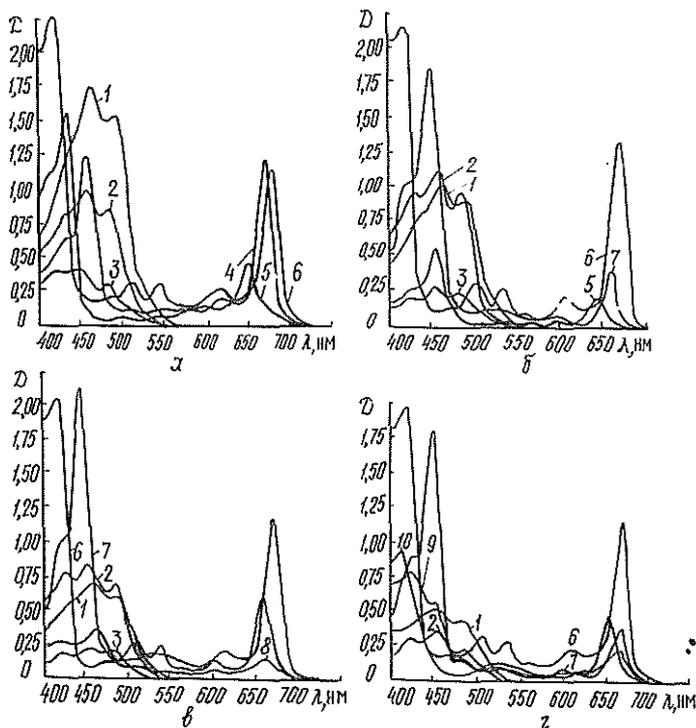


Рис. 2. Спектры поглощения каротина (1), лютеина (2), виолаксантина (3), хлорофилла *a* (4) и *b* (5), феофитина *a* (6) и *b* (7), неидентифицированных компонентов (8, 9, 10) за период: *a* — 0...5; *б* — 0...15; *в* — 15...60; *г* — 120...180 мин

ротина составляет 55,4 % от суммы желтых пигментов, хлорофиллов *a* и *b* — 51,1 % от суммы зеленых пигментов (см. таблицу).

Пигменты	Содержание пигментов, % от суммы извлеченных, по периодам экстракции, мин				
	0...5	0...15	15...60	60... 120	120... 180
Зеленые					
Хлорофилл:					
<i>a</i>	30,6	—	—	—	—
<i>b</i>	20,5	9,3	—	—	—
Феофитин:					
<i>a</i>	48,9	60,1	49,6	46,7	43,8
<i>b</i>	—	30,6	40,3	37,1	32,8
Изомеры	—	—	10,1	16,2	24,3
Желтые					
Каротин	55,4	39,4	34,8	36,6	37,3
Лютеин	27,5	43,5	35,4	32,8	29,2
Виолаксантин	9,2	9,1	8,2	3,3	—
Неоксантин	7,9	8,0	6,4	2,9	—
Изомеры	—	—	15,2	24,4	33,5

Наличие феофитина в пробе обусловлено большой неустойчивостью хлорофилла. Феофитинизация наблюдается уже в процессе размола древесной зелени. При этом разрушаются клетки, облегчается доступ клеточного сока, имеющего кислую реакцию, к пластидам. Феофитинизации способствует и температура процесса (75 °С). Преобладание каротина в желтых пигментах в начальный период экстракции обусловлено различной прочностью связи каротина и ксантофиллов в фитохромопротеидном комплексе.

В экстракте, отобранном в течение первых 15 мин и содержащем 40,7 % зеленых и 46,2 % желтых пигментов от суммы извлеченных, содержание каротина снижается и составляет 39,4 %. В зеленых пигментах отсутствует хлорофилл *a*, появляется феофитин *b* (рис. 2, б), содержание хлорофилла *b* равно 9,3 % от суммы зеленых пигментов.

В экстракте, выведенном из процесса в течение 15...60 мин и имеющем в своем составе 35,9 % зеленых и 38,2 % желтых пигментов от суммы извлеченных, хлорофилл отсутствует (рис. 2, в). В сумме зеленых пигментов снижено содержание феофитина *a* и увеличено содержание феофитина *b*. Содержание каротина в сумме желтых пигментов уменьшается до 34,8 %. На спектрах поглощения появляются максимумы при 426, 460, 520, 600, 656 нм. Это свидетельствует о присутствии производных желтых и зеленых пигментов (соответственно 10,1 и 15,2 % от суммы извлеченных). Дальнейшая экстракция приводит к их увеличению, причем больше это характерно для желтых пигментов.

Экстракт, отобранный в течение 120...180 мин, содержит 8,2 % зеленых и 5,8 % желтых пигментов от суммы извлеченных, виолаксантин и неоксантин в нем отсутствуют (рис. 2, г). Содержание лютеина снижено, а каротина незначительно увеличено по сравнению с предыдущим периодом. Максимумы поглощения каротина сдвигаются в коротковолновую область спектра, что типично для изомера каротина — нео-β-каротина. Содержание феофитинов *a* и *b* составляет 76,6 % от суммы зеленых пигментов. На спектрах присутствуют максимумы поглощения при 422, 448, 480, 535, 610, 667 нм, характерные для производных желтых и зеленых пигментов, и при 411, 535, 610, 667 нм — для производных зеленых пигментов. При идентификации спектров по максимумам поглощения установлено, что производными зеленых пигментов являются феофорбид, хлорофиллид.

Проведенные исследования показали, что пигментный состав бензиновых экстрактов в различные периоды экстракции неодинаков. Содержание производных зеленых и желтых пигментов значительно возрастает после увеличения продолжительности процесса до 120 мин. Поэтому для получения экстракта с минимальным содержанием производных и сохранения пигментов, выведенных в экстракт в начальный период, следует сокращать продолжительность процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бажанова Н. В., Маслова Т. Г., Попова И. А. Пигменты пластид зеленых растений и методика их исследования.— М.; Л.: Наука, 1964.— 122 с. [2]. Баранова Р. А., Фрагина А. И., Черноморский С. А. Получение и применение хлорофиллсодержащих препаратов из хвой.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1973.— 32 с. [3]. Гавриленко В. Г., Ладыгина М. Е., Хандобина Л. М. Большой практикум по физиологии растений.— М.: Высш. шк., 1975.— 391 с. [4]. Малютина Л. А., Выродов В. А. Термостойкость биологически активных веществ в процессе экстракции древесной зелени // Лесохимия и подпочка: Реферат. информация.— 1977.— Вып. 3.— С. 11—12. [5]. Репах Р. М., Левин Э. Д. Кормовые добавки из древесной зелени.— М.: Лесн. пром-сть, 1988.— 96 с. [6]. Савиннов Б. Г. Каротин (провитамин А) и получение его препаратов.— Киев: Изд-во АН УССР, 1948.— 163 с. [7]. Ягодин В. И. Основы химии и технологии переработки древесной зелени.— Л.: ЛГУ, 1981.— 223 с. [8]. Ягодин В. Н., Худашова Г. С. О сохранности зеленых пигментов в процессе сушки хвой // Использование биологически активных веществ дерева.— Рига: Зинатне, 1973.— С. 14—19.

Поступила 9 июля 1992 г.

УДК 674.815-41

ОСОБЕННОСТИ РАЗМЯГЧЕНИЯ РАСТВОРИМЫХ ПРЕПАРАТОВ ЛИГНИНА

И. В. ДОВГАНЬ, А. А. ЛЕОНОВИЧ

Одесский инженерно-строительный институт
Санкт-Петербургская лесотехническая академия

Размягчение лигнинов при химической переработке древесины и другого растительного сырья имеет важное значение. В аморфных полимерах основной температурный переход связывают с сегментальной подвижностью макромолекул. Сведения о релаксационных процессах в лигнинах отрывочны, а конкретные данные о температурных переходах T_p различаются в зависимости от метода выделения препаратов и методики исследования [2, 6, 8]. Естественно ожидать, что строение лигнина (соотношение фенилпропановых единиц, димерных структур, степень конденсированности и др.) будет оказывать влияние на гибкость макромолекул в конформационных превращениях.

Растворимые препараты лигнина представляют собой фракцию с более низкой молекулярной массой и отсутствием сетчатой структуры [7]. Вместе с тем, препараты лигнина Бьеркмана, а также лигнина Пеппера считаются наиболее близкими к природному лигнину [2, 7]. Их изучение представляет интерес для оценки термомеханических свойств лигнина в растительных тканях, а также технических лигнинах, предназначенных для переработки. В настоящей работе рассмотрены растворимые в диоксане препараты лигнина, выделенные из древесины и водорослей. Такие препараты характеризуются различным соотношением фенилпропановых структурных единиц (ФПЕ).

В качестве исходного сырья для выделения препаратов лигнина использовали древесину ели (*Picea excelsa*) и березы (*Betula verrucosa*), а также водоросли цистозиру (*Cystoseira barbata*) и зостеру

(*Zostera noltii*). Препараты лигнина получали путем виброразмола по Бьеркману [9] (ЛМР) и ацидолиза в токе азота по методу Пеппера [11] (ДЛА). В них определяли метоксильные, карбонильные и гидроксильные группы [1]. Для изучения молекулярно-массового распределения применяли метод эксклюзионной жидкостной хроматографии на геле сферон Р-1000 (зернение менее 25 мкм). Элюент и растворитель — диметилформамид; для подавления полиэлектролитных эффектов добавляли по 0,03 моль/л H_3PO_4 и LiBr [5]. Термомеханический анализ (ТМ-анализ) производили методом изодинамического нагрева [4]. Образец в виде порошка засыпали в ячейку держателя, уплотняли и выдерживали под давлением (10 кПа) для снятия внутренних напряжений. Скорость нагрева 1 град/мин. Точность регистрации деформации по перемещению пуансона составляет 0,7 мкм. Значения T_n находили по излому термомеханической кривой (ТМ-кривой) по данным трех параллельных испытаний. Термообработку препаратов проводили при 150 °С в течение 2 ч. Нитробензольное окисление (НБО) в щелочной среде осуществляли известным методом [10] с отгонкой продуктов восстановления нитробензола. Состав продуктов окисления анализировали методом газожидкостной хроматографии [3]; идентификацию их проводили по времени удерживания и путем подсадки эталонных образцов.

Таблица 1
Характеристика образцов

Но- мер об- раз- ца	Растение	Пре- па- ра- г- ли- гни- на	Молекулярная масса			Содержание функ- циональных групп, %			Массо- вая доля уг- лево- дов, %
			\bar{M}_w	\bar{M}_n	\bar{M}_w/\bar{M}_n	OCH_3^-	$\text{OH}^-_{\text{общ}}$	CO^-	
1	Береза	ЛМР	7 400	4 400	1,7	19,4	11,2	3,1	2,93
2	Береза	ДЛА	8 300	4 500	1,8	21,7	10,6	3,2	2,10
3	Ель	ЛМР	6 800	4 070	1,7	15,2	11,9	3,1	2,04
4	Ель	ДЛА	7 100	4 000	1,8	15,9	11,7	3,3	1,71
5	Цистозира	ЛМР	9 100	4 500	2,0	7,0	12,4	8,2	2,82
6	Цистозира	ДЛА	10 400	4 700	2,2	7,2	11,5	8,7	2,15
7	Зостера	ЛМР	8 100	4 500	1,8	4,6	11,0	6,3	2,73
8	Зостера	ДЛА	9 000	4 700	1,9	4,8	10,8	6,4	2,06

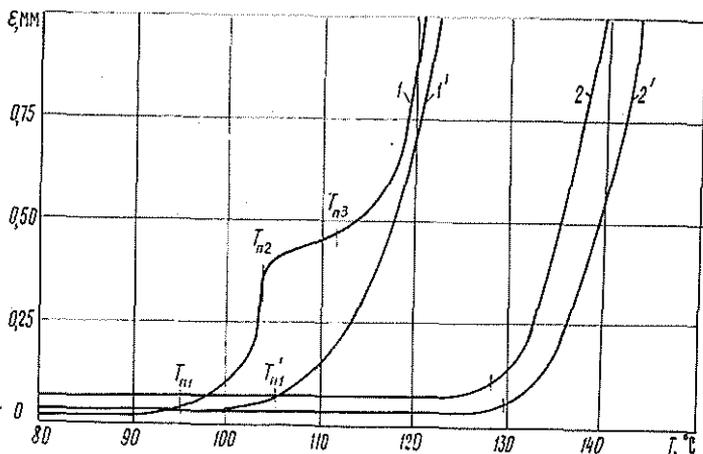


Рис. 1. ТМ-кривые препаратов лигнина березы (1, 2) и тех же образцов, снятых повторно (1', 2'): 1, 1' — препарат ЛМР; 2, 2' — препарат ДЛА

Характеристика исходных образцов лигнина приведена в табл. 1. ТМ-кривые препаратов ЛМР и ДЛА березы обнаруживают принципиальные различия (рис. 1). Если ход кривой 2 характеризуется одним T_n при 130 °С, то для кривой 1 характерны два участка размягчения, начинающиеся при разных температурах: $T_{n1} = 95$ °С и $T_{n3} = 112$ °С. Такое поведение образца, начиная с T_{n2} , обусловлено развитием конформационных процессов, когда рост деформации сжатия при изодинамическом нагреве затухает из-за возникновения сетчатых структур, тормозящих размягчение. При достижении T_{n3} кривая идет обычным образом.

Препарату ДЛА присущ только один T_n (кривая 2), значение которого выше T_n препарата ЛМР (кривая 1). Ход кривой как бы «не замечает» отмеченных выше превращений. Это отличие обусловлено методикой выделения препарата ДЛА, предусматривающей нагрев при 95 °С в кислой среде в течение 45 мин, сопровождаемый конденсационными процессами. На это указывает большая полидисперсность препаратов ДЛА (табл. 1).

Для удобства обсуждения температурный переход при повторном нагреве обозначим T'_{n1} , а при ТМ-анализе образцов после термообработки — T''_{n1} . При достижении T_{n3} во время повторного анализа ЛМР участок конденсации на ТМ-кривой не проявляется. Соответственно T'_{n1} сдвигается в сторону более высоких значений температуры и составляет 108 °С; у ДЛА этот сдвиг незначителен и обусловлен в основном влажностью образца (у исходного препарата — 5,9 %, у образца повторного нагрева — около 1 %).

Результаты исследования, полученные на препаратах лигнина березы, подтверждены данными ТМ-анализа препаратов лигнина ели и водорослей (табл. 2). Оказалось, что независимо от источника сырья на всех ТМ-кривых ЛМР обнаруживается участок, соответствующий конденсационным процессам в лигнине и исчезающий при нагревании (рис. 2). Препараты ДЛА всех образцов не обнаруживают двухстадийного размягчения и характеризуются одним значением T_n (табл. 2). В процессе теплового воздействия при ТМ-анализе значительных химических изменений у препаратов ДЛА не происходит; повторный ход ТМ-кривой близок к исходному, молекулярная масса изменяется мало. И даже термообработка при 150 °С в течение 2 ч мало влияет на тем-

Таблица 2

Температурные переходы, °С,
и молекулярные массы препаратов лигнина

Но- мер об- раз- ца	$T_{п1}$	$T_{п2}$	$T_{п3}$	$T'_{п1}$	$T''_{п1}$	\overline{M}_W	\overline{M}_n	$\overline{M}_W/\overline{M}_n$
1	95	104	112	108	130	9 000	4 600	2,0
2	130	—	—	132	135	9 100	4 800	1,9
3	88	95	105	105	120	8 100	4 200	1,9
4	117	—	—	120	125	8 000	4 500	1,8
5	81	86	90	90	110	10 600	5 100	2,1
6	83	—	—	87	112	11 000	5 000	2,2
7	64	68	80	75	92	9 400	4 900	1,9
8	70	—	—	74	97	10 100	5 000	2,0

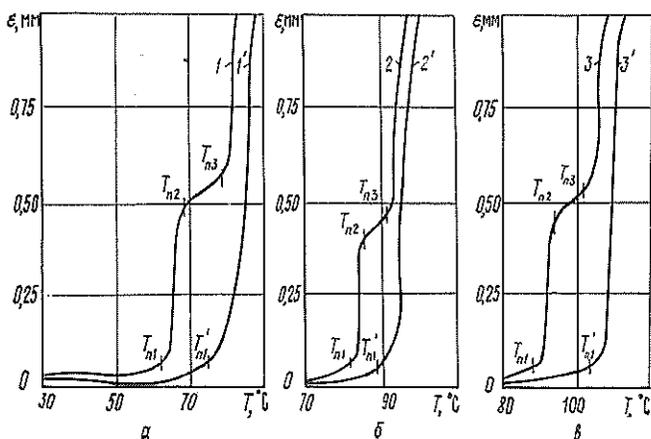


Рис. 2. ТМ-кривые препаратов ЛМР зостеры (а), цистозирры (б) и ели (в) (1, 2, 3) и тех же образцов, снятых повторно (1', 2', 3')

пературу размягчения препаратов ДЛА древесины (130, 132, 135 °С — для березы и 117, 120, 125 °С — для ели), причем ход ТМ-кривых у препаратов ДЛА и ЛМР становится практически одинаковым.

Препараты лигнина водорослей в условиях термообработки несколько повышают $T'_{п1}$, оказываясь более чувствительными к нагреванию, чем препараты древесины. Такая особенность может быть обусловлена возрастанием функциональности бензольного кольца в конденсационных процессах в ряду синргил-, гваяцил- и *n*-оксифенилпропановых единиц. Отметим, что массовая доля ОСН₃-групп лигнина соотносится с соответствующими значениями $T_{п}$ как в ряду препаратов ЛМР, так и ДЛА. Для иллюстрации отмеченного факта на рис. 3 показана эта взаимосвязь температурных переходов у соответствующих препаратов (кривые 1 и 3), а также у препаратов ЛМР после нагревания, когда значения $T_{п}$ возрастают.

По смыслу сегментальной подвижности, возникающей в фрагментах лигнина с ростом температуры, ОСН₃-группы должны вносить существенный вклад в стерические затруднения, вследствие чего с ростом их доли требуются большие энергозатраты для конформационных превращений лигнина. Однако ожидать тесной корреляции ($r \rightarrow 1$) между этими параметрами не следует из-за вклада других составляющих. Гидроксильные и карбонильные группы не обнаруживают корреляции с $T_{п}$.

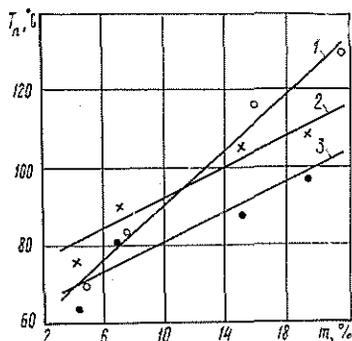


Рис. 3. Связь между T_p и массовой долей метоксильных групп препаратов: 1 — ДЛА; 2 — то же, после нагрева; 3 — ЛМР

Считается, что одним из методов изучения процессов конденсации лигнина является НБО в щелочной среде. Результаты анализа продуктов НБО исходных препаратов ЛМР и образцов лигнина после ТМ-анализа приведены в табл. 3. Уменьшение выхода ванилина и суммарного выхода продуктов окисления в результате НБО указывает на правомерность отнесения участка ТМ-кривой $T_{п3} - T_{п2}$ к конденсационным процессам. После ТМ-анализа по данным табл. 3 происходит снижение массовой доли препаратов лигнина древесины на 7...11 %, а для лигнина водорослей — на 17...43 %. Такое различие служит указанием на более интенсивное протекание конденсации лигнина при нагревании препаратов водорослей.

Таблица 3
Состав, % в смеси, продуктов нитробензольного окисления препаратов ЛМР

Но- мер об- раз- ца	<i>n</i> -окси- бензаль- дегид	Вани- лин	Сире- невый альде- гид	<i>n</i> -окси- бензо- вая кис- лота	Ваниль- новая кислота	Сире- невая кислота	Сумма
1	—	$\frac{7,64}{5,71}$	$\frac{22,36}{20,93}$	—	$\frac{0,96}{0,81}$	$\frac{2,12}{2,01}$	$\frac{33,08}{29,46}$
		$\frac{22,91}{21,04}$	—		$\frac{9,40}{9,11}$	—	$\frac{32,31}{30,15}$
3	Следы	$\frac{1,84}{1,49}$	—	$\frac{0,98}{0,89}$	$\frac{3,50}{3,36}$	—	$\frac{12,93}{10,72}$
		$\frac{0,87}{0,47}$	$\frac{3,78}{2,18}$	$\frac{0,40}{0,29}$	$\frac{0,15}{0,10}$	$\frac{1,38}{1,19}$	—

Примечание. В числителе — данные для исходного препарата лигнина, в знаменателе — после его ТМ-анализа.

Тот факт, что при нагревании ЛМР протекают химические изменения, дополняется данными о молекулярно-массовом распределении исследуемых препаратов (рис. 4, см. табл. 2) и повышении их полидисперсности, а также согласуется с ростом значений $T_{п1}$.

Выводы

На образцах лигнина древесины и водорослей установлено различие препаратов ЛМР и ДЛА в отношении их размягчения при нагревании. Препараты ЛМР проявляют сегментальную подвижность макромолекул при более низкой температуре, но имеют четко выраженный температурный участок конденсационных превращений, отсутствующий у ДЛА. Это является отражением большей реакционной способности

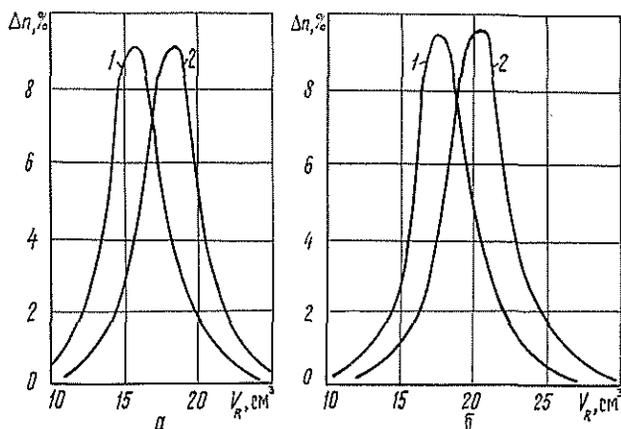


Рис. 4. Гель-хроматограммы препаратов ЛМР березы (а) и ели (б): 1—после нагревания; 2—исходные

препаратов ЛМР. Отмечено влияние соотношения ФПЕ, оцениваемое по массовой доле ОСН₃-групп, на температуру размягчения препаратов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Зинатне Г. Ф. Функциональный анализ лигнинов и их производных.—Рига: Зинатне, 1987.—230 с. [2]. Лигнины (Структура, свойства и реакции) / Под ред. К. В. Сарканена и К. Х. Людвиг; Пер. с англ. А. В. Оболенской.—М.: Лесн. пром-сть, 1975.—632 с. [3]. Новиков А. В., Хохолко С. В. Усовершенствованная методика прямого газохроматографического определения продуктов нитробензольного окисления лигнина // Химия древесины.—1986.—№ 4.—С. 86—91. [4]. Оболенская А. В., Ельницкая З. П., Леонович А. А. Лабораторные работы по химии древесины и целлюлозы.—М.: Экология, 1991.—320 с. [5]. Полиэлектrolитные эффекты эксклюзионной хроматографии лигнинов, лигноуглеводных комплексов и полисахаридов / П. П. Нефедов, А. Е. Русаков, М. А. Иванов и др. // Химия древесины.—1981.—№ 4.—С. 66—72. [6]. Сухая Т. В., Пиуновская Л. П., Леонович А. А. Термомеханическое исследование изменений лигнина при производстве древесноволокнистых плит // Лесн. журн.—1978.—№ 1.—С. 126—131.—(Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Фенгел Д., Вегенер Г. Древесина (Химия, ультраструктура, реакции) / Пер. с англ. А. В. Оболенской, З. П. Ельницкой; Под ред. А. А. Леоновича.—М.: Лесн. пром-сть, 1988.—512 с. [8]. Якобсон М. К., Эрншь П. П. Температурные переходы компонентов лигноуглеводной матрицы и древесины // Химия древесины.—1981.—№ 4.—С. 3—18. [9]. Bjorkman A. M. Studies on finely divided wood, Pt. I. Extraction of lignin with neutral solvents // Svensk. papperstidn.—1956.—a. 59, N 13.—S. 477—487. [10]. Hartley L. D. Improved method for estimation by gas-liquid chromatography of lignin degradation products // J. Chromatography.—1971.—Vol. 54, N 3.—P. 335—344. [11]. Papper J. M., Baylis P. E. T., Adler E. The isolation and properties of lignin obtained by the acidolysis of spruce and aspen wood in dioxane—water medium // Canad. J. Chem.—1959.—Vol. 37, N 8.—P. 1241—1248.

Поступила 5 ноября 1992 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630*907

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛЕСОВ
И ЛЕСНЫХ ЗЕМЕЛЬ РЕКРЕАЦИОННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

О. Н. АНЦУКЕВИЧ

ЛитНИИЛХ

В условиях перехода к рыночным отношениям встает вопрос об организации специализированного лесного хозяйства на основе самофинансирования по всем видам продукции и услуг.

В последнее время значительно возрастают потребности общества в продукции и услугах рекреационного характера. Для их удовлетворения требуется разработать хозяйственный механизм функционирования такого производства в новых условиях, выявить виды продукции и услуг, затраты. Эти данные послужат исходным материалом при установлении цен на продукцию и услуги специализированного лесохозяйственного производства рекреационного направления (СЛПРН), разработке обоснованных нормативов арендных и компенсационных платежей либо цен на лесные земли рекреационного назначения (ЛЗРН).

Таким образом, экономическая оценка лесов и лесных земель рекреационного назначения приобретает первостепенное значение при подготовке нового хозяйственного механизма для организации СЛПРН. В ЛитНИИЛХе разработаны методики такой оценки лесов и лесных земель рекреационного назначения применительно к развивающимся рыночным отношениям в лесном хозяйстве.

В условиях рыночной экономики стоимость товаров определяется соотношением спроса и предложения, и, несомненно, именно на этой основе будут формироваться цены на продукцию и услуги лесного хозяйства. Однако поскольку в настоящее время еще нет сформировавшегося рынка, эти вопросы надо решать другим путем.

Поскольку объектом исследования были леса, рекреационные ресурсы которых являются результатом специализированного производства, то их экономическая оценка должна быть аналогична оценке результатов любого производственного процесса, т. е. по принципу покрытия издержек на лесовыращивание, благоустройство территории и реализацию продукции и услуг. Основным результатом СЛПРН являются рекреационные лесные ресурсы (РЛР), которые, в свою очередь, включают рекреационные ресурсы: насаждения (РРН), объединяющие ресурсы эмоционально-эстетических, санитарно-гигиенических функций леса и продуктов побочныхпользований; благоустройства леса (РРБЛ) и территории объекта (РРТО).

Экономическая оценка РЛР по издержкам их получения и реализации в принципе весьма проста: надо объем РЛР в тех или иных условиях местопроизрастания умножить на цену его единицы. Однако, как известно, до сих пор невозможно представить общий объем РЛР в абсолютных показателях. Поэтому сделана попытка выразить его количество и качество в относительных показателях. При этом результаты сравнительной оценки различных элементов РЛР должны быть приведены в сопоставимый вид. В целях обеспечения указанного требования предложен способ определения комплексного объема РРН с учетом его

качества на основе экономической оценки всех составляющих элементов по затратно-компенсационному методу [1, 2]. Согласно этому предложению годовичную оценку максимального рекреационного потенциала древостоя (рекреативности) в лучших условиях его проявления в регионе (в Литовской Республике 97,50 р./га*) делят на 10 при 10-балльной шкале относительной оценки рекреативности, и оценку 1-го балла (9,75 р./га) принимают за условную единицу экономической оценки РРН. Значение объема РРН конкретного насаждения устанавливают делением суммарной годовичной экономической оценки РРН, проведенной затратно-компенсационным методом, на единицу годовичной экономической оценки РРН с дифференциацией по породам, типам условий местопрорастания, группам возраста и полноты насаждений.

Экономическая оценка РЛР ($ЭО_{РЛР}$) определяется общественно необходимыми издержками производства и потребления РЛР. Первые, в свою очередь, обусловлены издержками производства РРН и благоустройства леса. Они устанавливаются на основе технологических схем организации производства всего комплекса работ по получению РРН и обустройству территории, обеспечивающего условия рекреации с наилучшим комфортом и в данных условиях. Расчет ведется по нормативным среднерегиональным значениям на единицу объема РРН.

В Литве при осуществлении рекреации в пределах предельно допустимых норм рекреационной нагрузки (РН) для естественных экосистем, т. е. в зоне низкой ее интенсивности, издержки производства РЛР составляют 50 р./га в ценах 1990 г. и состоят в основном из затрат на выращивание лесов рекреационного назначения. Обеспечение рекреационного лесопользования сверх предельно допустимых норм РН для естественных экосистем достигается за счет дополнительных вложений труда и средств на благоустройство территории объектов лесной рекреации (ОЛР), компенсирующих необходимое повышение РН без вредных экономических последствий. Эти дополнительные издержки ($ДИ_{БЛ}$) фактически выражают экономическую оценку рекреационного ресурса благоустройства леса (РРБЛ). При среднереспубликанском объеме РРН в Литве в 10 условных единиц нормативные общие издержки в расчете на единицу объема РРН по зонам низкой, средней и высокой интенсивности рекреации составляют соответственно 5,0; 8,9 и 13,0 р./га в ценах 1990 г.

Издержки потребления, т. е. реализации РЛР, практически выражаются через общественно необходимые затраты на посещение ОЛР. Поскольку ОЛР располагаются на различном расстоянии от центров скопления населения (ЦСН), а для удовлетворения постоянно возрастающих потребностей в лесном отдыхе приходится вовлекать в рекреационное лесопользование все более удаленные ОЛР, в близко расположенных образуется дифференциальный доход по местоположению ($ДД_{МП}$), определяемый через разность издержек посещения наиболее удаленных ($ИП_{макс}$) и близко расположенных ОЛР ($ИП_{иск}$), т. е. $ДД_{МП} = (ИП_{макс} - ИП_{иск}) РН$, р./га.

В зависимости от расположения ОЛР относительно водоемов, мест аттракции, а также источников загрязнения окружающей среды значения $ЭО_{РЛР}$ корректируются с помощью специальных, устанавливаемых социологическими исследованиями коэффициентов, которые для лесов Литовской Республики приняты в следующих пределах:

1) при расстоянии до водоемов (k_B) до 1 км — 1,0, от 1 до 2 км — 0,5, свыше 2 км — 0,25;

* Все цены 1990 г.

2) при степени загрязнения окружающей среды k_3 менее 0,5 предельно допустимой нормы для человека — 1,0, от 0,5 до 1,0 — 0,5, свыше 1,0 — 0;

3) при наличии объектов аттракции k_a союзного и международного значения — 2,0; республиканского — 1,5; местного — 1,2 [3].

Общее выражение экономической оценки РЛР в годовом исчислении имеет вид

$$\text{ЭО}_{\text{РЛР}} = (\text{ИВ}_л + \text{ДИ}_{\text{БТ}}) k_a k_2 k_3 + \text{ДД}_{\text{мп}},$$

где $\text{ИВ}_л$ — издержки выращивания лесов рекреационного назначения, р./га.

Эта оценка, основывающаяся на общественно необходимых затратах и представленная в рублях на 1 га с определенным уровнем дифференциации, является выражением цен РЛР. В проекте цен РЛР для условий Литовской Республики они дифференцированы по типам условий местопроизрастания, главным породам и возрасту насаждений в оцениваемом объекте, а также по РН и расстоянию ОЛР от ЦСН. В зависимости от этого расстояния выделены пять разрядов цен со средним значением $\text{ДД}_{\text{мп}}$: в I — 15,10; II — 13,60; III — 11,70; IV — 7,80; V — 2,60 р./чел. в ценах 1990 г. По состоянию на начало 1992 г. приведенные цифры увеличиваются в 10 раз.

Для получения экономической оценки лесов рекреационного назначения в годовом исчислении необходимо к $\text{ЭО}_{\text{РЛР}}$ прибавить значения экономической оценки прочих ресурсов леса за год ($\text{ЭО}_{\text{ПЛР}}$) в соответствующих условиях (как правило, это древесина и водоохранно-водорегулирующие функции). Данные по $\text{ЭО}_{\text{ПЛР}}$ берут из материалов Лесного кадастра либо из специально разработанных нормативов. Общая стоимость рекреационных лесов определяется умножением их годичной оценки на средний возраст насаждений.

В имеющихся предложениях по экономической оценке лесов лесные земли рекреационного назначения (ЛЗРН) до сих пор не выступали в качестве самостоятельного объекта исследования. Однако такая оценка необходима для целей аренды и купли — продажи этих земель. Она производится по однотипной методологии для всех категорий земли, поэтому в качестве основного критерия принят народнохозяйственный эффект использования, выражаемый показателями дифференциального дохода. Известно, что земля не является продуктом труда, и, следовательно, ее цена не может быть определена по издержкам производства.

Поскольку ЛЗРН в основном используются для организации специализированного лесохозяйственного производства рекреационного направления, т. е. для выращивания рекреационных лесов и размещения на них рекреационных лесных ресурсов (РЛР), равно как и прочих лесных ресурсов (ПЛР), предлагается экономическую оценку этих земель осуществлять как сумму дифференциального дохода по плодородию и местоположению, включая местный и межзональный его виды.

Размер дифференциального дохода по плодородию ($\text{ДД}_{\text{пл}}$) устанавливается как разность затрат на выращивание лесов заданного состава в худших и искомых почвенно-типологических условиях.

Дифференциальный доход по местоположению ($\text{ДД}_{\text{мп}}^M$) образуется: местный, т. е. при использовании для целей рекреации объектов, ближе расположенных к ЦСН по сравнению с далее расположенными в пределах данного географического или административного региона (объекты рекреации местного значения), а межзональный ($\text{ДД}_{\text{мп}}^{M3}$) — при использовании объектов рекреации, для которых основная часть рекреационной

нагрузки формируется за счет посетителей из других географических или административных регионов (объекты рекреации особого значения или в масштабах СНГ). Годичный размер $ДД_{мп}^{мз}$ для данного региона может быть определен по средним взвешенным издержкам посещения из других географических или административных регионов в расчете на одного посетителя данного региона.

Объектом начисления дифференциального дохода при оценке лесных земель является годичная валовая продуктивность леса. Под нею следует понимать свойственное определенному типу условий местопрорастания общее среднее годовое количество пригодных к хозяйственному использованию продуктов и полезных функций леса с одной и той же единицы лесной площади в виде потенциальной валовой продуктивности лесов, устанавливаемой на основе оптимальных лесов.

Общий годичный эффект от использования лесных земель $ЭО_{лз}$ может быть определен по формуле

$$ЭО_{лз} = ДД_{п} + ДД_{мп}^{мз} + ДД_{мп}^м,$$

где $ДД_{п}$ — сумма дифференциального дохода по плодородию, получаемого в процессе производства различных видов продукции лесовыращивания на данных лесных землях за год;

$ДД_{мп}^{мз}$, $ДД_{мп}^м$ — соответственно сумма межзонального и местного дохода по местоположению по всем видам лесных ресурсов, используемым на данных землях за год.

Абсолютная экономическая оценка ЛЗРН дается методом капитализации ежегодного суммарного дифференциального дохода через процентную ставку, принятую для долгосрочных ссуд (2 %).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Андукевич О. Н. Методика экономической оценки рекреационной функции леса // Лесн. хоз-во.— 1978.— № 5.— С. 13—16. [2]. Андукевич О. Н. Затратно-компенсационный метод экономической оценки полезных функций леса: Методич. рекомендации ЛитНИИЛХа.— Каунас: ЛитНИИЛХ, 1980.— 10 с. [3]. Репшас Э. А. Методика оценки рекреативности лесов.— Каунас—Гирьонис: ЛитНИИЛХ, 1980.— 5 с.

Поступила 20 июля 1992 г.

УДК 630*792 : 65.012.2 : 330.115

ФОРМИРОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ЛЕСОПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ АССОЦИАЦИИ НА ОСНОВЕ СОГЛАСОВАНИЯ ИХ ИНТЕРЕСОВ

П. Н. КОРОБОВ, А. Б. ЛОВКОВ

Санкт-Петербургская лесотехническая академия

До последнего времени основным звеном в организации работы лесной промышленности были территориальные производственные объединения. Предприятия, входившие в их состав, хотя и работали с известной долей самостоятельности, однако решение большинства планово-управленческих вопросов брало на себя руководство объединения. Производственная программа каждого предприятия формировалась на основе плановых заданий таким образом, чтобы получить максималь-

ный экономический эффект по объединению в целом. Для этих условий П. Н. Коробовым разработана методика оптимального планирования производственной программы лесозаготовительным предприятиям объединения [2, 3]. Практическое использование этой методики позволяло поднять прибыль на 30...33 %.

В настоящее время в лесной промышленности часть объединений реорганизована в ассоциации. Основным звеном становится предприятие. Ассоциациям остается ограниченный круг координирующих функций. В этих условиях определение производственных программ должно исходить из экономических интересов каждого предприятия. Следовательно, оптимальные производственные программы предприятий, входящих в ассоциацию, должны быть сформированы на основе такого распределения заказов, имеющихся у ассоциации, которое обеспечивало бы максимальную эффективность деятельности каждого предприятия.

С этой целью, не меняя существа постановки проблемы и принципиальной методики ее решения, внесем некоторые частные коррективы в экономико-математическую модель и последовательность расчетов.

В соответствии с методикой [2, 3] проблема решалась на максимум суммарной прибыли по объединению в целом:

$$F(x)^* = \sum_{j, k, i, p}^{n, \xi, m, p} s_{jklp} x_{jklp} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где s — расчетная прибыль от реализации лесоматериалов (продукции);

x — объем заготовки различных сортиментов лесоматериалов (и производства продукции разных видов);

j — индекс сортимента (и вида продукции), $j = \overline{1, n}$;

k — индекс породно-размерно-качественной группы лесосырьевых ресурсов, $k = \overline{1, \xi}$;

i — индекс сырьевой базы, $i = \overline{1, m}$;

p — индекс пункта примыкания, $p = \overline{1, p}$.

При определении системы ограничений учитывались основные условия и факторы, влияющие на формирование производственных программ: объемы и качественный состав лесосырьевых ресурсов, отводимых в рубку на планируемый период по сырьевым базам, с учетом примыкания; состав и мощности деревоперерабатывающих производств на нижних складах предприятий; госзаказ и другие обязательства объединения по поставкам круглых лесоматериалов и продукции из древесины и др. [2, 3].

Естественно, что для отдельного предприятия оптимальной может считаться программа выпуска продукции, обеспечивающая ему максимум прибыли от реализации. Однако этого нельзя достичь для всей совокупности предприятий, входящих в состав ассоциации. Поэтому каждое предприятие должно как бы поступиться частью своего эффекта ради максимального суммарного эффекта по ассоциации. При этом каждое предприятие должно находиться в равных условиях по отношению к остальным.

Оптимальная производственная программа предприятиям ассоциации определяется многократным повтором решения задачи. На первом этапе устанавливается программа выпуска продукции при условии обеспечения максимума прибыли предприятию A (интересы осталь-

* Здесь приведена в сокращенной форме.

ных подчинены этому условию); на втором этапе — предприятию *B*; на третьем — *C* и т. д.

На последнем этапе решений определяются программы выпуска продукции с использованием дополнительного показателя критерия оптимальности, характеризующего минимальное суммарное отклонение экономического эффекта (прибыли) от максимального значения:

$$G(t_i) = \sum_{i=1}^m \left(\alpha_i \frac{\bar{z}_i - F_i(x_i)}{\bar{z}_i} \right) \rightarrow \min, \quad (2)$$

где α_i — весовой коэффициент, $\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1$;

$$\bar{z}_i = \max F_i(x_i);$$

$$F_i(x_i) = \sum_{j,k,p}^{n, \xi, \rho} s_{jkp} x_{jkp}, \quad i = \overline{1, m}.$$

Математическое обоснование применения этого критерия для задач линейного программирования выполнено учеными ЦЭМИ [1].

Использование этого подхода для формирования оптимальной производственной программы лесопромышленных предприятий ассоциации позволит в наибольшей степени согласовать интересы всех входящих в нее предприятий. Выполнение таких программ даст возможность в наибольшей степени приблизиться к тому максимуму расчетной прибыли, который могло бы получить каждое предприятие, если бы остальные действовали и в его интересах. Кроме того, отпадает необходимость в перераспределении полученной прибыли, что было дополнительной проблемой при оптимизации планирования.

Изложенный подход проиллюстрируем на условном примере. Предположим, что три лесопромышленных предприятия *A*, *B* и *C* объединены в ассоциацию. За год предполагается заготовить соответственно 870, 830 и 820 тыс. м³ древесины. Ассоциация имеет договоры на поставку 110 и 100 тыс. м³ хвойного и лиственного пиловочника, 180 и 80 тыс. м³ хвойных и лиственных балансов, 90 и 150 тыс. м³ хвойного и лиственного стройлеса, 40 и 230 тыс. м³ технологических и топливных дров, 210 м³ хвойных пиломатериалов. На предприятии *A* имеется один лесопильный цех, на предприятии *B* — два. Минимальная типовая мощность цеха — 120 тыс. м³ (по распиловке сырья). В соответствии с договорными обязательствами ассоциация в течение года должна поставить различным потребителям 210 тыс. м³ хвойных пиломатериалов.

Требуется определить программы выпуска круглых лесоматериалов и пиломатериалов предприятиями ассоциации для выполнения договорных обязательств и производства по «открытому» плану, обеспечивающих максимальную суммарную прибыль ассоциации, при условиях наибольшего согласования экономических интересов отдельных предприятий и использования их производственных возможностей (наличие производственных мощностей, количественная и породно-размерно-качественная характеристика лесфонда, отведенного в рубку на планируемый год, и др.). Параллельно проанализируем возможности расширения лесопильного производства.

Для целей последующего сравнительного анализа рассчитаем оптимальную производственную программу предприятий данного объединения по известной методике [2, 3] и критерию (1). Результаты расчетов представлены в табл. 1 и 2. Для ассоциации в целом, без согласования экономических интересов отдельных предприятий, суммарная расчетная прибыль равна 46 397 тыс. р., в том числе у предприятия *A* — 15 317, *B* — 18 287, *C* — 12 793 тыс. р. Выявлены существенные допол-

нительные возможности на поставку хвойных балансов и стройлеса; объем производства пиломатериалов может составить 357 тыс. м³ при условии создания еще по одному цеху на предприятиях А и В.

Далее решим эту же задачу, но уже отдельно на максимум суммарной расчетной прибыли каждого предприятия. Производственные программы, построенные в интересах предприятий А, В и С, представлены в табл. 1.

Таблица 1

Лесопродукция	Возможный объем производства, тыс. м ³			
	всего	в том числе на предприятии		
		А	В	С
Ассоциация в целом без согласования интересов				
Пилоочник:				
хвойный	110	—	—	110
лиственный	490	200	90	200
Балансы:				
хвойные	500	190	140	170
лиственные	80	—	80	—
Стройлес:				
хвойный	150	—	40	110
лиственный	320	150	20	150
Дрова:				
технологические	40	—	40	—
топливные	230	90	60	80
Пиломатериалы хвойные	357	142,6	214,4	—
Объем лесопиления (по сырью)	600	240	360	—
Предприятие А				
Пилоочник:				
хвойный	390	—	280	110
лиственный	300	200	100	—
Балансы:				
хвойные	290	190	—	100
лиственные	440	—	90	350
Стройлес:				
хвойный	90	—	—	90
лиственный	150	150	—	—
Дрова:				
технологические	150	—	60	90
топливные	230	90	60	80
Пиломатериалы хвойные	284,2	142,6	141,6	—
Объем лесопиления (по сырью)	480	240	240	—
Предприятие В				
Пилоочник:				
хвойный	340	230	—	110
лиственный	100	—	90	10
Балансы:				
хвойные	280	—	180	100
лиственные	540	200	—	340
Стройлес:				
хвойный	130	—	40	90
лиственный	250	150	100	—
Дрова:				
технологические	170	80	—	90
топливные	230	90	60	80
Пиломатериалы хвойные	285,2	70,8	214,4	—
Объем лесопиления (по сырью)	480	120	360	—

Продолжение табл. 1

Лесопродукция	Возможный объем производства, тыс. м ³			
	всего	в том числе на предприятии		
		А	В	С

Предприятие С

Пиловочник:				
хвойный	490	230	160	100
лиственный	300	—	100	200
Балансы:				
хвойные	180	—	—	180
лиственные	290	200	90	—
Стройлес:				
хвойный	110	—	—	110
лиственный	300	150	—	150
Дрова:				
технологические	140	80	60	—
топливные	230	90	60	80
Пиломатериалы хвойные	283,6	70,8	212,8	—
Объем лесопиления (по сырью)	480	120	360	—

Ассоциация в целом с учетом согласования интересов

Пиловочник:				
хвойный	110	—	—	110
лиственный	490	200	90	290
Балансы:				
хвойные	500	179,2	162,4	158,4
лиственные	80	80	—	—
Стройлес:				
хвойный	150	—	40	110
лиственный	320	70	100	150
Дрова:				
технологические	40	10,8	17,6	11,6
топливные	230	90	60	80
Пиломатериалы хвойные	357	142,6	214,4	—
Объем лесопиления (по сырью)	600	240	360	—

Проведем некоторый предварительный анализ данных. Максимум расчетной прибыли, которую могло бы получить предприятие А при условии формирования производственных программ всех предприятий ассоциации в его интересах, составляет около 15 317 тыс. р. (табл. 2). Следовательно, несмотря на определенные различия в программах, предприятие А получит одинаковую прибыль независимо от того, как будет построена работа ассоциации: на основе интересов всей совокупности или только предприятия А.

Если же производственную программу ассоциации сформировать в интересах предприятия В, то станет возможным получить максимум расчетной прибыли на предприятии В в размере 18 779 тыс. р. (табл. 2). Как видим, уровень прибыли, соответствующий программе, рассчитанной первоначально (см. табл. 1), отличается на 492 тыс. р. Следовательно, предприятию В выгодно развивать лесопиление на собственных нижних складах, отказавшись от поставок пиловочного сырья на сторону. При этом ассоциация должна существенно увеличить заготовку хвойного пиловочника и лиственных балансов, сократив до возможного минимума выпуск лиственного пиловочника и несколько уменьшив производство других сортиментов.

Решая задачу для предприятия С, получим максимум расчетной прибыли 12 798 тыс. р. (табл. 2), что на 5 тыс. р. меньше уровня, соответствующего первой производственной программе.

Таблица 2

Оптимизируемый объект	Расчетная прибыль, тыс. р.			
	всего по ассоциации	в том числе по предприятиям		
		А	В	С
Предприятие				
А	38 948	15 317	14 901	8 730
В	37 876	10 367	18 779	8 730
С	39 894	10 367	16 729	12 798
Ассоциация в целом:				
без согласования интересов	46 397	15 317	18 287	12 793
с согласованием интересов	46 397	15 155	18 580	12 662

Таким образом, формируя производственные программы на основе максимума суммарной расчетной прибыли всей ассоциации (1), оказались достаточно выгодными условия для деятельности предприятий А и С и невыгодными для предприятия В, которое недополучит почти 0,5 млн. р.

Далее решим задачу с использованием дополнительного критерия оптимальности (2). Исходя из предыдущих расчетов, имеем $\bar{z}_1 = 15\,317$, $\bar{z}_2 = 18\,779$, $\bar{z}_3 = 12\,798$ тыс. р.; весовые коэффициенты примем $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha_3 = 1/3$.

Производственная программа предприятий (соответствующая заключительному этапу решения задачи), обеспечивающая максимум прибыли ассоциации, с учетом согласования экономических интересов отдельных предприятий, также представлена в табл. 1.

Анализ полученных результатов показывает, что программы в целом по ассоциации совпали. Различие состоит в перераспределении объемов выпуска отдельных сортиментов и, как следствие, прибыли между предприятиями. При общем максимуме суммарной прибыли по ассоциации прибыль по предприятию А на 162 тыс. р. меньше возможного локального максимума, по предприятию В — на 199, по предприятию С — на 136 тыс. р. Таким образом, все предприятия находятся в примерно равных условиях, и ассоциация сохраняет максимально возможный уровень прибыли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Дубсон М. С., Синельников С. Г., Черняк В. И. Имитационное моделирование систем хозяйственного механизма управления предприятием (на основе диалоговой системы многокритериальной оптимизации) // Исследование эффективности хозяйственных мероприятий и механизмов стимулирования методами имитационного моделирования.— М.: АН СССР, ЦЭМИ, 1987. [2]. Коробов П. Н. Оптимизация комплексной производственной программы ЛПХ промышленного объединения // Лесн. журн.— 1983.— № 4.— С. 107—112.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Коробов П. Н. Некоторые вопросы теории и практики оптимального планирования производственной программы // Проблемы повышения эффективности производства в лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности: Сб. науч. тр.— М.: ВНИПИЭИлеспрот, 1983.

Поступила 1 июня 1992 г.

УДК 630*265 : 628.3.003

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТОКООЧИЩАЮЩИХ ФУНКЦИЙ ЗАЩИТНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ПО БЕРЕГАМ ВОДОЕМОВ И РЕК КУБЫ

В. А. МЕЛЬЧАНОВ, Х. Э. ЭРРЕРО

ВНИИЛМ
Институт леса Кубы

В связи с урбанизацией и ростом населения, интенсивным развитием промышленности и интенсификацией сельского хозяйства в последнее десятилетие наблюдаются случаи негативного воздействия человека на природу. В частности, загрязняются поверхностные и грунтовые воды, заиливаются водохранилища, истощаются природные ресурсы, почвы, леса.

На Кубе отрицательное влияние на развитие природной среды оказало чрезмерное расширение площадей под плантации сахарного тростника на равнинах и интенсивная вырубка лесов в горах.

Согласно первой инвентаризации, проведенной в 1812 г., леса занимали 9938 тыс. га, или 89,6 % территории страны. В 1900 г. площадь лесов уменьшилась до 5958 тыс. га, лесистость до 50 % [5]. На 1 января 1959 г. площадь лесов составляла 1,5 млн га, а лесистость страны всего 12 %. Следствием такой практики ведения хозяйства явилось уничтожение самых хороших почв и загрязнение вод поверхностного стока.

Увеличение производства сельскохозяйственной продукции неразрывно связано с ежегодно увеличивающимся применением минеральных удобрений. В 1985 г. на поля Кубы было внесено минеральных удобрений из расчета 175 кг д. в. на 1 га. Наряду с положительным экономическим эффектом, широкое применение удобрений сопровождается загрязнением вод биогенными веществами (азот, фосфор, калий). Проведенные в СССР исследования показали, что 25 % азотных, 33 % калийных и 4 % фосфорных удобрений вымываются с сельскохозяйственных полей и поступают в водные источники [6, 8].

При попадании биогенных веществ в реки, озера и водохранилища происходит перенасыщение воды минеральными элементами питания, что стимулирует бурное размножение водорослей. Последние при отмирании падают на дно водоемов, перегнивают, в результате в воде снижается содержание кислорода, необходимого для жизнедеятельности водной фауны. При разложении водорослей выделяется сероводород, придающий воде неприятный запах, а также токсические вещества, представляющие опасность для жизни человека и животных.

Избыточное поступление биогенных веществ в водохранилища Кубы сопровождается интенсивным развитием зарослей водяного гиацинта, способного при благоприятных условиях в течение 10 мес «обжить» площадь водоема более 4 тыс. м² [2].

Основным поставщиком биогенных веществ и твердого стока является сток с сельскохозяйственных угодий [9, 10], который, наряду с развитием водной растительности (гиацинта), вызывает резкое падение полезных объемов воды и быстрое заиливание водохранилищ.

Качественное изменение водных ресурсов — одна из главных причин ухудшения природной среды. Исследования последних лет показали, что в качестве биологического фильтра для очистки загрязненных стоковых вод можно использовать лесные насаждения [1]. С 1987 г. лесоводы Кубы приступили к посадке лесных полос вдоль рек и водохранилищ. Защитные насаждения ежегодно создаются на площади 3...4 тыс. га, однако экономическая оценка их средозащитных функций не проводилась.

В основу экономической оценки нами положены требования «Временной методики АН СССР определения экономической эффективности затрат в мероприятия по охране окружающей среды» [4] и данные экспериментальных работ на Кубе, проведенных в период с 1975 г. по 1990 г.

Суммарный экономический эффект защитных насаждений складывается из следующих компонентов: ежегодный стокоочищающий эффект; предотвращение процессов абразии и заиливания водохранилищ; сохранение лимнофильной фауны и планктонов; противозерозионный и защитный эффект; прибыль от реализации древесины промежуточного пользования и дополнительного прироста стоимости выращенной древесины за счет питательных элементов, ассимилированных из удобрений.

Защитные полосы по берегам рек и водоемов занимают определенную площадь сельскохозяйственных угодий, отчуждение которых должно оцениваться количеством теряемой продукции. Из расчетного экономического эффекта следует вычесть также затраты на создание культур и уход за ними до смыкания крон и начала функционирования полос.

Суммарный экономический эффект от эксплуатации берегозащитных лесных полос \mathcal{E}_0 , песо/га, нами рассчитан по формуле [3]

$$\mathcal{E}_0 = \frac{O_c z}{P_n} + D_n + \mathcal{E}_a + \mathcal{E}_{л.ф} + P_э - (P_{с.х} + \mathcal{Z}_{л.к}),$$

- где O_c — объем загрязненного стока, поступающего к лесополосе и очищенного ею, м³;
 z — стоимость очистки 1 м³ воды, загрязненной аналогично промышленным стокам, песо;
 P_n — площадь лесной полосы, участвующей в очистке загрязненного стока, га;
 D_n — прибыль от реализации древесины промежуточного пользования и дополнительного прироста, полученного за счет питательных элементов, ассимилированных из удобрений, песо/га;
 \mathcal{E}_a — экономия затрат на очистку водоемов от заиливания, песо/га;
 $\mathcal{E}_{л.ф}$ — предотвращенный ущерб от гибели или сокращения численности лимнофильной фауны и планктона, песо/га;
 $P_э$ — противозерозионный и защитный эффект, песо/га;
 $P_{с.х}$ — потери сельского хозяйства от отчуждения 1 га сельхозугодий (пастбищ), песо;
 $\mathcal{Z}_{л.к}$ — затраты на создание и уход за лесными культурами, песо/га.

Наши исследования показали, что средняя длина склонов, прилегающих к рекам первого порядка (впадающим в океан), протекающим в горной и предгорной местностях Кубы, составляет: по левому берегу 78 м, правому 100 м, для водохранилищ соответственно 126 и 100 м. Эти данные позволяют длину склона, прилегающего к реке или водохранилищу, принять равной 100 м.

Norma Sibana [12] устанавливает ширину лесной полосы на реках не менее 20 м, на водохранилищах 30 м, для расчета принимаем в среднем 25 м. Следовательно, лесная полоса площадью 1 га будет очищать поверхностные воды с площади 3 га. Нами определено, что коэффициент стока с пастбищ составляет 0,26, в лиственном лесу 0,05, т. е. в 5,2 раза ниже. Количество осадков в горной и предгорной частях Кубы равно 1600 мм, следовательно, лесная полоса осуществит очистку $(1600 \cdot 0,26) \cdot 3 = 1248$ мм, или $12\,480$ м³ воды.

Стоимость очистки 1 м³ воды на Кубе нами принята 4,75 сентаво, что составляет 50 % от себестоимости воды для населения Гаваны (газета *Trabajadores*, 1990). Тогда стокоочищающая функция лесной полосы определится в $0,0475 \cdot 12\,480 = 592,8$ песо.

Сведения о затратах на очистку воды весьма разноречивы. Так, в СССР, по данным ВНИИводгео, себестоимость промышленной очистки 1 м³ сточной воды методом осветления составляет 4,2 к., а по данным Щелковского межрайонного производственного управления станции аэрации Мосводоканал — 2,96 к. В работе И. В. Туркевича [11] затраты на очистку 1 м³ воды приняты равными 10 к.

Экономия расходов на очистку водоемов от заиливания нами принята в размере 3,2 р. на 1 га в год (по данным Союзгипролесхоза), что при учете курса песо по отношению к рублю 0,9 составит 3,55 песо.

Прибыль от реализации древесины промежуточного пользования и дополнительного прироста за счет ассимиляции питательных элементов удобрений за 80-летний период ротации составила 1092,75 р. [3]. На Кубе возраст рубки для лиственных лесов принят 25 лет, следовательно, прибыль от реализации древесины составляет $1092,75 : 25 = 43,71$ р. в год, или 48,52 песо.

Защитные полосы по берегам рек и водохранилищ в зоне своего влияния на площади 3 га вдвое увеличивают урожайность трав [7]. На Кубе с 1 га пастбищ ежегодно получают продукции на 750,3 песо. Следовательно, защитный эффект 1 га лесной полосы равен $750,3 \times 3 = 2250,9$ песо в год.

По данным Министерства сельского хозяйства Кубы, экономическая эффективность сельскохозяйственных культур составляет: томаты — 316, перец — 880, лук — 1384, зеленый салат — 69, капуста — 302 и морковь — 198, эффективность животноводства 750,3 песо на 1 га в год. С учетом сказанного потери сельского хозяйства от отчуждения земель под лесные полосы в среднем составят около 500 песо в год.

В условиях Кубы лесные культуры ценных лиственных пород на плодородных почвах прибрежных террас дают ежегодный прирост де-

Расчет суммарного ежегодного экономического эффекта на 1 га стокоочищающих лесных насаждений

Показатели	Расчетный эффект, песо
Стокоочищающий эффект	592,8
Экономия затрат на очистку водоема от заиливания	3,6
Ежегодная прибыль от реализации лесопроодукции	48,5
Противозерозный и защитный эффект	2250,9
Стоимость выращиваемой древесины	211,2
Потери сельского хозяйства в связи с отчуждением земель под лесные полосы	—500,0
Затраты на создание и уход за лесополосой (затраты 710 песо, срок работы полосы 25 лет)	—28,4
Ежегодный экономический эффект	2578,6

ловой древесины с 1 га 5,6 м³, что в денежном выражении составляет $30 \times 5,6 = 168$ песо, а также дрова на сумму 43,2 песо, итого 211,2 песо.

Наши расчеты показали (см. таблицу), что создание защитных лесных полос вдоль рек и водохранилищ приносит высокий экономический эффект, основной срок окупаемости затрат — 1 год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. 1326563 СССР, МКИ⁴ С 02 F 3/32. Способ биологической очистки стоковых вод с сельскохозяйственных полей / В. А. Мельчанов (СССР).— № 3879835/30-26; Заявлено 01.04.85; Опубл. 30.07.87 // Открытия. Изобретения.— 1987.— № 28.— С. 75. [2]. Артамонов В. И. Растения и чистота природной среды.— М.: Наука, 1986.— 174 с. [3]. Бобруйко Б. И., Мельчанов В. А. Экономическая оценка стокоочищающих свойств защитных насаждений по берегам рек и водоемов // Лесн. журн.— 1987.— № 2.— С. 96—101.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Временная методика АН СССР определения экономической эффективности затрат в мероприятия по охране окружающей среды // Экономич. газета.— 1980.— № 3.— С. 13—14. [5]. Долгополов В. И., Мясников И. Служебная информация / ЦБНТИ, Гослесхоз.— 1974.— № 5. [6]. Источники поступления и масштабы возможного выноса биогенных элементов в водные объекты / Л. М. Бондаренко, М. С. Иванов, Ю. Д. Коваль, Н. Д. Пихтачи // Формирование и контроль качества поверхностных вод.— Киев: Наукова думка, 1976.— № 3.— С. 88—95. [7]. Касьянов Ф. М. Защитное лесоразведение на пастбищных землях.— М.: Лесн. пром-сть, 1972.— 79 с. [8]. Мельчанов В. А. Роль леса в охране водоемов от загрязнения // Экспресс-информация / Гослесхоз СССР, ЦБНТИ.— 1983.— Вып. 3.— С. 29. [9]. Никитин А. П., Спирина А. Г. Влияние лесных насаждений на химический состав стоковой воды // Лесохозяйств. информация: Реф. вып.— 1978.— № 16.— С. 10—11. [10]. Николаенко В. Т. Лес и защита водоемов от загрязнения.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 284 с. [11]. Туркевич И. В. Кадастровая оценка лесов.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 167 с. [12]. Norma Cubana, 93—01—206. Система стандартной защиты окружающей среды. Гидросфера. Полезащитные лесные полосы в защитных зонах водохранилищ и речных русел.— Куба (ИСП), 1988.

Поступила 24 апреля 1992 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*525

ТОВАРНАЯ СТРУКТУРА
СОСНОВО-БЕРЕЗОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ

В. А. РЯХИН

Петрозаводский государственный университет

Для решения ряда важных вопросов лесного хозяйства необходимо знать не только общий запас насаждений и его изменение с возрастом, но и структуру запаса, т. е. соотношение между деловой и дровяной древесиной, отдельными категориями деловой древесины по крупности и выходом целевых сортиментов. Именно товарная структура рассматривается в качестве ведущего фактора при определении оптимального состава насаждений [1].

В качестве объекта исследования выбраны естественные сосново-березовые насаждения Нижегородской области, занимающие около 41 % покрытой лесом площади. Тип леса — сосняк брусничный I—II классов бонитета. Возраст насаждений 18...93 лет, полнота 0,6...0,8. Всего заложено 70 пробных площадей, на которых обмерено 931 модельное дерево сосны и 52 — березы, взятых по способу пропорционально-ступенчатого представительства. При разбивке моделей на сортименты учитывали требования соответствующих ГОСТ.

Из анализа литературных источников можно заключить, что в настоящее время и на перспективу предполагается спрос главным образом на пиловочник и балансы хвойных пород. В районах Среднего Поволжья крупная и средняя древесина в общем объеме потребления за 1950—1975 гг. составляла около 94 %, причем основная масса приходилась на пиловочник [3]. Поэтому данный сортимент был выбран нами в качестве ведущего.

При решении вопроса о выходе отдельных сортиментов и категорий древесины применяли метод множественной регрессии, позволяющий выявить влияние ряда таксационных показателей. Выход отдельных категорий древесины в пределах пробных площадей выражали в относительных величинах.

При исследовании товарной структуры сосново-березовых насаждений выход сортиментов устанавливали в зависимости от доли сосны в составе S , возраста A , средних диаметров D и высот H древостоев сосны и березы.

В сосновой части выход крупной деловой древесины y существенно зависит от среднего диаметра древостоев:

$$\ln y = 4,920 \lg D - 13,129; \quad r = 0,952, \quad \epsilon_3 = 7,5\%,$$

где r — коэффициент корреляции;

ϵ_3 — остаточное среднее квадратичное отклонение.

Выход средней деловой древесины определяется уравнением

$$\ln y = 1,928 \ln H + 1,030 \ln S - 4,408; \quad R = 0,815, \quad \epsilon_3 = 12,0\%,$$

где R — коэффициент множественной регрессии.

На выход тонкомерных сортиментов влияют возраст, средние диаметры и высоты, состав древостоя:

$$\ln y = -0,940 \ln A - 2,844 \ln D + 0,453 \ln S + 2,755 \ln H + 6,173;$$

$$R = 0,975, \quad \epsilon_3 = 6,4\%.$$

В березовой части смешанных насаждений выход крупной деловой древесины определяется в основном средним диаметром:

$$\ln y = 3,631 \ln D - 9,219; \quad r = 0,787.$$

Выход средней древесины существенно зависит от возраста и средней высоты древостоев березы:

$$\ln y = -1,261 \ln A + 6,766 \ln H - 11,986; \quad R = 0,927.$$

На выход тонкомерных сортиментов влияют средние диаметры и высоты древостоев:

$$\ln y = -5,965 \ln D + 5,047 \ln H + 4,371; \quad R = 0,873.$$

Подставляя в приведенные уравнения соответствующие значения параметров, получаем соотношение отдельных категорий древесины сосны и березы по крупности в насаждениях разного состава (табл. 1).

Наибольший выход крупной древесины сосны отмечен в древостоях второй группы состава. Это связано с большими их средними высотами и диаметрами. Выход крупной деловой древесины березы возрастает с увеличением ее примеси в составе.

Большой интерес представляет качественная структура сосновых древостоев. Выход пиловочных бревен I сорта характеризуется следующим уравнением множественной регрессии:

$$\ln y = 2,572 \ln A - 1,19 \ln S - 5,61; \quad R = 0,746, \quad \epsilon_3 = 12,7\%.$$

Существенное влияние состава насаждений на выход сортиментов I сорта связано с тем, что в сосновых древостоях он регламентируется в

Таблица 1

Группа древостоев	Состав	Категория крупности древесины	Выход сортиментов, % от деловой, по 10-летним (числитель — сосна, знаменатель — береза)					
			30	40	50	60	70	80
1	10С—9С1Б	Крупная	—	—	<u>2,1</u>	<u>7,3</u>	<u>14,5</u>	<u>23,6</u>
			—	—	—	—	11,1	22,2
		Средняя	<u>1,1</u>	<u>20,7</u>	<u>43,9</u>	<u>58,3</u>	<u>65,1</u>	<u>65,7</u>
			—	16,7	37,5	55,6	66,7	66,7
		Мелкая	<u>98,9</u>	<u>79,3</u>	<u>54,0</u>	<u>34,4</u>	<u>20,4</u>	<u>10,7</u>
			100	83,3	62,5	44,4	22,2	11,1
2	8С2Б— 7С3Б	Крупная	—	—	<u>4,0</u>	<u>10,8</u>	<u>20,7</u>	<u>32,4</u>
			—	—	3,7	6,7	12,5	21,2
		Средняя	<u>13,6</u>	<u>32,6</u>	<u>45,6</u>	<u>52,0</u>	<u>53,7</u>	<u>52,0</u>
			7,1	19,0	37,0	50,0	59,4	63,6
		Мелкая	<u>86,4</u>	<u>67,4</u>	<u>50,4</u>	<u>37,2</u>	<u>25,6</u>	<u>15,6</u>
			92,9	81,0	59,3	43,3	28,1	15,2
3	6С4Б— 5С5Б	Крупная	—	—	—	<u>3,0</u>	<u>17,4</u>	<u>37,3</u>
			—	—	4,9	8,0	18,2	31,6
		Средняя	<u>5,4</u>	<u>20,0</u>	<u>34,1</u>	<u>47,0</u>	<u>51,3</u>	<u>51,6</u>
			5,3	29,0	48,8	62,0	65,4	64,9
		Мелкая	<u>94,6</u>	<u>80,0</u>	<u>65,9</u>	<u>50,0</u>	<u>31,3</u>	<u>11,1</u>
			94,7	71,0	46,3	30,0	16,4	3,5

основном наличии сучков. Бессучковая зона стволов сосны возрастает при увеличении примеси березы.

Выход пиловочных бревен II сорта существенно зависит от возраста, средних диаметров и высот древостоев сосны:

$$\ln y = -1,959 \ln A + 1,257 \ln D + 2,153 \ln H + 1,010;$$

$$R = 0,730, \quad \varepsilon_3 = 13,4\%,$$

III сорта — от средних высот, диаметров и состава насаждений:

$$\ln y = 3,056 \ln D + 1,382 \ln S - 2,372 \ln H - 2,644;$$

$$R = 0,899, \quad \varepsilon_3 = 10,1\%.$$

Соотношение выхода пиловочных бревен по сортам приведено в табл. 2.

Таблица 2

Группа древостоя	Сорт	Выход сортиментов, % от общего выхода пиловочника, по 10-летиям				
		40	50	60	70	80
1	I	—	12,6	21,3	26,6	31,1
	II	42,4	56,0	53,1	49,4	44,7
	III	57,6	31,4	25,6	24,0	24,2
2	I	41,2	37,4	37,5	38,8	41,5
	II	42,4	44,7	43,5	40,8	36,8
	III	16,4	17,9	19,0	20,4	21,7
3	I	—	8,0	16,2	21,4	25,3
	II	92,3	79,5	71,0	64,4	59,4
	III	7,7	12,5	12,8	14,2	15,3

Как видим, качество древесины выше в древостоях сосны второй группы, где примесь березы составляет 20...30%. Здесь выход пиловочных бревен I сорта на 7...15% больше, чем в насаждениях первой и третьей групп.

Зная проценты выхода отдельных категорий древесины в древостоях сосны и березы по 10-летиям в насаждениях трех групп состава и общие запасы указанных древостоев, можно перейти к определению выхода сортиментов в абсолютных величинах. Товарная структура исследуемых древостоев представлена в табл. 3.

Приведенные данные показывают, что в модальных древостоях запас падает с увеличением примеси березы в составе. Если выход древесины, приходящейся в среднем на единицу сосны в составе выразить в кубометрах, то получим следующую картину. Выход крупномерных сортиментов в насаждениях состава 8С2Б—7С3Б на 18...36% больше, чем при участии березы до 10 и до 40...50%. Выращивание таких сортиментов связано с перспективами их дальнейшего использования.

По отношению к насаждениям состава 10С—9С1Б общий выход деловой древесины сосны в 40 лет составляет 81% в древостоях второй группы и 68% — в третьей, увеличиваясь к 80 годам соответственно до 89 и 85%. Таким образом, большая примесь березы в составе смешанных насаждений нежелательна.

Суммарный объем деловой древесины сокращается по мере увеличения примеси березы в составе, поскольку выход деловой древесины из сосновых стволов на 25...45% выше, чем из березовых (с возрастом разница возрастает).

Таблица 3

Возраст, лет	Порода	Выход древесины, м ³ на 1 га						Стоимость 1 м ³ , р.
		крупномерной	среднетолщинной	тонкомерной	итого деловой	древяной	итого товарной	
10С — 9С1Б								
40	С	—	30	115	145	6	151	39,57
	Б	—	1	5	6	5	11	11,24
60	Итого	—	31	120	151	11	162	37,64
	С	16	127	75	218	6	224	52,12
	Б	—	5	4	9	9	18	11,61
80	Итого	16	132	79	227	15	242	49,11
	С	57	159	26	242	4	246	60,80
	Б	2	6	1	9	9	18	13,81
	Итого	59	165	27	251	13	264	57,60
8С2Б — 7С3Б								
40	С	—	31	64	95	6	101	41,41
	Б	—	4	17	21	12	33	12,79
60	Итого	—	35	81	116	18	134	34,36
	С	16	77	55	148	5	153	51,84
	Б	2	15	13	30	22	52	13,48
80	Итого	18	92	68	178	27	205	42,11
	С	56	90	27	173	3	176	61,24
	Б	7	21	5	33	26	59	14,96
	Итого	63	111	32	206	29	235	49,62
6С4Б — 5С5Б								
40	С	—	12	48	60	3	63	39,13
	Б	—	9	22	31	15	46	13,77
60	Итого	—	21	70	91	18	109	28,43
	С	3	47	50	100	4	104	47,40
	Б	4	31	15	50	31	81	14,80
80	Итого	7	78	65	150	35	185	33,13
	С	47	65	14	126	5	131	61,87
	Б	18	37	2	57	38	95	16,96
	Итого	65	102	16	183	43	226	42,99

Оценка древесного запаса сосново-березовых насаждений произведена по лесным таксам. Леса Нижегородской области относятся к III лесотаксовому поясу, удаленность от пунктов отгрузки взята до 25 км. При расчетах использован Прейскурант № 07-01-01 [2]. Средняя стоимость обезличенного кубометра товарной древесины приведена в табл. 3. Она уменьшается при возрастании примеси березы, составляя в 80-летних древостоях второй группы 86 %, третьей — 75 % по отношению к древостоям состава 10С—9С1Б.

Выводы

1. Наибольшее количество крупномерной древесины и более высокого качества дают насаждения с долей участия березы до 20...30 %.

2. Качественная характеристика древесины березы улучшается при возрастании ее доли в смешанных насаждениях: до 50 % в насаждениях первой группы, 54 % — второй и 57 % — третьей.

3. В связи с тем, что насаждения первой группы состава более продуктивны и дают наибольший выход деловой древесины к возрасту главной рубки, доля березы в процессе рубок ухода за лесом должна постоянно снижаться и достигать 5... 10 %. Это позволит получить дополнительный прирост древесины сосны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1]. Лосицкий К. Б., Чуенков В. С. Эталонные леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 160 с. [2]. Прейскурант № 07-01-01. Таксы на древесину, отпускаемую на корню: Утв. Комцен РСФСР 21.11.91; Ввод. в действие 01.01.92.— М., 1992.— 16 с. [3]. Сухих В. И. Динамика изменения таксационных показателей и товарной структуры сосняков Среднего Поволжья и возрасты рубки в них // Современное лесоустройство и таксация леса.— М.: ВНИИЛМ, 1974.— Вып. 4.— С. 332—347.

УДК 630*56

СОСНОВЫЕ ДРЕВОСТОИ ПОНИЖЕННОЙ ПОЛНОТЫ В ЮЖНОЙ КАРЕЛИИ

В. С. ФЕДУЛОВ

Петрозаводская ЛОС ЛенНИИЛХа

При изучении продуктивности сосновых лесов Карелии исследователи уделяли особое внимание высокополнотным насаждениям [2, 3]. Основная же часть (65 %) сосняков имеет полноту 0,5... 0,7, средняя по республике полнота 0,58. Средний класс бонитета — III, 8. Средний прирост древесины равен 1,3 м³ на 1 га в год при 3,5 м³ в соседней Финляндии с таким же лесным фондом. Существующее положение вызывает серьезную озабоченность.

В числе причин понижения полноты сосновых древостоев исследователи указывают не только выборочные рубки и пожары прошлых лет, но также суровость климата и бедность почв [1, 6]. Проанализировав распределение лесопокрытой площади сосновой секции для первых трех классов возраста в лесхозах, относящихся к различным климатическим зонам республики (Шуйско-Виданский — южная, Воломский — средняя, Чупинский — северная), установили, что суровые климатические условия не являются причиной формирования низкополнотных древостоев. Так, в Чупинском лесхозе, расположенном около Полярного круга, высокополнотных насаждений больше, чем в южной части республики. В средней Карелии почти во всех анализируемых классах возраста доля древостоев повышенной полноты больше, чем в южной. Вопрос о причинах формирования древостоев пониженной полноты и путях его преодоления требует комплексного изучения. От его решения в значительной мере зависит решение проблемы повышения продуктивности лесов.

В процессе обследования низкополнотных насаждений южной Карелии было заложено 18 постоянных и 30 временных пробных площадей. Эти насаждения сформировались на участках: рубок главного пользования с некачественным сохранением подроста, заготовки пневого осмола, в молодняках естественного и искусственного происхождения, пройденных беглым низовым пожаром.

Состав насаждений к 30... 40 годам сформировался, примесь березы не превышала 20 % (табл. 1). Размещение деревьев по площади очень неравномерное. Среднее число деревьев на 100 м² равно 10... 25

Таксационная характеристика
сосновых древостоев пониженной полноты

Но- мер проб- ной пло- щади	Состав Тип леса	Класс бони- тета Возраст, лет	Средние		Полнота		Запас на 1 га, м ³	Гус- тота, шт./га
			высо- та, м	диа- метр, см	абсо- лют- ная, м ³ /га	отно- ситель- ная		
13а	8С2Б + Е	II	9,9	10,3	16,8	0,66	98,7	1992
	Черничник	30						
4	9С1Б, ед. Е	III	8,5	8,8	13,6	0,57	61,0	2216
	Брусничник	35						
2а	8С2Б	IV	6,3	7,3	9,1	0,49	39,6	2185
	Брусничник	34						
5	10С, ед. Б	IV	9,4	10,8	13,4	0,51	74,6	1444
	Брусничник	37						
9	8С2Б	II	13,9	16,0	21,3	0,70	162,9	1060
	Черничник	43						
7а	8С2Б	II	16,3	18,8	20,6	0,63	164,7	764
	Черничник	49						
11	10С	IV	13,7	15,3	16,5	0,55	124,0	892
	Брусничник	64						
10	10С	IV	15,0	18,0	16,8	0,53	130,2	664
	Брусничник	74						

при коэффициенте варьирования 18...48. В младшем возрасте неравномерность размещения деревьев пересчетных размеров выражена больше, в старшем — меньше.

Распределение деревьев по ступеням толщины до 40 лет (табл. 2) отличается значительной растянутостью по сравнению с нормальным древостоем. Кривая распределения имеет положительную асимметрию. В старшем возрасте ряды становятся более сжатыми, а кривая распределения имеет положительную асимметрию и нормальный вид (табл. 3). Из-за небольшой густоты и незначительной сомкнутости пологая часть мелких деревьев вполне жизнеспособна, так как не испытывает конкуренции со стороны крупных большего возраста, занимающих лучшее положение. Последние имеют все преимущества для успешного роста, поэтому правая ветвь кривой длиннее. Левая ветвь, изображающая отставшие в росте деревья, которые являются еще и самыми молодыми, оказывается более короткой из-за отпада ослабленных деревьев в группах.

Естественный отпад по числу стволов в младшем возрасте представлен следующим образом: снеговал — 25, снеголом — 20, угнетение — 45 и рак-серянка (*Peridermium pini* f. Kleb) — 10 %, по запасу: рак-серянка — 40, снеговал и снеголом — 35, угнетение — 25 %. За последние 5...10 лет отпад составляет 2...10 м³ на 1 га, или 3...10 % от наличного запаса. Снеговал и снеголом отмечены по краю куртин или вблизи крупных деревьев, а угнетение наблюдается в центре куртин. Как правило, страдают деревья с диаметром тоньше среднего по древостою. К 50...60 годам заканчивается процесс отпада в куртинах. От рака-серянки гибнут деревья толще 12 см. В низкополнотных насаждениях относительно большой процент составляют древостои с повышеженным средним диаметром по сравнению с высокополнотными. Это связано с отпадом тонкомерной части древостоя.

Таблица 2
Распределение деревьев сосны по ступеням толщины
в древостоях младшего возраста

Но- мер проб- ной пло- щадки	Всего сосны, шт./га	В том числе по ступеням толщины, %												
		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26
13а	872	1,4	8	13	10	7	11	9	15	10	7	5	3	0,6
4	1748	12	17	15	18	12	11	5	6	3	0,5	0,4	—	—
2а	1700	—	36	28	17,6	10	3	2	2	1	0,4	—	—	—
5	1388	2	12	11	14	11	15	9	7	5	3	1	—	—

Прореживания назначаются при полноте не менее 0,7 [4]. При первом уходе за древостоями с полнотой 0,6...0,7 интенсивность рубки варьирует от 7 до 27 % по запасу, соответственно и вырубаяемая ликвидная масса от 9,8 до 38,7 м³ на 1 га, в том числе деловой древесины от 6,6 до 23,4 м³. Доля деловой древесины в ликвидной массе тем больше, чем меньше примесь лиственных пород в составе древостоя на корню и тем более в составе запаса, назначенного в рубку. Если в последнем березы 30...50 %, выход деловой древесины в ликвидной массе не превышает 40...60 % и увеличивается до 80...90 % в чистых по составу сосновых древостоях. Основная масса деловой древесины является мелкоговарной, бессортной.

При назначении в рубку в 30—40-летних древостоях удалению подлежат преимущественно тонкомерные деревья диаметром 4...8 см. Из числа деревьев толще среднего вырубается не более 10 %, имеющих существенные дефекты ствола. Общее количество вырубяемых деревьев

Таблица 3

Распределение деревьев сосны по ступеням толщины
в древостоях старшего возраста

Номер пробной площади	Всего сосны, шт./га	В том числе по ступеням толщины, %								
		4	8	12	16	20	24	28	32	36
9	785	1	7	28	35	19	10	—	—	—
7а	576	—	17	23	13	18	17	12	1	—
10	684	—	13	21	22	21	17	5	—	1
11	804	10	20	19	22	20	6	2	1	—

сосны не зависит от полноты древостоя. Интенсивность разреживания по числу стволов составляет 1...23, по запасу 1...13%. Вся деловая древесина относится к мелкотоварной, бессортной.

В средневозрастных древостоях рубки ухода также имеют низовой характер; вырубать необходимо в основном угнетенные тонкомерные деревья, отпад которых предрешен. На обследованных участках средний диаметр деревьев, назначенных в рубку, находится в пределах от 7,2 до 15,2 см, что на 3...6 см меньше среднего по древостою. Возможность разреживания за счет деревьев с диаметром больше среднего, что могло бы оказать положительное влияние на прирост оставленных на дорастивание деревьев, крайне ограничена, так как их мало и они распределены по площади неравномерно. Из числа деревьев толще среднего в рубку назначено не более 10%. Это в основном деревья, пораженные раком-серянкой. В сосняках с выраженной разновозрастностью рак-серянка наблюдается чаще, чем в одновозрастных. При полноте 0,7 в рубку назначено от 120 до 696 деревьев на 1 га, при полноте 0,6 — от 156 до 336.

Первичный уход в древостоях 50...70 лет не может существенно улучшить качество древостоя, поскольку во избежание образования прогалов приходится оставлять на дорастивание технически малоценные деревья с такими дефектами ствола, как кривизна, вилка, пасынок и др. Однако наиболее распространенным пороком, существенно снижающим сортность древесины, является повышенная сучковатость крупных деревьев с диаметром толще среднего (75...80% запаса). В древостоях пониженной полноты выход бессучковой древесины уменьшается на 25...38% по сравнению с нормально сомкнутыми.

Сравнение таксационных показателей нормальных (полнота 1,0) [3] и низкополнотных 20—80-летних насаждений показало следующие различия. Средний диаметр низкополнотных насаждений в возрасте до 80 лет выше, чем в нормальных, на 1,4...3,9 см, или на 20...12%. Это различие особенно хорошо выражено в насаждениях с полнотой до 0,6. Высота низкополнотных насаждений несколько ниже, чем нормальных. Густота насаждений с полнотой от 0,4 до 0,6 ниже в 2 раза и более и равна 0,7...1,8 тыс. деревьев на 1 га. Древостои с полнотой до 0,6 по запасу составляют 40...66% от нормальных, по общей производительности 35...60%, по абсолютной полноте 36...60%. В Финляндии, если сумма площадей сечения не превышает 60% рекомендованных величин (независимо от причин), считается экономически более выгодной немедленная рубка и создание нового высокополнотного насаждения [5].

Для насаждений с суммой площадей сечения ниже 60% от нормального древостоя необходимо принять во внимание опыт Финляндии. Преобладание в Карелии низкополнотных древостоев свидетельствует о необходимости разработки системы лесохозяйственных мероприятий, направленных на повышение их производительности и качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Валяев В. Н. Возрастная структура сосновых лесов Карелии // Лесоведение.— 1968.— № 6.— С. 24—29. [2]. Зябченко С. С. Сосновые леса Карелии и повышение их продуктивности.— Петрозаводск, 1974.— 257 с. [3]. Казимиров Н. И., Кабанов В. В. Лесотаксационные таблицы.— Петрозаводск, 1976.— 32 с. [4]. Наствления по рубкам ухода в лесах Карельской АССР.— Петрозаводск, 1982.— 48 с. [5]. Нефедьев В. В. Эффективность и модели рубок ухода за лесом в Финляндии.— М.: ЦЕНТИлесхоз. Сер. Лесное хозяйство за рубежом.— 1988.— № 17.— С. 1—10. [6]. Цветков В. Ф. Строение и рост сосняков Мурманской области. // Лесоводственные исследования на зонально-типологической основе.— Архангельск, 1984.— С. 66—77.

УДК 630*232.31

ОБ ОКРАСКЕ НЕЗРЕЛЫХ ШИШЕК ЕЛИ НА СЕВЕРЕ

П. И. ВОЙЧАЛЬ, А. И. БАРАБИН

Архангельский лесотехнический институт

В биологической и лесоводственной литературе имеется ряд публикаций о формах ели, различающихся окраской молодых шишек [2, 5]. Однако вопросы о встречаемости красно- и зеленошишечных елей в обширном ареале этой породы в России, в частности в его северной части, освещены недостаточно. Не ясно, от чего зависит цвет шишек, связан ли он с генетическими факторами или экологическими условиями местопроизрастания.

Начать изучение этой проблемы заставил нас тот факт, что при сверхобильном семеношении ели в регионе в 1989 г. был зафиксирован довольно резкий переход красношишечной формы в зеленошишечную. Подобные явления отметила Э. Я. Ронис [4]. Она указывала, что окраска молодых шишек у елей всех форм непостоянна как в различные годы, так и в процессе созревания в течение одного вегетационного периода. Мы наблюдали, например, переход от стробилов красных оттенков к шишкам зеленых тонов. Нами отмечено также, что в популяциях ели соотношение красно- и зеленошишечных форм меняется в связи с географической широтой.

Данная работа не претендует на полноту изложения, но материалы, накопленные за последние 40 лет кафедрой лесных культур АЛТИ, представляют интерес. В 1949 г. эту работу начал П. И. Войчаль, заложив 3 постоянные и 6 временных пробных площадей в учебно-опытном лесхозе. С 1964 г. исследования продолжает А. И. Барабин.

В настоящей статье использованы данные 43 пробных площадей, заложенных в ельниках зеленомошной группы типов леса в годы хорошего и обильного семеношения (более 10 тыс. шишек на 1 га). В учет включены 1951, 1965, 1971, 1973, 1982, 1984 и 1989 гг. Характеристика пробных площадей довольно разнообразна: классы возраста V—IX; классы бонитета III—Va; доля ели в формуле состава от 5 до 10; полнота древостоев 0,4...0,8; географическое положение местности 69...59° с. ш.; типы леса от кисличного до хвощово-сфагнового; процент красношишечных деревьев ели 0...100.

На пробных площадях выполнены перечеты более 5000 деревьев с шишками красной, зеленой и промежуточной окраски. Деление семеносящих деревьев ели на эти три категории неточно и условно. В действительности спектр окраски шишек шире: темно-красные, красные, красно-зеленые, зелено-красные, зеленые, светло-зеленые (почти белые). Приближением к этому подразделению является выделение шишек промежуточной окраски, что и отмечено в ряде публикаций.

Полученные материалы обработаны методом дисперсионного анализа.

Данные о влиянии географической широты на окраску молодых шишек достоверно показывают, что красношишечные ели типичны для северных районов, зеленошишечные — для более южных (табл. 1). Достоверность различия 0,99.

Таблица 1

Область	Широта местности, град	Процент деревьев с шишками	
		красными	зелеными
Мурманская	69	78	22
Архангельская	64	72	28
	63	62	38
	62	36	64
Вологодская	59	26	74

Таблица 2

Степень толщины, см	Процент деревьев с шишками	
	красными	зелеными
16	49	51
20	79	21
24	89	11
28	98	2
32	97	3
36	99	1

Мы не склонны думать, что красношишечная форма менее теплолюбива, чем зеленошишечная, хотя большинство авторов приходят именно к такому выводу [1]. Она встречается и в более южных регионах России [3]. Поэтому была сделана попытка проверить на большом материале второй показатель — освещенность крон деревьев.

По данным урожая 1951 г. было отмечено, что в более светлых древостоях деревьев с красными шишками было в среднем 73, в затененных всего 27 %. При полноте 0,4...0,5 деревья с красными шишками составляли 71, с зелеными 29 %; при полноте 0,6...0,7 соответственно 43 и 57 %. Достоверность различия 0,99.

Влияние степени толщины на количество деревьев ели с различной окраской незрелых шишек позволяет сказать о превалировании красношишечной формы среди деревьев, господствующих в древостое (табл. 2). Достоверность различия 0,999.

Таким образом, с увеличением полноты насаждения и уменьшением диаметра учетных деревьев возрастает число зеленошишечных деревьев. Можно сказать, что эта форма менее светолюбива и приурочена к регионам с прерывистым солнечным излучением. В условиях Севера, где продолжительность светового дня во время вегетационного периода значительна, преобладает красношишечная форма ели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Мамаев С. А. О проблемах и методах внутривидовой систематики древесных растений. 1. Формы изменчивости // Тр. Ин-та экологии растений и животных. — Свердловск, 1968. — Вып. 60. — С. 3—54. [2]. Правдин Л. Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. — М.: Наука, 1975. — 185 с. [3]. Пчелин В. И. Лесоводственные особенности и физико-механические свойства древесины красношишечной и зеленошишечной форм ели в условиях Марийской АССР: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — Л., 1961. — 14 с. [4]. Ронис Э. Я. Формы ели обыкновенной в лесах Латвийской ССР и их лесохозяйственное значение: Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. — Елгава, 1966. — 26 с. [5]. Щербакова М. А. Генэкологические особенности ели в северо-западной части ее ареала // Вопросы лесоведения и лесоводства в Карелии. — Петрозаводск, 1975. — С. 154—177.

ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 630*61 : 630*902

**ЗНАЧЕНИЕ НАУЧНЫХ ТРУДОВ М. М. ОРЛОВА
ДЛЯ СОВРЕМЕННОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ
(к 125-летию со дня рождения)**

Научные труды ученого-лесостроителя, таксатора, лесоведа, экономиста, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР Михаила Михайловича Орлова имеют большое значение для современной науки и практики.

Жизнь М. М. Орлова была интересной, но не безоблачной. Он закончил С.-Петербургский лесной институт в 1888 г., получив звание ученого лесоведа I разряда. Начал работать в Лисинском учебном лесничестве помощником лесничего и преподавателем лесной школы. В Лисино было чему поучиться у выдающегося ученого-лесоведа Д. М. Кравчинского.

Через год М. М. Орлов стал стипендиатом (по современному аспирантом) при кафедре лесоустройства Лесного института. Его подготовкой руководил выдающийся ученый, основоположник отечественного лесоустройства А. Ф. Рудзкий.

Талант молодого работника М. М. Орлова был оценен по достоинству, и в 1890 г. он был командирован с научной целью для ознакомления с высококоразвитым лесным хозяйством и лесоустройством в Германию, Францию, Швейцарию, Австро-Венгрию. В опубликованных затем работах М. М. Орлов сравнивал западноевропейское лесное хозяйство с российским и искал пути улучшения последнего.

После возвращения из-за границы он в течение еще двух лет, с 1892 г. по 1894 г., работал старшим таксатором в разных губерниях России. За 6 лет после окончания Лесного института М. М. Орлов опубликовал 19 работ. Его заслуги были замечены, и в 27 лет Михаила Михайловича назначили профессором Ново-Александрийского института сельского хозяйства и лесоводства по кафедре лесоустройства, таксации и лесоуправления. После смерти профессора А. Ф. Рудзкого, в 1901 г., М. М. Орлов перешел на работу в С.-Петербургский лесной институт и работал в нем, возглавляя кафедру лесоустройства, в течение 31 года, до конца своих дней.

Производственная, научная и педагогическая деятельность М. М. Орлова многогранна. Он был выдающимся специалистом во многих областях науки. Им опубликовано 147 книг и статей объемом более 600 печ. л., в том числе по лесоустройству — 48, таксации — 32, лесоуправлению — 21, экономике — 19, лесоводству — 15, государственному лесному хозяйству — 12.

Михаил Михайлович владел немецким, французским и английским языками, был большим знатоком отечественной и зарубежной специальной литературы и успешно ее использовал. В книгах и статьях проанализирована огромная библиография. Так, в учебнике по лесной таксации приведено 377 наименований, в учебнике по лесоустройству — 608, в том числе 357 на иностранных языках.

До настоящего времени непреходяще значение трехтомного издания «Лесоустройство» и 4-го тома «Лесоуправление». Это настольные

книги современных ученых-лесоустроителей. В мировой лесной литературе нет более широкого освещения вопросов лесоустройства, хотя эти труды написаны свыше 60 лет назад.

М. М. Орлов был автором лесоустроительных инструкций 1911, 1914, 1926 гг. Его предложения о формах лесовладения, хозяйствах и хозсекциях, принципах пользования древесиной и другие используются и в настоящее время.

Большое внимание М. М. Орлов уделял и вопросам таксации леса. Его учебник по лесной таксации переиздавался три раза. Им предложены перечислительный метод таксации ленточным перечетом, метод постоянных пробных площадей, таксация разновозрастных древостоев по поколениям.

М. М. Орлов широко использовал иностранную литературу, но считал, что для России обычно больше подходят свои решения. Например, он хорошо знал бонитирование древостоев за рубежом, но предложил свою шкалу для определения класса бонитета по возрасту и высоте, введя ее в лесоустроительную инструкцию 1911 г. Впоследствии появилось много других предложений о бонитировке по регионам, породам и др.; но при этом терялась сопоставимость уровней производительности древостоев. Бонитировочная же шкала М. М. Орлова вот уже более 80 лет успешно применяется в отечественном лесоустройстве и является непревзойденной.

Лесная вспомогательная книжка (справочник) М. М. Орлова для таксации лесов и технических расчетов переиздавалась восемь раз. В ней приведены данные для таксации дерева, его частей, всего древостоя, лесных массивов, а также другие, отсутствующие в современных справочниках, но нужные для экономических расчетов в условиях рынка: цены на лесопroduкцию в разных городах, проценты изменения капитала при разной учетной ставке.

Последняя книга Михаила Михайловича «Леса СССР. Статистический обзор» явилась сводкой данных о лесных богатствах нашей страны и сведений о лесах других стран.

С 1907 г. по 1917 г. М. М. Орлов возглавлял постоянную комиссию по лесному опытному делу. Долгие годы он руководил работой многих учебно-опытных лесничеств, был членом Лесного специального совета, затем председателем Лесного ученого комитета при Центральном управлении лесами Наркомзема СССР, в течение 25 лет возглавлял государственную центральную комиссию по лесоустройству.

Исключительно яркая, однако малоизвестная, страница замечательной жизни ученого связана с Русским Севером. Летом 1912 г. в Архангельске проходил XII Всероссийский лесной съезд, созданный С.-Петербургским лесным обществом [1]. Программа съезда была очень насыщена и включала широкий круг сложных вопросов, глубоко затрагивавших все стороны северного лесного хозяйства. Положение лесного хозяйства, лесоустройство, лесное опытное дело, лесная промышленность, рубки и возобновление лесов, лесная типология, смена пород, осушительные мелиорации, отпуск леса, его учет и таксы, изучение технических пороков древесины, экономические проблемы, экспорт лесных товаров и развитие лесной торговли, охрана и защита леса, охотничье хозяйство, подсочка, смолокурение, лесотранспортные пути, лесопиление, организация лесоуправления, лесное образование — таков краткий перечень вопросов съезда. Для обеспечения его успешной работы необходимо было избрать председателем человека деятельного, обладающего большой эрудицией, который смог бы непосредственно по ходу съезда делать научные обобщения и экспромтом выступать с заключениями и практическими предложениями по обсуждаемым проблемам. Делегаты съезда единодушно избрали председателем профессора С.-Пе-

тербургского лесного института М. М. Орлова. Протокольные записи заседаний съезда свидетельствуют о том, что Михаил Михайлович блестяще выполнил возложенную на него ответственную миссию [3]. Опубликованные материалы съезда и поныне вызывают живой интерес у лесных специалистов, поражая глубиной и разносторонностью затронутых сложных проблем северного лесного хозяйства. Они свидетельствуют о патриотизме, большой и полезной работе наших предшественников, оставивших о себе добрую память и снискавших глубокое уважение потомков. И во всем этом мы видим огромную заслугу Михаила Михайловича Орлова.

М. М. Орлов был человеком государственного ума, и не бесполезно оценить наши действия в соответствии с его рекомендациями.

Наиболее важен вопрос о собственности на леса. До последнего времени у нас было две формы собственности: государственная на 98 и колхозная на 2 % площади лесов. В последнее время эти формы пересматриваются. В проекте Основ лесного законодательства Российской Федерации нет четкой записи, в чем ведении будут леса. Согласно закону о земле можно предположить, что они окажутся в распоряжении местных органов власти. Сейчас большинством признается, что в промышленности, сельском хозяйстве и во многих других случаях необходима частная собственность. В то же время леса должны оставаться в государственной собственности. Это требуется по двум основным причинам: экономической и экологической.

В лесном хозяйстве срок производства составляет 80...100 лет и более, чего нет ни в одной другой отрасли. В связи с этим процент прибыли на вложенный в лесовыращивание капитал очень низок. Обычно он составляет 3 % в год и в лучших условиях на юге России и в Западной Европе не превышает 5...6 %. Частный владелец неминуемо будет искать повышение дохода не в лесовыращивании, а в ускоренной вырубке лесов. В частных лесах царской России, несмотря на лесоохранительные законы, площади лесов вследствие ускоренной рубки были снижены более чем в 5 раз. В Финляндии, США и ряде других стран государство вынуждено финансировать расходы на лесовыращивание в частных лесах за счет бюджета.

Частные леса, как правило, невелики по площади. Например, в Финляндии, Австрии средняя площадь лесовладения составляет около 30 га. При сроке выращивания 80...100 лет и запасе древесины в спелых (поступающих в рубку) древостоях 250...300 м³ на 1 га возможный размер рубки у одного лесовладельца составляет 70...100 м³ в год. Это меньше дневного объема заготовки одной механизированной бригадой рабочих. Специфика лесозаготовок в этом случае становится очевидной.

Передача лесов России частным владельцам нецелесообразна и по экологическим причинам. Лес выделяет около половины кислорода, поступающего в атмосферу, поглощает более половины выделяемого в атмосферу углекислого газа, снижая известные нежелательные последствия парникового эффекта. Лес выполняет ряд других функций, необходимых для жизнедеятельности человека (водоохранные, санитарно-гигиенические, рекреационные, защитные и др.). Их сохранение и приумножение необходимо во избежание экологического кризиса. Но отдельный человек не будет расходовать личные средства ради экологии. Это должны делать предприятия, государство.

М. М. Орлов писал, что леса должны находиться в ведении государства. Более того, оно обязано выкупить и частные леса, чтобы предотвратить их истребление и другие нежелательные последствия.

В последнее время, в том числе в проекте Основ лесного законодательства, намечается передача управления лесами в районные советы

депутатов, которые должны распределять лимиты лесосечного фонда, лимиты на заготовку древесины, устанавливать размер такс на древесину на корню и др. Но тогда зачем нужны лесхозы? И вообще это решение приведет к полному развалу лесного хозяйства. Подобное положение уже было в нашей стране в конце 1920-х — начале 1930-х гг. Тогда М. М. Орлов сказал, что нельзя неспециалиста допускать к управлению лесами.

М. М. Орлов внимательно относился к учебному процессу. Лекции читал сам, никому не передоверяя. Был требователен к знаниям студентов. Экзамен состоял из трех частей: ответ студента по билету, разъяснения по принятым решениям в ранее выполненном курсовом проекте и ответ по общим вопросам ведения лесного хозяйства. Большое значение М. М. Орлов придавал самостоятельной работе студентов, особенно при дипломном проектировании.

Михаил Михайлович создал школу ученых-лесоустроителей, таксаторов, экономистов. На его кафедре работали ассистентами будущие крупные ученые, профессора: известнейший лесовод М. Е. Ткаченко, возглавлявший затем кафедру лесоводства; Д. И. Товстолес, работавший позднее в Киевском лесохозяйственном институте; проф. В. И. Шустов — один из руководителей научных работ по лесному хозяйству на Украине; С. А. Богословский — ведущий профессор-экономист ЛТА; Н. В. Третьяков — автор учения об элементе леса, возглавлявший кафедру таксации ЛТА до 1958 г.; В. К. Захаров — ведущий ученый-таксатор Белоруссии до 1966 г.; А. И. Тарашкевич, талантливый ученый-таксатор, лесоустроитель; А. А. Байтин, великолепный педагог и методист.

И, конечно же, нельзя не отметить талант ученого как крупного организатора высшего образования. С 1904 г. по 1907 г. он был помощником директора Лесного института. В 1907 г. совет Лесного института избирает М. М. Орлова директором. С 1922 г. он — председатель методической, учебно-плановой и экономической предметной комиссии Лесного института, а в 1924 г. — первый декан лесохозяйственного факультета. Многие годы М. М. Орлов был председателем Государственной квалификационной комиссии факультета. В 1925 г. он назначается председателем Организационной комиссии по слиянию Московского и Ленинградского лесного институтов, а позднее — членом правления объединенного вуза.

Большие заслуги Михаила Михайловича были отмечены по достоинству. В 1921 г. совет Лесного института присвоил М. М. Орлову звание заслуженного профессора, а затем он был объявлен Героем Труда. На Всесоюзной сельскохозяйственной выставке 1923 г. за труды по лесоустройству был присужден диплом I степени. В 1926 г. Загребский университет Югославии присвоил М. М. Орлову почетную степень доктора наук, а в 1927 г. он был избран членом-корреспондентом Украинской академии наук. В 1928 г., в 40-летний юбилей деятельности, М. М. Орлов получил звание заслуженного деятеля науки и техники РСФСР.

Глубоко чтя светлую память о выдающемся ученом, его ученики и последователи организовали и провели 22 декабря 1967 г. в Ленинградской лесотехнической академии научную конференцию, посвященную 100-летию со дня рождения М. М. Орлова. Материалы этой конференции опубликованы с приложением хронологического указателя научных трудов профессора и литературы о нем [4]. Вскоре за изданием этой книги на страницах «Лесного журнала» появилась рецензия [2], раскрывающая значимость и полезность опубликованных материалов для широкого круга лесных специалистов, студентов лесных вузов и техникумов.

16 и 17 декабря 1992 г. в С.-Петербургской лесотехнической академии отмечалось 125-летие со дня рождения Михаила Михайловича

Орлова. Открыл заседание ректор ЛТА В. И. Онегин. В программе научной конференции было восемь докладов, посвященных М. М. Орлову: «Значение научных трудов профессора М. М. Орлова для лесной науки и практики» (А. Г. Мошкалев), «Труды профессора М. М. Орлова и проблемы лесопользования в России» (В. И. Сухих), «Лесоводственные воззрения профессора М. М. Орлова» (Д. П. Столяров), «Вклад профессора М. М. Орлова в развитие лесной таксации» (Е. С. Мурахтанов), «Совершенствование подготовки специалистов-лесоустроителей на лесохозяйственном факультете» (С. В. Вавилов), «Претворение идей профессора М. М. Орлова в практику лесоустройства» (Ю. И. Агапов), «Воспоминание о профессоре М. М. Орлове» (М. В. Калинин — внук М. М. Орлова), «М. М. Орлов на XII лесном съезде в г. Архангельске» (О. А. Неволлин), а также доклады В. М. Жирина «Организация аэрокосмического слежения за экологическим состоянием лесов в водоохранной зоне озера Байкал» и В. А. Усольцева «Учет фитомассы деревьев, актуализация нормативов лесоинвентаризации».

Современники М. М. Орлова давали ему высшую оценку порядочного человека. И в наше время это очень важная оценка, хотя ее часто забывают. Михаил Михайлович прекрасно изложил теорию нормального леса как образца, к которому надо стремиться. Мы принимаем М. М. Орлова тоже как образец человека и ученого, по которому надо проверять правильность нашего пути в лесных делах. Лесные специалисты благодарны М. М. Орлову за его вклад в науку и практику.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Неволлин О. А. XII лесной съезд и его значение для северного лесного хозяйства // Лесн. журн.—1992.—№ 1.—С. 134—136.—(Изв. высш. учеб. заведений). [2]. О книге «Труды профессора М. М. Орлова и их значение в лесном хозяйстве» / В. И. Левин, П. И. Войчалъ, О. А. Неволлин, П. А. Фирсонов // Лесн. журн.—1970.—№ 4.—С. 173—174.—(Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Труды XII Всероссийского съезда лесохозяев и лесовладельцев в Архангельске. Протоколы XII Всероссийского съезда лесохозяев и лесовладельцев с участием лесозаводчиков и лесопромышленников в Архангельске 15—25 июля 1912 г.—С.-Петербург, 1913.—173 с. [4]. Труды профессора М. М. Орлова и их значение в лесном хозяйстве. К столетию со дня рождения // Науч. тр. ЛТА / Отв. ред. А. А. Байтин.—Л., 1969.—№ 129.—С. 1—158.

А. Г. Мошкалев, О. А. Неволлин

Санкт-Петербургская лесотехническая академия
Архангельский лесотехнический институт

УДК 630*902

ВОСПОМИНАНИЯ О ПРОФЕССОРЕ М. М. ОРЛОВЕ

Мне выпало счастье учиться у хороших педагогов. В их числе был и профессор Михаил Михайлович Орлов.

Студенты моего поколения однозначно считали профессоров людьми неопределенного почтенного возраста. Сейчас, в ретроспективе, я могу сказать, что проф. М. М. Орлов находился в тот период в возрастной полосе 58—63 лет, но мы считали его старейшиной среди профессоров.

Он уже был автором фундаментальных трудов. Со временем нашего обучения совпали выход второго издания «Лесной таксации», опубликование трех томов «Лесоустройства» и «Лесоуправления». Это была пора расцвета научного творчества М. М. Орлова.

Впервые я увидел и услышал М. М. Орлова почти сразу после сдачи конкурсных экзаменов и моего зачисления в Ленинградский лесной институт. Тогда мы еще не были распределены по факультетам и спе-

циальностям и имели возможность предварительно ознакомиться с ними с помощью профессоров.

Мы прослушали вступительные лекции ведущих профессоров института. В область лесного хозяйства нас ввел М. М. Орлов. Он четко обрисовал своеобразие и назначение лесного хозяйства, сущность и особенности работы лесничего и таксатора.

Имя проф. М. М. Орлова стало известно нам и в связи с другими обстоятельствами. В то время была краткая вспышка демократии в виде студенческих сходок. Она коснулась и выборности директора при участии студентов, которые на этот пост предлагали кандидатуру проф. М. М. Орлова. Она фигурировала и в профессорской курии. Это было естественно тем более, что в течение какого-то периода еще до нас М. М. Орлов исполнял обязанности директора, декана, активно работал над учебными планами.

На студенческой сходке мы и намеревались избрать директором проф. М. М. Орлова. Но произошли резкие изменения. Сверху была предложена кандидатура Ф. Н. Дингельштедта. Но в роли директора он продержался очень недолго; как трюксист, активно отстаивавший свои взгляды, он вскоре был отстранен от должности.

Появилась московская кандидатура — бывш. начальник Центрального управления лесами А. И. Шульц, который занимал пост директора Лесотехнической академии до начала 30-х гг. Справедливости ради надо отметить, что А. И. Шульц относился уважительно к М. М. Орлову.

Итак, наш I курс узнал М. М. Орлова еще задолго до того, как стал непосредственно слушать его лекции. Авторитет и известность профессора были настолько велики среди студенчества, что, будучи еще студентами II—III курсов, мы пели про него песенку:

«Туз козырный из тузов,
То профессор наш Орлов».

Среди студентов довольно рано зарождался интерес к понятиям о бонитетах, разрядах, типах леса в интерпретации М. М. Орлова, Н. В. Третьякова, Г. Ф. Морозова, М. Е. Ткаченко. Этому способствовала, между прочим, студенческая баня, заменявшая нам клуб. Там были равны студенты всех курсов. И мы знали институтские события, переживания и споры старшекурсников о взглядах М. М. Орлова, Н. В. Третьякова и др.

И вот начались лекции М. М. Орлова. Деловые, спокойные, реалистичные. Ход рассуждений лектора поднимал нас на размышления над насущными задачами лесного хозяйства, знакомил с основами лесоустройства и лесоуправления. Рассматривался широкий круг проблем, от вопросов внутреннего и внешнего рынка до повседневных обязанностей лесничего.

Ближайшими помощниками по кафедре у проф. М. М. Орлова были ассистенты А. И. Тарашкевич и О. О. Герниц, оба — глубокие знатоки предмета и преданные ученики.

На практических занятиях мы работали над составлением плана хозяйства. Этому виду занятий М. М. Орлов придавал большое значение. По курсу лесоуправления проводилась летняя недельная практика в конторе Парголово-ского учебно-опытного лесничества, где под руководством лесничего П. В. Воропанова, одновременно бывшего в ту пору аспирантом М. М. Орлова, мы знакомились с бухгалтерией, разными формами делопроизводства, учились премудростям выписывания лесорубочного билета.

М. М. Орлов никогда не приходил на лекции с пустыми руками. Всегда при нем была папка с материалами, хотя и не столь пухлая, как у М. Е. Ткаченко. Запомнились некоторые особенности речи М. М.

Орлова, характерные для того времени. Так, слово принцип, которое в настоящее время мы произносим с ударением на первом слоге, Михаил Михайлович произносил принцип. Это — печать времени. Слово библиотека в то давнее время чаще произносилось как библио́тека.

Посещение лекций в наше время было необязательным. Но на лекциях М. М. Орлова аудитория всегда была заполнена. Мне выпала честь сдавать экзамен лично самому Михаилу Михайловичу, и я горжусь его подписью в моей студенческой зачетной книжке. Он был строгим и вместе с тем внимательным экзаменатором, относился к нам как к специалистам, и наш разговор происходил на профессиональном уровне. Особое внимание уделял практическим вопросам, интересовался планом хозяйства, выполненным на практических занятиях, задавал по нему дополнительные вопросы. Проф. М. М. Орлов продолжительное время был председателем Государственной квалификационной комиссии, перед которой защищались дипломные работы. И каждому дипломнику председательствующий задавал вопрос, касающийся характеристики объекта и места работы, например: «Какой средний состав насаждений в Вашем лесничестве? Какой средний бонитет, возраст? Площадь лесничества, оборот рубки? и т. д.». Подобные вопросы он задавал независимо от темы дипломной работы — будь то по лесоустройству или энтомологии, лесовозобновлению или фауности леса. Защиты проходили в тогдашнем актовом зале в торжественной, но и в строго деловой обстановке.

Профессор вставал, по-видимому, рано. По утрам можно было видеть его на прогулке в парке. Помнится, ходил он с тросточкой и довольно быстро.

М. М. Орлов был верующим человеком. В мои студенческие годы доводилось слышать от старожилов, что он был церковным старостой. Если это так, то возникает вопрос: в какой церкви? До революции в ближайшей округе было две церкви: в самом институте (на 3-м этаже центральной части здания) и у Круглого пруда на пересечении Институтского и 2-го Муринского (ныне пр. Шверника) проспектов*. В наше студенческое время институтской церкви уже не было и следа, а церковь у Круглого пруда еще существовала, но вскоре и она исчезла. Давно уже нет и Круглого пруда и бывшего здесь трамвайного кольца (трамваи идут теперь по всему 2-му Муринскому проспекту).

Как известно, дальнейшая судьба М. М. Орлова была трагичной. В начале 30-х гг. он подвергся жестокой травле и скорпостижно скончался в своем рабочем кабинете на кафедре 26 декабря 1932 г. в возрасте 65 лет.

Отпевали Михаила Михайловича в греческой церкви. На ее месте в 60-х гг. воздвигнут концертный зал «Октябрьский». Я не присутствовал на похоронах, был тогда в Архангельске. Но мне рассказывал о них профессор М. Е. Ткаченко. Была волнующая панихида. Михаил Елевферьевич вспоминал, что особенно его поразил хор и далее рассказал, что после панихиды к нему подошел взволнованный М. Н. Римский-Корсаков и проникновенно сказал: «Михаил Елевферьевич, как пели, как пели!» Рассказывая мне об этом, проф. М. Е. Ткаченко продолжал вспоминать вслух: «Ну, думаю, если уж сын мирового композитора так оценил пение, то действительно это был хор высшего класса».

Личная библиотека М. М. Орлова перешла в собственность Архангельского лесотехнического института. С директором АЛТИ В. А. Го-

* Существует и такая версия, что старостой церкви у Круглого пруда был профессор Лесного института Д. Н. Кайгородов (его собственный дом находился поблизости); она косвенно подтверждает, что М. М. Орлов был старостой институтской церкви. Нельзя исключить и другие варианты. Уточнит будущий историк.

роховым у Михаила Михайловича были добрые отношения. В. А. Горохов относился к М. М. Орлову очень уважительно. Я не помню точно, в какой форме, на каких условиях произошла передача — по письменному или устному завещанию, предварительной договоренности, — но знаю, что это было сделано по воле, желанию, инициативе Михаила Михайловича. Об этом я слышал от В. А. Горохова. Саму же библиотеку М. М. Орлова в АЛТИ в довоенные годы можно было видеть постоянно, мне доводилось и пользоваться ею.

Широко известен драматизм событий 30-х гг. в нашей стране во всех сферах. Эти годы были тяжелыми и для лесного хозяйства. Рушились постулаты классического лесоводства и главный из них — принцип постоянства, признанный реакционным. Примат перешел к лесной промышленности, исключительно на базе удовлетворения ее сиюминутных интересов. Лесничества были вытеснены леспромхозами, лесопунктами. Сама профессия лесоведа была придавлена настолько, что многие лесоводы переквалифицировались в лесозаготовителей.

И долго еще носили имя М. М. Орлова. Его связывали с вредительством. И это несмотря на то, что, понимая интересы индустрии, он первым обратил внимание на необходимость укрепления лесоводов инженерными знаниями, выступил за дополнение учебного плана лесохозяйственного факультета техническими дисциплинами, в том числе такими, как сухопутный и водный транспорт, инженерное искусство и др.

Передовые статьи в профессиональных журналах «Лесное хозяйство» и «В защиту леса» были заполнены угрозами, начиная с заголовков (Выкорчевать врагов народа из лесного хозяйства // В защиту леса. — 1937. — № 1) и кончая последними фразами текстов. В передовой статье журнал «В защиту леса» № 3 за 1937 г. писал: «Выполнение грандиозных задач, поставленных партией и правительством перед лесным хозяйством, уже в период первого пятилетия столкнулось с господствующими в науке теориями буржуазно-вредительской лесоводственной школы Морозова, Орлова и др. Консервативным теориям объявлена была беспощадная борьба, но, несомненно, корни этой школы окончательно еще не выкорчеваны». Это уже не теоретическая борьба, это политическое, административное и партийное давление на всех уровнях.

При одной из наших встреч в половине 30-х гг. М. Е. Ткаченко с горечью произнес: «Плохо быть лесоводом». Это говорил лесовод номер один того времени. Я впервые услышал от него выражение такого глубокого пессимизма. Оно отражало тяжелое для нашей профессии время. Особенно трудно было преподавателям лесных дисциплин в вузах и техникумах, скрученным по рукам и ногам директивными новоявленными нигилистическими догмами и угрозами.

Но, слава Богу, все же вернулось время всеобщего признания и восстановления доброго имени корифея лесной науки Михаила Михайловича Орлова. Лучшим памятником ему было бы скорейшее упорядочение нашего лесного хозяйства.

И. С. Мелехов

Московский лесотехнический институт

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 630*902 : 061.3

ЗАСЕДАНИЕ, ПОСВЯЩЕННОЕ
125-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ М. М. ОРЛОВА

20 октября 1992 г. во ВНИИЛМе состоялось заседание, посвященное 125-летию со дня рождения выдающегося русского ученого, профессора Михаила Михайловича Орлова. Оно было организовано научно-техническим советом Комитета по лесу Министерства экологии и природных ресурсов Российской Федерации совместно с отделением лесного хозяйства и защитного лесоразведения Российской академии сельскохозяйственных наук, Центральным правлением лесного научно-технического общества Российской Федерации, Российским обществом лесоводов и ученым советом ВНИИЛМ.

Заседание открыл заместитель председателя Комитета по лесу Б. К. Филимонов. Он отметил, что долгое время имя М. М. Орлова оставалось несправедливо забытым. Коснувшись основных жизненных вех ученого, докладчик отметил актуальность его трудов по лесопользованию, лесной экономике и организации лесного хозяйства в наши дни, при переходе лесного хозяйства к рыночным отношениям.

Акад. РАСХН Н. А. Моисеев в своем докладе остановился на непреходящем значении трудов проф. М. М. Орлова для лесной науки и практики. Проанализировав большой вклад ученого в развитие лесной таксации, лесоустройства и лесопользования, докладчик отметил, что его основные теоретические положения прошли проверку временем, а принцип постоянства стал основополагающим в организации современного лесопользования.

Большой интерес вызвало выступление акад. РАСХН И. С. Мелехова, который в студенческие годы слушал лекции проф. М. М. Орлова. И. С. Мелехов отметил убедительность доводов, простоту и в то же время глубину изложения материала в лекциях М. М. Орлова, привел ряд эпизодов, связанных с деятельностью ученого в Лесотехнической академии, отношением к нему студенчества и др.

Акад. РАСХН Д. П. Столяров остановился на лесоводственных воззрениях проф. М. М. Орлова. Обратил внимание на то, что ученый не отрицал типологического подхода при изучении лесов, считал необходимым переход от простого описания типов леса к разработке конкретных показателей, позволяющих использовать лесную типологию для организации лесного хозяйства.

Начальник ГО Леспроект В. В. Нефедьев подчеркнул практическую значимость трудов проф. М. М. Орлова, его роль в создании ряда нормативных документов, в том числе и лесостроительных инструкций. Отметил, что М. М. Орлов был одним из первых, кто считал аэрофото съемку важным средством дальнейшего прогресса в лесостроительстве.

Участники заседания с большим интересом выслушали выступление канд. биол. наук М. В. Калининна — внука Михаила Михайловича. Он рассказал о трагической судьбе семьи М. М. Орлова, о последних днях его жизни, раскрыл человеческие качества ученого: гражданское мужество, истинный патриотизм, твердость в отстаивании своих убеждений, глубокая порядочность.

Участники совещания приняли единодушное решение о переиздании главных трудов проф. М. М. Орлова.

Совещание обратилось в РАСХН с предложением учредить золотую медаль им. М. М. Орлова за наиболее крупные и важные работы по лесоустройству, лесной таксации и экономике лесного хозяйства.

Совещание рекомендовало установить мемориальную доску на главном здании Санкт-Петербургской лесотехнической академии, где прошли основные годы его жизни и деятельности.

А. С. Агеенко, В. С. Чуенков

ВНИИЛМ

ЮБИЛЕИ

ПЕТР ИОСИФОВИЧ ВОЙЧАЛЬ

(к 90-летию со дня рождения)

22 февраля 1993 г. исполнилось 90 лет со дня рождения кандидата сельскохозяйственных наук, бывшего доцента Архангельского лесотехнического института, ветерана Великой Отечественной войны Петра Иосифовича Войчалы.

Петр Иосифович родился в Вологде в семье лесничего. Трудовая деятельность П. И. Войчалы началась в 1925 г. в тресте Северолес. После окончания в 1928 г. Ленинградского лесного института он работал таксатором, плановиком леспромхоза и специалистом лесного хозяйства, а с 1933 г. в Архангельском лесотехническом институте в должности ассистента, старшего преподавателя, доцента. Одновременно с основной педагогической и научной работой П. И. Войчаль в разное время был деканом лесохозяйственного факультета, директором учебно-опытного лесхоза, начальником учебного отдела, начальником научно-исследовательского сектора.

Работа Петра Иосифовича в институте была прервана Великой Отечественной войной. Он командир взвода и роты, начальник штаба стрелкового батальона Калининского, 1-го Прибалтийского, 3-го Белорусского фронтов. За боевые заслуги П. И. Войчаль награжден орденами Красной Звезды, Отечественной войны I степени и медалями.

По окончании войны П. И. Войчаль возвращается в институт. Активная педагогическая, научная и общественная деятельность, энциклопедические знания, простота, скромность, высокая культура снискали Петру Иосифовичу глубокое уважение его многочисленных учеников и коллег. Он является отличником высшей школы СССР.

Разносторонние научные интересы, трудолюбие позволили П. И. Войчально успешно сочетать педагогическую и научную деятельность (им опубликовано более 150 научных работ) с большой работой заместителя ответственного редактора «Лесного журнала» со дня его основания до 1970 г.

Находясь на заслуженном отдыхе, Петр Иосифович не прерывает связи с родным институтом, консультирует своих учеников по вопросам лесного хозяйства. Он продолжает научную работу, публикует статьи по лесному семеноводству. Его по-прежнему волнует судьба русского леса.

Сердечно поздравляем Петра Иосифовича со славным юбилеем и горячо желаем ему доброго здоровья, дальнейших творческих успехов и полного благополучия.

Коллективы Архангельского лесотехнического института,
редакции «Лесного журнала», Архангельского института леса и лесохимии,
Архангельского управления лесами, Северного лесоустроительного предприятия

НЕКРОЛОГИ

ПАМЯТИ МИХАИЛА МИХАЙЛОВИЧА ВЕРЕСИНА

2 августа 1992 г. после тяжелой болезни на 83-м году жизни скончался профессор Воронежского лесотехнического института Михаил Михайлович Вересин. Он родился 12 февраля 1910 г. в Москве в семье педагога. С двух лет жил в Воронеже, окончил училище, Хреновской лесной техникум, Воронежский лесохозяйственный институт.

Более 50 лет М. М. Вересин отдал лесной науке. В начале 50-х годов он заведовал кафедрой генетики и селекции ВЛХИ. В эти годы и позднее под руководством М. М. Вересина созданы крупнейшие в России географические культуры сосны в Воронежском и Учебно-опытном лесхозах на площади 37,6 га из семян разного географического происхождения (353 образца), полученных от сети лесных контрольно-семенных станций СССР. Им заложены также типологические культуры дуба, уникальная плантация карельской березы, семенные участки и плантации сосны обыкновенной, географические культуры ели; получены ценнейшие гибриды ореха грецкого с маньчжурским. Большой интерес представляют прививки пирамидального дуба, а также 30-летние прививки кедра на сосну. Значительную долю озеленительных посадок Воронежа занимают интродуцированные М. М. Вересиним тополя. Им выведены быстрорастущие и устойчивые гибриды тополя белого с осиной, а гибридный тополь с тройным набором хромосом Э. С.-38 (Воронежский гигант) получил мировую известность.

Опытные насаждения, созданные М. М. Вересиним, служат теперь местом учебной практики студентов, экскурсий и семинаров отечественных и иностранных ученых. На этих объектах работают аспиранты. Заложенные им культуры послужили основанием для выбора Воронежа местом организации первого в стране научно-исследовательского института лесной генетики и селекции. Эти посадки мы называем живым памятником селекционного лесоводства Центрального Черноземья.

Михаил Михайлович был очень эрудированным, интеллигентным человеком, хорошим педагогом. Он явился основателем курса «Лесная селекция и генетика», читаемого на лесохозяйственном факультете. Широко известны его монографии: «Столетний опыт лесоразведения в Савальском лесничестве», «Лесное семеноводство», «Леса воронежские», «Рассказы о лесах и деревьях», «Справочник по лесному селекционному семеноводству», «Отечественные лесоводы». Он опубликовал более 120 научных статей, положения, инструкции и наставления по лесному семеноводству и лесосеменному районированию в СССР.

Михаил Михайлович вел большую работу по охране природы, выявлению генетических фондов и памятников природы в Центрально-Черноземном районе. Сотни материалов на природоохранительную тему печатались в областных и центральных газетах, сборниках.

Труд ученого отмечен шестью правительственными наградами.

Светлая память о Михаиле Михайловиче Вересине навсегда сохранится в сердцах его учеников, соратников и всех тех, кто знал этого удивительного знатока природы, выдающегося лесного селекционера.

В. К. Попов, А. И. Сиволапов

Воронежский лесотехнический институт

ЛЕСНОМУ ЖУРНАЛУ — 160 ЛЕТ

160 лет назад, 27 января 1833 г., на десятом заседании Общества для поощрения лесного хозяйства было решено издавать «Лесной журнал» с целью дать «...обществу возможность содействовать владельцам к правильному устройству лесного хозяйства сообщением полезных сведений о лесных науках и новых по сей части открытий». Журнал состоял из пяти разделов: 1) лесохозяйственные науки; 2) вспомогательные науки; 3) литература лесных наук; 4) достопримечательности природы, новейшие изыскания и наблюдения; 5) смесь. В нем освещался широкий круг разнообразных вопросов лесоводства, лесоустройства, лесной таксации, ботаники, дендрологии, зоологии, почвоведения, энтомологии, подсоски леса, лесной статистики и географии, истории лесоводства. Первым редактором журнала стал Юханцев, затем — Ланге.

В марте 1845 г. Общество для поощрения лесного хозяйства было присоединено к Императорскому вольному экономическому обществу. Лесное отделение этого общества издавало «Лесной журнал» до 1851 г. под руководством Арсеньева. В этот период задачи журнала несколько сузились. Редакция считала единственной целью «...распространить в отечестве понятие о рациональном лесном хозяйстве и возбудить желание к его изучению». В журнале были выделены четыре рубрики: 1) леса и лесоводство в России; 2) леса и лесоводство в иностранных государствах; 3) библиография; 4) смесь.

Видная роль в «Лесном журнале» того времени принадлежала В. С. Семенову — выдающемуся деятелю русской науки о лесе, преподавателю Петербургского лесного института. За период с 1835 г. по 1846 г. он опубликовал 68 интересных статей по лесной таксации и лесоустройству, лесоохранению, лесовозобновлению и лесоразведению, ботанике и физиологии, почвоведению, энтомологии, лесной статистике и географии, егерскому искусству. Оригинальные работы талантливых русских лесоводов А. А. Длатовского, А. Е. Теплоухова и А. Р. Варгаса, опубликованные на страницах «Лесного журнала», вошли в сокровищницу науки о лесе. В конце 1851 г., после издания 12-го номера, «Лесной журнал» прекратил свое существование почти на 20 лет.

В марте 1871 г. учреждено Петербургское лесное общество. Первым его председателем был избран В. С. Семенов. Общество возобновило издание «Лесного журнала», первый выпуск которого состоялся в августе 1871 г. В журнале предусматривалось восемь разделов: 1) статьи по всем отраслям лесного хозяйства; 2) влияние законов и обычаев на успехи лесного хозяйства; 3) лесоторговый отдел; 4) лесохозяйственная библиография, разбор важнейших русских и иностранных сочинений по лесному хозяйству; 5) лесная хроника и смесь; 6) известия о деятельности Лесного общества; 7) обзор вновь выходящих постановлений по Лесному управлению; 8) объявления, касающиеся предметов лесного хозяйства.

Тематика журнала охватывала все отрасли лесного хозяйства. Много внимания уделялось вопросам организации лесного опытного дела, развития степного лесоразведения, подготовки специалистов. Редакторами «Лесного журнала» до 1904 г. были Н. С. Шафранов, А. Ф. Рудзкий, Н. С. Нестеров, Л. И. Яшнов и др. На его страницах высту-

пали лесничие, лесоустроители, ученые. Обращают на себя внимание злободневные публикации П. И. Жудры; замечательны работы Ф. К. Арнольда, А. Ф. Рудзкого, М. М. Орлова, П. Н. Верехи, В. Т. Собичевского, М. К. Турского, Д. Н. Кайгородова, Н. А. Гракова, И. И. Гуторвича, Д. М. Кравчинского.

Яркие страницы в истории «Лесного журнала» вписаны корифеем лесоводственной науки Г. Ф. Морозовым, редактировавшим журнал с 1904 г. по 1918 г. Под его влиянием постепенно изменилась идейная направленность журнала; в нем стали обсуждаться и социальные вопросы. Г. Ф. Морозов считал, что в «Лесном журнале» должны рассматриваться вопросы лесоведения и лесоводства, экономики и организации лесного хозяйства, его политики. За 15 лет редакторской работы Г. Ф. Морозов, по свидетельству В. Н. Сукачева, поднял «Лесной журнал» на невиданную высоту. После 1918 г. происходит свертывание издания «Лесного журнала».

Старый «Лесной журнал» — наше национальное достояние, летопись лесного дела, бесценная кладовая накопленных наукой и практикой знаний о лесе и лесном хозяйстве, замечательный печатный памятник творцам отечественного лесного хозяйства: ученым, лесничим, лесоустроителям, всем, кому были дороги судьбы русского леса, кто понимал исключительно важное значение его для России.

В 1958 г. был возобновлен выпуск «Лесного журнала» как одного из журналов серии «Известия высших учебных заведений Министерства высшего и среднего специального образования СССР». В начале года вышел в свет его первый номер.

Честь издания «Лесного журнала» оказана Архангельскому лесотехническому институту. Редакция сохранила хорошие традиции «Лесного журнала» и, следуя идеям единства лесного дела, помещает в журнале статьи по вопросам лесного хозяйства, лесоэксплуатации, механической обработки и химической переработки древесины и по всем прочим вопросам, связанным с многообразными путями использования леса и его продуктов. В журнале публикуются 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. Привлекателен раздел «Из истории науки», в котором печатаются интересные материалы о видных деятелях прошлого, их трудах на пользу Отечества, о знаменательных событиях в истории лесной науки, лесного хозяйства и лесостроительства, других отраслях лесного дела.

Предназначенный для научных работников, аспирантов, инженеров лесного хозяйства и лесной промышленности, преподавателей вузов и техникумов, студентов старших курсов лесотехнических институтов журнал сразу привлек огромное число читателей и завоевал популярность не только в нашей стране, но и далеко за ее пределами. За рубежом журнал читают во многих странах Европы, Азии, Африки, Северной и Южной Америки, Австралии.

Постоянный успех «Лесного журнала» обеспечивается работой высококвалифицированных специалистов — членов редакционной коллегии и сотрудников редакции. Они сумели привлечь к работе большой авторский коллектив ведущих ученых, докторов и кандидатов наук, профессоров и доцентов, старших преподавателей и ассистентов, аспирантов и соискателей ученых степеней, хороших рецензентов.

Многое сделали для «Лесного журнала» его главные редакторы — ректоры Архангельского ЛТИ Ф. И. Коперин (1958—1966 гг.) и И. М. Боховкин (1966—1979 гг.). Более 30 лет посвятил «Лесному журналу» П. И. Войчалъ, который в течение 13 лет был заместителем главного

редактора. С первого дня по настоящее время членом редколлегии является проф. В. В. Щелкунов.

Особо следует отметить заслуги акад. И. С. Мелехова — главного редактора «Лесного журнала» с 1979 г., работающего в редколлегии со дня его возрождения, а также заместителей главного редактора, профессоров О. М. Соколова, Е. С. Романова, С. И. Морозова.

Редколлегия, редакция и авторы журнала глубоко чтят светлую память об А. И. Кольцовой, треть вска проработавшей ответственным секретарем «Лесного журнала».

Авторам и рецензентам журнала всегда приятно бывать в редакции, где работает слаженный коллектив: ответственный секретарь Р. В. Белякова, ведущий специалист Н. П. Бойкова, редактор Л. С. Окулова и корректор Л. Л. Аксенова. Их творческий, хорошо организованный труд обеспечивает высокое качество выпусков «Лесного журнала».

За истекшие 35 лет «Лесной журнал», находясь на передовых рубежах лесной науки, внес большой вклад в пропаганду научно-технических знаний по всем отраслям лесного дела и способствовал повышению научного уровня ведения лесного хозяйства, лесоустройства, решению проблем продуктивности лесов и охраны природы.

Активно способствуя научно-техническому прогрессу в лесном хозяйстве, лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, журнал поднимает и уровень подготовки инженерно-технических и научных кадров этих отраслей народного хозяйства России.

В 160-летней истории «Лесного журнала» 35 лет — период времени сравнительно небольшой, но наполнен он большим содержанием. Новый «Лесной журнал» внес в сокровищницу науки о лесе весомый вклад, значение которого непреходяще.

Коллектив лесохозяйственного факультета АЛТИ сердечно поздравляет юбиляра, горячо желает ему процветания, а его издателям — крепкого здоровья, счастья, творческих успехов в их благородном деле.

О. А. Неволин

Архангельский лесотехнический институт

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>Н. А. Моисеев</i> . К 125-летию со дня рождения М. М. Орлова (1867—1932 гг.)	3
<i>В. Д. Чернышев</i> . Своеобразие транспирации древесных растений в условиях Приморского края	8
<i>В. М. Ивонин, Ш. Т. Мукаев</i> . Ландшафтно-инженерные работы на оврагах, развивающихся в глинистых породах	13
<i>И. А. Маркевич, А. А. Шужмов, Л. Ф. Мускевич</i> . Рекреационная емкость Валаамского архипелага	19
<i>В. Г. Стороженко, В. Б. Темухин</i> . Некоторые особенности структуры и пораженности дереворазрушающими грибами древостоев ели резервата «Веспский лес»	24
<i>А. И. Чернодубов</i> . Информативность некоторых признаков сосны обыкновенной при изучении структуры популяций	30
<i>А. Н. Белов</i> . Количественная оценка лесоводственной эффективности химического ухода за лесом	33

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>С. И. Морозов, А. В. Ёрсь</i> . Определение мощности противоугонной системы для лесовозных УЖД	37
<i>Н. И. Библюк, Н. И. Герис</i> . Моделирование криволинейного курсового движения колесной лесотранспортной системы	42
<i>В. С. Морозов</i> . Определение осадок сооружений на основании из мерзлого торфяного грунта	48
<i>В. И. Варава</i> . Управление процессом трелевки	51
<i>А. В. Жуков, И. П. Майко, М. К. Асмоловский</i> . Оценка показателей динамических процессов узкозахватной колесной валочной машины	53
<i>В. П. Мигляченко</i> . Подготовка грунтовых карьеров к эксплуатации в зимний период	58

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>С. С. Макаревич, А. А. Клубков</i> . Теоретические исследования напряженно-деформированного состояния в биметаллическом инструменте при пайке	62
<i>Н. М. Горбатов, Г. П. Знаменский</i> . О некоторых возможностях эффективного управления электрической реактивной нагрузкой деревообрабатывающих предприятий	65
<i>В. И. Веселков, А. Е. Алексеев</i> . Изменение составляющих баланса пиловочного сырья при внедрении ленточнопильных станков и линий на их основе	69
<i>С. В. Ершов</i> . О напряжениях в круглых пилах от неравномерного нагрева	72

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Т. А. Туманова, А. Р. Габриелян, Ю. И. Дьяченко, Л. Н. Пахомова</i> . Влияние различных факторов на процесс пожелтения древесной массы	75
<i>О. Ф. Горбунова, Л. В. Асютченко, Б. Д. Богомолов</i> . Полярографическое определение цианид-ионов	80
<i>Г. М. Горский, Е. В. Мещерякова, Л. В. Макагун</i> . Повышение электрической прочности электроизоляционного картона	84
<i>Л. А. Малютина</i> . Пигментный состав беззольных экстрактов	87
<i>И. В. Довгань, А. А. Леонович</i> . Особенности размягчения растворимых препаратов лигнина	90

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

<i>О. Н. Анцукевич</i> . Экономическая оценка лесов и лесных земель рекреационного назначения	96
---	----

<i>П. Н. Коробов, А. Б. Ловков.</i> Формирование оптимальной производственной программы лесопромышленных предприятий ассоциации на основе согласования их интересов	99
<i>В. А. Мельчанов, Х. Э. Эрреро.</i> Экономическая оценка стокоочищающих функций защитных насаждений по берегам водоемов и рек Кубы	105

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

<i>В. А. Ряхин.</i> Товарная структура сосново-березовых насаждений	109
<i>В. С. Федюлов.</i> Сосновые древостой пониженной полноты в южной Карелии	113
<i>П. И. Войчалъ, А. И. Барабин.</i> Об окраске незрелых шишек ели на Севере	117

ИСТОРИЯ НАУКИ

<i>А. Г. Мошкалева, О. А. Неволин.</i> Значение научных трудов М. М. Орлова для современной науки и практики (к 125-летию со дня рождения)	119
<i>И. С. Мелехов.</i> Воспоминания о профессоре М. М. Орлове	123

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

<i>А. С. Агеев, В. С. Чуенков.</i> Заседание, посвященное 125-летию со дня рождения М. М. Орлова	127
--	-----

ЮБИЛЕИ

<i>Коллективы Архангельского лесотехнического института, редакции «Лесного журнала», Архангельского института леса и лесохимии, Архангельского управления лесами, Северного лесостроительного предприятия.</i> Петр Иосифович Войчалъ (к 90-летию со дня рождения)	129
--	-----

НЕКРОЛОГИ

<i>В. К. Попов, А. И. Сиволопов.</i> Памяти Михаила Михайловича Вересина	130
<i>О. А. Неволин.</i> «Лесному журналу» — 160 лет	131
Рефераты	138
Указатель статей, помещенных в «Лесном журнале» в 1992 г.	141

CONTENTS

FORESTRY

<i>N. A. Moiseev.</i> To the 125th Anniversary of M. M. Orlov's Birth	3
<i>V. D. Chernyshev.</i> Features of Woody Plants' Transpiration under Conditions of Primorskii Region	8
<i>V. M. Ivonin, Sh. T. Mukaev.</i> Landscape-Engineering Trench Work in Ravines Developed in Argillaceous Rocks	13
<i>I. A. Markevitch, A. A. Shuzhmov, L. F. Muskevitch.</i> Recreational Capacity of Valaam Archipelago	19
<i>V. G. Storozhenko, V. B. Temnukhin.</i> Some Features of Spruce Stands' Structure and their Affection with Wood-Destroying Fungi in "Vepskii Les" Reserve	24
<i>A. I. Chernodubov.</i> Information Data on Some Signs of Common Pine in Studying of Population Structure	30
<i>A. N. Belov.</i> Quantitative Evaluation of Silvicultural Chemical Treatment Efficiency	33

FOREST EXPLOITATION

<i>S. I. Morozov, A. V. Yaros'.</i> Determination of Rail Anchor System for Logging Spurs	37
<i>N. I. Biblyuk, N. I. Geris.</i> Modelling of Route Movement Curve of Wheeled Forest Transport System	42
<i>V. S. Morozov.</i> Determination of Structures' Settlement on Frozen Peat Soil Foundation	46
<i>V. I. Varava.</i> Skidding Process Control	51
<i>A. V. Zhukov, I. P. Maiko, M. K. Asmolovskii.</i> Indices Assessment of Dynamic Processes of Narrow Grabbing Wheeled Felling Machine	53
<i>V. P. Miglyachenko.</i> Preparation of Soil Pits for Exploitation in Winter Season	58

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOODSCIENCE

<i>S. S. Makarevitch, A. A. Klubkov.</i> Theoretical Studies into Stressed-Strained Condition of Bimetallic Tool at Soldering	62
<i>N. M. Gorbatov, G. P. Znamenskii.</i> On Some Possibilities of Efficient Electric Reactive Load Control of Woodworking Enterprises	65
<i>V. I. Veselkov, A. E. Alexeev.</i> Variation of Raw Sawlog Components Balance When Introducing Band-Saws and Lines on their Basis	69
<i>S. V. Ershov.</i> On Circular Saws' Stressed Condition Due to Irregular Heating	72

CHEMICAL TECHNOLOGY OF WOOD

<i>T. A. Tumanova, A. R. Gabrielyan, Yu. I. D'yachenko, L. N. Pakhomova.</i> Influence of Different Factors on Wood Mass Yellowing	75
<i>O. F. Gorbunova, L. V. Asyutchenko, B. D. Bogomolov.</i> Polar-Graphic Determination of Cyanide-Ions	80
<i>G. M. Gorskii, E. V. Meshcheryakova, L. V. Makatun.</i> Increasing of Electric Reliability of Electrico-Insulating Paperboard	84
<i>L. A. Malutina.</i> Pigment Composition of Petrol Extractives	87
<i>I. V. Dovgan', A. A. Leonovitch.</i> Features of Lignin Soluable Preparations Softening	90

ECONOMICS AND MANAGEMENT

<i>O. N. Antsukevitch.</i> Economic Evaluation of Forests and Recreational Forest Lands	96
<i>P. N. Korobov, A. B. Lovkov.</i> Development of Optimal Production Programme of Forest Industrial Enterprises of the Association on the Basis of Co-ordinating their Interests	99
<i>V. A. Mel'chanov, Kh. E. Errero.</i> Economic Evaluation of Treatment Functions of Protecting Forest Plantations in Water Basins' and Rivers' Locations in Cuba	105

SUMMARIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>V. A. Ryakhin.</i> Merchantable Structure of Pine-Birch Forests	109
<i>V. S. Fedulov.</i> Pine Tree Stands of Lower Density in Southern Karelia	113
<i>P. I. Voichal', A. I. Barabin.</i> On Colouring of Unripe Spruce Cones in the North	117

HISTORY OF SCIENCE

- A. G. Moshkalev, O. A. Nevolin.* Significance of M. M. Orlov's Scientific Works for Modern Science and Practice (to the 125th Anniversary of Birth) 119
- I. S. Melekhov.* Memories of Prof. M. M. Orlov 123

**SCIENTIFIC CONFERENCES
AND SESSIONS**

- A. S. Ageenko, V. S. Chuenkov.* The Meeting in Memory of the 125th Anniversary of M. M. Orlov's Birth 127

JUBILEES

- The Staffs of Archangel Forestry Technical Institute, "Lesnoi Zhurnal" Editorial Board, Archangel Research Institute of Forest and Wood Chemistry, Archangel Forest Management, Northern Forestry Enterprise. Pyotr I. Voichal'* (to the 90th Anniversary of Birth) 129

OBITUARIES

- V. K. Popov, A. I. Sivolapov.* In Memory of Michail M. Veresin 130
- O. A. Nevolin.* "Lesnoi Zhurnal" - 160 131
- Précis 138
- Index of Articles Published in 1992 141
-

РЕФЕРАТЫ

УДК 630*902

К 125-летию со дня рождения М. М. Орлова (1867—1932 гг.). МОИСЕЕВ Н. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 3—8.

УДК 581.116

Своеобразие транспирации древесных растений в условиях Приморского края. ЧЕРНЫШЕВ В. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 8—13.

Методом быстрого взвешивания измерена транспирация местных и интродуцированных голосеменных и покрытосеменных видов растений. Отмечена меньшая интенсивность транспирации хвойных. Выявлена тенденция повышения транспирации у интродуцентов по сравнению с видами местной флоры. Установлены факты адсорбции влаги на листовых органах хвойных. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630*116

Ландшафтно-инженерные работы на оврагах, развивающихся в глинистых породах. ИВОНИН В. М., МУКАЕВ Ш. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 13—19.

На основе полученных моделей связи стока и эрозии с характеристиками прорезаемых оврагами почв и пород предложены новые способы проведения ландшафтно-инженерных работ. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 616.89-008.446:551.4

Рекреационная емкость Валаамского архипелага. МАРКЕВИЧ И. А., ШУЖМОВ А. А., МУСКЕВИЧ Л. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 19—24.

Предложены методы расчета рекреационной емкости архипелага при экскурсионном обслуживании по дорожно-тропичной сети. По экологическому фактору емкость маршрутов варьирует от 65 до 185, по психологическому составляет в среднем около 140 тыс. туристов ежегодно. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 632.4:674.032.475.542

Некоторые особенности структуры и пораженности древоразрушающими грибами древостоев ели резервата «Вепский лес». СТОРОЖЕНКО В. Г., ТЕМНУХИН В. Б. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 24—30.

Изучены возрастная структура фитоценозов и пораженность грибами биотрофного комплекса в связи с особенностями динамики развития древостоев. Определены объемные показатели валежника, видовой состав и встречаемость сапротрофов в сравнении со структурой фито- и микоценозов резервата «Кологривский лес» и Центральнолесного заповедника. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630*174.754:630*165

Информативность некоторых признаков сосны обыкновенной при изучении структуры популяций. ЧЕРНОДУБОВ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 30—33.

На основании изучения изменчивости популяций сосны обыкновенной юга Русской равнины по шишкам, семенам, хвое и биохимическим признакам (изоферменты и эфирные масла) установлено, что наиболее информативны биохимические показатели. Табл. 2. Библиогр. список: 16 назв.

УДК 630*414

Количественная оценка лесоводственной эффективности химического ухода за лесом. БЕЛОВ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 33—36.

Рассмотрены методические особенности оценки лесоводственной эффективности химического ухода за лесом в условиях интенсивного естественного отпада растительности. Даны алгоритмы расчета показателей эффективности при проведении оценочных работ по схеме опыт—контроль. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 625.143.58.001.24

Определение мощности противоугонной системы для лесовозных УЖД. МОРОЗОВ С. И., ЯРОСЬ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 37—42.

Рассмотрена методика расчета мощности противоугонной системы для лесовозных УЖД с учетом фактических продольных сил, действующих от поезда на рельсы. Приведены расчетные зависимости для определения продольных сил и необходимого числа противоугонов. Дан пример расчета для конкретного участка пути УЖД, выполненный на ЭВМ. Табл. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*377.4

Моделирование криволинейного курсового движения колесной лесотранспортной системы. БИБЛЮК Н. И., ГЕРИС Н. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 42—48.

Дано обоснование математической модели курсового криволинейного движения для обобщенной лесотранспортной системы, состоящей из тягача с шарнирно-сочлененной рамой, двухосного роспуска и пакета хлыстов. Приведена блок-схема программы расчета показателей управляемости. Ил. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 624.131.52:624.139.2

Определение осадок сооружений на основании из мерзлого торфяного грунта. МОРОЗОВ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 48—51.

Рассмотрен усовершенствованный метод сложного суммирования для расчета осадок оснований, сложенных мерзлыми торфяными грунтами. Приведен пример расчета. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630:629.114.2

Управление процессом трелевки. ВАРВА В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 51—53.

Выявлены основные параметры трелевочного трактора в задаче оптимизации параметров и грузопотоки двух типов тракторов в задаче линейного программирования. Ил. 1.

УДК 630*32.002.5

Оценка показателей динамических процессов узкозахватной колесной валочной машины. ЖУКОВ А. В., МАЙКО И. П., АСМОЛОВСКИЙ М. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 53—58.

Приведены результаты испытаний валочной машины, рабочий процесс которой состоит из срезаания и выноса в вертикальном положении деревьев при работе под пологом леса. Рассмотрены операции производственного цикла и приведены образцы осциллограмм динамических процессов. Дана их количественная и качественная оценка с точки зрения динамической нагруженности и устойчивости машины. Ил. 5. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 625.71.8

Подготовка грунтовых карьеров к эксплуатации в зимний период. МИГЛЯЧЕНКО В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 58—61.

Изучено влияние 20%-го водного раствора нитрата натрия (NaNO_3) на промерзание дневной поверхности грунтовых карьеров. Установлено, что введение 1,5 л раствора NaNO_3 на 1 м² дневной поверхности дает снижение глубины промерзания в несколько раз. Табл. 1. Ил. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.055:621.914.2

Теоретические исследования напряженно-деформированного состояния в биметаллическом инструменте при пайке. МАКАРЕВИЧ С. С., КЛУБКОВ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 62—65.

Получены уравнения, позволяющие определять деформации и напряжения в твердосплавной пластине и подложке при любом распределении температуры по толщине, а также кривизну двухслойной пластины. Ил. 3.

УДК 621.316.34

О некоторых возможностях эффективного управления электрической реактивной нагрузкой деревообрабатывающих предприятий. ГОРБАТОВ Н. М., ЗНАМЕНСКИЙ Г. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 65—69.

Получены формулы и построены графики, позволяющие определить эффективность компенсации реактивной мощности нагрузки с помощью датчика полного тока. Ил. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.053

Изменение составляющих баланса пиловочного сырья при внедрении ленточнопильных станков и линий на их основе. ВЕСЕЛКОВ В. И., АЛЕКСЕЕВ А. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 69—72.

Отмечены основные условия и ограничения, накладываемые на процесс формообразования пиловочной продукции, даны приоритетные параметры поставов и приведен механизм изменения основных составляющих баланса пиловочного сырья при использовании ленточнопильных станков и линий на их основе. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.053:621.934

О напряжениях в круглых пнях от неравномерного нагрева. ЕРШОВ С. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 72—74.

Рассмотрено напряженное состояние круглых пней при неравномерном нагреве в процессе резания древесины и трении о направляющие, расположенные в различных зонах. Ил. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 676.017.55:535.68

Влияние различных факторов на процесс пожелтения древесной массы. ТУМАНОВА Т. А., ГАБРИЕЛЯН А. Р., ДЬЯЧЕНКО Ю. И., ПАХОМОВА Л. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 75—80.

Выявлена корреляция между степенью пожелтения массы под действием естественного освещения, УФ-облучения и термического воздействия. Показано влияние таких факторов, как влажность и наличие кислорода воздуха, на процесс реверсии белшины древесных масс. Табл. 4. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 543.253:547.491

Полярграфическое определение цианид-ионов. ГОРБУНОВА О. Ф., АСИУЧЕНКО Л. В., БОГОМОЛОВ Б. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 80—81.

Установлена возможность аналитического определения цианид-ионов в неконденсируемых газах и конденсатах методом переменноточковой подпографии. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 676.623

Повышение электрической прочности электроизоляционного картона. ГОРСКИЙ Г. М., МЕЩЕРЯКОВА Е. В., МАКАТУН Л. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 84—86.

Для повышения электрической прочности картона рекомендовано добавлять в композицию 0,9...1,6% волокон поливинилового спирта. Введение полиэлектролита позволяет целенаправленно изменять эксплуатационные характеристики электроизоляционного картона. Табл. 3. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.87

Пигментный состав бензиновых экстрактов. МАЛЮТИНА Л. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 87—90.

Пигментный состав бензиновых экстрактов в течение 3-часовой экстракции существенно изменяется, образуются производные зеленых и желтых пигментов, количество которых значительно увеличивается после 120 мин процесса. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 674.815-41

Особенности размягчения растворимых препаратов лигнина. ДОГАНЬ И. В., ЛЕОНОВИЧ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 90—95.

Показано, что характер размягчения препаратов диоксилигнина, выделенных из древесины и водорослей, различен. Отмечено развитие конденсационных процессов и влияние массовой доли OSn_2 -групп на температуру размягчения. Табл. 3. Ил. 4. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 630*907

Экономическая оценка лесов и лесных земель рекреационного назначения. АИЦУКЕВИЧ О. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 96—99.

Изложена методика экономической оценки лесов рекреационного назначения, основанная на определении общественно необходимых затрат на их производство и потребление. При оценке лесных земель рекреационного назначения использован метод суммарного дифференциального дохода по плодородию и местоположению. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*792:65.012.2:330.115

Формирование оптимальной производственной программы лесопромышленных предприятий ассоциации на основе согласования их интересов. КОРБОВ П. Н., ЛОВКОВ А. Б. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 99—104.

Разработан математический аппарат и дан пример расчета производственной программы отдельных предприятий ассоциации с учетом их интересов. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*265:628.3.003

Экономическая оценка стокоочищающих функций защитных насаждений по берегам водосемов и рек Кубы. МЕЛЬЧАКОВ В. А., ЭРРЕРО Х. Э. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 105—108.

Показано, что использование древесной растительности для очистки загрязненных стоков с сельскохозяйственных площадей и защиты прилегающих полей является оптимальным вариантом вложения затрат и природоохранительных мероприятий и предотвращения ущерба от негативных последствий хозяйственной деятельности. Табл. 1. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 630*525

Товарная структура сосново-березовых насаждений. РЯХНИН В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 109—113.

Исследовано влияние таксационных показателей сосново-березовых насаждений на выход отдельных категорий товарной древесины сосны и березы. Приведена динамика товарной структуры древесины по крупности и сортности для насаждений трех групп состава Нижегородской области. Сделана денежная оценка получаемой древесины. Табл. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*56

Сосновые древостой пониженной полноты в южной Карелии. ФЕДУЛОВ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 113—117.

Проанализировано строение древостоев, отмечена растянутость рядов и неравномерность распределения по диаметру. Рассмотрены причины естественного отпада деревьев. Показано, что запас древостоев полнотой 0,6 составляет 40...66% от запаса нормально сомкнутых, а сумма площадей сечения 36...60%. Табл. 3. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*232.31

Об окраске незрелых шишек ели на Севере. ВОЙЧАЛЬ П. И., БАРАВИН А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 117—118.

Рассмотрены результаты 40-летних исследований форм ели по цвету шишек. Отмечено, что преобладание на Севере красношишечной формы ели обусловлено большой продолжительностью светового дня во время вегетационного периода. Зеленошишечная

ель менее светолюбива. Табл. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*61:630*902

Значение научных трудов М. М. Орлова для современной науки и практики (к 125-летию со дня рождения). МОШКАЛЕВ А. Г., НЕВОЛНИН О. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 119—123.

УДК 630*902

Воспоминания о профессоре М. М. Орлове. МЕЛЕХОВ И. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 123—126.

УДК 630*902:061.3

Заседание, посвященное 125-летию со дня рождения М. М. Орлова, АГЕЕНКО А. С., ЧУЕНКОВ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 127—128.

Петр Иосифович Войчаль (к 90-летию со дня рождения). КОЛЛЕКТИВЫ АРХАНГЕЛЬСКОГО ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА, РЕДАКЦИИ «ЛЕСНОГО ЖУРНАЛА», АРХАНГЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА ЛЕСА И ЛЕСОХИМИИ, АРХАНГЕЛЬСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ЛЕСАМИ, СЕВЕРНОГО ЛЕСОУСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 129.

Памяти Михаила Михайловича Бересина. ПОПОВ В. К., СИВОЛАПОВ А. К. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 130.

«Лесному журналу» — 160 лет. НЕВОЛНИН О. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 6, с. 131—133.

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,

ПОМЕЩЕННЫХ В «ЛЕСНОМ ЖУРНАЛЕ»

В 1992 г.

- Калитвеевский Р. Е. Экологические и технологические аспекты маркетинга в лесопилении. № 2—3.
- Мелехов Н. С. Идеи Г. Ф. Морозова и их значение в развитии лесоводства (к 125-летию со дня рождения Г. Ф. Морозова). № 1—3.
- Мелехов Н. С. Бореальные леса. № 4—3.
- Мелехов Н. С. 100 лет ИЮФРО (IUFRO). № 5—3.
- ### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО
- Астрологова Л. Е. Урожайность черники в сосняках черничных Архангельской области. № 4—74.
- Бабич Н. А., Васильев А. В. Ресурсный потенциал надземной фитомассы сосняка лишайникового и методы его учета. № 1—20.
- Бабич Н. А., Травникова Г. И., Ярославцев С. В. Таблица массы древесной зелени стволов сосны обыкновенной в культурфитоценозах Европейского Севера. № 4—70.
- Барабин А. И. Зависимость качества семян сосны и ели от обилья урожая. № 2—13.
- Барабин А. И. Об искусственном восстановлении сосны в Архангельской области. № 4—57.
- Барабин А. И. О планировании семязаготовок на Европейском Севере. № 5—19.
- Белов А. Н. Количественная оценка лесоводственной эффективности химического ухода за лесом. № 6—33.
- Бойченко А. М., Исаев А. П. Вопросы восстановления пригудуровых лесов вблизи северной границы их распространения в Якутии. № 4—33.
- Веретенников А. В., Эмад Эль Дин Тавфик. Влияние засоления субстрата на фотосинтетическую активность всходов древесных растений. № 3—26.
- Веретенников А. В. Основные физиологические процессы и условия внешней среды в онтогенезе древесных растений. № 5—9.
- Воронков Н. А. О гидрологических свойствах северных лесов и возможностях управления водными ресурсами эколого-лесоводственными методами. № 4—43.
- Голков А. М., Карнев А. Д., Маслакова Т. Е. Особенности роста диссимметричных форм ели в культурах Псковской области. № 4—65.
- Гордиенко М. И., Сухой Н. М., Новак Б. И., Тараненко П. Х. Продуктивность культур с участием ясеня в свежих дубравах Украины. № 3—3.
- Громцев А. Н., Коломыцев В. А. Водоохранные леса Карельского побережья Белого моря: природные особенности и оптимизация использования. № 4—48.
- Гусев И. И., Концев С. В. Товарные таблицы северотаежных ельников. № 1—9.
- Гусейнов Э. С. О микромицетах дуба в Азербайджане (сумчатые). № 1—18.
- Данилов Н. И. Формирование снежного покрова в насаждениях различного состава и структуры. № 2—27.
- Добринюк Ю. М. Оптимизация состава смешанных насаждений дуба и ели в западной лесостепи Украины. № 5—35.
- Закавказский В. А. Выделение пасоки как показатель роста корней сосны обыкновенной в культурах Марийской ССР. № 1—32.
- Ивонин В. М., Мукаев Ш. Т. Ландшафтно-инженерные работы на оврагах, развивающихся в глинистых породах. № 6—13.
- Калинин М. И., Тиунчик В. К. Корневые системы бука лесного в условиях Украинских Карпат. № 3—29.
- Ковалев В. Ф. Математическое моделирование таксационных показателей вырубных деревьев. № 1—27.
- Концев С. В. Фауна северотаежных ельников. № 2—20.
- Кривникий Г. Т., Сикора Л. С., Гирнык Н. Л., Согор И. М., Мартыненко А. И. Информационно-ресурсная модель функционирования древесных растений с самоорганизующейся структурой. № 2—8.
- Кулыгин А. А., Ревяко И. И. Рост дуба черешчатого в смешанных искусственных насаждениях. № 5—27.
- Лебедев А. В., Иванова Э. А. Патология деревьев ели в древостоях учебного значения. № 5—39.
- Лебков В. Ф., Каплина Н. Ф. Сопряженность строения древостоев сосны по массе кроны и диаметру ствола. № 5—30.
- Лисеев А. С. Леса Московской области в прошлом и настоящем. № 5—14.
- Луганский Н. А., Терин Н. И., Залесов С. В. Состояние и проблемы лесного хозяйства Урала. № 4—12.
- Маркевич Н. А., Шужмов А. А. Информативность эстетики ландшафта. № 3—15.
- Маркевич Н. А., Шужмов А. А. Исследования антропогенизированных природно-территориальных комплексов Валаамского архипелага. № 5—23.
- Маркевич Н. А., Шужмов А. А., Мусквич Л. Ф. Рекреационная емкость Валаамского архипелага. № 6—19.
- Мартинссон Уве. Бореальные леса Евразии: некоторые данные, отражающие деятельность человека. № 4—19.
- Марченко С. И. Особенности формирования искусственных насаждений дуба черешчатого на вырубках зоны широколиственных лесов. № 3—9.
- Мозолевская Е. Г., Шарапа Т. В. Состояние лесов и роль насекомых-ксилофагов на заповедных и техногенных территориях Кольского полуострова. № 4—37.
- Моисеев Н. А. К 125-летию со дня рождения М. М. Орлова. № 6—3.
- Неводни О. А. Основы хозяйства в высокопродуктивных лесах Европейского Севера России. № 4—23.
- Писанов В. С. Тип-этап как элементарная таксономическая единица в динамической типологии. № 3—12.
- Писанов В. С. Динамика типов сфагновых сосняков в условиях влияния водохранилища. № 4—52.
- Попова Л. Г., Юринова А. А., Киприанов А. И., Егоров А. Е. Оптимальный режим предпосадочной обработки семян ели биопрепаратом на основе черного сульфатного щелока. № 3—18.
- Раевский Б. В. Фенология и особенности развития сосны скрученной на ранних этапах онтогенеза. № 2—35.
- Роднянский А. М., Смольянов А. Н. Исследование надземной фитомассы еловых древостоев Пермской области. № 2—31.
- Селиховки А. В. Лесозонтологический мониторинг в зонах интенсивного промышленного загрязнения. № 2—16.
- Стороженко В. Г., Темнухин В. В. Некоторые особенности структуры и пораженности дереворазрушающими грибами дре-

- востоев ели резервата «Вепский лес». № 6—24.
- Гермена Б. К., Бондарюк М. А., Антошук В. А., Максимова Н. И. Лесные культуры Северной Буковины с участием древесных интродуцентов. № 1—16.
- Глушчик В. К. Влияние способа обработки почвы на рост и накопление фитомассы в сосново-дубовых культурах ювенильного возраста. № 1—24.
- Федорков А. Л. Половая репродукция сосны обыкновенной при аэротехногенном загрязнении в условиях Субарктики. № 4—60.
- Хлюстов В. К. Общая закономерность связи текущего прироста по запасу с полнотой древостоев. № 3—22.
- Чернодубов А. И. Информативность некоторых признаков сосны обыкновенной при изучении структуры популяций. № 6—30.
- Чернышев В. Д. Своеобразие транспирации древесных растений в условиях Приморского края. № 6—8.
- Чибисов Г. А., Цветков В. Ф., Семенов Б. А. Крайне северные леса и проблемы их сохранения. № 4—7.
- Ярославцев С. В. Особенности строения ельников Крайнего Севера. № 4—29.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

- Библюк Н. И. Моделирование колебаний системы трансмиссия—транспортные звенья—пакет хлыстов. № 1—48.
- Библюк Н. И., Борис Н. М., Герис Н. И., Литвинчук Е. Н. Статистические характеристики микропрофиля и планы лесных дорог. № 3—37.
- Библюк Н. И., Герис Н. И. Моделирование криволинейного курсового движения колесной лесотранспортной системы. № 6—42.
- Варава В. И. Управление процессом трелевки. № 6—51.
- Выхренко В. С., Турлай И. В., Хохряков Н. Г. Оценка коэффициента динамичности при продольном движении хлыста в процессе обработки. № 3—49.
- Вырко Н. П., Громыко Л. Г. Методика расчета на прочность полиэтиленовой пленки для временных лесовозных дорог типа «оболочка». № 1—45.
- Герасимов А. Т., Травкин Ю. В. Применение водотеплопроводящей эмульсии для снижения токсичности дизельного двигателя. № 2—63.
- Герасимов А. Т. Исследование токсичности дизельных двигателей. № 3—44.
- Герасимов Ю. Ю. Обоснование выбора рациональных альтернатив организации заключительных технологических операций. № 5—65.
- Гордеев С. М., Иванов Г. А. К обоснованию очередности освоения лесосек. № 3—40.
- Жуков А. В., Майко И. П., Асмоловский М. К. Оценка показателей динамических процессов узкозахватной колесной валочной машины. № 6—53.
- Ильин Б. А. Теоретические основы организации эксплуатации грунтовых лесовозно-лесохозяйственных дорог. № 5—44.
- Коровкин Р. Л., Ярослав А. В. К расчету вертикальной динамики узкоколейного тепловоза ТУ-7. № 5—48.
- Кучерявый В. И. Вероятностный расчет прочности элементов лесозаготовительных машин. № 4—88.
- Мигляченко В. П. Утепление грунтовых карьеров. № 5—52.
- Мигляченко В. П. Подготовка грунтовых карьеров к эксплуатации в зимний период. № 6—58.
- Митрофанов А. А. Способы повышения эффективности применения запасных якорей. № 1—54.
- Морозов В. С. Определение осадок сооружений на основании из мерзлого торфяного грунта. № 6—48.
- Морозов С. И., Ярослав А. В. Определение минимальных температур укладки рельсовых плетей на лесовозных УЖД. № 1—37.
- Морозов С. И., Ярослав А. В. Об условиях укладки температурно-напряженного пути в кривых лесовозных УЖД. № 2—41.
- Морозов С. И., Ярослав А. В. Определение мощности противоугольной системы для лесовозных УЖД. № 6—37.
- Памфилов Д. В. Вероятностный расчет поперечной устойчивости колесных лесных тракторов. № 2—46.
- Сергутин В. Е. О постулате Шези для открытых потоков. № 2—54.
- Сергутин В. Е., Жигалин Н. П. Элементы гидравлики лесославных и судоходных потоков Сибири. № 4—85.
- Сергутин В. Е. Степенные модели в гидравлике потоков. № 5—57.
- Смирнов Н. Н.**, Есафов В. Д. Проходимость гусеничных трелевочных тракторов и пути ее повышения. № 4—83.
- Соколов М. О., Кузнецов А. П. Метод расчета реактивного давления грунтового основания на гусеничный движитель лесозаготовительной машины. № 4—90.
- Стуков В. П. Случай расчета нагеля в древесине. № 2—50.
- Стуков В. П. К вопросу расчета нагеля в древесине. № 3—61.
- Уваров Б. В. Расчет рельсового пути при подвижной нагрузке. № 3—56.
- Харитонов В. В., Стародубец Б. Г. Исследование вероятностных процессов при измерении диаметров с учетом объемов круглых лесоматериалов. № 1—41.
- Харитонов В. Я., Долгова И. И. Искусственный подплав для рек северо-западного региона. № 4—79.
- Якимович С. Б., Шуленова О. А. Обоснование скоростных режимов валочно-пакетирующих машин с совмещенными функциями. № 3—33.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

- Бугаев Ю. В., Кузнецов С. Ю. О влиянии длины раскраиваемых пиломатериалов на распределение протяженности бездефектных участков. № 3—83.
- Варфоломеев Ю. А., Кошуняева В. Б. Защищающая способность различных антисептиков для пиломатериалов. № 5—81.
- Веселков В. И., Алексеев А. Е. Изменение составляющих баланса пиловочного сырья при введении ленточнопильных станков и линий на их основе. № 6—69.
- Горбатов Н. М., Знаменский Г. П. О некоторых возможностях эффективного управления электрической реактивной нагрузкой деревообрабатывающих предприятий. № 6—65.
- Дмитренков А. Н., Бельчичская Л. И., Никулин С. С. Модифицирование древесины расплавом стеариновой кислоты. № 1—74.
- Ершов С. В. О распределении температуры по радиусу круглой пилы. № 5—72.
- Ершов С. В. О напряжениях в круглых пилах от неравномерного нагрева. № 6—72.
- Иванов Д. В., Суворцева Л. С. Рациональное использование тонкомерного сырья. № 2—78.
- Иванов Ю. М. К анализу усадки древесины. № 5—69.
- Кривичкин Е. Г., Харук Е. В. Микростроение древесины сосны среднего Приангарья, подвергшейся воздействию огня. № 1—72.
- Кудрявин Г. В. Некоторые вопросы теории стружкообразования при продольно-торцовом резании древесины. № 3—70.
- Лабудин Б. В. Расчет плитно-ребристых конструкций с упруго-податливыми связями. № 1—67.
- Лабудин Б. В., Вешняков А. В., Попов В. Д., Яковлев В. В. Новое узловое соединение стержней для деревянных несущих конструкций. № 4—108.

- Макаревич С. С., Клубков А. А. Теоретические исследования напряженно-деформированного состояния в биметаллическом инструменте при пайке. № 6—62.
- Осинова В. Н. Определение оптимальных технологических параметров производства профилированных древесностружечных плит по критерию минимальной себестоимости. № 5—78.
- Облянин А. Н., Воскресенский А. К., Кац Б. Л. Рациональные режимы тепловой обработки цементно-стружечных плит. № 1—58.
- Плотников С. М. Активные способы уменьшения покоробленности древесностружечных плит. № 3—76.
- Полубояринов О. И., Сорокин А. М. Физические свойства осиновой коры и ее компонентов. № 3—67.
- Рюмина Е. Б., Успенская Г. Б. Уровень доверительной вероятности нормированных показателей прочности конструктивных пиломатериалов. № 2—81.
- Серов Е. Н., Орлов Р. Б. Рациональное использование анизотропии клееной древесины в сопряжениях элементов под большими углами. № 1—64.
- Снопков В. Б., Хмызов И. А., Снопкова Т. А., Соловьева Т. В. Двухстадийный способ осмоления древесных частиц. № 4—104.
- Старцева А. И., Полуказакова А. И., Бурилов С. А. Исследование модификации древесины композицией на основе полиэтилгидросилоксана. № 2—86.
- Стахийев Ю. М., Макаров В. В. О влиянии направляющих на колебания диска пилы при жестком ее креплении на пильном валу. № 1—78.
- Стахийев Ю. М., Макаров В. В. Об особенностях колебаний жестко закрепленной и плавающей на пильном валу круглой пилы при использовании аэродинамических направляющих. № 2—73.
- Турушев В. Г., Алексеев А. Е., Царев Е. Г. Совершенствование технологии получения пиломатериалов. № 4—96.
- Цыханов М. В., Воронин В. В. Усиление прессования древесины клином. № 3—80.
- Шутов Г. М., Кулак М. И. Метод описания прочности древесностружечных плит с использованием теории фректалов. № 3—86.
- Янушкевич А. А., Кулак М. И., Яковлев М. К. Сплайны в моделировании раскрытия круглых лесоматериалов. № 2—68.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- Бельчинская Л. И., Саушкин В. В., Маликов Б. Ф. Сравнительная характеристика природных и искусственных сорбентов стирола и ацетона. № 2—100.
- Вдовин А. А., Ворониллов С. И., Ширяев Б. Г., Новиков Н. Е. Сортирование волокнистых суспензий средней концентрации на динамической сортирующей щели. № 1—93.
- Гермер Э. И. Концепция исследования делигнификации при варке древесины. № 3—92.
- Горбунова О. Ф., Асютченко Л. В., Богомолов Б. Д. Полярографическое определение цианид-ионов. № 6—80.
- Горский Г. М., Мещерякова Е. В., Макаутин Л. В. Повышение электрической прочности электроизоляционного картона. № 6—84.
- Довгань И. В., Леонюк А. А. Особенности размягчения растворимых препаратов лигнина. № 6—90.
- Дьяченко Ю. И., Габриелян А. Р., Туманова Т. А., Герасимова Н. А. Влияние сульфата натрия на отбелку термомеханической массы дигтонитом натрия. № 2—92.
- Ерихов Б. П., Наумов А. Н., Сырников Ю. П. Составной крутильный маятник для исследования вязкоупругих свойств бумаги и пленочных материалов. № 4—113.
- Киселев И. Я. Количественные изменения состава жирных кислот листьев клепа остролистного в течение летнего периода. № 3—101.
- Комаров В. И., Казаков Я. В., Филиппов И. Б. Зависимость весового показателя (по С. Н. Иванову) от средней длины волокон сульфатной небеленой целлюлозы. № 5—84.
- Комиссаренков А. А., Алиев Р. Г., Буров А. В., Шарков В. В., Луферова Л. Б. Оценка влияния неорганических сорбентов на процесс делигнификации древесины органосольвентным методом. № 2—104.
- Коршунова Н. И., Глухих В. В., Орлов С. А., Балакин В. М. Изучение процессов отверждения промышленных образцов карбамидоформальдегидных олигомеров методом ИК-спектроскопии. № 3—97.
- Левин В. Д. Влияние метода и условий сушки на гранулометрический состав гидролизного лигнина. № 1—96.
- Малютин Л. А. Пигментный состав бензиновых экстрактов. № 6—87.
- Миловинова Л. А., Комарова Г. В., Иванова Г. И., Смирнова Л. А., Суворова С. В. Влияние введения диоксида хлора при хлорировании на показатели сульфитной целлюлозы. № 4—117.
- Миловинова Л. А., Комарова Г. В., Юдина Н. В. Количественное определение «вредной» смолы в сульфитной целлюлозе. № 5—92.
- Пахтусова В. П., Дедов С. В., Личутина Т. Ф., Комаров В. И. Стабилизация качества небеленой сульфатной целлюлозы при варке в аппарате «Камюр». № 1—101.
- Прокшин Г. Ф., Казаков Я. В. Оценка влияния топохимических процессов на кинетику щелочной варки целлюлозы. № 5—96.
- Прохорчук Т. И., Пранович А. В., Кибасова Е. Н., Киричанов А. И. Исследование состава и ростактивирующих свойств нелетучих водорастворимых веществ черного сульфатного щелока. № 1—89.
- Селянина Л. И. Анализ работы установок дезодорации конденсатов сульфатной варки целлюлозы. № 5—88.
- Смирнов Р. Е., Бутко Ю. Г., Степанова В. И., Глобина Т. Б., Булгаков С. В., Попова В. А. Переработка щелока от сульфит-фосфорнокислой варки целлюлозы на кормовые дрожжи. № 2—90.
- Терентьев О. А., Куров В. С., Смирнова Э. А. Реологические основы процесса массообмена на бумагоделательную машину. № 1—85.
- Туманова Т. А., Габриелян А. Р., Дьяченко Ю. И., Пахомова Л. Н. Влияние различных факторов на процесс пожелтения древесной массы. № 6—75.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Анцукевич О. Н. Экономическая оценка лесов и лесных земель рекреационного назначения. № 6—96.
- Блинов А. О. Эффективность территориально-отраслевой организации лесного комплекса. № 3—105.
- Коваленко Г. В., Басва Н. А. Опыт изучения потребности в писче-печатной бумаге. № 3—103.
- Кожухов Н. Н., Чочаев А. X. Макромоделирование сегментов рыбка лесных продуктов и услуг. № 2—112.
- Коробов П. Н., Ловков А. Б. Формирование оптимальной производственной программы лесопромышленных предприятий ассоциации на основе согласования их интересов. № 6—99.
- Кузминых Ю. В. Об определении уровня интенсивности лесохозяйственного производства. № 5—105.
- Мельчанов В. А., Эрреро Х. Э. Экономическая оценка стокоочищающих функций защитных насаждений по берегам водоемов и рек Кубы. № 6—105.
- Мосягин В. И., Михайлов К. Л. Определение хозрасчетных цен на полуфабрикаты и

- отходы гидролизного производства. № 1—107.
 Панюгин А. Н. Методы учета фактора сезонности в хозяйственной деятельности комплексных лесных предприятий. № 1—109.
 Романов Е. С. Судьбы хозрасчета. № 2—109.

- Романов Е. С. Ущерб водной среде от лесосплава. № 5—100.
 Турлай И. В., Германчук И. А. Оптимизация лесозаготовительного производства в условиях автономного лесозаготовительного региона. № 1—112.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- Бугаев В. А., Сериков М. Т. Об основах организации национального парка Горной Шории. № 3—125.
 Войчал П. И., Барабин А. И. Об окраске незрелых шишек ели на Севере № 6—117.
 Зяляжных В. В. Влияние различных факторов на отложение осадка лигноуминовых веществ при аммиачной нейтрализации гидролизата. № 3—128.
 Карамышев В. Р. Стенд для исследования предохранительных муфт лесохозяйственных машин. № 1—124.
 Карамышев В. Р. К расчету двухлоточной кулачковой предохранительной муфты лесохозяйственных машин. № 3—116.
 Киселев И. Я. Содержание формальдегида в листьях древесных растений. № 1—129.
 Кулагина А. А. Влияние температурных условий на созревание семян акации белой. № 1—123.
 Левшаков А. М. Энергетическая утилизация токсичных отходов деревообработки. № 1—127.
 Леухин Ю. Л., Орехов А. Н., Сабуров Э. Н. Аэродинамика относительно длинных циклонных камер с глубоко встроенным выходным каналом. № 3—119.
 Невзоров А. Л., Козмин Д. Д., Звездин В. Н. Физико-механические свойства гидролизного лигнина как техногенного грунта. № 1—131.
 Овчинников Ю. Б. Опыт орошения сточными водами в полупустыне. № 1—118.
 Патлай Н. Н., Гайда Ю. И. Географические культуры дуба черешчатого второго поколения. № 3—109.
 Ряхин В. А. Товарная структура сосново-березовых насаждений. № 6—109.

- Сабуров Э. Н., Орехов А. Н. Экспериментальное исследование аэродинамики циклонной камеры большой относительной длины. № 2—123.
 Стороженко В. Г. Особенности гнилевого поражения ельников различного происхождения. № 3—113.
 Стороженко В. Г. Некоторые особенности формирования древостоев и грибных биотрофных комплексов в разновозрастных еловых лесах. № 5—113.
 Трапкин Ю. В., Герасимов А. Т. Исследование содержания токсичных веществ канцерогенной группы в подкапотном пространстве автомобиля. № 2—121.
 Федулов В. С. Сосновые древостой пониженной полноты в южной Карелии. № 6—113.
 Чураков Б. П. Влияние некоторых факторов окружающей среды на развитие соснового подростка. № 1—116.
 Чураков Б. П. Влияние рекреационных нагрузок на зараженность дуба черешчатого трутовыми грибами в Среднем Поволжье. № 2—116.
 Шамаев А. В. Популяционные особенности насекомых-ксилофагов бука восточного и пихты кавказской на вырубках и в лесных массивах. № 2—118.
 Шапкин О. М., Погиба С. П., Зункина С. П., Макарова Т. П., Раздайводин А. Н. Карбиологический анализ и эндогенная изменчивость генеративных органов плоских деревьев ели. № 5—110.
 Якимов А. С., Мошкалев А. Г., Елизаров А. Ф. Особенности строения и таксации еловых древостоев деконцентрированного эксплуатационного лесного фонда.

ИСТОРИЯ НАУКИ

- Мелехов И. С. Воспоминания о профессоре М. М. Орлове. № 6—123.
 Мошкалев А. Г., Неволлин О. А. Значение научных трудов М. М. Орлова для современной науки и практики (к 125-летию со дня рождения). № 6—119.

- Неволлин О. А. XII лесной съезд и его значение для северного лесного хозяйства. № 1—134.
 Неволлин О. А. Северное лесоустройство и лесная типология (к 100-летию лесной типологии). № 4—122.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- Агеев А. С., Чуенков В. С. Заседание, посвященное 125-летию со дня рождения М. М. Орлова. № 6—127.
 Веретенников А. В. Советание по углекислотному обмену растений. № 3—131.
 Крутов В. И. Встреча северных лесопатологов. № 5—127.
 Скребец Т. Э. Международная конференция «Проблемы окислительно-восстановительных превращений компонентов древесины». № 3—130.
 Соколов О. М., Комарова Г. В. Международная научно-техническая конференция RAPFOR-92. № 5—123.

- Соловьев В. В. Международная конференция по использованию древесины. № 5—120.
 Уголев Б. Н. III Международная конференция ИЮФРО по сухие древесины. № 5—119.
 Уголев Б. Н. Очередная сессия Координационного совета по современным проблемам лесоведения. № 5—122.
 Чибисов Г. А. Конференция Международной научно-исследовательской ассоциации по северным лесам. № 4—129.
 Чуенков В. С., Агеев А. С. Международная конференция ИЮФРО. № 5—117.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- Беляев В. В., Сунгуров Р. В. Книга об искусственных лесах Европейского Севера. № 4—131.
 Ефремова Л. П., Пчелин В. И., Соколова Н. А. Учебное пособие по декоративному лесоводству. № 2—133.

- Катаев О. А., Редько Г. Н., Брановицкий М. Л. Воспоминания о Лесотехнической академии. № 3—133.
 Рябчук В. П., Баранецкий Г. Г. Новая книга о региональном природопользовании на Украине. № 5—131.

ЮБИЛЕИ

- Богомолов Б. Д., Соколов О. М., Соколова А. А. Выдающемуся ученому и педагогу Варваре Николаевне Сергеевой — 90 лет. № 4—134.

- Коллектив кафедры целлюлозно-бумажного производства С.-Петербургской лесотехнической академии. Ю. Н. Испенину — 80 лет. № 4—133.

Коллектив ученых Московского лесотехнического института, Александр Николаевич Обливин (к 60-летию со дня рождения). № 5—133.

Коллективы Архангельского лесотехнического института, редакции «Лесного журнала», Архангельского института леса и лесохимии, Архангельского управления лесами, Северного лесоустроительного предприятия, Петр Иосифович Войчалъ (к 90-летию со дня рождения). № 6—129.

Кучерявый В. А., Крицкий Г. Т., Баранецкий Г. Г., Рябчук В. П. Юбилей академика Степана Антоновича Генсирюка. № 6—134.

Ректорат Архангельского лесотехнического института, деканат лесоинженерного факультета, коллектив кафедры сухопутного транспорта леса, редколлегия и редакция «Лесного журнала». Юбилей В. В. Щелкунова. № 2—135.

НЕКРОЛОГИ

Попов В. К., Сиволопов А. И. Памяти Михаила Михайловича Вересина. № 6—130.
Редколлегия и редакция «Лесного журнала».

Анна Ивановна Кольцова. № 5—136.
Ректорат и сотрудники МЛТИ. Памяти П. С. Сергеевского. № 2—136.

ЛЕСНОЙ ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

Рябчук В. П. Лесной месяцеслов. № 1—137; № 2—137; № 3—135; № 4—136; № 5—137.

Неволин О. А. «Лесному журналу» — 160 лет. № 6—131.