

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО  
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

---

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

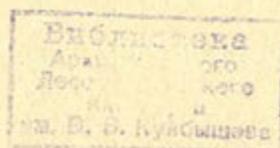
---

*Лесной журнал*

Журнал основан в 1957 году

1

1981



АРХАНГЕЛЬСК

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Акад. ВАСХНИЛ **И. С. Мелехов** (гл. редактор), доц. **Е. С. Романов** (зам. гл. редактора), доц. **С. И. Морозов** (зам. гл. редактора), проф. **Н. М. Белая**, доц. **Е. М. Боровиков**, проф. **Ю. Г. Бутко**, доц. **П. И. Войчаль**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **И. И. Гусев**, проф. **Ю. Я. Дмитриев**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **Р. Е. Калитеевский**, проф. **В. Г. Кочегаров**, проф. **Э. Д. Левин**, проф. **П. Н. Львов**, проф. **Н. В. Маковский**, доц. **Н. В. Никитин**, доц. **А. Р. Родин**, проф. **П. С. Серговский**, проф. **Ю. Д. Силуков**, проф. **Э. Н. Фалалеев**, проф. **Н. И. Федоров**, проф. **В. В. Щелкунов**.

Ответственный секретарь **А. И. Кольцова**.

---

«Лесной журнал» публикует научные статьи сотрудников вузов 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. Предназначается для научных работников, аспирантов, преподавателей вузов, студентов старших курсов лесотехнических институтов.

© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1981.

Адрес редакции: 163007, Архангельск, 7, Набережная В. И. Ленина, 17.  
Архангельский лесотехнический институт, тел. 4-13-37.

---

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 1

---

Сдан в набор 11/XII 1980 г. Подписан к печати 25/III 1981 г.  
Форм. бум. 70×108<sup>1/8</sup>. Печать высокая. Услови. печ. л. 12,95. Уч.-изд. л. 14,25  
Сл 00007. Тираж 1950 экз. Заказ 10651. Цена 1 руб.  
Типография им. Склянина издательства Архангельского обкома КПСС,  
г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

*Решения XXVI съезда КПСС — в жизнь!***НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ  
СОЦИАЛЬНОГО И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА**

Принятые XXVI съездом КПСС «Основные направления экономического и социального развития СССР на 1981—1985 годы и на период до 1990 года» — документ огромной теоретической и практической важности. В нем воплощена стратегия и тактика КПСС по важнейшим вопросам экономического, социального и духовного развития нашей страны с учетом конкретных условий 80-х годов нашего века.

В «Основных направлениях» намечены новые высокие рубежи дальнейшего движения вперед. Рубежи трудные, но вполне реальные, ведь в их основе — огромные достижения страны в сфере экономики, социальной жизни, духовной культуры.

За годы десятой пятилетки введено в строй более 1200 крупных промышленных предприятий. Ускорены темпы научно-технического прогресса, возросли масштабы внедрения новой техники в народное хозяйство, повысился технический уровень производства. Большой вклад в решение этих задач внесла советская наука.

Немалые достижения на счету у работников «зеленого цеха» страны. СССР — самая богатая лесом страна. Леса у нас занимают треть всей территории, в них сосредоточено около четверти мировых запасов древесины. Занимая первое место по объемам заготовки древесины, мы идем впереди других стран и по масштабам лесовосстановления и разведения лесов, лесоустройству.

За годы десятой пятилетки леса восстановлены на площади свыше 10 млн. га. Рациональное использование сырья — генеральное направление развития лесной и деревообрабатывающей промышленности сегодня. Только за первые четыре года десятой пятилетки в стране получено более 140 млн. м<sup>3</sup> заменителей деловой древесины, что позволило сохранить лес от вырубки примерно на 1 млн. га. В целом за десятилетку выпуск древесностружечных и древесноволокнистых плит предприятиями Минлеспрома СССР увеличился более чем на 35 %, технологической щепы для целлюлозно-бумажной промышленности — на 24 %. В лесозаготовительной промышленности был продолжен курс на активное внедрение машин и механизмов, работающих без применения ручного труда. За 1976—1980 гг. объем машинной валки деревьев на предприятиях Минлеспрома СССР увеличился с 0,9 до 18 млн. м<sup>3</sup>, механизированной очистки стволов от сучьев — с 14,4 до 20 млн. м<sup>3</sup>. Но это все еще меньше 10 % от общего объема заготовок.

За годы десятой пятилетки производство мебели в стране увеличилось в 1,3 раза. И все же мебельная промышленность еще не полностью удовлетворяет возросшие запросы населения.

Нарастивала мощности целлюлозно-бумажная промышленность. С участием стран СЭВ в Восточной Сибири возводится крупнейший Усть-Илимский лесопромышленный комплекс. Первая очередь комплекса уже принята в эксплуатацию.

Большую роль в решении этих крупномасштабных задач сыграла вузовская лесная наука, научно-исследовательские и проектно-конструкторские учреждения АН СССР, министерств и ведомств. Тесная связь науки с производством дает огромный экономический эффект. Только за четыре года X пятилетки он превысил 4,5 млрд. р. По договорам с предприятиями ученые вузов ежегодно выполняют исследования более чем на 460 млн. р.

Главная задача одиннадцатой пятилетки состоит в обеспечении дальнейшего роста благосостояния советских людей на основе устойчивого, поступательного развития народного хозяйства, перевода экономики на интенсивный путь развития, более рационального использования производственного потенциала страны, ускорения научно-технического прогресса, всемерной экономии всех видов ресурсов и улучшения качества работы.

В XI пятилетке в лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности объем продукции предстоит увеличить на 17—19 %. Необходимо обеспечить дальнейшее развитие лесозаготовительной промышленности, оснастить предприятия высокопроизводительными машинами для лесозаготовок, дорожного строительства, улучшить условия труда и быта на лесозаготовках. Ставится задача полнее использовать лесосырьевые ресурсы в европейской части страны без ущерба для окружающей среды, организовать комплексные предприятия по лесовыращиванию, заготовке и переработке древесины.

Производительность труда в лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности намечается повысить на 16—18 %. Предстоит поднять выход целлюлозы и других полуфабрикатов из древесного сырья, развивать мощности и увеличить объем выпуска деревянных панельных домов для сельского жилищного строительства, значительно повысить комплексность переработки древесного сырья. Стоит задача развивать опережающими темпами производство прогрессивных видов лесной и бумажной продукции, увеличить выпуск древесностружечных плит примерно в 1,5 раза, древесноволокнистых плит и картона в 1,3—1,5 раза, целлюлозы в 1,3—1,4 раза и бумаги на 20—25 %. Потребуется создать и освоить новые технологические процессы и материалы, обеспечивающие расширение ассортимента и значительное улучшение качества бумаги для печати, максимально утилизировать макулатуру. Необходимо полнее использовать лесные ресурсы Европейского Севера, создать дополнительные мощности по производству бумаги в Сыктывкарском лесопромышленном комплексе, расширить производство мебели, улучшить ее ассортимент, качество и комфортность. В Сибири предусмотрен ускоренный рост всех трех отраслей лесной промышленности, развитие должно происходить и на Дальнем Востоке. В лесной и деревообрабатывающей промышленности производство товаров культурно-бытового и хозяйственного назначения должно возрасти в 1,2—1,3 раза.

Наша партия разработала большую программу дальнейшего развития лесного хозяйства и охраны природы. В лесном хозяйстве предстоит обеспечить постепенный переход к ведению его на принципах непрерывного и рационального лесопользования, улучшение качественного состава лесов, на площади не менее 8 млн. га вырастить молодняк ценных древесных пород, внедрять промышленные методы лесовыращивания.

Одна из характерных особенностей планирования в новой пятилетке состоит в широком использовании метода целевых комплексных программ. На октябрьском (1980 г.) Пленуме ЦК КПСС Л. И. Брежнев отмечал, что каждая такая программа должна представлять собой обоснованный, опирающийся на точные расчеты план мероприятий, нацеленных на конечный результат, на полное решение той или иной проблемы.

В Основных направлениях поставлена задача приступить к реализации целевой комплексной программы по созданию в Европейско-Уральской зоне СССР постоянной лесосырьевой базы для целлюлозно-бумажной промышленности за счет специальных лесных плантаций.

В новой пятилетке нужно расширить защитное лесоразведение, создавать новые, благоустраивать имеющиеся зеленые зоны вокруг городов и поселков, улучшить охрану природы. Будут продолжены работы по охране и рациональному использованию уникальных природных комплексов, прежде всего Байкала.

В партийном документе говорится о необходимости продолжить формирование научно обоснованной сети заповедных территорий и национальных парков и на их базе проводить изучение природных систем и объектов, чтобы выработать рекомендации по рациональному использованию природных ресурсов. К охране природы следует шире привлекать общественность. Особенно большое значение придается развитию науки и техники, которое должно быть в еще большей мере подчинено решению важнейших проблем, ускорению перевода экономики на путь интенсификации. Исходя из этого намечается: обеспечить разработку и реализацию целевых комплексных программ по решению важнейших научно-технических проблем; существенно сократить сроки создания и освоения новой техники; усилить взаимные связи науки и производства; укрепить опытно-производственную базу научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций; значительно увеличить производство приборов, оборудования, средств автоматизации, реактивов и препаратов для проведения научных исследований.

Принципиальное значение имеет требование повысить эффективность использования научного потенциала высших учебных заведений для решения народнохозяйственных задач.

Советской науке партия и государство уделяют первостепенное внимание, на ее развитие выделяются огромные средства. Если в 1975 г. расходы на развитие науки составили 17,4 млрд. р., то в 1981 г. они составят 22,6 млрд. р. Численность научных работников в стране превысила 1,3 млн. человек, в их числе более 400 тыс. докторов и кандидатов наук (в 1970 г. число докторов и кандидатов наук составляло 248 тыс. человек). Творческий труд большой армии ученых позволил создать небывалый научно-технический потенциал — бесценное богатство страны. Тем важнее с максимальной полнотой его использовать, увеличивать его отдачу, повышать эффективность исследований.

На основе использования достижений науки и техники в новой пятилетке будут решаться задачи: широкого применения автоматических манипуляторов (промышленных роботов), создания автоматизированных цехов и заводов; развития производ-

ства сверхчистых, полупроводниковых, сверхпроводящих, новых полимерных и композиционных материалов; использования электрохимических, лазерных, радиационных и других высокоэффективных методов обработки металлов и материалов в целях существенного улучшения их свойств; увеличения масштабов использования в народном хозяйстве возобновляемых источников энергии (гидравлической, солнечной, ветровой, геотермальной) и др.

В области общественных наук усилия сосредоточиваются на разработке проблем диалектического и исторического материализма, обобщении опыта революционно-преобразующей деятельности КПСС, международного коммунистического и рабочего движения. Расширяются исследования по теоретическим вопросам развитого социализма, создания материально-технической базы коммунизма, совершенствования управления народным хозяйством, аграрной политики, демографии и использования трудовых ресурсов и др.

Ученые, работающие в области технических наук, должны активно способствовать созданию и освоению новой высокоэффективной техники, обеспечивающей рост производительности труда и комплексную переработку сырья, разработке и внедрению малоотходной, безотходной и энергосберегающей технологии.

Задача ученых биологического профиля — разработать научно обоснованные программы повышения эффективности природопользования, приумножения лесных богатств, охраны природы.

В условиях научно-технической революции перед преподавателями вузов поставлена задача повышать методологический уровень преподавания, формировать у будущих специалистов всех профилей передовое научное мировоззрение. Преподаватели общенаучных и специальных дисциплин, как и общественных, призваны не только обучать, но и воспитывать студентов, помогать им овладевать методами научного поиска.

За последние годы в практику вузов стала внедряться наиболее действенная форма взаимосвязи преподавателей общественных, технических, гуманитарных и естественных наук в процессе обучения и воспитания будущих специалистов — составление и реализация программ или планов формирования у студентов диалектико-материалистического мировоззрения и их методологической подготовки в процессе изучения всех дисциплин.

Для повышения методологического уровня преподавания всех дисциплин важно добиваться того, чтобы содержание преподавания в полной мере отражало современные достижения науки, техники и культуры, взаимосвязь науки и производства, чтобы в нем учитывались современный уровень образованности и культуры, особенности психологии новых поколений молодежи.

Вузовские коллективы достойным трудом ответят на призыв Ленинской партии.

УДК 630\*(571.5)

## ЛЕСА И ПРОБЛЕМЫ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА В ЗОНЕ БАМа

В. А. НИКОЛАЮК

Союзгипролесхоз

Претворяя в жизнь решения XXV съезда КПСС по дальнейшему развитию промышленного потенциала восточных районов страны, в связи со строительством БАМа необходимо принять все меры к рациональному использованию природных ресурсов этих районов с учетом их особенностей.

Выступая на встрече с избирателями Бауманского избирательного округа г. Москвы 13 июня 1975 г., Л. И. Брежнев отметил: «Размах работ на БАМе с особой силой подчеркивает необходимость грамотно подойти ко всем проблемам этой великой стройки, решать текущие вопросы не под влиянием стихийного наплыва событий, а исходя из точных научно обоснованных представлений о перспективе комплексного развития этого обширного района».

Строительство и ввод в эксплуатацию Байкало-Амурской железнодорожной магистрали окажет непосредственное влияние на развитие сибирских и дальневосточных районов Ближнего Севера. Зона ближайшего влияния БАМа охватывает территорию свыше 1,5 млн. км<sup>2</sup>, располагающуюся в пределах Иркутской, Читинской, Амурской областей, Бурятской и Якутской АССР и Хабаровского края. По подсчетам института Союзгипролесхоз, в этой зоне сосредоточено около 150 млн. га земель государственного лесного фонда, с покрытой лесом площадью 100 млн. га и общим запасом древесины более 12 млрд. м<sup>3</sup>. В основном это леса государственного значения, находящиеся в ведении органов лесного хозяйства и отнесенные к III группе. Их ценность обусловлена породным составом. Здесь преобладают хвойные насаждения (более 90 %). Самая распространенная порода — лиственница. Насаждения с ее участием занимают 2/3 покрытой лесом площади. По наличию лесных ресурсов эксплуатационного значения, концентрации запасов по породному составу наиболее пригодны для первоочередного освоения лесные массивы, расположенные в Иркутской области, где имеются насаждения с преобладанием сосны III—IV классов бонитета со средним запасом 200—220 м<sup>3</sup>/га, и елово-пихтовые древостои Хабаровского края со средним эксплуатационным запасом 180—200 м<sup>3</sup>/га при среднем классе бонитета — IV.

Центральная часть зоны влияния БАМа занята горными лесами с преобладанием лиственницы даурской со сравнительно невысокими эксплуатационными показателями. Эти леса ленточно-островного характера располагаются по поймам рек и склонам среди больших площадей, занятых кедровым стлаником, гольцами и марями.

Леса этого региона оказывают стабилизирующее воздействие не только на площади своего произрастания, но и на более обширные окружающие пространства.

Почти 70 % территории находится в зоне вечной мерзлоты, а на остальных 30 % распространена островная, прерывистая мерзлота. Основная часть региона представляет собой сильно расчлененную горную местность с колебаниями абсолютных высот от 300—500 до 3000 м и более, с преобладанием средних и крутых склонов. Горные почвы маломощны и скелетны, слабо развиты, на небольшой глубине подстилаются грубообломочным элювием коренных пород. В целом природа региона сурова и в то же время податлива на различные воздействия.

При решении проблемы оптимального природопользования здесь следует учитывать следующие особенности леса: 1) при интенсивной эксплуатации древесных ресурсов природорегулирующее влияние леса падает значительно быстрее его сырьевой роли; 2) леса здесь проще вырубить, чем восстановить. В данном регионе, не подверженном активному воздействию хозяйственной деятельности человека, предстоит громадное и разнообразное строительство. Оно будет осуществляться на самом высоком техническом уровне в условиях социалистического хозяйствования. При этих обстоятельствах мы имеем возможность вести работу в рамках, определяемых нормативами советских законов об охране природы, не допуская разрушительных воздействий на природу [6].

Пришло время планировать использование лесов не только исходя из потребностей в древесине, но и в гораздо большей степени, чем это делалось и делается до сих пор, их экологической и средообразующей роли [4]. В связи с этим интенсивное освоение лесных и других природных ресурсов ставит перед лесным хозяйством задачу по организации территории гослесфонда, разграничению ее по народнохозяйственному значению на группы и категории целевого назначения.

В соответствии со ст. 15 «Основ лесного законодательства Союза ССР и союзных республик», в зависимости от народнохозяйственного значения лесов, их местоположения и выполняемых функций, в связи с интенсификацией лесопользования в районе БАМа институт Союзгипролесхоз дает предположения по делению лесов на группы и категории целевого назначения. Расчеты выполнены с учетом перспектив строительства городов, поселков, транспортных коммуникаций и пр.

В ближайшей перспективе площадь лесов I группы должна возрасти с 8 до 33 % от общей площади лесного фонда. Значительно увеличится площадь лесов запретных полос вдоль рек, озер и других водоемов.

Леса запретных полос в комплексе со всеми лесами на водосборах рек выполняют водорегулирующую роль и, кроме того, защищают реки от заиления, способствуют укреплению берегов и создают благоприятные условия для нереста ценных пород рыб. Запретные полосы предполагается установить для всех рек и их притоков протяженностью свыше 25 км.

Площадь предлагаемых запретных полос составит 19,3 млн. га в целом по зоне БАМа или увеличится более чем в два раза. Это леса, произрастающие на межениных берегах в поймах рек, часто представлены насаждениями ивы, ольхи, тополя, чозении; участки выраженного леса чередуются с многочисленными протоками, песчаными и галечными островами, а в низовьях рек — с низинными кочкарными и соколо-вейниковыми болотами и марями и имеют не столько сырьевое, сколько почвозащитное и водорегулирующее значение.

Леса противозерозионные, впервые выделяемые в соответствии с Основами лесного законодательства в особую категорию защитности лесов I группы, выполняют в данном регионе в высшей степени особозащитную, противозерозионную, противооползневую, лавино-селезащитную, водорегулирующую и водоохранную роль. К этой категории предполагается отнести участки леса на горных склонах крутизной свыше 30°, а в Прибайкальском и Забайкальском горных районах свыше 25°; полосы леса шириной 250 м и более по границе с гольцами и подгольцовыми зарослями кустарников; опушки леса шириной 100 м по границе с безлесными пространствами; полосы леса шириной 50 м и более вокруг мест образования наледей, вдоль бровок, обрывов, осыпей и выходов на поверхность скальных пород; леса по вершинам водоразделов; леса на неразвитых мелких сильно скелетных почвах; полосы шириной 100 м вдоль постоянных русел снежных лавин; участки леса в полосе шириной 500 м с каждой стороны вдоль гребней основных горных хребтов (Баджалский, Бурсинский, Джугджур и др.). Согласно правилам главного пользования в лесах Восточной Сибири, Дальнего Востока и бассейна оз. Байкал, в категорию противозерозионных лесов зачисляются все особозащитные участки леса, полностью исключаемые из расчета пользования. Противозерозионные леса непосредственно прилегают к огромным территориям безлесных пространств, представленных горной тундрой, гольцами, осыпями, а также зарослями кедрового стланика и ерника, территории которых накапливают громадные запасы снега и подвергаются постоянной опасности схода снежных лавин и катастрофических паводков. Таким образом, леса этой категории регулируют сток в этих районах и являются живым барьером на пути снежных лавин, паводков и селей.

По расчетам института Союзгипролесхоз, противозерозионные леса необходимо выделить на площади 18,5 млн. га, или на 1,4 % от общей площади лесного фонда.

Защитные полосы, выделяемые в зоне БАМа вдоль автомобильных и железных дорог, должны защитить их от снежных и песчаных заносов, создать благоприятные условия для движения транспорта, предохранить полотно от размыва и других неблагоприятных условий. Нормативная ширина защитных лесных полос вдоль автомобильных дорог 250 м и вдоль железных дорог — 500 м с каждой стороны от оси полотна. В горных, а также в районах с наличием вечной мерзлоты ширина полос защитных лесов вдоль железных дорог, а также автомобильных дорог общегосударственного и республиканского значения может быть увеличена до размеров, обеспечивающих надлежащую сохранность дорог и безопасность движения.

Трасса Байкало-Амурской железнодорожной магистрали требует применения повышенных нормативов при выделении вдоль нее защитных лесных полос, которые гарантировали бы ее сохранность и надежность эксплуатации. Это вызвано тем, что трасса БАМа пересечет территорию, представляющую собой гористую страну с наличием вечной мерзлоты, находящуюся в высокосейсмичном поясе с суровым, почти арктическим, климатом. Возможные влияния вырубки прилегающих к дороге лесов в условиях вечной мерзлоты на состояние дорожного полотна изучены недостаточно. Однако имеющиеся данные позволяют констатировать ослабление устойчивости почв в условиях изменений теплообмена, вызванных сплошной рубкой, что влечет за собой появление процессов термокарста и солифлюкции. Кроме того, эти районы характеризуются большой крутизной склонов, обращенных к трассе. Зона строительства БАМа отнесена к области очень сильного влияния рельефа на развитие эрозии. В этих условиях, по данным Института леса и древесины им. В. Н. Сукачева, при

сплошной вырубке лесов эрозионная деятельность водных потоков возрастает в 100—200 раз, т. е. в несколько раз превышает допустимые значения. Представляют опасность для магистрали повышенная лавинная и селевая деятельность, летние паводки, невысокий процент лесистости, а также пониженные защитные способности лесов в этом регионе. Размеры снежных лавин и степень эрозионных процессов обратно пропорциональны облесенности склонов и лесистости водосбора. Здесь в один узел сплетен ряд опасных для строящейся магистрали факторов, требующих более строгого режима лесопользования в примыкающих к трассе лесах и, как следствие, повышенных нормативов выделения защитных полос вдоль трассы.

В связи с отсутствием в настоящее время специальных изысканий, позволяющих провести порайонное дифференцированное выделение защитных полос, Институт леса и древесины им. В. Н. Сукачева рекомендует использовать усредненные параметры ширины защитных полос: для равнинных полос — 1 км в каждую сторону и для горных — 3 км, без учета региональных различий. Общую площадь защитных полос вдоль железных дорог предполагается увеличить до 2,5 млн. га, или 1,7 % от площади лесного фонда, а вместе с защитными полосами вдоль автомобильных дорог до 3,0 млн. га (2,0 %).

Вокруг свыше 100 городов, поселков городского типа и других населенных пунктов будут выделены зеленые зоны, которые будут выполнять санитарно-гигиенические и защитные функции и служить местом отдыха населения. Леса зеленых зон вокруг городов и других населенных пунктов выделены в соответствии с ГОСТом «Состав и размеры зеленых зон городов» [2], с учетом численности населения, характера промышленности, перспектив ее развития, лесистости и лесорастительных зон. Общая площадь проектируемых зеленых зон составит 424 тыс. га, или 0,3 % общей площади лесного фонда зоны влияния БАМа.

В зоне БАМа предполагается выделить курортные леса, которые войдут в состав санитарно-гигиенических и оздоровительных (леса зон санитарной охраны источников водоснабжения и округов санитарной охраны курортов). Эти леса, являющиеся местами отдыха и расположения здравниц, одновременно с санитарно-гигиеническими, выполняют водоохраные, почвозащитные и климаторегулирующие функции. В настоящее время курорты на территории зоны БАМа (Усть-Кутский, Гаргинский, Баунтовский, Аннинские воды) имеют в основном местное значение. В последующем, по мере роста численности населения и увеличения потребности в лечебных учреждениях, безусловно, возникнут новые курорты. Надо сказать, что территория региона изобилует минеральными водами самых разнообразных видов.

В целях улучшения комплексного использования и охраны кедровых лесов намечаются мероприятия по рациональному использованию кедровой тайги. Будут осуществлены мероприятия по улучшению ведения лесного и промыслового хозяйства, проведение биотехнических, агротехнических и других работ в орехопромысловых зонах для наиболее полного и рационального использования всех ресурсов кедровой тайги. В зоне влияния БАМа имеется 3 млн. га кедровых лесов, из которых 1,43 млн. га включены в состав орехопромысловых зон, относимых к лесам I группы и категории лесов с самым строгим режимом лесопользования. Площадь орехопромысловых зон можно увеличить на 270—300 тыс. га за счет кедровников Казачинско-Ленского, Магистрального и Киренского лесхозов, где кедровые древостои отличаются хорошей доступностью и относительно высокой урожайностью.

С каждым годом в стране становится все меньше мест, где сохранились бы в первозданном виде леса, водоемы и другие природные объекты.

Сохранение в естественном состоянии типичных ландшафтно-климатических участков в районе БАМа — весьма актуальная задача. В системе мероприятий по охране природы и оптимального природопользования заповедники занимают особое место.

В зоне влияния БАМа, в дополнение к существующим Зейскому, Комсомольскому и Баргузинскому заповедникам общей площадью 277,7 тыс. га, предполагается организовать ряд новых заповедников в пределах Иркутской, Читинской областей, Бурятской и Якутской АССР и Хабаровского края. Площадь существующих и проектируемых заповедников должна составить около 2,7 млн. га, или 1,8 % от общей площади земель зоны влияния БАМа.

Выделение заповедников в указанных областях, краях и республиках обеспечит охрану природного ландшафта от высокогорных тундр до таежных лесов с ценными комплексами растительности и животного мира.

В дополнение к предложениям по организации новых заповедников в зоне влияния БАМа институт Гипрогор рекомендует в наиболее живописных участках трассы БАМа создать шесть природных парков общей площадью 1,4 млн. га. Ввиду непрерывного и быстрого роста населения, повышения воздействия человека на природу, проблема организации сети природных парков имеет очень важное значение.

Создание природных парков обеспечит возможность отдыха населения в природной обстановке, а также сохранение и восстановление природных комплексов

на значительных площадях. Эти предложения заслуживают изучения и решения в индивидуальном порядке.

В связи с тем, что зона БАМа — природный объект, требующий повышенной заботы об его сохранении, должна быть значительно увеличена территория лесов II группы. По подсчетам института Союзгипролесхоз, ко II группе лесов в обозримой перспективе должно быть отнесено 15,8 млн. га (10 %).

Учитывая природные особенности региона, наиболее сложным для лесного хозяйства является решение вопросов организации лесопользования, прежде всего, промышленной заготовки древесины.

Основополагающим принципом для всех лесов региона, независимо от деления на группы лесов, должен стать принцип непрерывного и неистощительного пользования лесом.

Планирование и проведение лесозаготовок в порядке рубок главного пользования в соответствии с «Основами лесного законодательства Союза ССР и союзных республик» осуществляется, исходя из необходимости удовлетворения потребности народного хозяйства в древесине в пределах установленной расчетной лесосеки.

По подсчетам института Союзгипролесхоз, по зоне БАМа размер главного пользования на перспективу с включением резервных лесов может составить 87 млн. м<sup>3</sup>, а без них — около 62 млн. м<sup>3</sup>.

Такой размер главной рубки при условии полного и рационального использования древесины обеспечит равномерность пользования на длительный период и будет отвечать как возрастной структуре лесов, так и условиям производственно-экономического характера. Для обеспечения сохранения природоохранных, природорегулирующих функций леса, а также для наиболее полного его использования в культурно-оздоровительных, научно-исследовательских и рекреационных целях, получения других недревесных ресурсов из расчета пользования исключены:

все особозащитные участки, выделяемые в соответствии с правилами рубок главного пользования, действующими на территории зоны БАМа;

орехопромысловые зоны, лесопарковые части зеленых зон, леса, имеющие научное и историческое значение, природные памятники, участки с наличием реликтовых и особо ценных пород;

особо водоохранные участки;

участки спелого леса, в которых запас древесины менее 50 м<sup>3</sup> на 1 га и диаметр менее 14 см;

насаждения кедрового стланика, ерника и некоторые другие, не представляющие сырьевой ценности участки.

Всего из расчета пользования исключено 37,0 млн. га, или 34,3 % покрытой лесом площади.

В соответствии с Основами лесного законодательства в лесах I группы в порядке, определяемом Советом Министров СССР, проводятся лесовосстановительные рубки способами, направленными на улучшение природной среды, состояния древостоев, повышение водоохраных, защитных и других полезных свойств леса. Размер пользования в лесах I группы по лесовосстановительным рубкам длительного пользования может быть принят в объеме лесосеки равномерного пользования.

В горных лесах II и III групп с учетом особых защитных, противозерозионных и водорегулирующих функций этих лесов размер пользования рассчитан на проведение постепенных и групповых выборочных рубок.

Основной лесосырьевой потенциал в зоне БАМа на перспективу будет сосредоточен в лесах III группы, где размер пользования может ежегодно достигать около 80 % установленного.

Территориальное размещение основных объемов главного пользования (без резервных лесов): Хабаровский край — 40 %, Иркутская область — 24 %, Амурская область — 25 %. Доля хвойных составляет 92,4 %. Ведущее место занимают ресурсы лиственницы, на долю которой приходится 62,4 %. Нельзя не отметить, что в расчетной лесосеке значительны ресурсы низкобонитетных насаждений. В целом по зоне размер пользования по низкобонитетным насаждениям составит 7,2 % от общего размера пользования. Значительно ниже доля низкобонитетных насаждений в объеме пользования: в Якутской АССР — 20 % и в Читинской области — 13,7 %.

К 1990 г. объем лесозаготовок намечается удвоить [1]. Лесозаготовки предполагается вести силами 58 существующих лесозаготовительных организаций, а также 28 строящихся и проектируемых леспромхозов.

Правильная организация территории, выделение новых категорий защитности позволят в значительной степени предотвратить неблагоприятные последствия, которые может вызвать интенсивная эксплуатация лесов.

Возникает насущная потребность в разработке правил рубок главного пользования для БАМа, наиболее соответствующих природе леса этого региона. приме-

нение в этих районах научно обоснованных способов рубок леса потребует совершенствования техники и технологии лесозаготовок, ибо существующие методы лесоэксплуатации, ориентированные на концентрированные рубки леса с использованием тяжелых тракторов и других подобных средств, могут себя не оправдать.

Реальность освоения лесных древесных ресурсов в предполагаемых объемах зависит от ряда обстоятельств, а именно от возможности вовлечения в эксплуатацию ресурсов лиственницы в крупных масштабах, предусмотренных расчетной лесосекой. Ежегодный объем заготовки ее в стране при полном использовании в зоне БАМа увеличится вдвое.

Вопросы освоения лесных массивов, характеризующихся низкой концентрацией запасов древесины, малым средним объемом хлыста, низкой товарностью древостоев, видимо, будут рассмотрены в будущем с появлением более совершенных технологических схем и новой техники, которые позволят обеспечить необходимую рентабельность работ в этих условиях.

Многое будет зависеть от сроков строительства ряда намечаемых лесопромышленных комплексов, целлюлозно-бумажных и гидролизных предприятий, способных утилизировать все имеющееся древесное сырье, включая низкокачественное.

На размеры пользования повлияет возрастающая социально-экологическая и природоохранная роль лесов региона БАМа. Как следствие, увеличение лесов I группы, во многих категориях которых рубка леса допускается лишь в целях улучшения их состояния, повышения устойчивости и защитных свойств, ландшафтно-эстетических и оздоровительных качеств; неизбежное сокращение площади в связи с передачей лесных площадей под энергетическое, городское, промышленное, транспортное строительство и для расширения площади сельхозугодий. В обозримой перспективе предполагается для этих целей изъятие земель из гослесфонда от 1,5 до 3,0 млн. га.

Объемы лесопользования будут зависеть от своевременного воспроизводства лесов и сохранения их от лесных пожаров.

Научно обоснованные рекомендации по восстановлению и выращиванию леса в условиях малоизученного региона БАМа в настоящее время еще не разработаны. Акад. А. В. Жуков так писал по этому поводу: «...Надо ожидать резкого увеличения работ по созданию искусственных лесов, особенно в районах промышленных комплексов. Готовы ли мы дать исчерпывающие рекомендации по этому вопросу? По-видимому, не всегда...» [3].

Специфика природно-климатических условий региона БАМа не позволяет механически перенести сюда большинство рекомендаций, разработанных по восстановлению лесов для других географических районов страны.

Д. Ф. Ефремов и др. [5] о районе БАМа пишут: «Совершенно по-иному надо подходить здесь к характеристике лесокультурного фонда и его выделению в связи с интенсивной трансформацией ландшафтов и объемов земель между землепользователями, серьезного внимания заслуживают вопросы организации лесовосстановления и агротехники лесокультурных работ; это обусловлено многолетней мерзлотой, большим количеством крутосклонов и фрагментарностью горных почв. Необходимо всемерно использовать способность лесной рентабельности к самопроизводству, стимулировать этот процесс путем рационализации способов рубок главного пользования и технологии лесосечных работ».

В целом для зоны БАМа по данным Союзгипролесхоза, материалам лесоустройства и другим источникам возобновление хвойных пород как под пологом леса, так и на не покрытых лесом площадях, вполне успешное примерно на 90 % площади. В условиях многолесных районов зоны влияния БАМа лесовосстановление при отсутствии пожаров начинается сразу после рубки, а в случае сохранения подроста — еще раньше. Поэтому основной заботой работников лесного хозяйства и лесной промышленности является сохранение подроста и последующее его сбережение.

Объемы работ по созданию лесных культур на перспективу намечается довести до 34,4 тыс. га в год, по содействию естественному возобновлению — до 43,5 тыс. га. Наибольший рост объема работ по лесовосстановлению должен быть достигнут в Верхне-Ленском, Амур-Буринском и Нижне-Амурском лесохозяйственных районах, т. е. на западном и восточном участках БАМа, где предполагается особенно интенсивное развитие лесозаготовок.

Хозяйственное освоение зоны БАМа, появление новых промышленных районов, рост численности населения, увеличение сети дорог, — все это повлечет за собой резкое увеличение горимости лесов. Для сохранения лесных богатств этих районов потребуются осуществление комплекса мероприятий, направленных на предотвращение загораний и ликвидацию возможных пожаров в начале их развития.

Техническая политика в деле охраны лесов от пожаров направлена на всемерное развитие авиационной охраны лесов. Площади наземной охраны лесов будут

увеличены до 7,5 млн. га, или более чем в 1,5 раза. Наземная охрана лесов намечается вокруг городов, поселков и вдоль транспортных путей. Важное место в охране лесов от пожаров отводится организации оперативной связи. Для всех наземных объектов — лесхозов, лесничеств, пожарно-химических станций, кордонов — предусматривается обеспечение надежной телефонной и радиосвязью.

Осуществление намечаемых мероприятий по рациональному использованию лесосырьевых ресурсов, их воспроизводству и охране явится важнейшим вкладом работников лесного хозяйства в решение проблемы оптимального природопользования и воспроизводства лесных ресурсов горной тайги в зоне БАМа.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алехин В. Г. Перспективы развития лесной промышленности в зоне БАМ, — В кн.: Тайга в глобальной экосистеме земли. Иркутск, 1978, с. 80—89. [2]. ГОСТ 17.5.3.01-78. Состав и размеры зеленых зон городов. — Введ. 01.01.79; Срок действия до 01.01.89. [3]. Жуков А. Б. Основные направления развития лесоботанической науки в десятой пятилетке. — Лесоведение, 1976, № 2. [4]. Крауклис А. А., Михайлов Ю. П. Тайга и ее место в глобальной экосистеме. — В кн.: Тайга в глобальной экосистеме земли. Иркутск, 1978, с. 14—26. [5]. Научно-практические задачи в области лесного хозяйства в связи со строительством Байкало-Амурской магистрали/ Д. Ф. Ефремов, Н. И. Кречетов, А. П. Сапожников и др. В кн.: Использование и воспроизводство лесных ресурсов Дальнего Востока. Хабаровск, 1975, с. 19—26. (Тр. ДальНИИЛХ; Вып. 17). [6]. Скалон В. Н., Гагина Т. Н. Вопросы охраны природы в проблеме строительства БАМ. — В кн.: Вопросы экономической географии Восточной Сибири. Иркутск, 1975, с. 81—91.

## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630\*524.12

ПОЛНОДРЕВЕСНОСТЬ СТВОЛОВ ЕЛИ  
НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ

И. И. ГУСЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Полнодревесность ствола принято характеризовать видовыми числами — старым или нормальным. Наиболее широкое практическое применение нашло старое видовое число, связанное с учетным диаметром на высоте 1,3 м от шейки корня:

$$f_{1,3} = v_c : (g_{1,3} h), \quad (1)$$

где  $v_c$  — объем ствола;

$g_{1,3}$  — площадь сечения ствола на высоте 1,3 м от шейки корня;

$h$  — высота древесного ствола.

Однако старое видовое число зависит от высоты ствола. Чем больше высота, тем меньше видовое число при одной и той же форме ствола. Без увязки с высотой древесного ствола искажается представление о полнодревесности стволов, что может привести к неправильным выводам. В качестве примера сошлемся на работу В. Г. Рубцова, А. А. Смирновой и Г. В. Филиппова [8], которые, игнорируя зависимость старого видового числа от высоты ствола и опираясь только на его среднее значение, пришли к ошибочному выводу, что «северные сосняки и ельники по сравнению с южными в пределах района исследования отличаются повышенной полнодревесностью». Авторы цитируемой работы нашли, что среднее видовое число ели для северной подзоны равно 0,510, средней — 0,512 и южной — 0,468. Однако среднее видовое число без увязки его с высотой еще ничего не говорит о полнодревесности стволов отдельного региона.

В поисках показателя полнодревесности, не связанного с высотой ствола, в 1873 г. Пресслер предложил относить объем ствола к цилиндру, построенному по диаметру на  $1/20$  высоте ствола. Предложение Пресслера долгое время не находило практического применения. Его видовые числа, носящие название нормальных (истинных), были забыты.

В. К. Захаров [5] вернулся к теории нормальных видовых чисел в связи с выдвинутой им гипотезой о единстве формы стволов на относительных высотах. В качестве базового В. К. Захаров принял диаметр на 0,1 высоты ствола, по которому вычисляется цилиндр ствола:

$$f_{0,1h} = v_c : (g_{0,1h} h), \quad (2)$$

где  $g_{0,1h}$  — площадь сечения ствола на 0,1 $h$ .

В таком виде нормальное видовое число и вошло в теорию и практику отечественной таксации.

Для оценки полнодревесности стволов таежных ельников мы использовали старое и нормальное видовые числа. Прежде всего, была установлена зависимость старого видового числа с высотой ствола по

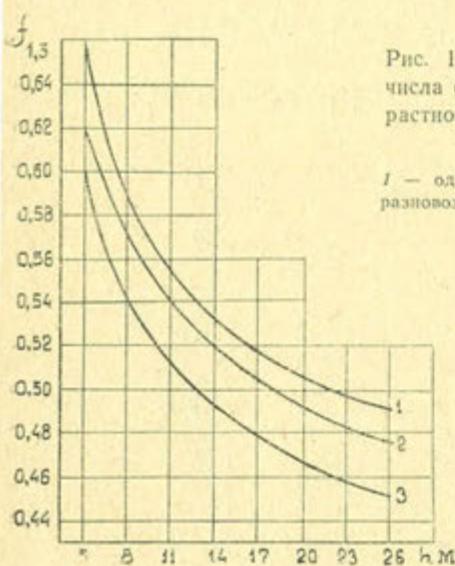


Рис. 1. Зависимость видового числа от высоты по типам возрастной структуры таежных ельников.

1 — одновозрастные; 2 — условно разновозрастные; 3 — разновозрастные.

типам возрастной структуры (рис. 1).

Для построения эмпирической зависимости  $f_{1,3}$  от  $h$  использованы данные 2965 стволов ели, срубленных и обмеренных в таежных ельниках [2]. Из рис. 1 видно, что наиболее полнодревесные стволы формируются в одновозрастных, самые сбежистые — в разновозрастных еловых древостоях, условно разновозрастные занимают промежуточное положение.

мируются в одновозрастных, самые сбежистые — в разновозрастных еловых древостоях, условно разновозрастные занимают промежуточное положение.

В распределении стволов по относительным ступеням  $f_{1,3}$  обнаруживается закономерность в одновозрастных, условно разновозрастных и разновозрастных древостоях. По мере усложнения возрастной структуры увеличивается изменчивость и асимметрия рядов распределения стволов по  $f_{1,3}$ . В одновозрастных коэффициент варьирования  $C_f = 9,1 \%$ , асимметрия  $\alpha = -0,077$ ; в условно разновозрастных  $C_f = 9,3 \%$ ,  $\alpha = 0,366$ ; в разновозрастных  $C_f = 12,9 \%$ ,  $\alpha = 0,476$ . Распределение стволов по ступеням  $f_{1,3}$  было выравнено по функциям Гаусса — Лапласа и Шарлье. Оценка совпадения эмпирического и теоретического распределения проведена по критерию А. Н. Колмогорова и Н. В. Смирнова [7]. Сравнение рядов показало, что распределение стволов по  $f_{1,3}$  в одновозрастных древостоях можно аппроксимировать функцией Гаусса — Лапласа; в условно разновозрастных и разновозрастных лучшие результаты дает функция Шарлье (табл. 1). Однако в некоторых случаях и в разновозрастных древостоях распределение стволов по  $f_{1,3}$  подчиняется закону Гаусса — Лапласа.

Оценку полнодревесности стволов ели мы провели по разрядам высот нашей шкалы [1], вычислили видовые числа  $f_{1,3}$  и видовые высоты  $f_{1,3}h$  (рис. 2). Как видно, полнодревесность стволов ели Европейского Севера ухудшается с уменьшением разряда высот.

Как уже указывалось, для оценки полнодревесности стволов можно использовать нормальное видовое число  $f_{0,1h}$ . Применение  $f_{0,1h}$  дает особенно хорошие результаты при сравнении полнодревесности стволов, произрастающих в различных условиях, так как нормальное видовое число не зависит ни от высоты, ни от толщины, ни от возраста деревьев. Обработка обширных экспериментальных материалов показала, что в пределах одного древостоя или древостоев с одинаковыми условиями формообразования стволов  $f_{0,1h}$  может быть постоянным.

Таблица I  
 Распределение стволов по относительным ступеням видового числа в еловых древостоях  
 различной возрастной структуры, %

Наименование ряда	Ста- тис- тики	Относительные ступени $J_{1,3}$															
		0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45
Эмпирический По Гауссу — Лапласу По Шарлье	M	—	0,9	2,1	4,7	10,2	19,7	22,8	20,6	11,2	4,2	2,5	0,6	0,5	—	—	—
	M M	0,1 0,3	0,5 0,7	2,0 2,0	5,6 5,0	11,7 10,8	18,4 18,4	21,5 22,6	18,8 19,7	13,4 12,1	6,0 5,5	2,3 2,0	0,6 0,6	0,1 0,2	—	—	—
Эмпирический По Шарлье	M	0,1	0,5	2,1	6,3	12,0	19,7	22,8	16,8	9,5	5,9	2,7	1,1	0,4	—	—	—
	m M	— 0,1	0,21 0,2	0,24 1,6	0,70 5,4	0,46 12,6	0,53 19,9	0,60 22,0	0,82 17,6	0,85 10,7	0,51 5,5	0,56 2,7	0,25 1,2	0,24 0,4	—	—	—
Условно разновозрастные																	
Эмпирический По Шарлье	M	0,3	1,8	3,9	7,9	14,3	15,9	15,0	13,6	9,9	5,5	4,6	3,1	1,6	1,0	0,4	0,2
	m M	— 0,4	0,56 1,9	0,32 4,4	0,65 8,4	1,71 12,5	0,94 15,4	0,83 15,7	1,42 13,6	1,14 10,2	0,68 7,0	0,28 4,5	0,28 2,8	0,33 1,6	—	—	0,4 0,9
Разновозрастные																	

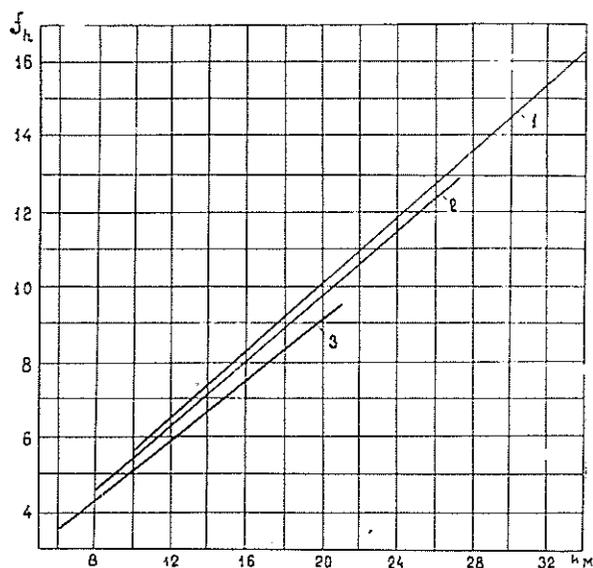


Рис. 2. Видовые высоты ели по разрядам высот.

1 — II разряд; 2 — IV разряд; 3 — VI разряд.

Только в этом случае можно говорить о единстве нормального видового числа.

С изменением условий роста и формообразования древесных стволов среднее значение нормального видового числа древостоя не остается постоянным. Наши исследования показали, что по мере снижения разряда высот древостоя закономерно уменьшаются средние видовые числа  $f_{0,1h}$ . Если во II разряде  $f_{0,1h} = 0,544$ , то в IV — 0,521, а в VI — 0,485.

Зависимость  $f_{0,1h}$  древостоя от разряда высот очень высокая ( $r = 0,964 \pm 0,016$ ) и выражается уравнением

$$f_{0,1h} = 0,564 - 0,00653x - 0,00107x^2, \quad (3)$$

где  $x$  — номер разряда высот нашей шкалы.

Важное практическое значение имеет установление зависимости между полнодревесностью стволов и широтной зональностью в пределах Европейского Севера. Среднюю полнодревесность стволов ели подзон тайги необходимо оценивать с учетом представленности древостоев различной продуктивности. Исследования П. Н. Львова и Л. Ф. Ипатова [6] показали, что средний класс бонитета притундровых ельников черничных равен V, 7: северотаежных — IV, 8; среднетаежных — IV, 2. На основании массовых материалов лесинвентаризации (5411 таксационных участков ели) нами установлена высокая корреляционная зависимость между классом бонитета и разрядом высот ( $r = 0,825 \pm 0,064$ ,  $\eta = 0,834 \pm 0,004$ ), которая выражается уравнением

$$y = 2,999 - 0,502x + 0,139x^2, \quad (4)$$

где  $y$  — номер разряда высот нашей шкалы;

$x$  — номер класса бонитета.

В среднем разряд высот на единицу выше класса бонитета. Однако очень часто в древостоях одного и того же класса бонитета встречается несколько разрядов.

По формуле (4) средний разряд высот притундровых ельников равен IV, 6, северотаежных — III, 8 и среднетаежных — III, 4. Следовательно, к северу уменьшается среднее значение класса бонитета, разряда высот и ухудшается полндревесность стволов. Особенно понижена полндревесность стволов притундровых ельников. К такому же выводу можно прийти при анализе экспериментального материала ельников черничных по отдельным регионам (табл. 2).

Таблица 2

Пункт исследования	Число стволов	Средние $f_{0,1h} \pm m_f$
Усть-Уса, Коми АССР	86	0,486 ± 0,006
Усть-Цильма, Коми АССР	546	0,476 ± 0,002
Вой-Вож, Коми АССР	656	0,506 ± 0,002
Шенкурск, Архангельская обл.	626	0,535 ± 0,002
Каргополь, Архангельская обл.	523	0,530 ± 0,002

Данные табл. 2 показывают, что с северо-востока к юго-западу в пределах Европейского Севера полндревесность стволов ели улучшается ( $f_{0,1h}$  увеличивается), а не ухудшается, как это утверждают В. Г. Рубцов, А. А. Смирнова, Г. В. Филиппов [8]. Материалы наших исследований позволяют сделать заключение об ошибочности вывода В. В. Загреева [3, 4], что «значения видовых высот, а следовательно, и видовых чисел, при одной и той же высоте с падением класса бонитета также несколько повышаются».

Полндревесность стволов ели изменяется также и во времени. По мере увеличения возраста одновозрастного древостоя разряд высот повышается. Но повышение его идет до определенного возраста. Материалы длительных наблюдений (около 50 лет) за динамикой среднетаежных ельников на постоянных пробных площадях позволили установить, что увеличение возраста на 20 лет сопровождается повышением разряда высот на 0,32 интервала, но только до 150-летнего возраста. После 150 лет, когда начинается распад древостоя и формирование нового поколения, через каждые 20 лет разряд снижается в общем на 0,07 интервала. Таким образом, в 150-летнем одновозрастном ельнике полндревесность стволов становится оптимальной.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Гусев И. И. Методика построения шкалы разрядов высот. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1971, № 6, с. 137—138. [2] Гусев И. И. Продуктивность ельников Севера. — Л.: ЛГУ, 1978. — 232 с. [3] Загреев В. В. Зависимость видовых высот от условий произрастания. — Лесн. хоз-во, 1974, № 5, с. 47—50. [4] Загреев В. В. Географические закономерности роста и продуктивности древостоев. — М.: Лесн. пром-сть, 1978. — 240 с. [5] Захаров В. К. Лесная таксация. — М.: Высш. школа, 1961. — 360 с. [6] Львов П. Н., Ипатов Л. Ф. Изменение таксационных показателей древостоев ельника черничного в связи с зональностью лесов Европейского Севера. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1973, № 6, с. 14—17. [7] Плохинский Н. А. Биометрия. — М.: МГУ, 1970. — 367 с. [8] Рубцов В. Г., Смирнова А. А., Филиппов Г. В. Сортиментная и товарная структура северных сосняков и ельников и факторы, ее обуславливающие. — В кн.: Сб. науч.-исслед. работ по лесн. хоз-ву. М.: ЛенНИИЛХ, 1969, вып. 12, с. 11—23.

Поступила 11 января 1980 г.

УДК 630\*5

## СТРОЕНИЕ, РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ НАСАЖДЕНИЙ ОЛЬХИ СЕРОЙ ПСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В. С. ПОЛЯКОВ, В. С. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ

Брянский технологический институт

В Псковской области сероольшаники играют существенную водо-регулирующую роль, а также служат источником получения ликвидной древесины, но используются недостаточно, зачастую нерационально.

Большие площади сероольховых насаждений, их достаточно высокая продуктивность, смена пород, наблюдаемая в этих лесах, обуславливают необходимость изучения структуры, роста, продуктивности сероольшаников в целях разработки научно обоснованного ведения хозяйства в них.

Вопросы строения, роста, продуктивности насаждений ольхи серой Псковской области практически не разработаны. Из исследований в этом направлении можно сослаться только на материалы Л. П. Каргина [1] о ходе роста высокопродуктивных сероольховых насаждений в колхозных лесах области.

Цель наших исследований — изучить особенности строения, роста и продуктивности наиболее распространенных насаждений ольхи серой кисличного типа леса, произрастающих на территории Лядского опытно-показательного межколхозно-совхозного лесхоза Псковской области. Общая площадь сероольховых лесов лесхоза около 1,3 тыс. га, средняя полнота древостоев — 0,7—0,8, средний класс бонитета — I—II.

На объекте в 1975—1976 гг. был собран полевой материал, который представлен постоянной пятисекционной и семью временными пробными площадями. Средний возраст древостоев 30—35 лет. На пробных площадях было взято 519 модельных деревьев ольхи серой, 30 из которых — методом анализа древесного ствола.

При составлении эскиза таблиц хода роста использованы методические положения по составлению таблиц хода роста отдельного древостоя, предложенные В. Ф. Лебковым [2], уточненные и дополненные нами с учетом специфики объекта работ.

В сборе и обработке полевого материала под руководством авторов принимали участие студенты старших курсов лесохозяйственного факультета Брянского технологического института.

Сероольховые насаждения обычно формируются на бывших сельскохозяйственных угодьях (пашнях, сенокосах, выпасах) или гарях, вырубках путем смены коренных, в основном еловых, формаций. Древостой относится к категории одновозрастных, разница в возрасте отдельных деревьев (при среднем возрасте древостоев 30—40 лет) здесь не превышает 3—5 лет. Строение по толщине и высоте одновозрастных сероольховых древостоев довольно близко к структуре элемента леса — ряды распределения числа стволов в древостоях по ступеням толщины и разрядам высоты имеют вид одновершинной, умеренно растнутой кривой; большинство деревьев (65—70 %) сосредоточено в средних ступенях толщины; изменчивость диаметров и высот соответственно колеблется в пределах 26—30 и 15—18 %. Предельные значения диаметров и высот деревьев, слагающих древостой, в долях от средних значений, принятых за 1,0, соответственно равны: от 0,4—0,5 до 1,6—1,7 и от 0,7—0,8 до 1,2—1,3.

В сероольховых древостоях наблюдается тесная прямолинейная связь между диаметром на высоте груди и высотой деревьев, между диаметрами деревьев на пне и высоте груди: коэффициенты корреляции соответственно равны  $0,895 \pm 0,0011$  и  $0,881 \pm 0,0009$ . Зависимость

## Ход роста модальных древостоев ольхи серой

Возраст, лет	Основная часть древостоя									
	Средние		Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Число стволов на 1 га	Видовое число (0,001)	Запас, м <sup>3</sup> /га	Текущий прирост		Изменение запаса, м <sup>3</sup> /га	
	высота, м	диаметр, см					по высоте, м	по диаметру, см	среднее	текущее
10	8,0	5,0	7,2	3680	885	51			5,1	12,2
15	10,9	8,3	14,7	2720	699	112	0,6	0,7	7,5	6,8
20	12,6	10,0	17,8	2360	665	146	0,4	0,3	7,3	6,8
25	14,6	11,7	21,6	2050	572	180	0,4	0,4	7,2	6,4
30	16,7	13,4	24,5	1740	511	212	0,4	0,3	7,1	3,8
35	18,3	15,6	27,5	1440	460	231	0,3	0,4	6,6	

между высотами и диаметрами на высоте груди деревьев ольхи серой в древостоях надежно передается уравнением прямой

$$H = 9,14 + 1,395x,$$

где  $H$  — высота дерева;

$x$  — порядковый номер ступени толщины, начиная с 6 см и последовательно через 2 см до 22 см.

Уравнение вида

$$D_0 = 4,59 + 2,098x,$$

где  $D_0$  — диаметр деревьев ольхи серой на пне;

$x$  — порядковый номер ступени толщины, начиная с 6 см и до 22 см (последовательно через 2 см),

с высокой точностью (до 5 %) передает связь между отмеченными таксационными показателями.

В нашей стране ольха серая — одна из самых быстрорастущих древесных пород, отличающаяся значительной продуктивностью сформированных ею древостоев (см. табл.). По материалам наших исследований, на 7—8-летних деревьях ежегодный прирост по высоте у наиболее развитых из них составляет 1,0—1,2 м. Уже к возрасту 8—10 лет деревья ольхи серой в благоприятных условиях достигают высоты 9—11 м. Подобное отмечают И. Д. Юркевич, В. С. Гельтман, В. И. Парфенов [4]. По их данным, в Белоруссии на плодородных почвах ольха серая к 7—12 годам имеет среднюю высоту 8—10 м.

Возраст максимального продуцирования древостоев по общему запасу древесины (количественная спелость) наступает у ольшаников-кисличников в 17—18 лет (см. табл.), и в 20—25 лет общий запас древесины достигает 180—190 м<sup>3</sup>/га.

Установлено, что общепонитировочная шкала М. М. Орлова не всегда дает правильное представление о продуктивности сероольшаников. Отмечается с возрастом переход насаждений из одного класса бонитета в другой (даже через два класса). Так, изучаемые насаждения ольхи серой (см. табл.) в 10-летнем возрасте бонитируются Ib, в 15 лет — Ia, а в 20—35 лет — I классами.

Наши исследования позволяют сделать вывод о том, что для бонитирования сероольховых насаждений более приемлема шкала бонитетов, предложенная И. Д. Юркевичем и др. [4] для территории Белоруссии. Она и рекомендуется при проведении инвентаризационных работ в сероольшаниках Псковской области.

Сравнение данных хода роста сероольховых древостоев по нашим материалам с соответствующими показателями сероольшаников Бело-

## кисличного типа леса Псковской области

Второстепенная часть древостоя								Древостой в целом			
Средние		Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Число стволов на 1 га	Запас, м <sup>3</sup> /га	Текущий прирост		Текущее изменение запаса, м <sup>3</sup> /га	Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Запас, м <sup>3</sup> /га	Текущее изменение запаса, м <sup>3</sup> /га	
высота, м	диаметр, см				по высоте, м	по диаметру, см					
2,9	1,9	0,2	780	1			0,4	7,4	52		
5,5	3,7	0,7	680	3	0,5	0,3	0,8	15,4	115	12,6	
7,9	5,1	1,2	610	7	0,4	0,3	0,8	19,0	153	7,6	
10,1	6,3	1,8	580	11	0,4	0,2	1,0	23,4	191	7,6	
12,0	7,2	2,3	550	16	0,4	0,2	0,8	26,8	228	7,4	
13,7	7,9	2,5	510	20	0,3	0,1		30,0	251	4,6	

руссии [4] позволяет сделать вывод о том, что сероольшаники кисличные Псковской области (бонитируемые II классом по шкале И. Д. Юркевича) имеют более высокие показатели средних высот (в среднем на 3—10 %) и меньшие средние диаметры и суммы площадей сечений (соответственно на 3—8 и 10—50 %), при больших видовых числах и большем числе стволов в старших возрастах (с 20 лет и старше). Общий запас сопоставляемых сероольшаников (в результате отмененной некоторой компенсацией в приводимых выше таксационных показателях, в основном влияющих на запас) различается незначительно (на 10 % — в 15 лет и на 2—3 % — в 35 лет), и с возрастом эта разница уменьшается.

Приводимые Л. П. Каргиным [1] данные о ходе роста сероольшаников Псковской области несколько отличаются от наших: средняя высота, по данным Л. П. Каргина, на 2—3,5 м меньше, чем по нашим.

Исследованные сероольшаники Псковской области близки по продуктивности к осинникам, березнякам и черноольшаникам I класса бонитета по А. В. Тюрину (сопоставление произведено по таблицам хода роста отмеченных пород [3]).

## ЛИТЕРАТУРА

[1]. Каргин Л. П. Особенности организации хозяйства в насаждениях серой ольхи в колхозных лесах. — Лесн. хоз-во, 1961, № 10. [2]. Лебков В. Ф. Метод составления таблиц хода роста и определения оптимальной густоты насаждений. — Лесн. хоз-во, 1965, № 2. [3]. Тюрин А. В., Науменко И. М., Воропанов П. В. Лесная вспомогательная книжка. — М.—Л.: Гослесбуиздат, 1956. [4]. Юркевич И. Д., Гельтман В. С., Парфенов В. И. Сероольховые леса и их хозяйственное использование. — Минск: АН БССР, 1963.

Поступила 24 января 1980 г.

УДК 630\*232.41

## ПРЕДПОСАДОЧНОЕ ХРАНЕНИЕ САЖЕНЦЕВ ЕЛИ РАЗЛИЧНЫХ РАЗМЕРОВ

Н. П. МУРМАНСКАЯ, Г. С. ТУТЫГИН

Архангельский лесотехнический институт

В настоящее время в нашей стране и за рубежом наметилась тенденция к созданию лесных культур крупномерным посадочным материалом. В результате исследований, проведенных в ряде районов, выявлена лесоводственная и экономическая эффективность использования

саженцев, как наиболее высококачественного крупномерного посадочного материала ([3, 5, 6] и др.). Однако до последнего времени вопросам хранения саженцев уделялось недостаточное внимание. Между тем, это важно, особенно на Европейском Севере, где в силу природных особенностей и экономических причин затруднено выполнение больших объемов работ по посадке в сжатые сроки.

Нами исследована эффективность предпосадочного хранения в леднике саженцев ели, выращенных по схеме 2 + 3 (два года в посевном отделении питомника и три года в уплотненной школе). Исследования проводили в северной части средней подзоны тайги (Плесецкое ПЛХО Архангельской области).

Саженцы выкапывали весной до начала их видимого роста и сортировали на три условные группы по диаметру у шейки корня (табл. 1).

Таблица 1

Условная группа	Исходные диаметры при сортировке, мм	Средние		Количество саженцев, %	Соотношение $\frac{D}{H} \cdot 1000$
		диаметр у шейки корня $D$ , мм	высота стволика $H$ , см		
I	3,01—4,0	3,9±0,02	17,0±0,09	35,5	23,0
II	4,01—5,0	4,9±0,02	21,2±0,06	34,5	23,1
III	5,01—6,0	5,2±0,02	22,8±0,08	30,0	22,8

Как видно из приведенных данных, наибольшее количество саженцев вошло в I условную группу, затем во II. По ГОСТу 16269—70 «Саженцы ели обыкновенной» все саженцы этих групп относятся к III сорту. Меньше всего оказалось самых крупных экземпляров III условной группы, относящихся ко II сорту.

Между саженцами разных условных групп наблюдаются существенные различия в диаметрах и высотах стволиков. Однако колебания соотношения  $\frac{D}{H} \cdot 1000$ , которое нередко считают ведущим показателем качества посадочного материала [2], невелики.

Отсортированные саженцы помещали в ледник, где хранили в течение 30 дн. до момента посадки. Ледник представляет собой деревянное рубленое помещение, заглубленное в грунт. Вдоль боковых стен помещения устроены отсеки для льда, а рядом с ними — стеллажи для посадочного материала. В потолке имеются два люка с крышками для загрузки льда. Вентиляцию осуществляют при помощи деревянных труб с выдвигающимися заслонками. Температуру воздуха поддерживают в пределах от 0 до +3 °С. При этом относительная влажность воздуха составляет 90—95 %.

Перед закладкой на хранение посадочный материал отдельно по категориям крупности упаковывали в полиэтиленовую пленку, которую нарезают лентами шириной 35—40 см. На середину лент насыпали слоем 2 см измельченный торф, имеющий влажность около 60 % от полной влагоемкости. Растения укладывали на ленты так, чтобы их корни располагались на торфе, а надземные части были обращены к краю ленты. Ленту с саженцами сворачивали в рулон и перевязывали шпагатом. Рулоны размещали на стеллажах ледника.

Перед началом хранения (13 мая) и после его окончания (13 июня) в каждой условной группе саженцев в двукратной повторности брали образцы хвои для анализов. Для оценки жизненного состояния растений определяли: содержание в хвое общего азота — по Кьельдаю, фосфора — фосфорованадомолибдатным методом, общих углеводов — по Бертрану. Изучали влажность хвои путем ее термостатического высушивания (при 105 °С) и двукратного взвешивания. Все показатели рассчитывали в процентах от абс. сухого вещества.

Параллельно 13 июня исследовали хвою контрольных саженцев, не проходивших хранения и взятых в школьном отделении питомника непосредственно перед производством анализов.

Изучение физиолого-биохимических показателей позволило установить характер их изменений под влиянием хранения саженцев в леднике. Как видно из табл. 2, содержание общего азота в хвое растений всех условных групп имеет общую тенденцию к возрастанию с 13 мая

Таблица 2

Дата исследования хвои	Условная группа	Азот	Фосфор	Углеводы	Влажность
		% от абс. сухой массы			
13 мая (контроль I, перед хранением)	I	1,74	0,24	7,9	147
	II	1,80	0,23	8,0	145
	III	1,90	0,27	8,3	148
13 июня (после хранения)	I	2,20	0,28	6,5	137
	II	2,22	0,26	5,0	134
	III	2,35	0,29	5,2	132
13 июня (контроль II, без хранения)	I	1,69	0,23	6,8	
	II	1,72	0,22	7,3	
	III	1,76	0,25	7,1	

к моменту окончания хранения. Весенний подъем в содержании азота в хвое характерен для ели и в природной обстановке перед выходом из состояния вынужденного покоя [4]. Если накопление азота продолжается и после начала роста, это нередко свидетельствует о нарушении обмена веществ и является признаком пониженной жизнеспособности [1].

У саженцев, оставленных не выкопанными в питомнике, за время с 13 мая по 13 июня начался интенсивный рост, что вызвало снижение количества общего азота в двухлетней хвое по сравнению с контролем I на 0,05—0,14 % от абс. сухой массы.

При хранении саженцев в леднике в хвое накапливается фосфор (от 7,4 до 16,6 % исходного содержания, или 0,02—0,04 % от абс. сухой массы). Накопление наблюдается у саженцев всех размеров и говорит об эффективности искусственного торможения начала роста, поскольку распускание почек сопровождается снижением содержания фосфора в двухлетней хвое. Так, например, в контрольных вариантах, где в период с 13 мая по 13 июня начался рост побегов и хвои, содержание фосфора в двухлетней хвое упало на 4,1—7,4 % от исходного.

В отличие от азота и фосфора, количество углеводов — основного энергетического материала в процессе аэробного дыхания — у саженцев в леднике сокращается. Убыль общих углеводов в хвое максимальна среди самых крупных растений, входящих в III условную группу (37,3 % от исходного количества, или 3,1 % от абс. сухой массы). Потери углеводов при хранении сеянцев хвойных пород в условиях пониженной температуры отмечены рядом исследователей [8, 9, 10].

На контроле содержание общих углеводов в хвое к 13 июня уменьшается на 0,7—1,3 % от абс. сухой массы, что объясняется началом роста и связанным с ним интенсивным превращением одних форм углеводов в другие, а также их перераспределением.

Несмотря на низкую температуру и высокую влажность воздуха в леднике, длительное хранение посадочного материала ведет к транспирационным потерям влаги. Если влажность сеянцев хвойных пород снижается на 40 % от их свежей массы, они становятся нежизнеспособными [7]. По нашим данным (табл. 2), снижению влажности хвои более подвержены самые крупные саженцы (на 16 % от абс. сухой массы за 30 дн.). У саженцев I и II условных групп потери влаги несколько меньше (10—11 % от абс. сухой массы хвои).

Во время выборки саженцев из ледника на частях растений, прикрытых полиэтиленовой пленкой, была обнаружена конденсационная влага, однако признаков развития плесневых или других грибов не было. Хвоя в основном имела зеленый цвет, нижние хвоинки — буро-

вато-зеленые. На растениях всех размеров не отмечено признаков набухания почек.

Саженцы, прошедшие 30-дневное хранение в леднике, высаживали на вырубку из-под ельника-черничника свежего (тип вырубки — кипрейно-паловый). Почва на участке — сильноподзолистая легкосуглинистая на среднем карбонатном моренном суглинке. Перед посадкой ее обрабатывали плугом ПҚЛ-70 с двухотвальным корпусом. Посадку производили в дно борозд под лопату. Параллельно для контроля высаживали саженцы, не проходившие хранения и выкопанные из питомника в день посадки.

Таблица 3

Условная группа	Вариант опыта	Приживаемость, %		Текущий прирост в высоту $M \pm m_M$ , см	
		на 1-й год	на 2-й год	за 1-й год	за 2-й год
I	Ледник	96,1	95,3	$4,1 \pm 0,12$	$5,4 \pm 0,09$
	Контроль	78,0	71,1	$4,6 \pm 0,12$	$5,4 \pm 0,14$
II	Ледник	98,3	96,2	$5,1 \pm 0,11$	$7,0 \pm 0,12$
	Контроль	80,1	73,8	$5,5 \pm 0,09$	$6,9 \pm 0,16$
III	Ледник	97,8	96,4	$6,0 \pm 0,12$	$8,4 \pm 0,12$
	Контроль	75,2	68,3	$6,7 \pm 0,10$	$8,5 \pm 0,14$

Как видно из приведенных в табл. 3 данных, саженцы, прошедшие хранение в леднике, отличались наибольшей приживаемостью, причем весьма высокой во всех условных группах. На контроле приживаемость саженцев всех размеров на 18,1—28,1 % ниже. Отпад в контрольных вариантах вызван, прежде всего, нарушением водного баланса растений, высаженных с распустившимися почками. Особенно велик отпад на контроле среди крупных саженцев III условной группы (31,7 % к осени второго после посадки года).

В отличие от приживаемости, текущий прирост саженцев, высаженных после хранения, в первый год был несколько меньше, чем на контроле. Это обусловлено более поздним, по сравнению с контролем, началом вегетации. На второй год жизни культур различия в текущем приросте между вариантами с хранением и без него сглаживаются и становятся несущественными во всех условных группах.

Результаты опытов свидетельствуют о том, что весенне-летнее хранение саженцев ели в леднике — эффективный агротехнический прием, позволяющий увеличить продолжительность периода посадочных работ. Хранение при температуре от 0 до +3 °С в течение 30 дн. успешно переносят 5 (2 + 3)-летние саженцы ели всех размеров. Во время хранения начало роста саженцев тормозится и поэтому физиолого-биохимические процессы протекают медленно как у мелких, так и у крупных растений. Потери влаги на транспирацию и расходование запасов углеводов на дыхание не достигают критических для жизнеспособности растений уровней. Несколько более выражены эти потери у крупных саженцев. При хранении не наблюдается гибели растений от грибных заболеваний и по другим причинам. Перечисленные факторы способствуют высокой приживаемости культур, заложенных позже общепринятых весенних сроков. Некоторое отставание по росту в высоту такие культуры преодолевают на второй год жизни.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Веремьева С. С. Обмен веществ у ели в разных условиях освещенности и корневого питания. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 6, с. 12—16.  
 [2]. Исаченко Х. М. Стандартизация посадочного материала. — Лесн. хоз-во, 1941, № 4, с. 6—11. [3]. Миронов В. В., Смирнов П. А. Создание еловых культур

на вырубках саженцами. — В кн.: Выращивание сосны и ели в лесных культурах. Пушкино: ВНИИЛМ, 1975, с. 3—16. [4]. Новичкая Ю. Е. Особенности физиолого-биохимических процессов в хвое и побегах ели в условиях Севера. — М.: Наука, 1971. — 116 с. [5]. Родин А. Р. Лесоводственно-биологическое обоснование создания культур хвойных пород саженцами. — Науч. тр./МЛТИ, 1975, вып. 68, с. 158—164. [6]. Смирнов Н. А., Калякин А. Б., Прошин Н. С. Обоснование лесоводственной и экономической эффективности создания лесных культур 3—5-летними саженцами хвойных пород. — В кн.: Сборник статей по итогам договорных научно-исследовательских работ за 1973—1975 гг. М.: Лесн. пром-сть, 1977, с. 163—170. [7]. Brown R. M. Cold storage of forest plants. — Quarterly Journal of Forestry, 1971, N 4, p. 305—315. [8]. Hellmers H. Physiological changes in stored pine seedlings. — Free Planters' Notes, 1962, N 53, p. 9—10. [9]. Vii-Vakkuri P., Päsänen P., Hill A. Taimien talvivarstoinnista jäsien vaikutuksesta männym taimien istutuskeipoisuuteen. — Acta Forestalia Tennica, 1962, 88, 40 (English summary). [10]. Winjum I. K. Effects of Lifting Date and Storage on 2 + 0 Douglas-Fir and Noble Fir. — Journal of Forestry, 1963, vol. 61, N 9, p. 648—654.

Поступила 24 апреля 1980 г.

УДК 630\*232.33.001.2

## АНАЛИЗ ТРАЕКТОРИЙ ПАДЕНИЯ ЛЕСНЫХ СЕМЯН ПРИ ВЫСЕВЕ КАТУШЕЧНЫМИ ВЫСЕВАЮЩИМИ АППАРАТАМИ

Ф. В. ПОШАРНИКОВ

Воронежский лесотехнический институт

Траектории падения семян при высеве катушечными высевающими аппаратами отклоняются от вертикали в сторону их выброса. При исследовании установлено, что для семян сельскохозяйственных культур (пшеницы, кукурузы и др.) это отклонение может достигать 2 см. Для семян лесных культур таких данных нет, хотя они необходимы при выборе типов семенпроводов, способов их установки, в частности угла наклона. Продольное отклонение необходимо также учитывать при выборе длины щек сошника, чтобы предупредить попадание семян на послесошниковые осыпи.

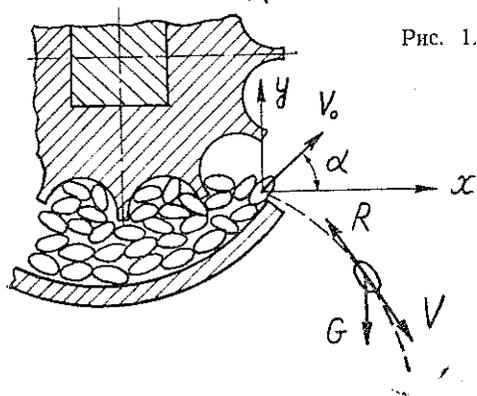


Рис. 1.

Исходя из скорости движения семян  $V$  и их аэродинамических свойств, определим продольное отклонение от вертикали (значения абсциссы  $x$ ), для чего составим дифференциальное уравнение их движения в проекции на ось  $x$  (рис. 1):

$$m \frac{dV_x}{dt} = -R_x. \quad (1)$$

Силу сопротивления движению семян в воздухе  $R$  можно выразить через их массу  $m$ , коэффициент парусности  $k_n$  и скорость перемещения  $V$ . Так как после выброса из высевающего аппарата семя начинает падать под действием силы тяжести и его скорость в конце падения значительно превышает начальную, примерно равную окружной скорости катушки, можно предполагать, что сила  $R$  будет пропорциональна квадрату скорости  $V$ :

$$R = mk_n V^2. \quad (2)$$

В проекции на ось  $x$

$$R_x = -mk_n V V \cos \varphi, \quad (3)$$

где  $\varphi$  — угол наклона траектории движения семян к горизонтали.

Решение этого уравнения с двумя неизвестными  $V$  и  $\varphi$  сложно и приводит к получению громоздких зависимостей для определения продольного отклонения семян от вертикали. В целях упрощения теоретического анализа введем допущение, что модули проекции сил  $R$  на ось  $x$  пропорциональны квадрату проекций скоростей  $V$ . Это допущение позволяет значительно упростить решение уравнения движения семян.

Приводимые ниже данные наших экспериментов подтверждают правомерность такого допущения.

Тогда

$$R_x = mk_n V_x^2; \quad (4)$$

$$m \frac{dV_x}{dt} = -mk_n V_x^2. \quad (5)$$

Приведем уравнение к виду

$$\frac{dV_x}{V_x^2} = -k_n dt \quad (6)$$

и проинтегрируем

$$-\frac{1}{V_x} = -k_n t + c_1. \quad (7)$$

Определим  $c_1$  из начальных условий: при  $t = 0$ ;  $V_x = V_0 \cos \alpha$ , где  $V_0$  — окружная скорость семян;

$\alpha$  — угол наклона вектора  $V_0$  к горизонтали; отсюда

$$c_1 = \frac{1}{V_0 \cos \alpha}. \quad (8)$$

Уравнение относительно  $V_x$  принимает вид

$$V_x = \frac{V_0 \cos \alpha}{k_n V_0 \cos \alpha t + 1}. \quad (9)$$

Заменим  $V_x$  на  $\frac{dx}{dt}$  и разделим переменные:

$$dx = \frac{V_0 \cos \alpha dt}{k_n V_0 \cos \alpha t + 1}. \quad (10)$$

Интегрируя, получим

$$x = \frac{1}{k_n} \ln(1 + k_n V_0 \cos \alpha t) + c_2. \quad (11)$$

Так как  $t = 0$  и  $x = 0$ , то  $c_2 = 0$ . Окончательно

$$x = \frac{1}{k_n} \ln(1 + k_n V_0 \cos \alpha t). \quad (12)$$

Анализируя формулу (9), можно видеть, что для семян, имеющих небольшие значения коэффициента парусности  $k_n$ , т. е. наибольшую критическую скорость ( $V_{кр} = \frac{g}{k_n}$ ), знаменатель правой части формулы (10) приближается к единице (при  $k_n = 0$   $k_n V_0 \cos \alpha dt + 1 = 1$ ) и горизонтальная составляющая скорости движения семян по траектории  $V_x$  приближается к скорости  $V_0 \cos \alpha$ :

$$\lim_{k_n \rightarrow 0} V_x = V_0 \cos \alpha. \quad (13)$$

Тогда

$$\frac{dx}{dt} = V_0 \cos \alpha, \quad (14)$$

отсюда

$$x = V_0 \cos \alpha t. \quad (15)$$

С учетом максимальной окружной скорости ( $V^{max} = 0,1$  м/с) при угле  $\alpha = 45^\circ$ , характерном для большинства стандартных высевальных аппаратов, определим продольное отклонение от вертикали траекторий падения некоторых типов лесных семян, резко различающихся аэродинамическими свойствами, по формуле (12) (с учетом  $k_n$ ). Значения этих отклонений представлены в таблице.

Анализ табличных данных показывает, что продольный разброс семян находится в пределах 2,8—3,14 см. Это близко к значению  $x = 3,2$  см, которое получается при вычислении по формуле (15) (без учета  $k_n$ ). Таким образом, главное влияние на продольное отклонение траекторий падения семян оказывает скорость их выброса из высевального аппарата, т. е. окружная скорость катушки. Влияние аэродинамических свойств даже при больших значениях  $k_n$  сказывается мало. Поэтому при определении продольного отклонения траекторий падения семян вместо громоздких формул, выведенных некоторыми авторами\*, можно пользоваться простой формулой (15).

Катушечные аппараты, применяемые для посева лесных семян, обычно имеют порожки у выходной щели. Такие аппараты применяют на сеялках СПН-4, ССЛН-1 и др. Теоретический анализ движения семян и экспериментальная проверка показали, что наличие порожка существенно изменяет траекторию движения семян.

Рассмотрим движение семени по нижнему порожку, полагая его материальной точкой массой  $m$  (рис. 2).

Составим дифференциальное уравнение движения семени, совместив ось  $x$  с плоскостью порожка:

$$m \frac{dV_x}{dt} = Q \sin \beta - F_{тр}. \quad (16)$$

При составлении этого уравнения мы не учитывали сопротивление воздуха, так как скорости перемещения семян по порожку сравнительно невелики, сила сопротивления воздуха в сравнении с силами

\* Семенов А. Н. Зерновые сеялки. — М.: Машгиз, 1959, с. 191.

Порода	Средние значения $k_n$	Отклонение траекторий падения семян, см
Лох	0,063	3,14
Акация желтая	0,075	3,1
Жимолость	0,33	2,99
Ель	0,48	2,93
Клен остролистный	0,71	2,84

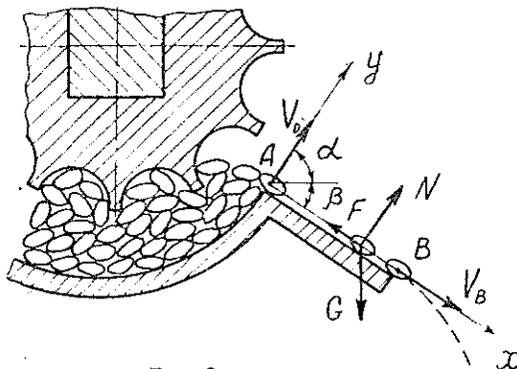


Рис. 2.

тяжести и трения семени о порожек мала и на конечное значение  $V_x$  практически не влияет.

Заменив в формуле (16)  $G$  на  $mg$  и выразив силу трения семени о поверхность порожка как

$$F_{\text{тр}} = N \operatorname{tg} \varphi = mg \cos \beta \operatorname{tg} \varphi,$$

после сокращения на  $m$  получим

$$\frac{dV_x}{dt} = g (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \varphi). \quad (17)$$

Нам нужно знать зависимость скорости семян  $V_x$  от пути их движения  $x$ , поэтому умножив обе части уравнения на  $dx$  и приняв во внимание, что  $\frac{dx}{dt} = V_x$ , получим после интегрирования

$$\frac{1}{2} V_x^2 = g (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \varphi) x + c. \quad (18)$$

Определяем  $c$  из начальных условий:

при  $x = 0$ ;  $V_x = 0$ ;  $c = 0$ ;

$$\frac{1}{2} V_x^2 = g (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \varphi) x, \quad (19)$$

отсюда

$$V_x = \sqrt{2g (\sin \beta - \cos \beta \operatorname{tg} \varphi) x}. \quad (20)$$

Как видно из формулы (20), скорость перемещения семян по порожку прямо пропорциональна коэффициенту трения семян о поверхность порожка  $f = \operatorname{tg} \varphi$ . Значения коэффициента трения  $f$  зависят от фрикционных свойств поверхностей семян и порожка, а также от характера перемещения семян. Нашими наблюдениями установлено, что при перемещении по порожку отдельные семена, стесненные рядом находящимися, перемещаются не перекатываясь, т. е. скользят по поверхности порожка, другие, менее стесненные, свободно катятся. Коэффициенты скольжения и трения семян различны, поэтому различна и скорость их перемещения по порожку. Для сыпучих лесных семян максимальный угол трения скольжения  $\varphi = 40^\circ$ , т. е.  $f = 0,84$ . Коэффициент трения качения у них значительно меньше:  $f = \operatorname{tg} \varphi = 0,05$ . Подставляя в формулу (20) приведенные значения коэффициентов трения скольжения и трения качения для  $V_0 = 0,1$  м/с, при известной длине порож-

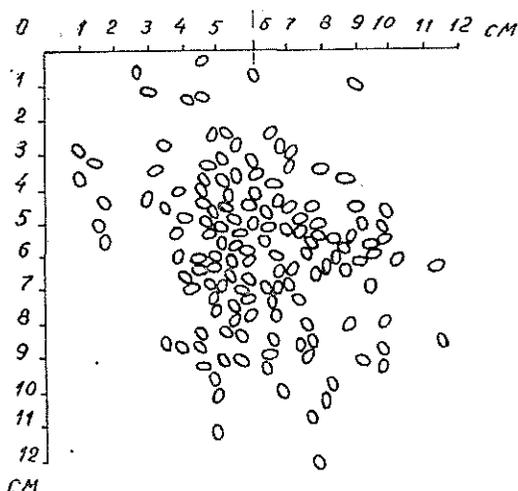


Рис. 3.

ка 0,01 м и угле  $\beta = 45^\circ$ , получаем значение  $V_x$  в точке схода семян с порожка:  $V_B^{min} = 0,145$  м/с и  $V_B^{max} = 0,346$  м/с. Если теперь в формулу (12) вместо окружной скорости  $V_0$  подставим найденные значения  $V_B^{min}$  и  $V_B^{max}$ , получим соответственно различные значения продольного отклонения семян. В интервале от  $x_{min}$  до  $x_{max}$  будут распределяться все траектории падения семян. Для скоростей  $V_B$  от 0,1 до 0,35 м/с продольные отклонения траекторий падения семян от вертикали получаются равными 4—10 см.

Правильность теоретических расчетов подтверждается экспериментом. На рис. 3 представлено положение семян, зафиксированных на липкой ленте, после высева катушечным высевальным аппаратом с нижним порожком. Ядро потока семян располагается в пределах 4—7 см от вертикали, максимальное отклонение траекторий отдельных семян до 12 см.

Поступила 17 марта 1980 г.

УДК 630\*411 : 630\*907

## РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОЙ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ РЕКРЕАЦИОННОЙ НАГРУЗКИ

А. В. ЛЕБЕДЕВ

Московский лесотехнический институт

Изучение рекреационного воздействия на лесные биогеоценозы — весьма актуальная проблема в нашей стране и за рубежом [2, 14].

Один из возможных путей решения этого вопроса — изучение связей между интенсивностью смоловыделения у ели европейской, как наиболее очевидного фактора ее биотической резистентности [1, 7, 11, 13], с основными биометрическими, патологическими и морфо-генетическими параметрами дерева в различных зонах посещаемости.

Исследования проводили в 1978—1979 гг. на территориях Тншковского и Прогасовского лесопарков Учинского лесопаркхоза Московской области в высокобонитет-

ных, среднеполнотных ельников-кисличниках V класса возраста, на девяти безразмерных ленточных пробных площадях, по сто деревьев на каждой. Пробные площади закладывали в наиболее типичных участках леса, соответствующих ландшафтной градации лесопарковых ельников: лесная зона (посещаемость незначительная), лесопарковая зона (посещаемость умеренная), парковая зона (посещаемость повышенная) [8]. На каждой пробе проводили сплошной пересчет деревьев по четырехсантиметровым ступеням толщины. Для каждого дерева отмечали класс Крафта, категорию состояния, степень механического повреждения, форму кроны и характер строения коры. Категорию состояния определяли по шкале, принятой в «Санитарных правилах в лесах СССР». Степень механического повреждения регистрировали в соответствии с процентом травмирования сектора флоэмы: мелкие — до 25 %, средние — 25—50 %, крупные — более 50 %. Форму кроны характеризовали по расположению ветвей первого порядка относительно вертикали ствола и плоскости земли, согласно совмещенной классификации Л. Сусмеля и С. Косницкого [9]: дугообразно-восходящая, дугообразно-нисходящая, прямо-горизонтальная, конусно-нисходящая. Характер строения коры констатировали по распространенной в лесной селекции шкале: гладкая, чешуйчатая, трещиноватая, пластинчатая. Интенсивность смоловыделения определяли методом живичного индикатора П. А. Положенцева [7], ныне успешно применяемого за рубежом при диагностике резистентности хвойных пород [12].

Анализ полученных результатов подтвердил имеющиеся литературные данные о том, что с усилением антропогенного воздействия доля участка условно здоровых экземпляров ели постепенно уменьшается и составляет: при незначительной посещаемости — 72 %; при умеренной — 47 % и при повышенной — 24 % от общего числа опытных деревьев. Однако несмотря на явное ухудшение внешнего состояния насаждения, средняя интенсивность смоловыделения, до предела утраты устойчивости лесным биогеоценозом [4], постепенно увеличивается и составляет соответственно в баллах: в зоне незначительной посещаемости — 2,37; умеренной — 2,46; повышенной — 2,74 [7].

Вскрытая закономерность, вероятно, предопределяется увеличением числа деревьев с наличием механических повреждений стволовых тканей при усилении рекреационного влияния. В свою очередь, различные ранения приводят к образованию более деятельных травматических смоляных ходов [3, 13] и возрастанию интенсивности физиологических процессов в неповрежденной части флоэмы [5].

Приведенный факт еще раз доказывает, что древесное растение, как и древостой в целом, далеко не так беззащитны, как это порой представляется исследователю [10], хотя данное адаптационное явление не следует переоценивать [6].

В большинстве случаев прослеживается тенденция к постепенному возрастанию среднего балла смоловыделения с увеличением диаметра дерева (табл. 1), что обусловлено повышением физиологической активности и укрупнением смоляных ходов у хвойных с возрастом [3]. Однако при незначительной рекреационной нагрузке отмеченная закономерность характерна только для елей диаметром до 32 см включительно.

Таблица 1

Посещаемость	Интенсивность смоловыделения при диаметре дерева, см							
	12	16	20	24	28	32	36	40
Незначительная	2,00	2,22	2,27	2,44	2,49	2,54	2,50	2,47
Умеренная	2,00	2,22	2,27	2,46	2,54	2,67	2,73	2,80
Повышенная	2,20	2,31	2,46	2,76	2,84	2,88	3,21	3,31

В связи с увеличением рекреационного воздействия общая тенденция возрастания исследуемого показателя характерна практически для каждой ступени толщины ели от 24 см и выше, а в зоне повышенной посещаемости для всех встреченных диаметров, причем большая

разница в средних значениях баллов присуща более крупномерным деревьям, обладающим не только мощной системой защиты, но и, безусловно, наибольшей адаптационной способностью.

В условиях незначительной посещаемости максимальный средний балл смолыделения наблюдается у деревьев II класса Крафта, затем I и далее — в порядке убывания классов роста (табл. 2). В свою очередь, в зонах умеренной и повышенной посещаемости наибольшая резистентная способность свойственна представителям I класса роста, затем II, III и т. д. Данное явление объясняется повышенной смолопродуктивностью, а, следовательно, и более высоким жизненным потенциалом у деревьев более энергичного роста. При сравнении средних значений рассматриваемого показателя в пределах каждого класса Крафта по зонам посещаемости просматривается аналогичная зависимость.

Таблица 2

Посещаемость	Интенсивность смолыделения по классам Крафта				
	I	II	III	IV	V
Незначительная	2,50	2,53	2,43	2,25	2,12
Умеренная	2,76	2,64	2,52	2,27	2,14
Повышенная	3,30	2,89	2,76	2,46	2,27

Взаимосвязь балла смолыделения с состоянием кроны наиболее очевидна в условиях незначительной посещаемости. С увеличением последней обнаруживается явная разноречивость указанных показателей, особенно в зоне повышенной посещаемости (табл. 3).

Таблица 3

Посещаемость	Интенсивность смолыделения у деревьев			
	условно здоровых	ослабленных	сильно ослабленных	усыхающих
Незначительная	2,85	2,27	1,93	0,00
Умеренная	3,01	2,38	2,00	0,00
Повышенная	3,34	2,68	2,19	0,00

Отмеченный факт, видимо, обусловлен повышением числа смоляных ходов у ели, что может быть рассмотрено как ответная реакция ослабленных деревьев на усиленное рекреационное воздействие, но требует экспериментальной проверки. При сравнении средних баллов смолыделения в связи с усилением антропогенного вмешательства наблюдается весьма выраженная тенденция к их увеличению у условно здоровых, физиологически более активных деревьев и более сглаженная у ослабленных и сильно ослабленных елей. Последнее, очевидно, вызвано менее обильным снабжением живых клеток смоляных ходов питательными веществами, вследствие пониженной фотосинтезирующей способности у представителей средних категорий состояния [5].

В условиях незначительной и умеренной посещаемости максимальный средний балл характерен для неповрежденных елей, имеющих более высокий жизненный потенциал, а в зоне повышенной посещаемости — для деревьев с наличием мелких механических повреждений, по причине большей работоспособности появляющихся патологических смоляных ходов (табл. 4).

Таблица 4

Посещаемость	Интенсивность смоловыделения при разной степени механических повреждений			
	Отсутствуют	Мелкие	Средние	Крупные
Незначительная	2,40	2,34	—	—
Умеренная	2,54	2,38	2,44	—
Повышенная	2,78	2,89	2,74	2,00

В ряде случаев при более значительном травмировании также увеличивается интенсивность смоловыделения в неповрежденном секторе флоэмы, в связи с усилением деятельности последнего за счет введения в действие так называемой «аварийной системы защиты» древесного организма [5]. Анализ результатов указывает на прямую зависимость балла смоловыделения от степени рекреационной нагрузки при всех типах механических разрушений стволовых тканей, за исключением крупных, при которых в зоне повышенной посещаемости обнаруживается пестрая картина, из-за различной устойчивости деревьев разных диаметров к сильному травмированию.

В зоне незначительной посещаемости максимальный средний балл свойствен елям с дугообразно-восходящей формой кроны, в местах умеренной посещаемости — с дугообразно-восходящей и дугообразно-нисходящей, а в зоне повышенной рекреационной нагрузки — для экземпляров с дугообразно-нисходящей формой кроны (табл. 5).

Таблица 5

Посещаемость	Интенсивность смоловыделения у ели с разными формами кроны			
	Дугообразно-восходящая	Дугообразно-нисходящая	Прямогоризонтальная	Конусо-нисходящая
Незначительная	2,68	2,54	2,21	2,04
Умеренная	2,74	2,74	2,36	1,98
Повышенная	3,04	3,08	2,86	1,96

Практически при любой посещаемости наиболее высокие показатели резистентности обнаруживают ели с пластинчатым и трещиноватым характером строения коры, а более низкие — с чешуйчатым и гладким (табл. 6).

Таблица 6

Посещаемость	Интенсивность смоловыделения у еловых деревьев с разным характером строения коры			
	Гладкая	Чешуйчатая	Трещиноватая	Пластинчатая
Незначительная	2,07	2,32	2,54	2,54
Умеренная	2,11	2,34	2,70	2,70
Повышенная	2,24	2,54	3,05	3,12

В отношении вскрытых взаимосвязей резистентной способности ели с формой кроны и характером строения коры дать какие-либо исчерпывающие пояснения пока затруднительно. Однако при выявлении формового разнообразия ели в аспекте биотической устойчивости рассматриваемые признаки дерева признаются ведущими, наиболее тесно коррелирующими с функциональными особенностями растительной особи [9].

Полученные нами данные имеют не только общебиологическое, но и важное практическое значение. Они могут быть использованы при оценке влияния рекреационных нагрузок на состояние древостоев, а также при диагностике резистентности ели в целях отбора деревьев в санитарную рубку и рубку формирования насаждений.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Васечко Г. И. Сравнительное значение давления и токсичности живицы в устойчивости ели против короедов. — В кн.: Проблемы защиты таежных лесов. Красноярск, 1971, с. 21—24. [2]. Боронцов А. И., Исаев А. С. Новые задачи лесозащиты. — Лесоведение, 1979, № 6, с. 3—11. [3]. Иванов Л. А. Биологические основы добывания терпентина в СССР. — М.—Л.: Гослесбумиздат, 1961, с. 290. [4]. Казанская Н. С., Ланина В. В., Марфенин Н. Н. Рекреационные леса. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 96 с. [5]. Крамер П., Козловский Т. Физиология древесных растений/ Пер. с англ. — М.: Гослесбумиздат, 1963. — 627 с. [6]. О некоторых теоретических аспектах экологического мониторинга состояния природной среды/ Ю. А. Израэль, Л. М. Филиппова, Ф. Н. Семевский и др. — В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. М., 1979, т. 2, с. 7—29. [7]. Положенцев П. А. Живица ели и ее энтомотоксичность. — Науч. тр./ Башкир. СХИ, 1947, т. 5, вып. 2, с. 169—174. [8]. Пономаренко Ю. И. Состояние и перспективы развития лесопаркового пояса г. Москвы. — В кн.: Состояние и охрана пригородных лесов. М.: Лесн. пром-сть, 1977, с. 61—69. [9]. Правдин Л. Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР. — М.: Наука, 1975. — 176 с. [10]. Рожков А. С. Обоснование иммунологического направления в лесозащите. — В кн.: Проблемы защиты таежных лесов. Красноярск, 1971, с. 116—117. [11]. Merker E. Der Einfluss des Baumzustandes auf die Übervermehrung einiger Waldschädlinge. — Zeitschrift für angewandte Entomologie, 1960, 46, N 4, S. 432—445. [12]. Oda K. The applicability of measurement of the oleoresin yield in determining the susceptibility of pine trees to beetle infestation. — Forest Protection News (Tokyo), 1975, 16, p. 263—266. [13]. Stark R. W. Recent trends in forest Entomology. — Annual. Rev. Entomology, 1965, vol. 10, p. 303—324. [14]. Wood D. L. Selection and colonization of ponderosa by bark beetles. — Insect Plant Relationships: Symp., London, 1971, Oxford e. d., 1972, p. 101—117.

Поступила 20 мая 1980 г.

## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 625.2.001.2

**ОБ ОПТИМАЛЬНОМ СООТНОШЕНИИ  
МЕЖДУ ОСЕВЫМИ НАГРУЗКАМИ ЛОКОМОТИВОВ И ВАГОНОВ  
НА ЛЕСОВОЗНЫХ ДОРОГАХ УЗКОЙ КОЛЕИ**

Б. И. КУВАЛДИН, А. Д. КИРСАНОВ

Московский лесотехнический институт

Степень использования мощности узкоколейного пути — один из основных факторов, позволяющих судить о перспективности и рентабельности узкоколейного транспорта. Весьма важно выявить возможность увеличения осевых нагрузок вагонов. Повышение нагрузки на ось прицепного подвижного состава без изменения типа и мощности тяговых средств может производиться до таких размеров, которые не вызовут необходимости в увеличении мощности пути. Максимальная нагрузка на ось вагонов при известной паспортной нагрузке на ось локомотива может быть определена из условия равного воздействия на путь как локомотивов, так и вагонов. Условие равнопрочности пути как под движущимся локомотивом, так и под колесами прицепного подвижного состава выражается уравнением

$$P_{\text{л}} K_{\text{д}}^{\text{л}} K_{\text{в}}^{\text{л}} = P_{\text{в}} K_{\text{д}}^{\text{в}} K_{\text{п}} K_{\text{в}}^{\text{в}}, \quad (1)$$

где  $P_{\text{л}}$  и  $P_{\text{в}}$  — статическая осевая нагрузка локомотивов и вагонов;  
 $K_{\text{д}}^{\text{л}}$  и  $K_{\text{д}}^{\text{в}}$  — коэффициенты динамики локомотивов и вагонов;  
 $K_{\text{в}}^{\text{л}}$  и  $K_{\text{в}}^{\text{в}}$  — коэффициенты влияния смежных осей локомотивов и вагонов, представляющие отношение напряжения в данном элементе пути под тележкой локомотива или вагона к напряжению под одиночной осью;  
 $K_{\text{п}}$  — коэффициент, учитывающий многократную повторяемость нагрузок от осей вагонов; для напряжений в рельсах он может быть принят равным 1,0—1,05, а для балласта и земляного полотна 1,20—1,25.

Если локомотив не вызывает в элементах пути недопустимых напряжений, то допустимая осевая нагрузка вагонов

$$P_{\text{в}} = \frac{K_{\text{д}}^{\text{л}} K_{\text{в}}^{\text{л}} P_{\text{л}}}{K_{\text{д}}^{\text{в}} K_{\text{в}}^{\text{в}} K_{\text{п}}}. \quad (2)$$

Значения коэффициентов влияния смежных осей для различных расстояний между осями тележек и коэффициентов относительной жесткости основания и рельса получены ранее\*. Однако отношение  $\frac{K_{\text{д}}^{\text{л}} K_{\text{в}}^{\text{л}}}{K_{\text{д}}^{\text{в}} K_{\text{в}}^{\text{в}}}$  может быть получено и экспериментально, если осевые статические нагрузки вагонов и локомотивов будут одинаковы. Для решения этого вопроса потребовались специальные исследования. В табл. 1 приведе-

\* Кувалдин Б. И. Вопросы совершенствования конструкции подвижного состава узкоколейных железных дорог. — Науч. тр. МЛТИ, 1969, вып. 20, с. 32—39.

ны эти отношения, полученные во время опытов в 1978 г. на Шатурской узкоколейной железной дороге в Московской области.

Сопоставлены напряжения в рельсах под колесами тепловоза ТУ7 при расстоянии между осями тележки 140 см и под осями думпкара ПДБ-3 с той же, что и у тепловоза, осевой нагрузкой и расстоянием между осями 130 см. Испытания были проведены на магистральных железнодорожных путях со следующей характеристикой: рельсы Р24 и Р18, шпалы деревянные (13 шт. на звено), скрепление костыльное с подкладками на каждой шпале, балласт песчаный. Путь обкатан поездами и стабилизирован.

Полученные статистические данные обрабатывали методом моментов, предварительно разбивая на ряд интервалов напряжений. Характер полученных статистических данных соответствовал закону нормального распределения. Для каждого интервала скоростей получены математическое ожидание динамических напряжений, максимально вероятные динамические кромочные напряжения, показатель точности и коэффициент вариации экспериментальных данных.

Как можно видеть из формулы (2), осевая нагрузка вагонов может достичь или превысить осевую нагрузку локомотивов. В противном случае мощность пути используется не полностью. Это положение подтверждено опытами. В табл. 2 приведены значения максимальных вероятных динамических кромочных напряжений в подошве рельсов.

Как видно, при использовании тепловоза ТУ7 с осевой массой 5,81 т максимально вероятные динамические кромочные напряжения в подошве рельсов Р24 не достигают допустимых значений, а при рельсах

Таблица 1

Скорость движения, км/ч	$\sigma_{0,л}/\sigma_{0,в}$	$\sigma_{м,л}/\sigma_{м,в}$
5—10	1,13—1,15	1,11—1,15
10—20	1,09—1,13	1,12—1,13
20—30	1,09—1,11	1,12—1,13
30—40	1,04—1,05	1,02—1,03

Примечание.  $\sigma_{0,л}$  и  $\sigma_{0,в}$  — средние осевые динамические напряжения локомотивов и вагонов;  $\sigma_{м,л}$  и  $\sigma_{м,в}$  — максимальные вероятные динамические кромочные напряжения над осями локомотива и вагона.

Таблица 2

Тип подвижного состава	Осевая масса, т	Диапазон скоростей, км/ч	Число заездов	Число точек замеров	Максимально вероятные динамические кромочные напряжения, МПа	Коэффициент вариации, %	Показатель точности, %
------------------------	-----------------	--------------------------	---------------	---------------------	--	-------------------------	------------------------

Рельсы Р24,  $u=3$  МПа

ТУ7	5,81	5—10	36	248	119,5	0,79	0,68
		10—20	64	374	124,1	1,08	0,74
		20—30	79	398	124,1	1,07	0,83
		30—40	61	361	127,4	1,04	0,76
ПДБ-3	5,90	5—10	36	295	107,3	0,88	0,70
		10—20	48	347	110,6	0,95	0,68
		20—30	79	413	111,2	0,96	0,95
		30—40	42	254	125,6	1,15	1,50

Рельсы Р18,  $u=3$  МПа

ТУ7	5,81	26—32	21	193	169,8	1,08	0,98
ПДБ-3	5,90	26—32	21	216	155,7	1,01	0,92

Рельсы Р18,  $u=5$  МПа

ТУ7	5,81	25—33	25	217	145,5	1,66	1,56
ПДБ-3	5,90	25—33	25	217	122,1	1,33	1,25

P18 и модуле упругости рельсового основания  $u = 3$  МПа превышают их.

Напряжения в рельсах при эксплуатации вагонов с осевой массой 5,9 т меньше, чем при эксплуатации тепловоза ТУ7. Так, даже при рельсах P18 и модуле упругости рельсового основания  $u = 3$  МПа максимальные вероятные кромочные напряжения не превышают допускаемых динамических напряжений для рельсов I сорта ( $\sigma_{\text{доп}} = 170$  МПа), а при более высоких модулях упругости и для рельсов II сорта (140 МПа).

При осевой массе лесовозных вагонных сцепов ЛТ-22 4,5 т и скоростях движения 30—40 км/ч максимальные вероятные кромочные напряжения в рельсах P24 составляли 90—100 МПа, а в рельсах P18 115—135 МПа, т. е. меньше допускаемых динамических напряжений в кромках подошвы рельсов.

Таким образом, специальные опыты по определению напряжений на магистральных путях под вагонными осями с различной статической нагрузкой показали, что как для путей с рельсами P24, так и для дорог, имеющих рельсы P18, осевая масса у вагонов может быть повышена с 4—4,5 до 5,0—5,5 т. Даже при таких осевых массах напряжения, возникающие в рельсах P18 I сорта, не превышают допустимых значений, а в рельсах P24 фактические напряжения существенно меньше допустимых динамических в кромке подошвы рельсов.

В связи с тем, что испытания проводили на магистральных путях, сделанные выводы необходимо проверить экспериментально на путях временного типа.

Однако, как показывают предварительные расчеты, при скоростях движения по усам до 10 км/ч и модуле упругости рельсового основания  $u = 1$  МПа осевые массы вагонов могут быть повышены до 5—5,5 т, при этом напряжения в рельсах P24 I сорта не будут превышать допустимых.

Для уменьшения динамических напряжений, возникающих от тепловоза ТУ7, и тем самым более эффективного использования его на путях узкой колеи, необходимо снизить рабочую массу тепловоза, доведя ее до 20 т.

Поступила 26 сентября 1980 г.

УДК 629.1-445.75.001

## СОТНОШЕНИЯ МЕЖДУ УСКОРЕНИЯМИ ТОЧЕК АВТОВОЗА ПРИ ДВИЖЕНИИ НА ПОВОРОТЕ

П. Ф. МАРЧЕНКО

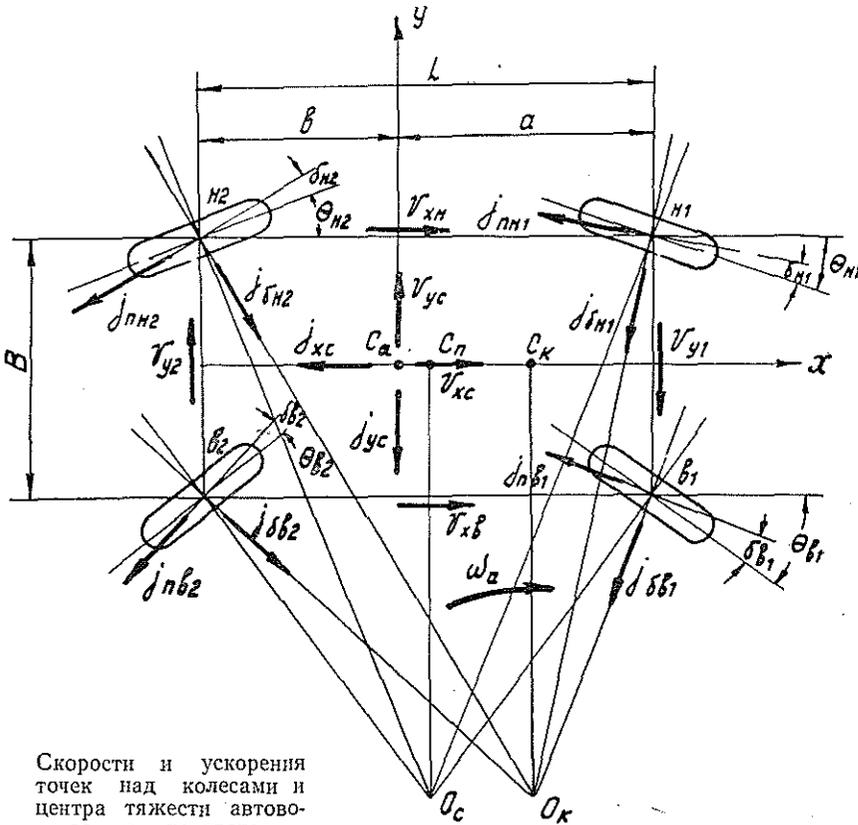
Архангельский лесотехнический институт

Будем считать, что расчетная схема автовоза симметрична относительно продольной оси  $x$  и центр тяжести  $C$  расположен на этой оси (см. рис.). Как известно [3], проекции ускорений точки  $C_a$  будут:

$$j_{xc} = \frac{1}{2} \left[ \frac{dv_{h2}}{dt} \cos(\theta_{h2} + \delta_{h2}) + \frac{dv_{в2}}{dt} \cos(\theta_{в2} + \delta_{в2}) \right] + \left. \begin{aligned} &+ v_{yc} \omega_a - v_{y2} \frac{\omega'_{кн2} + \omega'_{кв2}}{2}; \end{aligned} \right\}$$

$$j_{yc} = \frac{1}{L} \left[ b \frac{dv_{B1}}{dt} \sin(\Theta_{B1} - \delta_{B1}) - a \frac{dv_{B2}}{dt} \sin(\Theta_{B2} + \delta_{B2}) \right] + \left. \begin{aligned} &+ v_{xc} \omega_a + v_{xB} \frac{b\omega'_{KB1} - a\omega'_{KB2}}{L}, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $\omega'_k$  — угловая скорость изменения траектории качения колеса.



Скорости и ускорения точек над колесами и центра тяжести автовоза при повороте.

Из равенства  $v_{xB}$  для точек  $B1$  и  $B2$ ,  $v_{xH}$  для точек  $H1$  и  $H2$  можно записать

$$\left. \begin{aligned} \frac{dv_{B1}}{dt} \cos(\Theta_{B1} - \delta_{B1}) - v_{y1} \omega'_{KB1} &= \frac{dv_{B2}}{dt} \cos(\Theta_{B2} + \delta_{B2}) - v_{y2} \omega'_{KB2}; \\ \frac{dv_{H1}}{dt} \cos(\Theta_{H1} - \delta_{H1}) - v_{y1} \omega'_{KH1} &= \frac{dv_{H2}}{dt} \cos(\Theta_{H2} + \delta_{H2}) - v_{y2} \omega'_{KH2}. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Аналогично, из равенства  $v_{y1}$  для точек  $B1$  и  $H1$ ,  $v_{y2}$  для точек  $B2$  и  $H2$ , запишем:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dv_{B1}}{dt} \sin(\Theta_{B1} - \delta_{B1}) + v_{xB} \omega'_{KB1} &= \frac{dv_{H1}}{dt} \sin(\Theta_{H1} - \delta_{H1}) + v_{xH} \omega'_{KH1}; \\ \frac{dv_{B2}}{dt} \sin(\Theta_{B2} + \delta_{B2}) + v_{xB} \omega'_{KB2} &= \frac{dv_{H2}}{dt} \sin(\Theta_{H2} + \delta_{H2}) + v_{xH} \omega'_{KH2}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Используя равенства (2) и (3), уравнения (1) можно записать в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} j_{xc} &= \frac{1}{2} \left[ \frac{dv_{B1}}{dt} \cos(\Theta_{B1} - \delta_{B1}) + \frac{dv_{H1}}{dt} \cos(\Theta_{H1} - \delta_{H1}) \right] + \\ &\quad + v_{yc} \omega_a - v_{y1} \frac{\omega'_{KB1} + \omega'_{KH1}}{2}; \\ j_{yc} &= \frac{1}{L} \left[ b \frac{dv_{H1}}{dt} \sin(\Theta_{H1} - \delta_{H1}) - a \frac{dv_{H2}}{dt} \sin(\Theta_{H2} + \delta_{H2}) \right] + \\ &\quad + v_{xc} \omega_a + v_{xH} \frac{b\omega'_{KH1} + a\omega'_{KH2}}{L}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Ускорения точек над контактами колес автовоза с опорной поверхностью при входе в поворот:

$$j_{H2} = \frac{dv_{H2}}{dt}; \quad j_{H2} = \frac{dv_{B2}}{dt}; \quad j_{H1} = \frac{dv_{H1}}{dt}; \quad j_{H1} = \frac{dv_{B1}}{dt}; \quad (5)$$

нормальные

$$\left. \begin{aligned} j_{\delta H2} &= v_{H2} (\omega_a - \omega'_{KH2}); \quad j_{\delta B2} = v_{B2} (\omega_a - \omega'_{KB2}); \\ j_{\delta H1} &= v_{H1} (\omega_a + \omega'_{KH1}); \quad j_{\delta B1} = v_{B1} (\omega_a + \omega'_{KB1}), \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где  $v$  — линейная скорость движения центра колеса.

Проекции суммарных ускорений автовоза в точках над контактами колес на подвижные координаты с использованием уравнений (5) и (6) можно записать в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} j_{xH2} &= \frac{dv_{H2}}{dt} \cos(\Theta_{H2} + \delta_{H2}) - v_{y2} \omega'_{KH2} + v_{y2} \omega_a; \\ j_{yH2} &= -\frac{dv_{H2}}{dt} \sin(\Theta_{H2} + \delta_{H2}) - v_{xH} \omega'_{KH2} + v_{xH} \omega_a; \\ j_{xB2} &= \frac{dv_{B2}}{dt} \cos(\Theta_{B2} + \delta_{B2}) - v_{y2} \omega'_{KB2} + v_{y2} \omega_a; \\ j_{yB2} &= -\frac{dv_{B2}}{dt} \sin(\Theta_{B2} + \delta_{B2}) - v_{xB} \omega'_{KB2} + v_{xB} \omega_a; \\ j_{xH1} &= \frac{dv_{H1}}{dt} \cos(\Theta_{H1} - \delta_{H1}) - v_{y1} \omega'_{KH1} - v_{y1} \omega_a; \\ j_{yH1} &= \frac{dv_{H1}}{dt} \sin(\Theta_{H1} - \delta_{H1}) + v_{xH} \omega'_{KH1} + v_{xH} \omega_a; \\ j_{xB1} &= \frac{dv_{B1}}{dt} \cos(\Theta_{B1} - \delta_{B1}) - v_{y1} \omega'_{KB1} - v_{y1} \omega_a; \\ j_{yB1} &= \frac{dv_{B1}}{dt} \sin(\Theta_{B1} - \delta_{B1}) + v_{xB} \omega'_{KB1} + v_{xB} \omega_a. \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Сравнивая уравнения (1) и (4) с уравнениями (7), можно получить зависимость проекций ускорений точки  $C_a$  от проекций ускорений в точках над контактами колес в следующем виде:

$$\left. \begin{aligned} j_{xc} &= \frac{1}{4} \Sigma j_x + \frac{a-b}{2} \omega_a^2; \\ j_{yc} &= \frac{1}{2} \left( \frac{a}{L} \Sigma j_{y2} + \frac{b}{L} \Sigma j_{y1} \right), \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

где

$$\begin{aligned}\Sigma j_x &= j_{xн2} + j_{xв2} + j_{xн1} + j_{xв1}; \\ \Sigma j_{y2} &= j_{yн2} + j_{yв2}; \quad \Sigma j_{y1} = j_{yн1} + j_{yв1}.\end{aligned}$$

При теоретических исследованиях движения колесных машин на повороте очень часто пользуются не линейными и угловыми скоростями изменения траектории колес, а угловыми ускорениями поворота автовоза  $\frac{d\omega_a}{dt}$ . Для получения зависимости проекций ускорений в точках над контактами колес от углового ускорения автовоза воспользуемся методом, предложенным проф. Н. Е. Жуковским [1] и разработанным проф. Г. В. Зимелевым [2]. При этом получим

$$\left. \begin{aligned}\frac{dv_{н2}}{dt} \cos(\Theta_{н2} + \delta_{н2}) - v_{y2} \omega'_{кн2} &= \frac{v_{xн}}{\omega_a} \frac{d\omega_a}{dt}; \\ \frac{dv_{в2}}{dt} \cos(\Theta_{в2} + \delta_{в2}) - v_{y2} \omega'_{кв2} &= \frac{v_{xв}}{\omega_a} \frac{d\omega_a}{dt}; \\ \frac{dv_{н1}}{dt} \sin(\Theta_{н1} - \delta_{н1}) + v_{xн} \omega'_{кн1} &= \frac{v_{y1}}{\omega_a} \frac{d\omega_a}{dt}; \\ \frac{dv_{в2}}{dt} \sin(\Theta_{в2} + \delta_{в2}) + v_{xв} \omega'_{кв2} &= \frac{v_{y2}}{\omega_a} \frac{d\omega_a}{dt}.\end{aligned}\right\} \quad (9)$$

Используя равенства (9) и учитывая равенства (3), уравнения (7) можно записать

$$\left. \begin{aligned}j_{xн2} &= \frac{v_{xн}}{\omega_a} \frac{d\omega_a}{dt} + v_{y2} \omega_a; \quad j_{yн2} = v_{xн} \omega_a - \frac{v_{y2}}{\omega_a} \frac{d\omega_a}{dt}; \\ j_{xв2} &= \frac{v_{xв}}{\omega_a} \frac{d\omega_a}{dt} + v_{y2} \omega_a; \quad j_{yв2} = v_{xв} \omega_a - \frac{v_{y2}}{\omega_a} \frac{d\omega_a}{dt}; \\ j_{xн1} &= \frac{v_{xн}}{\omega_a} \frac{d\omega_a}{dt} - v_{y1} \omega_a; \quad j_{yн1} = v_{xн} \omega_a + \frac{v_{y1}}{\omega_a} \frac{d\omega_a}{dt}; \\ j_{xв1} &= \frac{v_{xв}}{\omega_a} \frac{d\omega_a}{dt} - v_{y1} \omega_a; \quad j_{yв1} = v_{xв} \omega_a + \frac{v_{y1}}{\omega_a} \frac{d\omega_a}{dt}.\end{aligned}\right\} \quad (10)$$

Уравнения (1) и (4) в этом случае будут

$$\left. \begin{aligned}j_{xc} &= v_{yc} \omega_a + \frac{v_{xc}}{\omega_a} \frac{d\omega_a}{dt}; \\ j_{yc} &= v_{xc} \omega_a - \frac{v_{yc}}{\omega_a} \frac{d\omega_a}{dt}.\end{aligned}\right\} \quad (11)$$

Анализ уравнений (7) и (10) показывает, что из проекций ускорений на ось  $x$  подвижных координат при входе автовоза в поворот наибольшее значение имеет  $j_{xн2}$ , а наименьшее —  $j_{xв1}$ . При выходе из поворота наибольшее значение у  $j_{xн1}$ , а наименьшее — у  $j_{xв2}$ . Из проекций ускорений на ось  $y$  при входе в поворот наибольшее значение имеет  $j_{yн1}$ , а наименьшее —  $j_{yв2}$ . При выходе автовоза соответственно наибольшее значение у  $j_{yн2}$ , а наименьшее — у  $j_{yв1}$ .

Как известно, зависимость между проекциями линейных скоростей и угловой скоростью поворота автовоза определяется следующими уравнениями:

$$\left. \begin{aligned} v_{x11} - v_{x12} &= B\omega_a; \\ v_{y11} + v_{y12} &= L\omega_a. \end{aligned} \right\} \quad (12)$$

Используя уравнения (10) и учитывая уравнения (12), можно составить разность проекций ускорений в точках над контактами колес автовоза с опорной поверхностью:

$$\left. \begin{aligned} j_{x12} - j_{x11} &= B \frac{d\omega_a}{dt}; & j_{y12} - j_{y11} &= B\omega_a^2; \\ j_{x11} - j_{x12} &= B \frac{d\omega_a}{dt}; & j_{y11} - j_{y12} &= B\omega_a^2; \\ j_{x12} - j_{x11} &= L\omega_a^2; & j_{y11} - j_{y12} &= L \frac{d\omega_a}{dt}; \\ j_{x11} - j_{x12} &= L\omega_a^2; & j_{y12} - j_{y11} &= L \frac{d\omega_a}{dt}. \end{aligned} \right\} \quad (13)$$

Полученные уравнения могут значительно упростить выводы при теоретических исследованиях движения автовоза как пространственной модели с размещенными массами [4].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Жуковский Н. Е. К динамике автомобиля. — Полн. собр. соч., 1937, т. 8.  
 [2]. Зимелев Г. В. Теория автомобиля. — М.: Воениздат, 1957. [3]. Марченко П. Ф. Кинематические параметры поворота автовоза. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1974, № 5. [4]. Марченко П. Ф. Размещение массы автовоза при исследовании движения на повороте. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 5.

Поступила 16 мая 1980 г.

УДК 625.3.001.2

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСИЛИЙ В ТЯГОВОМ КАНАТЕ ПРИ ПОДТЯГИВАНИИ ХЛЫСТОВ К ТРАССЕ УСТАНОВКИ

И. И. СЛЕПКО, Э. Н. МАТВЕЕВ

Хмельницкий технологический институт

Львовский лесотехнический институт

Подвесные канатные установки — наиболее рациональное средство первичной транспортировки древесины в горных условиях. С их помощью производят подтягивание древесины к трассе и ее спуск [1]. В зависимости от расстояния подтягивания и других факторов хлысты могут волочиться по земле или двигаться в полуподвешенном положении.

Результаты исследования усилий в незамкнутом тяговом канате при подтягивании древесины приведены в работах [2, 3, 5, 6]. При определении усилий в тяговом канате при подтягивании хлыстов принимали, что они двигаются по горизонтальной [2, 3] или по наклонной [5, 6] плоскости, и возможность качения или скольжения древесины поперек склона не учитывалась.

Груз при подтягивании к трассе установки движется по поверхности сложного рельефа и на своем пути встречается с естественными преградами.

В данной статье исследуется сопротивление движению хлыстов по лесосеке и усилия в тяговом канате при их подтягивании, при допущении, что лесной участок сбора древесины является плоскостью, которая наклонена к горизонту под углом  $\alpha$ , равным среднему углу наклона трассы установки.

Груз весом  $P$  на наклонной плоскости будет сохранять состояние равновесия при условии, что  $\operatorname{tg} \alpha \leq \omega$ , где  $\omega$  — коэффициент сопротивления движению хлыстов.

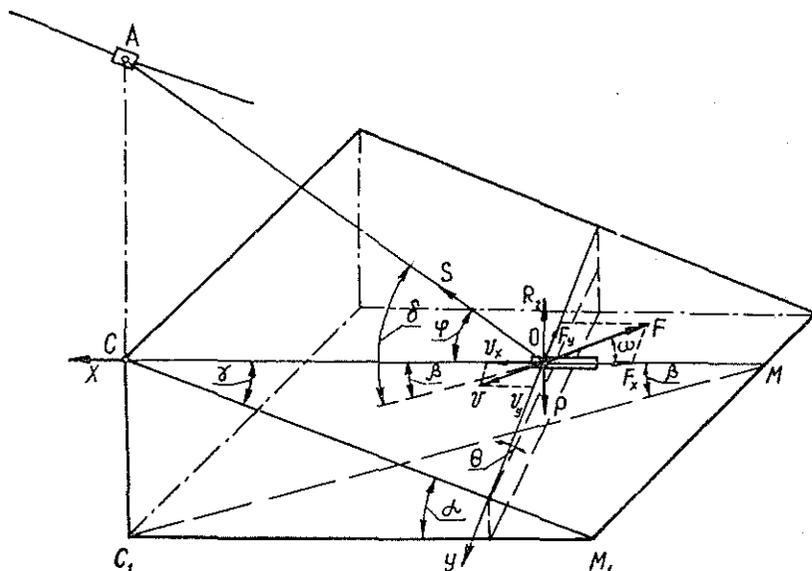


Рис. 1. Схема работы тягового каната при подтягивании хлыстов к трассе установки.

Подтягивание хлыстов к трассе установки может производиться под произвольным углом  $\gamma$ . Пусть в момент времени  $t = 0$  груз лежит на прямой  $OC$  (рис. 1). Свяжем с ним подвижную систему координат  $xoy$ , причем ось  $x$  совпадает с линией  $OC$  в каждый момент времени. Обозначим расстояние от точки  $C$  до грузовой каретки через  $k$ , угол наклона хорды пролета тягового каната к горизонту через  $\delta$ , а углы наклона осей  $x$  и  $y$  к горизонтальной плоскости соответственно через  $\beta$  и  $\theta$ . Рассматривая схему подтягивания груза (рис. 1), получим:

$$\left. \begin{aligned} \sin \beta &= \sin \alpha \cos \gamma; \\ \sin \theta &= \sin \alpha \sin \gamma. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

В процессе подтягивания груза к точке  $C$  он может осуществлять сложное движение, т. е. перемещаться по оси  $x$  под действием усилия  $S$  в тяговом канате и скользить в направлении оси  $y$  под действием собственного веса.

При движении груза в двух направлениях сила сопротивления движению  $F$ , аналогично скорости движения  $v$ , раскладывается на две составляющие  $F_x$  и  $F_y$ , которые направлены противоположно  $v_x$  и  $v_y$ .

Запишем условия предельного равновесия груза при его движении в двух направлениях по осям  $x$  и  $y$ . Согласно рис. 1, получим:

$$\left. \begin{aligned} S \cos \varphi - (P + G) \sin \beta - F_x &= 0; \\ (P + G) \sin \theta - S \sin \varphi \frac{\sin \theta}{\cos \beta} - F_y &= 0; \\ R_z - (P + G) \cos \alpha + S \sin \varphi \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

где  $R_z$  — нормальная составляющая реакции основания;

$G$  — вес тягового каната, передаваемый на груз;  $G = \frac{qb_t}{2}$   
( $q$  — вес 1 м тягового каната,  $b_t$  — расстояние от каретки до груза);

$F_x, F_y$  — составляющие силы сопротивления движению, равные

$$\left. \begin{aligned} F_x &= F \cos \omega; \quad F_y = F \sin \omega; \\ F &= \omega R_z = \omega \left( P + G - S \frac{\sin \varphi}{\cos \beta} \right) \cos \alpha; \end{aligned} \right\} \quad (2a)$$

$\omega$  — угол между вектором скорости  $v$  и осью  $x$  в данный момент времени;

$\varphi$  — угол между осью  $x$  и касательной к оси тягового каната в точке прицепки груза.

Значение угла  $\varphi$  зависит от угла  $\delta$ , длины пролета и собственного веса каната. Используя теорию гибких нитей [4], получим выражение для определения угла  $\varphi$ :

$$\operatorname{tg}(\beta + \varphi) = \operatorname{tg} \delta - \frac{qb_t}{2S \cos \delta}. \quad (3)$$

При больших расстояниях подтягивания хлыстов величина  $\frac{qb_t}{2S}$  соизмерима с  $\sin \delta$ , и ее необходимо учитывать. Если по выражению (3) получим  $\varphi < 0$ , то это значит, что часть тягового каната находится на земле и в расчетах необходимо принять  $\varphi = 0$ . При малых расстояниях подтягивания древесины, что соответствует реальным условиям работы подвесных лесотранспортных установок, величина  $\frac{qb_t}{2S} \ll \sin \delta$ , и поэтому можно принять, что  $\varphi = \delta - \beta$ , а  $G = 0$ .

На основании формул (2) и (2a) получим:

$$\left. \begin{aligned} S \left( \cos \varphi + \omega \sin \varphi \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \cos \omega \right) - P (\sin \beta + \omega \cos \alpha \cos \omega) &= 0; \\ (P \cos \beta - S \sin \varphi) (\sin \theta - \omega \cos \alpha \sin \omega) &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Подставляя в систему уравнений (4)  $\omega = 90^\circ$  и  $\omega = 0$ , получим соответственно уравнения предельного равновесия груза при его движении:

а) по оси  $y$

$$\left. \begin{aligned} S \cos \varphi - P \sin \beta &= 0; \\ (P \cos \beta - S \sin \varphi) (\sin \theta - \omega \cos \alpha) &= 0; \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

б) по оси  $x$

$$\left. \begin{aligned} S \left( \cos \varphi + \omega \sin \varphi \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} \right) - P (\sin \beta + \omega \cos \alpha) &= 0; \\ (P \cos \beta - S \sin \varphi) \sin \theta &= 0. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Из уравнений (5) имеем, что прицепленный груз не будет скользить в направлении оси  $y$  при выполнении условия  $\operatorname{tg} \alpha \sin \gamma \leq \omega$ . Из уравнений (6) получим, что движение груза только в направлении оси  $x$  возможно в случае, когда  $\Theta = 0$ , что соответствует движению груза по горизонтальной плоскости ( $\alpha = 0$ ) или по трассе установки ( $\gamma = 0$  и  $\beta = \alpha$ ).

В реальных условиях работы подвесных лесотранспортных установок движение хлыстов в направлении оси  $y$  ограничено естественными преградами (пни, неровности поверхности земли и др.). В этом случае уравнения предельного равновесия имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} S \cos \varphi - P \sin \beta - F_{xy} - F_{xz} &= 0; \\ P \sin \Theta - S \sin \varphi \frac{\sin \theta}{\cos \beta} - R_y &= 0; \\ R_z - P \cos \alpha + S \sin \varphi \frac{\cos \alpha}{\cos \beta} &= 0, \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

где  $R_y$  — нормальная составляющая реакции преграды в направлении оси  $y$ ;

$F_{xy}$  и  $F_{xz}$  — силы сопротивления движению хлыстов, направленные по оси  $x$  и вызванные соответственно реакциями  $R_y$  и  $R_z$ :

$$\left. \begin{aligned} F_{xy} = \omega_1 R_y = \omega_1 \left( P - S \frac{\sin \varphi}{\cos \beta} \right) \sin \Theta; \\ F_{xz} = \omega R_z = \omega \left( P - S \frac{\sin \varphi}{\cos \beta} \right) \cos \alpha; \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

$\omega_1$  — коэффициент сопротивления движению хлыстов по лесосеке при расположении вектора тягового усилия перпендикулярно оси хлыста.

На основании формул (7) и (8) получим уравнение предельного равновесия груза при его движении только в направлении оси  $x$ :

$$\left[ \cos \varphi + \frac{\sin \varphi}{\cos \beta} (\omega_1 \sin \Theta + \omega \cos \alpha) \right] - P (\sin \beta + \omega_1 \sin \Theta + \omega \cos \alpha) = 0. \quad (9)$$

Усилие в тяговом канате в момент трогания груза с места

$$S = \frac{\sin \beta + \omega_1 \sin \Theta + \omega \cos \alpha}{\cos \varphi + \frac{\sin \varphi}{\cos \beta} (\omega_1 \sin \Theta + \omega \cos \alpha)} P. \quad (10)$$

Если принять, что  $\omega_1 = \omega$ , выражение (10) примет вид:

$$S = \frac{\sin \beta + \omega (\sin \Theta + \cos \alpha)}{\cos \varphi + \omega \frac{\sin \varphi}{\cos \beta} (\sin \Theta + \cos \alpha)} P. \quad (11)$$

Подставляя в уравнение (11)  $\gamma = 0$  и  $\gamma = 90^\circ$ , получим выражения для определения усилий в тяговом канате в процессе его движения по трассе установки и поперек склона:

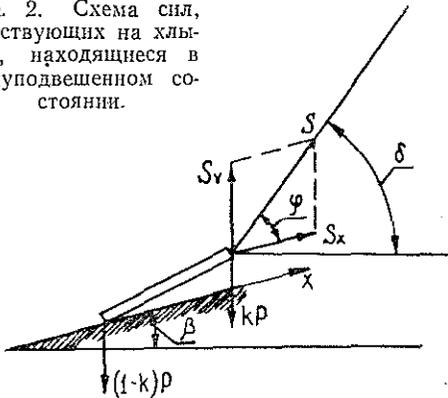
$$S = \frac{\sin \alpha + \omega \cos \alpha}{\cos \varphi + \omega \sin \varphi} P; \quad (11a)$$

$$S = \frac{P}{\sin \varphi + \frac{\cos \varphi}{\omega (\sin \alpha + \cos \alpha)}}. \quad (11b)$$

Если в выражениях (11) принять  $\alpha = 0$ , то получим известную формулу для определения усилий в тяговом канате при движении хлыстов по горизонтальной лесосеке:

$$S = \frac{Pw}{\cos \varphi + w \sin \varphi}. \quad (11в)$$

Рис. 2. Схема сил, действующих на хлысты, находящиеся в полуподвешенном состоянии.



При многократном подтягивании груза по одной и той же прямой волок принимает вид желоба. В этом случае усилие в тяговом канате при трогании груза с места

$$S = \frac{\sin \beta + w_b \cos \beta}{\cos \varphi + w_b \sin \varphi} P, \quad (12)$$

где  $w_b$  — удельное сопротивление движению древесины в земляном волоке.

При приближении груза к трассе установки угол  $\varphi$  увеличивается и происходит отрыв прицепленного конца хлыста от земли. Условие подтягивания хлыстов в полуподвешенном состоянии имеет вид

$$S_v = kP, \quad (13)$$

где  $S_v$  — вертикальная составляющая тягового усилия;

$k$  — коэффициент распределения рейсовой нагрузки между канатом и волоком, значение которого зависит от способа подтягивания и других факторов.

При подтягивании хлыстов в полуподвешенном состоянии часть груза весом  $(1-k)P$  движется по волоку. Подставляя в уравнение (10)  $\varphi = 0$ , получим составляющую  $S_x$  усилия в тяговом канате при трогании груза с места при его движении в полуподвешенном состоянии:

$$S_x = (1-k)P [\sin \beta + w (\sin \theta + \cos \alpha)]. \quad (14)$$

Из силового параллелограмма (рис. 2) имеем

$$S_v = S \frac{\sin \varphi}{\cos \beta}; \quad S_x = S \frac{\cos \delta}{\cos \beta}. \quad (15)$$

На основании формул (13) и (15) условие подтягивания хлыстов в полуподвешенном состоянии примет вид

$$S \frac{\sin \varphi}{\cos \beta} \geq kP. \quad (16)$$

В момент предельного равновесия усилие в тяговом канате при подтягивании хлыстов в полуподвешенном состоянии на основании выражения (15) и рис. 2 будет равно:

$$S = kP \sqrt{1 + \frac{1-k}{k} u \left( \frac{1-k}{k} u + 2 \sin \beta \right)}, \quad (17)$$

где

$$u = \sin \beta + w (\sin \theta + \cos \alpha).$$

Если принять хлыст абсолютно жестким, т. е. что коэффициент  $k$  не зависит от угла  $\varphi$  (при  $0 < \varphi < 1$ ), то из выражения (17) следует, что усилие в тяговом канате при подтягивании хлыстов в полуподвешенном состоянии также не зависит от значения  $\varphi$ . При увеличении усилия в канате угол  $\varphi$  изменяется за счет подъема части хлыста весом  $kP$  до того времени, пока не будет выполнено условие

$$S \geq (1 - k) P \frac{\cos \beta}{\cos \delta} [\sin \beta + w (\sin \theta + \cos \alpha)]. \quad (18)$$

В процессе движения хлыста вдоль оси  $x$  угол  $\varphi$  увеличивается, т. е. при подтягивании хлыстов в полуподвешенном состоянии усилие в тяговом канате изменяется от значения, удерживающего груз в полуподвешенном состоянии, до значения, определяемого по формуле (17).

Полученные уравнения позволяют исследовать характер изменения статических усилий в тяговом канате в процессе подтягивания древесины к трассе установки, а также могут служить основой при исследовании динамических усилий в тяговом канате.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Белая Н. М. Исследование работы подвесных канатных лесотранспортных установок и перспективы их развития и совершенствования. — В кн. Проблемы комплексных лесных предприятий в Карпатах. Ужгород: Карпаты, 1969. [2]. Белая Н. М., Литвинова А. Ф. К вопросу динамики незамкнутого тягового каната при подтягивании груза к трассе подвесной канатной установки. — В кн.: Лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность. Киев: Будівельник, 1970, вып. 7. [3]. Белая Н. М., Литвинова А. Ф., Матвеев Э. Н. К вопросу определения усилия в тяговом канате с учетом податливости несущего. — В кн.: Лесное хозяйство, лесная, бумажная и деревообрабатывающая промышленность. Киев: Будівельник, 1974, вып. 3. [4]. Качурин В. К. Теория висячих систем. — М.—Л.: Госстройиздат, 1962. [5]. Лонгишвили А. И. Исследование некоторых вопросов первичной транспортировки древесины в хлыстах в горных условиях: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Тбилиси, 1974. [6]. Рахманов С. И., Гороховский К. Ф. Машины и оборудование лесоразработок. — М.: Лесн. пром-сть, 1967.

Поступила 14 апреля 1980 г.

УДК 630\*375.4.001.2

### ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМА ЛЕСА, СТРЕЛЕВАННОГО ПО ВОЛОКУ, НА КОЭФФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЮ ПАЧЕК ДЕРЕВЬЕВ И ХЛЫСТОВ

Л. В. КОРОТЯЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Машинизация лесосечных работ вызвала применение новых схем разработки лесосек и новых типов трелевочных машин. Лес стали трелевать не только по подготовленным волокам, но и непосредственно по лесной «целине».

Трелевка деревьев по целине характеризуется большим коэффициентом сопротивления их волочению  $\mu$ , величина которого не установлена. Не изучено также изменение  $\mu$  с увеличением объема стрелеванного по волоку леса  $V_b$  (в ликвиде). Поэтому исследование коэффициента  $\mu$  при трелевке по лесной целине и закономерности его изменения под влиянием  $V_b$  приобретает особенно важное значение для совершенствования трелевочных средств и расчета рейсовых нагрузок.

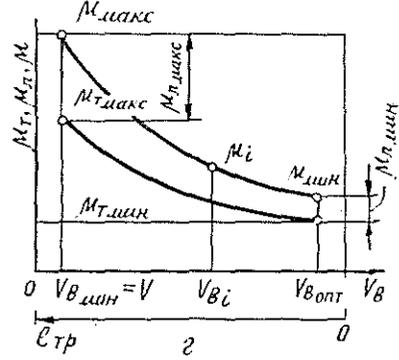
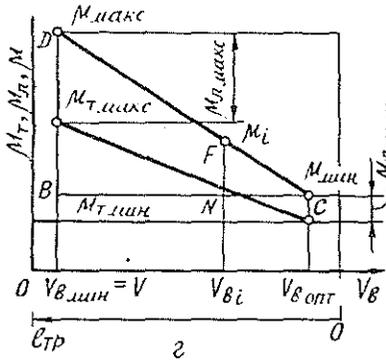
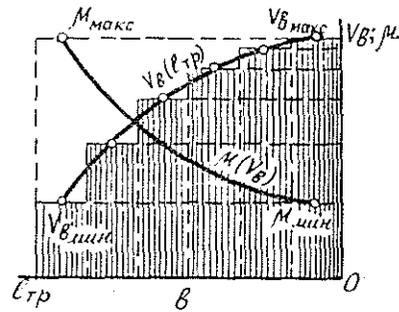
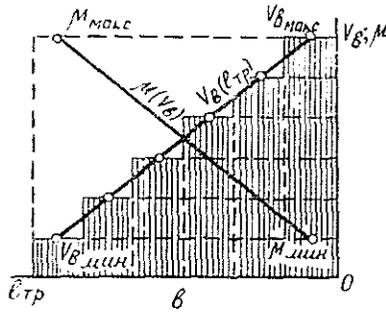
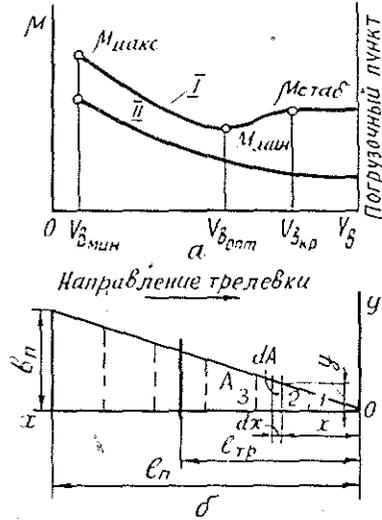
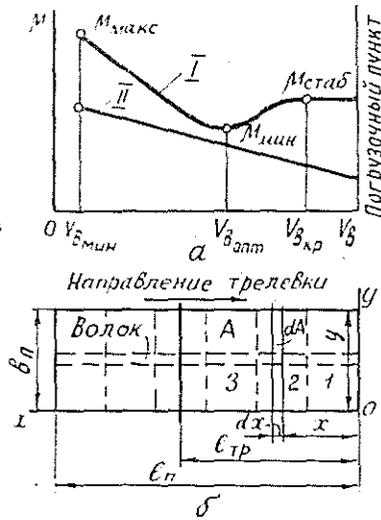


Рис 1 Схемы для составления аналитического уравнения связи  $\mu(V_B)$  для прямоугольной пасеки.

I — трелевка деревьев летом; II — трелевка хлыстов зимой; 1, 2, 3... — номера участков пасеки.

Рис 2 Схемы для составления аналитического уравнения связи  $\mu(V_B)$  для треугольной пасеки. Обозначения те же.

Известно [1], что коэффициент сопротивления волочению пачки  $\mu$  складывается из коэффициента трения  $\mu_T$  и коэффициента лобового сопротивления движению  $\mu_L$ :

$$\mu = \mu_T + \mu_L \tag{1}$$

Эта формула не учитывает в явном виде качественного изменения поверхности волока в процессе трелевки.

Максимальное сопротивление волочению, а следовательно, и наибольший коэффициент сопротивления  $\mu_{\max} = \mu_{t\max} + \mu_{l\max}$ , наблюдаются при перемещении пачки по целине или первой пачки по волоку, когда подрост, пни, корни, кочки и другие выступы еще не деформированы и не разрушены, а поверхность волока не сглажена (рис. 1, а и 2, а).

С увеличением числа пачек и объема стрелеванного по волоку леса, при многократном повторном приложении изгибающей и сжимающей нагрузки на выступы их число и размеры будут уменьшаться, а поверхность волока прирабатываться, выравниваться, а зимой накатываться. Ближние к погрузочному пункту участки волока, через которые перемещается наибольшее число пачек и наибольший объем леса  $V_{v\max}$ , будут наиболее приработаны, накатаны, а дальние, через которые перемещается наименьший объем леса  $V_{v\min}$ , будут наименее сглажены. Вследствие этого при перемещении пачки по дальним участкам значение  $\mu$  будет больше, а по ближним — меньше. С приближением пачки к погрузочному пункту и улучшенном приработанности волока  $\mu$  сначала снижается (рис. 1, а и 2, в).

В летнее время сглаживание выступов и выравнивание поверхности волока сопровождается одновременным разрушением и износом мохового покрова и верхнего слоя почвы. Поэтому снижение  $\mu$  наблюдается только до момента появления на волоке пятен обнаженного подстилающего грунта. В этот момент  $\mu_t$ ,  $\mu_l$  и  $\mu$  достигают минимума  $\mu_{t\min}$ ,  $\mu_{l\min}$  и  $\mu_{\min}$ , а объем  $V_v$  — своего (условно) оптимального значения  $V_{v\text{опт}}$  (рис. 1, а и 2, а).

Коэффициент  $\mu$  в зависимости от  $V_v$  определяем в предположении, что при увеличении объема  $V_v$  от  $V_{v\min} = V$  ( $V$  — объем пачки, м<sup>3</sup>) до  $V_{v\text{опт}}$  значения  $\mu_t$  и  $\mu_l$  снижаются пропорционально изменению  $V_v$ . Объем леса, перемещаемого по участкам волока, изменяется от  $V_{v\min}$  до  $V_{v\max}$  в зависимости от формы пазек, отдаленности участка от погрузочного пункта и запаса древостоя на 1 га пазеки (в ликвиде)  $Q_{га}$ .

Объем леса, стрелеванного по какому-либо участку волока разрабатываемой пазеки или перемещенного через какой-либо поперечник пазеки, волока (рис. 1, б и 2, б):

$$V_v = Q_{п} - Q, \quad (2)$$

где  $Q_{п}$  — запас древостоя на пазеке (в ликвиде), м<sup>3</sup>;  $Q_{п} = V_{v\max}$ ;

$Q$  — запас древостоя на части пазеки, расположенной ближе к погрузочному пункту (по волоку) от расчетного створа, т. е. объем, который по разрабатываемому участку пазеки (волока) или через расчетный створ не транспортируется, м<sup>3</sup>.

При  $Q = AQ_{га} / 10\,000$

$$V_v = Q_{п} - A \frac{Q_{га}}{10\,000}, \quad (3)$$

где  $A$  — площадь участков пазеки с запасом  $Q$ , м<sup>2</sup>.

В процессе разработки пазеки площадь  $A$  непрерывно меняется. Выразим ее следующим образом. Из рис. 1, б и 2, б

$$dA = ydx, \text{ отсюда } A = \int_0^{l_{\text{тр}}} ydx.$$

Для прямоугольной пасеки (рис. 1, б)

$$y = b_{\text{п}} \text{ и } A = b_{\text{п}} \int_0^{l_{\text{тр}}} dx = b_{\text{п}} l_{\text{тр}}.$$

Так как

$$Q_{\text{п}} = b_{\text{п}} l_{\text{п}} Q_{\text{га}}/10\,000,$$

то

$$V_{\text{в}} = b_{\text{п}} (l_{\text{п}} - l_{\text{тр}}) Q_{\text{га}}/10\,000, \quad (4)$$

где  $b_{\text{п}}$ ,  $l_{\text{п}}$  — длина и ширина пасеки, м;  
 $l_{\text{тр}}$  — расстояние (по волоку) от погрузочного пункта до расчетного поперечника пасеки, или расстояние трелевки из разрабатываемого участка пасеки, м.

Для треугольной пасеки (рис. 2, б)

$$y = xb_{\text{п}}/l_{\text{п}}.$$

Тогда

$$A = \frac{b_{\text{п}}}{l_{\text{п}}} \int_0^{l_{\text{тр}}} xdx = b_{\text{п}} l_{\text{тр}}^2/2l_{\text{п}}$$

и при

$$Q_{\text{п}} = b_{\text{п}} l_{\text{п}} Q_{\text{га}}/2 \cdot 10\,000$$

имеем

$$V_{\text{в}} = \frac{b_{\text{п}}}{2} \left( l_{\text{п}} - \frac{l_{\text{тр}}^2}{l_{\text{п}}} \right) Q_{\text{га}}/10\,000. \quad (5)$$

Из уравнения (4) следует, что для прямоугольной пасеки объем леса, стрелеванного по участкам волока, нарастает прямо пропорционально уменьшению расстояния трелевки (рис. 1, в). Следовательно,  $\mu_{\text{т}}$ ,  $\mu_{\text{л}}$  и  $\mu$  в пределах изменения  $V_{\text{в}}$  от  $V_{\text{в, мин}} = V$  до  $V_{\text{в, опт}}$  будут в первом приближении снижаться прямо пропорционально объему стрелеванного по волоку леса (рис. 1, в). Для треугольной пасеки объем транспортируемого по волоку леса возрастает параболически с уменьшением расстояния трелевки, вызывая соответствующее снижение  $\mu$  (рис. 2, в).

Для пачки, трелюемой по лесной целине или впервые по волоку (при  $V_{\text{в}} = V_{\text{в, мин}} = V$ ),  $\mu = \mu_{\text{макс}}$ ; для последней пачки, перемещаемой по волоку (при  $V_{\text{в}} = V_{\text{в, опт}}$ ),  $\mu = \mu_{\text{мин}}$  (рис. 1, г и 2, г). Для любой пачки при изменении  $V_{\text{в}}$  от  $V_{\text{в, мин}}$  до  $V_{\text{в, опт}}$

$$\mu = \mu_{\text{макс}} - (\mu_{\text{макс}} - \mu_{\text{мин}}) k_{\text{п}}, \quad (6)$$

где  $k_{\text{п}}$  — коэффициент пропорциональности, учитывающий влияние объема леса, стрелеванного по волоку, на  $\mu$ .

Коэффициент пропорциональности представляет собой отношение  $V_{\text{в}}/V_{\text{в, опт}}$ , а точнее, как видно из рис. 1, г и 2, г,

$$k_n = (V_b - V)/(V_{\text{в.опт}} - V). \quad (7)$$

В этой формуле  $V_b$  выражается из уравнений (4) и (5) как функция расстояния трелевки.

Для треугольных пачек связь  $\mu(V_b)$  по характеру близка к гиперболической (рис. 2, *в, г*) и может быть выражена видоизмененным уравнением (6):

$$\mu = \mu_{\text{мин}} + (\mu_{\text{макс}} - \mu_{\text{мин}}) k_n, \quad (8)$$

где  $k_n = V/V_b$ .

В формулах (6) и (8)

$$\mu_{\text{макс}} = \mu_{\text{т.макс}} + \mu_{\text{л.макс}}; \quad \mu_{\text{мин}} = \mu_{\text{т.мин}} + \mu_{\text{л.мин}}$$

(При трелевке хлыстов в полупогруженном и полуподвешенном положении, а также на пэне  $= 0$ ).

По мере увеличения  $V_b$  (при  $Q_n > V_{\text{в.опт}}$ ) и дальнейшего обнажения грунта лобовое сопротивление остается более или менее постоянным, а  $\mu$  растет до определенного предела по кубической параболе, вследствие увеличения коэффициента трения, так как при скольжении пачки по грунту он больше, чем при скольжении по растительному слою. При полном износе растительного слоя  $\mu$  принимает постоянное значение  $\mu_{\text{стаб}}$  (рис. 1, *а* и 2, *а*). Переход  $\mu$  через минимум и его последующее возрастание с увеличением  $V_b$  может иметь место и в зимний период при трелевке деревьев, вследствие засорения волока корой и элементами кроны. При трелевке хлыстов в зимнее время поверхность волока засоряется мало, и с улучшением ее накатанности  $\mu$  непрерывно снижается (рис. 1, *а* и 2, *а*).

Для проверки теоретических предпосылок нами проведены опыты при разработке прямоугольных пачек тракторами (1973 г.) и треугольных канатными установками без несущего каната (1956—1958 гг.) в типичных для Севера лесосеках. Объем пачек составлял 5—7 м<sup>3</sup>. Их формировали из деревьев или хлыстов средней крупности (0,25 м<sup>3</sup>) господствующей на Севере породы — ели. Тракторами деревья перемещали за комли, а хлысты за вершины в полупогруженном положении. Канатными установками трелевали деревья и хлысты за вершины, причем для предотвращения лобового сопротивления и определения коэффициента трения скольжения хлысты трелевали на пэне. Длина опытного мерного участка волока была 40 м при тракторной трелевке и 50 м при канатной. Тяговое усилие трелевочной машины в процессе трелевки регистрировали гидравлическим динамографом конструкции ВИСХОМ. Динамограммы обрабатывали методом ординат и планиметрирования. Значения  $\mu$  вычисляли по формуле (1), приведенной в работе [2], при  $f = 0$ .

Динамометрирование показало, что при трелевке в полупогруженном положении по лесной целине из прямоугольной пачки пачек деревьев за комли  $\mu_{\text{макс}} = 0,89$  зимой и летом, пачек хлыстов за вершины — 0,44 зимой и 0,53 летом; при наземной трелевке из треугольной пачки пачек деревьев за вершины — 0,89 зимой и 0,98 летом, пачек хлыстов (на пэне) — 0,57 зимой и 0,69 летом.

Для установления существования и характера связи  $\mu(V_b)$  выполнен корреляционный анализ. Полученные значения коэффициента корреляции  $r = -(0,61-0,67)$ , корреляционного отношения  $\eta = 0,47-0,88$  и их достоверности ( $r/m > 4$  и  $\eta/m_\eta > 4$ ) подтвердили существование такой связи. Опыты показали также, что в зимнее время при тракторной трелевке пачек деревьев и хлыстов из прямоугольной пачки связь  $\mu(V_b)$  линейная и выражается уравнением прямой

$$\mu = p - qV_b, \quad (9)$$

где  $p, q$  — опытные коэффициенты;  $p \approx \mu_{\text{макс}}$ ;  $q \approx (\mu_{\text{макс}} - \mu_{\text{мин}})/V_{\text{в.опт}}$ .

При трелевке из прямоугольной пасеки в летний период, а также из треугольной пасеки в любое время года, как и предполагалось, коэффициент  $\mu$  с изменением  $V_b$  проходит через минимум и связь  $\mu(V_b)$  описывается сложной кривой: Для прямоугольной пасеки эта связь в пределах изменения  $V_b$  от  $V_{b\text{мин}}$  до  $V_{b\text{опт}}$  и  $\mu$  от  $\mu_{\text{макс}}$  до  $\mu_{\text{мин}}$  выражается линейным уравнением (9) ( $r = -0,78 \text{---} -0,80$ ;  $r/m_r = 13 \text{---} 15$ ), а при  $V_b = Q_n > V_{b\text{опт}}$  (после минимума) — уравнением кубической параболы

$$\mu = a - bV_b + cV_b^2 - dV_b^3, \quad (10)$$

где  $a, b, c, d$  — опытные коэффициенты, характеризующие состояние поверхности волока.

При трелевке пачек деревьев и хлыстов из треугольной пасеки кривая связи в диапазоне изменения  $V_b$  от  $V_{b\text{мин}}$  до  $V_{b\text{опт}}$  и  $\mu$  от  $\mu_{\text{макс}}$  до  $\mu_{\text{мин}}$  представляет квадратную параболу вида

$$\mu = u - sV_b + tV_b^2, \quad (11)$$

переходящую при  $V_b = V_{b\text{опт}}$  и  $\mu = \mu_{\text{мин}}$  и дальнейшем увеличении  $V_b$  (при  $Q_n > V_{b\text{опт}}$ ) в кубическую параболу (10). Уравнение (10) хорошо описывает всю кривую связи  $\mu(V_b)$  при трелевке леса из треугольной пасеки. (Исключение составляет трелевка хлыстов на пне зимой. В этом случае  $\mu$  при увеличении  $V_b$  через минимум не переходит, а продолжает монотонно снижаться даже при  $V_b = Q_n > V_{b\text{опт}}$ ). Падающий участок кривой связи хорошо выражает также уравнение гиперболы

$$\mu = m + \frac{n}{V_b}. \quad (12)$$

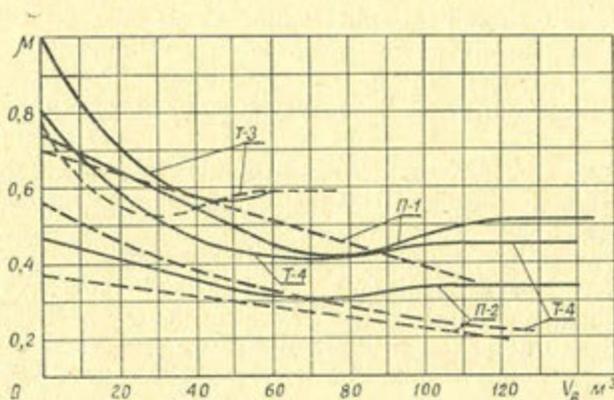
В уравнениях (11) и (12)  $u, s, t, m, n$  — опытные коэффициенты;  $u \approx \mu_{\text{макс}}$ ;  $m \approx \mu_{\text{мин}}$ ;  $n = (\mu_{\text{макс}} - \mu_{\text{мин}}) V$ . Значения коэффициентов уравнений (9) — (12) приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Вид лесоматериалов и их ориентация при трелевке	Сезон года	$p$	$q$	$u$	$s$	$t$	$m$	$n$
Деревья за комли	Зима	0,70	0,0031	—	—	—	—	—
	Лето	0,75	0,0050	—	—	—	—	—
Деревья за вершины	Зима	—	—	0,73	0,0132	0,000184	0,48	0,97
	Лето	—	—	1,00	0,0184	0,000192	0,54	2,46
Хлысты за вершины	Зима	0,37	0,0015	0,56	0,005	0,000018	0,25	4,30
	Лето	0,47	0,0022	0,74	0,0085	0,000055	0,38	3,20

Таблица 2

Форма пасеки	Вид лесоматериалов и их ориентация при трелевке	Сезон года	$a$	$b$	$c$	$d$
Прямоугольная	Деревья за комли	Лето	1,20	0,0281	0,000310	$103 \cdot 10^{-8}$
	Хлысты за вершины	"	0,50	0,00405	0,000018	$-55 \cdot 10^{-9}$
Треугольная	Деревья за вершины	Зима	0,78	0,0220	0,000582	$452 \cdot 10^{-8}$
	Хлысты за вершины	Лето	0,81	0,0142	0,000165	$59 \cdot 10^{-8}$

Рис. 3. Графики связи  $\mu(V_v)$ .

$\Pi$  — прямоугольная и  $T$  — треугольная пачки; 1 — трелевка деревьев на комли; 2 — деревьев за вершины; 3 — хлыстов за вершины; 4 — хлыстов за вершины на пне; сплошные линии — лето, штриховые — зима.

Графики связи  $\mu(V_v)$  изображены на рис. 3. Первоначальное снижение  $\mu$  до минимума  $\delta_c = (\mu_{\max} - \mu_{\min}) \cdot 100 / \mu_{\max}$  и последующее повышение  $\mu$  после минимума  $\delta_n = (\mu_{\text{стаб}} - \mu_{\min}) \cdot 100 / \mu_{\min}$  характеризуется данными табл. 3. В той же таблице приведены усредненные максимальные и минимальные опытные значения  $\mu$  и  $\mu_{\text{стаб}}$ .

Таблица 3

Вид лесоматериалов и их ориентация при трелевке	Сезон года	$\mu_{\max}$	$\mu_{\min}$	$\delta_c$ %	$\mu_{T\max}$	$\mu_{T\min}$	$\mu_{\Delta\max}$	$\mu_{\Delta\min}$	$\mu_{\text{стаб}}$	$\delta_n$ %
---	------------	--------------	--------------	--------------	---------------	---------------	--------------------	--------------------	---------------------	--------------

## Прямоугольная пачка, трелевка в полупогруженном положении

Деревья за комли	Зима	0,71	0,38	47	0,39	0,17	0,32	0,21	—	—
	Лето	0,75	0,37	50	0,51	0,32	0,24	0,05	0,49	35
Хлысты за вершины	Зима	0,39	0,17	42	0,39	0,17	0	0	—	—
	Лето	0,51	0,32	33	0,51	0,32	0	0	0,34	10

## Треугольная пачка, наземная трелевка

Деревья за вершины	Зима	0,72	0,49	32	0,48	0,25	0,24	0,25	0,59	20
	Лето	0,96	0,58	40	0,64	0,42	0,32	0,16	—	—
Хлысты на пне за вершины	Зима	0,48	0,25	48	0,48	0,25	0	0	—	—
	Лето	0,64	0,42	34	0,64	0,42	0	0	0,46	10

Оптимальный объем трелеваемого по волоку леса  $V_{v\text{опт}}$  можно определить из графиков на рис. 3. Дифференцируя уравнение (10) и приравняв первую производную нулю

$$\frac{d\mu}{dV_v} = -b + 2cV_v - 3dV_v^2 = 0,$$

можно определить  $V_{v\text{опт}}$  как корень этого квадратного уравнения (перед радикалом следует оставить знак минус):

$$V_{v1,2} = (c \pm \sqrt{c^2 - 3bd}) / 3d. \quad (13)$$

Корень с положительным знаком перед радикалом определяет критический объем трелеваемой по волоку древесины  $V_{вкр}$ , при котором исчезает моховой покров на волоке летом или его поверхность покрывается слоем хвои и сучьев зимой, и  $\mu$  принимает постоянное значение  $\mu_{стаб}$ . Опытные значения  $V_{вкр}$  легко устанавливаются также по графикам.

При  $V_{в} = Q_{п} > V_{вкр}$  связь  $\mu(V_{в})$  отсутствует ( $r/m_r < 4$ ,  $\eta/m_{\eta} < 4$ , показатель точности  $\varepsilon = 5-10\%$ ) и линия регрессии проходит параллельно оси абсцисс.

Формула (6) является общей для определения  $\mu$  в зависимости от массы, геометрических размеров пачки и числа деревьев (хлыстов) в ней с учетом изношенности волока. Она выражает также связь между  $\mu$  и  $Q_{га}$ . Исходя из условного оптимального объема трелевки по волоку, можно устанавливать минимальную, с позиции наименьших удельных затрат энергии на трелевку, длину пачки

$$l_{пмин} = 10000V_{вонт} / b_{пср} Q_{га}$$

при известной средней ее ширине  $b_{пср}$ . С учетом небольшого повышения  $\mu$  после ее минимума можно принимать  $l_{п} > l_{пмин}$  и  $Q_{п} > V_{вонт}$ .

Результаты исследований рекомендуются для научного обоснования рейсовых нагрузок и норм выработки на трелевочные машины, их силовых параметров и оптимальных размеров пачки, а также для конструирования новой трелевочной техники. Они не утратят своего значения, как бы ни совершенствовались трелевочные средства.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Коротяев Л. В. Теоретический анализ сопротивлений движению трелеваемых лесоматериалов — Сб. тр./АЛТИ. Архангельск, 1967, вып. 19. Лесозаготовка. [2]. Коротяев Л. В., Ростовцев А. В. Экспериментальное исследование коэффициента сопротивления сдвигу с места пачек деревьев и хлыстов при трелевке в полупогруженном положении. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 2.

Поступила 30 мая 1980 г.

УДК 630\*323.4 : 630\*362.7

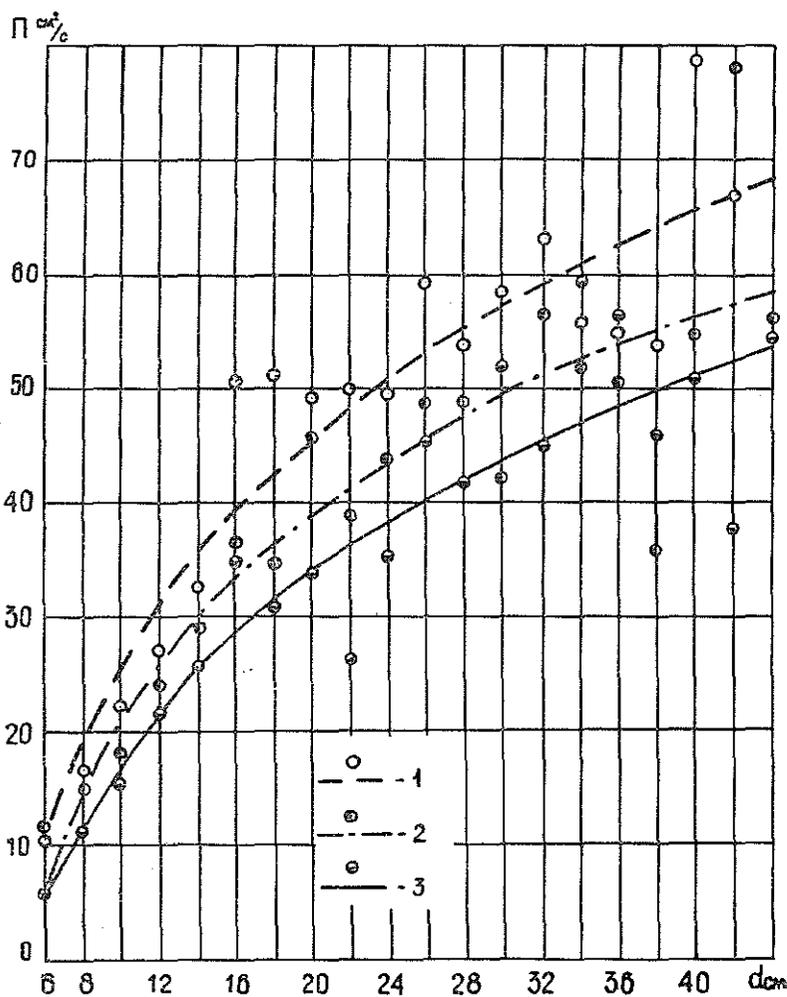
### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИЕМОВ ПИЛЕНИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЭЛЕКТРОМОТОРНЫХ ПИЛ ЭПЧ-3 ПРИ РАСКРЯЖЕВКЕ ХЛЫСТОВ

В. С. ЖАДЕНОВ, О. Р. ЧАЙКА, Ю. С. ХАРИТОНОВ

Брянский технологический институт

В настоящее время раскряжевка хлыстов на нижних складах лесозаготовительных предприятий выполняется преимущественно ручными электромоторными пилами и частично на поточных линиях стационарными раскряжевочными агрегатами.

Основное направление технического прогресса лесозаготовительной промышленности на перспективный период — механизация наиболее трудоемких операций, в том числе и на раскряжевке хлыстов, где доля ручного труда достигает 33 %. И хотя объемы работ на раскряжевке ручными пилами к концу десятой пятилетки уменьшились почти в два раза, примерно 45 % хлыстов по-прежнему будут разделяться с помощью переносных мотопил. В связи с этим необходимо изучить



Зависимость производительности пиления от диаметра пропила.

1 — пиление нижней ветвью; 2 — верхней; 3 — смешанное.

влияние применяемых способов пиления и организации работ на раскряжевке на достигаемую производительность электродвигательных пил ЭПЧ-3 в целях выработки рекомендаций для наиболее эффективного их использования.

Методика исследований предусматривала определение производительности чистого пиления пилой ЭПЧ-3 при различных приемах пиления в зависимости от диаметра пропила для условий Дятьковского лесокombината Брянского областного управления лесного хозяйства. Состав разрабатываемых древостоев 4Б3Ос1С1Е1Од, средний объем хлыста 0,5 м<sup>3</sup>.

Для определения производительности чистого пиления при различных приемах работы электропилой, установления степени загрузки верхней и нижней ветвей пильного аппарата были проведены хронометражные наблюдения за работой электропил ЭПЧ-3 на раскряжевке хлыстов в условиях нижнего склада.

Хронометраж вели два наблюдателя одновременно, один из них фиксировал время чистого пиления, другой замерял диаметр пропила, который изменялся от 6 до 44 см (диаметр пропила более 44 см встречался редко, и данные для него недостоверны). Из данных наблюдений, как заведомо неверные, были исключены случаи зажима пильного аппарата, пиления древесины, имеющей пороки, и т. д.

Потребное число наблюдений определяли по результатам предварительного хронометража на раскряжевке хлыстов. Было установлено, что фиксирование исследуемых параметров в течение 5 смен обеспечивает достаточно высокий показатель точности, и результаты испытаний могут быть использованы для обобщения и получения достоверных выводов.

Раскряжевку хлыстов вели два моториста на одной разделочной площадке. При помощи РРУ-10 хлысты поперечно подавали на раскряжевку. После разметки хлыста на сортименты мотористы распиливали его, причем один вел разделку с комлевой части, а другой — с вершинной. При такой организации раскряжевки основная нагрузка падает на нижнюю ветвь пильного аппарата, а верхняя ветвь загружается лишь при подпиле провисающих хлыстов снизу.

В ряде случаев на раскряжевку хлысты подавали не по одиночке, а группами. Особенно часто это происходило при разделке тонкомерных хлыстов и хлыстов одной породы. В данном случае значительное время затрачивается на пиление верхней ветвью пильного аппарата, а также на смешанное пиление, попеременно нижней и верхней ветвями в одном месте.

Готовые сортименты вручную накатывали на сортировочный транспортер, с которого затем рабочие-сортировщики сбрасывали их в карманы-накопители.

При обработке хронометражных наблюдений получены следующие результаты.

1. Определено время загрузки участков пильного аппарата. Установлено, что загрузка нижней ветви составляет 36,1 % от общего времени чистого пиления, верхней — 45,9 %, на смешанное пиление приходится 18 % времени.

2. По времени чистого пиления и площади пропила найдена производительность чистого пиления нижней и верхней ветвями, а также смешанного пиления в зависимости от диаметра пропила.

При аналитической обработке результатов наблюдений были составлены уравнения связи (см. рис.) между производительностью чистого пиления ( $P$ ) и диаметром пропила ( $d$ ) для каждого приема пиления, которые позволили усреднить полученные значения и дали возможность подсчитать производительность чистого пиления для любого диаметра пропила.

При пиление нижней ветвью

$$P = -40,7179 + 66,7671 \lg d;$$

верхней ветвью

$$P = -35,7578 + 57,7206 \lg d;$$

при смешанном пиении

$$P = -38,1782 + 56,0465 \lg d.$$

Поступила 13 октября 1980 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ  
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.09 : 621.38

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ  
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ РАЗМЕРОВ  
В ЛЕСОПИЛЕНИИ И ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

Н. А. МЕЛЬНИКОВ, М. С. МОВНИН

Ленинградская лесотехническая академия

При ориентации лесопильной и деревообрабатывающей промышленности на развитие автоматизированных производственных процессов необходимо выявить особенности работы типовых датчиков в производственных условиях.

Важное место в вопросах автоматизации процессов занимают датчики размеров [2]. Их применяют при измерениях длины лесоматериалов и пилопродукции, изделий из древесины и древесных материалов. Целесообразно при этом использовать типовые, например фотоэлектрические датчики. Однако этим датчикам, фиксирующим объект в створе визирования, свойственна погрешность, вызываемая некоторой неопределенностью срабатывания датчика. Типовые фотоэлектрические датчики, такие, как например РФ-5, РФ-711, имеют размеры оптических систем порядка десятков миллиметров. Отсюда и точность измерений в ряде случаев недостаточна.

Для надежной работы фотореле осветитель фотопары, очевидно, должен обеспечивать световой поток, необходимый для включения реле с достаточным для практики запасом. Однако это приводит к неопределенности включения фотореле.

На рис. 1, а изображен фотоствор, осветитель которого обеспечивает однородный поток света, а фотоприемник имеет поле зрения, ограниченное линиями А и В.

При этом, если сила света значительна, то фотоприемник перестает регистрировать световой поток при нахождении измеряемого объекта в положении 1. Чем больше запас чувствительности фотоприемника, тем больше отклонение  $\varphi$  приближается к величине  $a/2$ . Без запаса чувствительности неопределенность включения фотоприемника сохраняется, при этом  $\varphi$  стремится к величине  $-a/2$ .

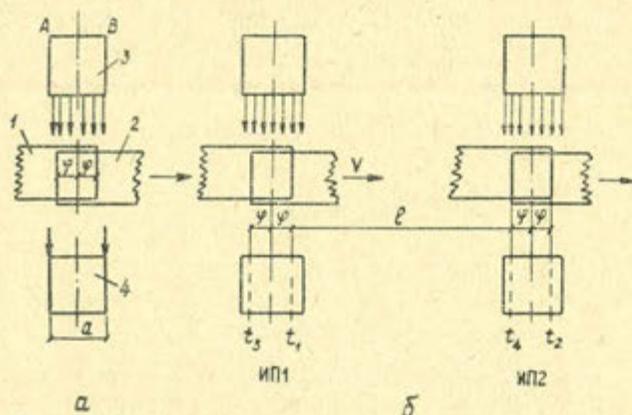


Рис. 1. Пояснение к работе фотодатчиков.

1 — объект при входе в фотоствор; 2 — объект при выходе из фотоствора; 3 — осветитель; 4 — фотоприемник.

При одинаковых положениях переднего и заднего торцов контролируемого объекта (на оси симметрии) фотоприемник может включаться и выключаться, только если он настроен на срабатывание при достижении половины светового потока осветителя. На практике этого можно добиться только при хорошей стабилизации напряжения источника питания осветителя (из-за высокой степени зависимости силы света от напряжения).

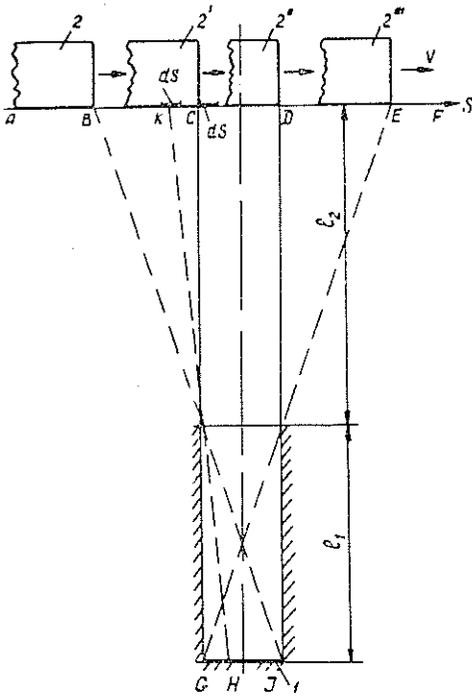


Рис. 2.

1 — чувствительный элемент; 2 — контролируемый объект.

ка, отрезок  $dS$  при этом находится в поле зрения всего чувствительного элемента датчика ( $GI$ ). В то же время на участке  $BC$  смещение объекта на отрезок  $dS$  приводит к увеличению выходного сигнала датчика на величину  $kdS \frac{HI}{GI}$ , поскольку  $dS$  в этом случае находится в поле зрения части чувствительного элемента датчика  $GI$ .

Поскольку

$$HI = GI \frac{BK}{BC}, \quad (1)$$

а от начального момента в точке  $B$

$$BK = \int dS,$$

то отсюда можно заключить, что на участке  $CD$  перемещения объекта выходной сигнал датчика увеличивается в линейной зависимости от величины  $S$ ; на участке  $BC$  перемещения объекта выходной сигнал датчика возрастает пропорционально величинам  $BK$  и  $HI$ , т. е. в квадратичной зависимости от перемещения  $S$ . При этом в случае малой величины  $KC$  этот характер роста, очевидно, одинаков.

Как видно из рис. 1,  $a$ , неопределенность включения реле может достигать значений  $\pm 2\varphi$ . При отсутствии симметрии отклонения  $\varphi$  слева ( $\varphi_1$ ) и справа ( $\varphi_2$ ) имеют различные значения. В этом случае неопределенность включения реле может равняться  $\pm (\varphi_1 + \varphi_2)$ .

Известно, что характер изменения выходного сигнала таких измерительных преобразователей имеет вид  $S$ -образной кривой. Точный расчет такой зависимости весьма сложен, однако существует возможность приближенного рассмотрения работы датчика.

На рис. 2 изображено сечение фотоприемника ( $GI \ll l_1, l_2$ ). Для упрощения считаем выходной сигнал фотоприемника пропорциональным площади видимой части контролируемого объекта 2. Очевидно, на участке  $CD$  перемещения объекта смещение его на величину  $dS$  должно привести к пропорциональному увеличению ( $kdS$ ) выходного сигнала фотоприемника,

Следовательно, динамическая чувствительность датчика при нахождении объекта в окрестности точки  $C$  одинакова независимо от того с какой стороны (слева или справа) находится объект.

Относительное изменение выходного сигнала фотодатчика выражается так:

$$k_1 S_1^2 + k_2 S_2 + k_1 S_3^2 = 1, \quad (3)$$

где первый член соответствует участку  $BC$ , второй —  $CD$ , третий — положению торца объекта на участке  $DE$ .

С учетом равенства динамической чувствительности обоих участков в окрестности точки  $C$  получаем

$$2k_1 BC = k_2 \quad (4)$$

или

$$2k_1 GI \frac{l_2}{l_1} = k_2. \quad (5)$$

Учитывая выражение (5), из равенства (3) находим

$$2k_1 GI^2 \frac{l_2}{l_1} \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right) = 1$$

или

$$k_1 = \frac{1}{2GI^2 \frac{l_2}{l_1} \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)}, \quad (6)$$

отсюда

$$k_2 = \frac{1}{GI \left(1 + \frac{l_2}{l_1}\right)}. \quad (7)$$

Расчетная зависимость (кривая 1) относительной величины выходного сигнала датчика  $N_{\text{вых}}$  от  $S$  и экспериментально полученные точки (кривая 2) при  $GI = 10$  мм,  $l_1 = 220$  мм и  $l_2 = 110$  мм приведены на рис. 3, из которого видно совпадение экспериментальных данных с расчетными.

На практике кроме неустойчивости включения измерительного преобразователя необходимо учитывать неустойчивость скорости перемещения сортирента или другого объекта.

Наибольшую сложность представляет учет скорости перемещения объекта, которая для сортирующих транспортеров, например, меняется в зависимости от времени и условий эксплуатации. Применение импульсаторов, очевидно, имеет смысл при достаточно высокой частоте следования импульсов, обеспечивающей требуемую точность измерения при дискретном отсчете. Это связано с применением механических устройств, причем тем менее надежных, чем больше скорость перемещения транспортера.

Указанные проблемы решаются в приводимой ниже схеме (рис. 1, б) дифференциального измерения размеров маркерным мето-

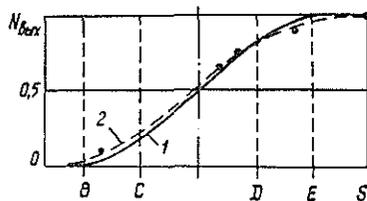


Рис. 3.

дом. Здесь ИП1 и ИП2 регистрируют наличие объекта в поле их зрения — в створах 1 и 2.

Поскольку ускорение транспортера, очевидно, мало, скорость можно определить следующим образом:

$$V = \frac{l}{t_2 - t_1}. \quad (8)$$

Время между (регистрируемым) затемнением ИП2 (момент  $t_2$ ) и освещением ИП1 ( $t_3$ ) при одинаковых характеристиках ИП равно

$$t_3 - t_2 = \frac{L - l + 2\varphi}{V}. \quad (9)$$

Время между затемнением ИП1 и освещением ИП2 составляет

$$t_4 - t_1 = \frac{L - l - 2\varphi}{V}. \quad (10)$$

Суммируя (9) и (10) с учетом 8, найдем длину объекта

$$L = l \frac{(t_3 - t_2) + (t_4 - t_1)}{2(t_2 - t_1)}. \quad (11)$$

На практике моменты времени  $t_1 - t_4$  ( $t_1$  и  $t_2$  — срабатывания фотостворов,  $t_3$  и  $t_4$  — отключения) достаточно просто можно зафиксировать при помощи счетчиков времени или аналогичных устройств.

Полученную в определенном коде информацию о величинах соответствующих отрезков времени можно подать на вход управляющей вычислительной машины (УВМ) с целью расчета  $L$ . В качестве УВМ можно использовать машины 15ВСМ-5 и ДЗ-28, предназначенные для управления технологическими процессами.

Использование предлагаемой схемы позволяет учесть медленные, по сравнению с временем прохождения объекта створов, изменения скорости его перемещения и не требует ее измерения. Очевидно, при одинаковых параметрах ИП их систематические погрешности в значительной мере устраняются.

Применение цифрового метода при измерениях размеров позволит упростить известные конструкции датчиков и методы дешифрации их сигналов [1].

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Мельников Н. А., Спиридонов Е. В., Шматков Л. И. К вопросу дешифрации сигналов фотоэлектрических измерительных преобразователей сечений пиломатериалов. — В кн.: Межвуз. сб. науч. тр. Красноярск, 1976, вып. 4. Механизация и автоматизация деревообрабатывающих производств, с. 58—63. [2]. Спиридонов Е. В., Мельников Н. А. Фотоэлектрический измерительный преобразователь толщины пиломатериалов. — В кн.: Межвуз. сб. науч. тр. Красноярск, 1976, вып. 4. Механизация и автоматизация деревообрабатывающих производств, с. 53—57.

Поступила 14 июля 1980 г.

УДК 630\*812

КОМПОЗИЦИОННЫЕ  
АНТИФРИКЦИОННЫЕ ДРЕВЕСНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Н. И. ЧУБОВ

Воронежский лесотехнический институт

Эффективные способы повышения качества материалов на основе древесины: прессование [2]; пропитка [3] одним или более наполнителями; сочетание прессования и пропитки [1].

Древесина прессованная (ДП) [2], обладая высокими физико-механическими и эксплуатационными свойствами, имеет и ряд недостатков (низкая теплопроводность, размеро- и формоизменяемость и др.), ограничивающих область ее применения. Минимизацию негативных свойств ДП следует осуществлять с учетом конкретных условий и режимов работы изделий из нее. В частности, при использовании ДП в качестве подшипникового материала необходимо повысить, в первую очередь, теплопроводность и износостойкость, что достигается путем пропитки ее металлическими наполнителями. В дальнейшем эту пропитку будем называть металлизацией.

Перспективны способы пропитки древесины: сплошная пропитка, дискретная (частичная), поверхностная (дискретная или сплошная), центробежная, комбинированная (совмещение прессования и пропитки), би- и полипропитка.

Как показали исследования, при пропитке древесины (табл. 1) сплавом (плотность  $8,86 \text{ т/м}^3$ ) на основе свинца получают композиционные древесные материалы с высокими показателями свойств и рабочих характеристик (табл. 2).

Сплошная пропитка ДП металлами, в процессе которой получают металлизированную прессованную древесину (МДП) [3], позволяет повысить плотность в 1,8—6,4 раза, предел прочности при сжатии — в 2—2,5 раза, твердость — в 3—4 раза, коэффициент теплопроводности — в 20—30 раз, удельную ударную вязкость — в 1,1—2,5 раза и снизить водо- и влагопоглощение до 2—10 и 0,5—1,5 % при выдержке в соответствующих условиях в течение суток.

Для поверхностной пропитки, осуществляемой при предварительном избыточном или пониженном давлении, расход наполнителя сокращается на 80—95 %, а получаемый материал (МДПП) имеет прочность при сжатии в 1,1—1,3 раза и твердость в 3—4 раза выше по сравнению с исходной древесиной, а по сравнению со сплошной металлизацией плотность и стоимость соответственно в 1,7—3,5 раза и 4—6 раз ниже. Водо- и влагопоглощение зависят от характера поверхностной пропитки, который позволяет регулировать и анизотропию свойств.

Получаемый в процессе дискретной пропитки материал (МДПД) при оптимальной металлизации, составляющей для антифрикционных материалов 20—30 %, имеет плотность и твердость соответственно в 2,9—1,53 и 1,1—3,2 раза ниже по сравнению с МДП, а расход наполнителя сокращается в 3,3—5,0 раз. По другим показателям (за исключением водопоглощения) МДПД незначительно отличается от МДП.

Би- и полипропиткой можно повысить гидрофобность, уменьшить тепловыделение, регулировать расход дорогостоящих наполнителей и создавать материалы с заранее прогнозируемыми свойствами. В част-

Таблица 1

Оптимальные технологические параметры и условия  
модификации древесины (агент давления — газообразный азот)

Технологические операции и параметры	Значения технологических параметров для материалов			
	МДП	МДПП	МДПД	МДПБ [1]
Подготовка поверхности пропитки	Обычная	Обычная (специальная)	Специальная	Обычная
Пропитка суспензией фторопласта:				
Давление, МПа	—	—	—	1—1,5
Продолжительность, с	—	—	—	600—900
Первичная термообработка:				
Температура, °С/продолжительность, с	—	—	—	75—85
Прессование:	По данным работ [2,3]			$(7,2 \div 9,0) \cdot 10^3$
Давление, МПа				12—25
Вторичная термообработка:				
Температура, °С/продолжительность, с	—	—	—	150—160
Пропитка металлическим наполнителем:				$(7,2 \div 10,8) \cdot 10^3$
Предварительное давление, МПа	—	До 3	—	—
Основное давление, МПа	5—6	6—8	5—6	4—6
Продолжительность, с	10—60	10—60	10—60	30—120
Пьезотермообработка:				
Давление, МПа	5—6 и выше	6—8 и выше	—	—
Температура, °С	Азота и ниже*			—
Продолжительность, с	До 300*	До 300	—	—
Характер пропитки	Сплошная	Сплошная (дискретная)	Дискретная	Дискретная

Примечание. Значения со звездочкой применять при необходимости; при пропитке древесины используемый в качестве агента давления газообразный азот может иметь температуру как окружающей среды, так и искусственно пониженную на 10—20 °С с целью сокращения продолжительности пропитки за счет интенсификации теплоотвода от нагретой пропитанной древесины.

ности, при пропитке ДП (27—41 %) суспензией фторопласта (7—10 %) с фенольным связующим (2—3 %) и металлическим наполнителем (50—60 %) получаемый композиционный материал (МДПБ) имеет коэффициент теплопроводности в 8—16 раз и прочность при сжатии в 1,1—1,2 раза выше, а водопоглощение в 1,2—1,5 раз и коэффициент трения в 1,4—1,8 раза ниже, чем антифрикционная прессованная древесина без металлического наполнителя (АПД).

Следовательно, введение металлического наполнителя резко трансформирует и позволяет регулировать свойства получаемых материалов.

Для оценки эффективности способов модификации и качества модифицированной древесины предлагаем ввести коэффициент трансформации и использования свойств создаваемых материалов, представляющий собой отношение физико-механических и эксплуатационных показателей. Он может быть единичным и комплексным: первый характеризует использование одного свойства, второй — ряда свойств.

Обобщающая характеристика для всех материалов — коэффициент использования прочности (нагруженности), так называемый прочност-

Таблица 2

Показатели физико-механических и эксплуатационных свойств композиционных древесных материалов

Показатели	Значения показателей для материалов					
	ДП	МДП	МДПП	МДПД	МДПБ	МДПД
Плотность, т/м <sup>3</sup>	0,76—1,24	4,82—2,2	1,21—1,56	1,51—1,59	2,7—3,0	1,27—1,32
Расход металлического наполнителя, т/м <sup>3</sup>	—	4,06—1,0	0,45—0,36	0,9—0,3	1,8—1,5	—
Процент металлизации, %	—	100	До 10	20—30	50—60	—
Твердость, МН/м <sup>2</sup>	51—144	182—202	180—255	115—205	180—220	—
вдоль волокон	33—81	148—96	38—81	35—85	74—48	—
поперек волокон	85—125	168—254	86—127	126—198	157—184	136—161
Предел прочности при сжатии, МПа	22—51	63—117	84—124	42—88	72—96	60—80
вдоль волокон	109	2—10	25—50	40—80	1,7—3,0	2,6—4,2
поперек волокон	0,34	11,22—4,32	—	6,6—1,1	7,4—5,4	0,47—0,53
Водопоглощение при выдержке в воде в течение суток, %	0,22	2,85—1,44	—	—	—	—
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,03—0,06	0,03—0,07	0,03—0,07	0,03—0,065	0,03—0,04	0,044—0,065
Коэффициент трения при смазке солюдолом	28—31	36—57	36—57	34—38	23—28	—
Средняя скорость изнашивания · 10 <sup>-3</sup> , мкм/ч	2,5—0,52	4,3—1,55	2,5—0,5	3,6—0,8	5,2—1,5	—
Рабочая удельная нагрузка (температура нагрева 65—70°), МН/м <sup>2</sup>	До 1,0	6,9—4,2	1,7—1,2	3,1—1,3	3,6—3,8	1,6—1,8
Стоимость 1 кг, р.						

ной коэффициент трансформации, представляющий отношение предела прочности материала к допускаемой рабочей удельной нагрузке. Численная величина этого коэффициента в значительной степени зависит от условий работы (влажность, охлаждение и т. д.).

При исследовании названных композиционных материалов в качестве подшипниковых (смазка — пресс-солидол, кинематическая схема ось — подшипник, скорость скольжения 0,16—0,92 м/с) коэффициент прочностной трансформации при средних значениях прочности (приведены в скобках после марки материала) составляет для ДП (105 МПа) — 42—202; МДП (211 МПа) — 49—138; МДПП (109 МПа) — 44—218; МДПД (162 МПа) — 45—203; МДПБ (170 МПа) — 32—114.

Анализ коэффициента прочностной трансформации показал, что потенциал прочности материалов высок, но последнюю используют незначительно (от 1/32 до 1/218). МДПБ имеет наименьший коэффициент трансформации, что убедительно подтверждает эффективность этого направления модификации.

Следует отметить, что по единичному коэффициенту трансформации окончательно судить об эффективности использования материала нельзя, ибо при равных значениях коэффициента удельные нагрузки для ДП и МДПД отличаются, составляя соответственно 2,5—0,52 и 3,6—0,8 МПа. Поэтому оценку композиционных материалов нужно производить по комплексному коэффициенту трансформации, учитывающему конкретные условия работы и свойства этих материалов.

Технико-экономические расчеты и эксплуатационные испытания подшипников из модифицированной ДП показали, что она представляет собой полноценный эффективный антифрикционный материал. Способы модификации можно применять и для других целей (защита, консервация и т. д.).

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Композиционный материал на основе прессованной древесины/ А. Е. Чадаев, Н. И. Чубов, Ю. И. Чубов, А. Л. Склярков. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 3, с. 70—74. [2]. Хухрянский П. Н. Прессование древесины. — М.: Лесн. пром-сть, 1964. — 352 с. [3]. Чубов Н. И. Металлизированная прессованная древесина. — Воронеж: Изд-во ВГУ, 1975. — 136 с.

Поступила 11 июля 1980 г.

УДК 674.815-41

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПОДПРЕССОВКИ СТРУЖЕЧНЫХ ПАКЕТОВ

А. Ф. НАТАЛИЧ, И. М. ДЫСКИН

Брянский технологический институт, Минлеспром УССР

В настоящее время наращиваются мощности цехов древесностружечных плит, внедряется бесподдонный способ прессования. В связи с этим повышаются требования к прочности и транспортабельности стружечных пакетов при условии, что цикл подпрессовки должен сокращаться.

Проведенные нами исследования позволили построить математическую модель процесса уплотнения стружечного пакета.

В качестве независимых переменных приняты: удельное давление  $X_1$ , длительность выдержки под давлением  $X_2$ , влажность осмоленной стружки внутреннего слоя  $X_3$ , влажность осмоленной стружки наружных слоев  $X_4$  и толщина прессуемых плит  $X_5$ . Значения уровней варьирования независимых переменных приведены в таблице.

Показатели	Обозначение	Значение факторов				
		$\tilde{X}_1$ МПа	$\tilde{X}_2$ с	$\tilde{X}_3$ %	$\tilde{X}_4$ %	$\tilde{X}_5$ мм
Основной уровень	0	2,5	5	9	12	16
Единица варьирования	$\Delta X$	1,0	3	3	3	3
Верхний уровень	+1	3,5	8	12	15	19
Нижний уровень	-1	1,5	2	6	9	13

Стружечный ковер формировался из расчета получения трехслойных древесностружечных плит с мелкоструктурной поверхностью плотностью 700 кг/м<sup>3</sup>. Количество связующего для внутреннего слоя составляло 9,5 %, для наружных слоев — 13,5 %.

В качестве параметров оптимизации приняты предел прочности стружечного пакета на растяжение и степень его уплотнения (отношение высоты пакета к его высоте после завершения процесса релаксации). Для реализации приняли полуреплику полного факторного эксперимента.

После обработки экспериментальных данных получены уравнения регрессии. По параметру оптимизации — прочность пакета на разрыв — уравнение имеет вид (в кодированных значениях переменных):

$$y_1 = 0,132 + 0,045X_1 + 0,025X_2 + 0,043X_3 + 0,063X_4 + 0,012X_1X_2 + 0,017X_1X_3 + 0,022X_1X_4 + 0,027X_2X_4 - 0,018X_3X_4 - 0,014X_2X_5.$$

По параметру оптимизации — степень уплотнения пакета — уравнение следующее:

$$y_2 = 1,967 + 0,205X_1 + 0,03X_2 + 0,108X_3 + 0,11X_4 + 0,039X_5 + 0,037X_1X_4 + 0,035X_1X_5 - 0,028X_2X_3 + 0,037X_3X_4.$$

Проверка обоих уравнений показала, что математическая модель адекватна с 95 %-ной доверительной вероятностью.

Из уравнения по параметру оптимизации — прочность пакета на растяжение — видно, что с увеличением удельного давления подпрессовки, длительности подпрессовки, влажности осмоленной стружки наружных и внутреннего слоя прочность пакета возрастает. Наибольшее влияние оказывает влажность осмоленной стружки наружных слоев (наибольшее значение коэффициента при переменной  $X_4$ ), затем факторы располагаются в следующем порядке: удельное давление, влажность осмоленной стружки внутреннего слоя, длительность подпрессовки. Коэффициент при переменной  $X_5$  (толщина плиты) оказался незначимым. Это значит, что в пределах исследуемого диапазона (13—19 мм) толщина плиты практически не влияет на прочность пакета.

Степень уплотнения пакета возрастает с ростом удельного давления подпрессовки, влажности осмоленной стружки обоих слоев и длительности подпрессовки. Наибольшее влияние оказывает удельное давление при подпрессовке, затем факторы располагаются в следующем порядке: влажность осмоленной стружки наружных слоев, влажность осмоленной стружки внутреннего слоя, длительность подпрессовки.

При повышении удельного давления с 1,5 до 2,5 МПа (что стало возможным в результате модернизации пресса ПР-5) для прочих равных условий прочность пакета на разрыв возрастает на 30—35 %, а при повышении удельного давления до 3,5 МПа — увеличивается на 70—75 %.

Влажность осмоленной стружки устанавливается согласно технологической инструкции и влияет на режим горячего прессования и свойства готовых плит. Для получения более прочного и устойчивого

пакета влажность следует держать на верхнем пределе технологически заданного значения.

Задавшись значением длительности выдержки под давлением, обеспечивающим заданную производительность цеха, остальные факторы принимаем исходя из условия получения стружечного пакета максимальной прочности. Задавшись конечным результатом, значения переменных факторов вычисляем по приведенным уравнениям.

Проведенные теоретические исследования процесса уплотнения стружечного пакета позволили установить следующую зависимость прочности пакета на разрыв от технологических факторов:

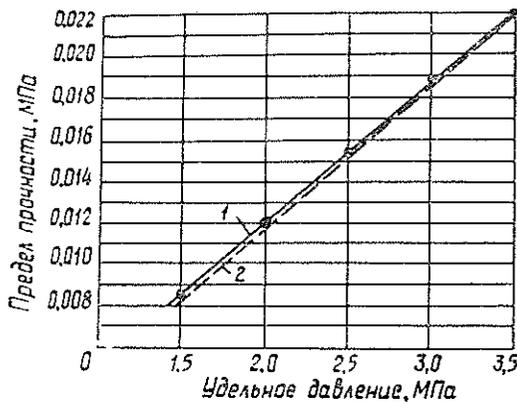
$$P_{\text{разр}} = \frac{1,54\gamma_0 K_3}{\gamma_0 + (1,54 - \gamma_0) e^{Kp}},$$

где  $P_{\text{разр}}$  — усилие на разрыв в плоскости пакета, Н;

$\gamma_0$  — насыпная плотность стружечного пакета, г/см<sup>3</sup>;

$p$  — удельное давление подпрессовки, МПа;

$K$  и  $K_3$  — безразмерные коэффициенты, зависящие от режима подпрессовки и реологических свойств стружечного пакета и определяемые опытным путем.



1 — теоретическая кривая; 2 — по уравнению регрессии.

На рисунке представлены кривые зависимости предела прочности стружечного пакета на растяжение от удельного давления подпрессовки.

Вычисления производили для следующих условий: стружечный пакет формировали для получения трехслойной древесностружечной плиты (с мелкоструктурной поверхностью) толщиной 19 мм и плотностью 0,7 г/см<sup>3</sup>; влажность осмоленной стружки наружных слоев составляла 15 %, внутреннего слоя — 12 %; длительность выдержки под давлением при подпрессовке — 2 с; плотность стружечного пакета  $\gamma_0 = 0,139$  г/см<sup>3</sup>.

Кривые, представленные на рисунке, наглядно демонстрируют практическое совпадение теоретических и экспериментальных данных.

Поступила 14 апреля 1980 г.

УДК 674.815-41

ИССЛЕДОВАНИЕ НАБУХАНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ  
МЕТОДОМ КРУТИЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ

Б. П. ЕРЫХОВ, В. И. СКРИПОВА

Ленинградская лесотехническая академия

Как показано нами ранее [2], динамический модуль сдвига и добротность, измеряемые резонансным методом крутильных колебаний, — чувствительные неразрушающие параметры для количественной оценки водостойкости древесностружечных плит (ДСП). В работе [1] отмечено, что при существенном изменении структуры целлюлозно-бумажных и древесных материалов добротность конкурентноспособна с модулем сдвига. Данная статья продолжает работу [2] и раскрывает другие интересные возможности новой характеристики — добротности.

Так как ДСП — гетерофазный материал, то предполагалось, что за счет взаимного проникновения фаз, набухания в водной среде и деструкции количество микро- и макродефектов в единице объема ДСП может существенно изменяться во времени и необязательно в одну и ту же сторону. А эти явления сказываются на добротности, которую измеряли в течение всего времени набухания на одном и том же образце с целью фиксации образования и исчезновения дефектов за счет различных конкурирующих процессов в ДСП.

Наиболее отчетливо изменение структуры ДСП прослеживается по величине общепринятых стандартных характеристик — набуханию и пределу прочности при статическом изгибе. В данной работе сделана попытка исследовать процесс набухания методом крутильных колебаний с использованием таких структурно-чувствительных характеристик, как динамический модуль сдвига  $G$  и добротность  $Q$ , которые определяли на приборе, описанном в работе [1].

Набухание образца  $\Delta S$  вычисляли по формуле

$$\Delta S = \frac{A_2 - A_1}{A_1} 100\%,$$

где  $A_1$  — толщина образца до вымачивания;

$A_2$  — толщина образца после вымачивания.

Образцы из пятислойных древесностружечных плит (размер  $250 \times 50 \times 19$  мм) с мочевиноформальдегидным связующим УКС-А при комнатной температуре погружали в воду. Измерения значений  $G$  и  $Q$  и расчет  $\Delta S$  производили через 5; 5; 5; 10; 15; 20; 140 мин и 3; 10; 50 ч.

В таблице приведены исходные параметры ДСП. На рис. 1 и 2 представлены нормированные по максимальным неразрушающим параметрам зависимости модуля сдвига и добротности от набухания для ДСП Сыктывкарского ЛПК с различными датами выпуска.

Для всех образцов набухание по толщине от 1 до 16—18 % ведет к равномерному снижению динамического модуля сдвига (рис. 1). Угловой коэффициент зависимости  $G/G_{max} = f(\Delta S)$  при набухании от 0 до 1 % резко возрастает, и на рис. 1 эта область не представлена.

При повышении набухания на 1 % уменьшение динамического модуля сдвига составляет 5 %. Незначительные расхождения в скорости изменения модуля сдвига можно объяснить тем, что исследуемые образцы отличаются друг от друга по плотности и содержанию связую-

Номер образца	Дата выпуска	Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$A$ , см	$G \cdot 10^4$ /м <sup>2</sup>	$Q$
1а	Ноябрь 1977 г.		1,95	6,13	32,1
1б			1,95	6,19	30,3
1в			1,95	6,33	29,4
2а	Февраль 1978 г.	620	1,86	5,90	31,5
2б		700	1,86	6,39	24,9
2в		700	1,86	6,35	27,6
3а	Февраль 1978 г.	700	1,88	6,87	28,6
3б		770	1,88	8,18	27,2
3в		770	1,88	8,10	27,5

щего. После достижения набухания порядка 16—18 % динамический модуль сдвига практически остается постоянным и составляет 36,4 % от исходного.

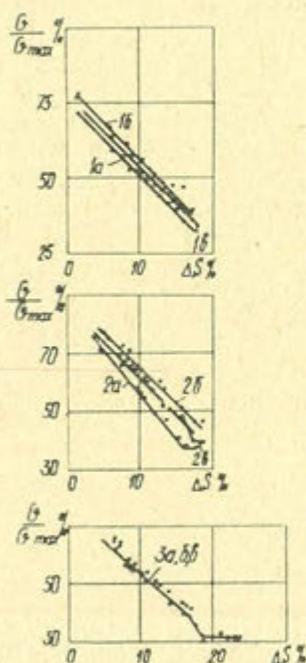


Рис. 1. Относительное изменение модуля сдвига  $G/G_{max}$  от набухания древесностружечных плит  $\Delta S$ . 1 — выпущены в ноябре 1977 г.; 2, 3 — в феврале 1978 г.; а, б, в — параллельные образцы.

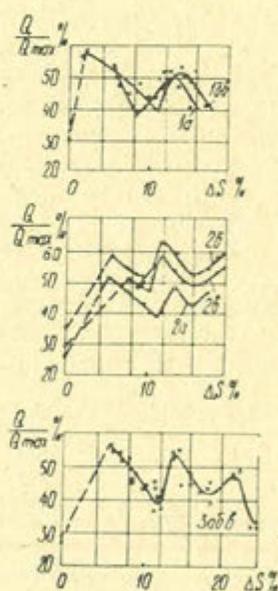


Рис. 2. Относительное изменение добротности  $Q/Q_{max}$  от набухания древесностружечных плит  $\Delta S$ . Условные обозначения те же, что и под рис. 1.

Анализ кривых на рис. 2 свидетельствует о том, что в процессе набухания происходит перестройка структуры плиты, что проявляется в осциллирующем изменении добротности [1, с. 203]. Это, на наш взгляд, объясняется конкурирующими процессами возникновения и исчезновения микро- и макродефектов в ДСП. Здесь существенную роль должны играть и процессы диффузии воды в поры различного масштаба, и ее расклинивающее действие, и изменение свойств связующего, и характер изменения адгезии на границе.

Динамический модуль сдвига фиксирует только линейное ослабление структуры ДСП до некоторого постоянного значения в выбранном диапазоне набухания.

Метод крутильных колебаний можно использовать для исследования структурных изменений, происходящих в плитах при набухании. В отличие от разрушающего метода в этом случае изменение структуры прослеживается на одном образце.

Если изменение динамического модуля сдвига характеризует изменение структуры образца в целом, то по изменению добротности можно определить моменты резких перестроек структуры образца. Причины осциллирующего характера изменения добротности при увлажнении следует анализировать исходя из представлений о наличии в древесностружечном массиве трех компонентов: вода, древесина, связующее.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ерыхов Б. П. Неразрушающие методы исследования целлюлозно-бумажных и древесных материалов. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 246 с. [2]. Ерыхов Б. П., Скрипова В. И. Исследование водопоглощения древесностружечных плит методом крутильных колебаний. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 6, с. 55—57.

Поступила 4 сентября 1980 г.

УДК 630\*844.44

### ИЗМЕНЕНИЕ ГИГРОСКОПИЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ СОСНЫ ОТ ТЕМПЕРАТУРНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ НАГРЕВЕ

К. Ф. ДЬЯКОНОВ, В. А. ЩЕКИН

Воронежский лесотехнический институт

В работах отечественных и зарубежных ученых показано, что в результате нагрева древесины уменьшается ее гигроскопичность и тем больше, чем выше температура нагрева и продолжительнее его воздействие.

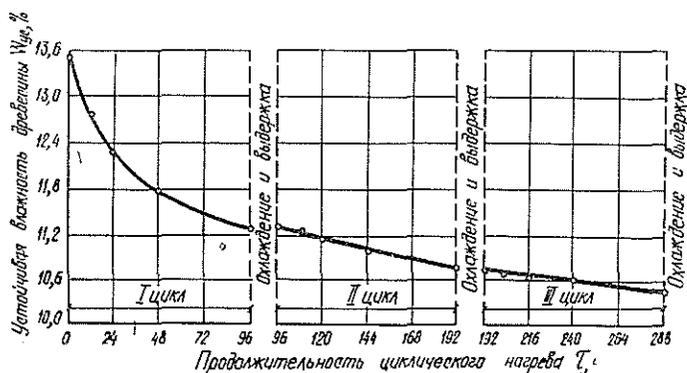
Установлено [1—3], что процесс снижения гигроскопичности от температурного воздействия необратим, т. е. приобретенная древесиной гигроскопичность с течением времени не изменяется.

В связи с этим интересно изучить изменение гигроскопичности древесины, ранее подверженной воздействию высокой температуры, при повторном нагреве.

Исследования проведены нами на образцах древесины сосны размером 25×25×350 мм с начальной влажностью 9%. Образцы подвергали воздействию температуры 130 °С в течение 96 ч и затем выдерживали вместе с контрольными, прошедшими атмосферную сушку, в течение 3 мес. в условиях, где относительная влажность воздуха  $\varphi$  равна 76%, температура среды колеблется от 20 до 22 °С. Количество образцов для испытаний — 32 (16 контрольных).

Такому нагреву, чередуемому с охлаждением и выдержкой в равновесных условиях, древесину подвергали трижды. После каждого цикла обработки определяли конечную устойчивую влажность древесины. Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики. Показатель точности не превышает 2,0% при доверительной вероятности 0,95.

Установлено, что гигроскопичность древесины больше всего снижается при первоначальном цикле, в первые 48 ч нагрева (рис. 1). Повторный нагрев приводит к дальнейшему снижению гигроскопичности,



Изменение гигроскопичности древесины сосны при воздействии температуры 130 °С для трех циклов обработки продолжительностью 96 ч каждый с чередующейся трехмесячной выдержкой в условиях лаборатории.

но в меньшей степени. Так, например, если при первом цикле нагрева конечная устойчивая влажность древесины снизилась на 2,2 %, что составило 16,3 % от первоначальной устойчивой влажности  $W_{п.ус} = 13,5$  %, то при втором — влажность снизилась на 0,5 %, что равно 4,4 % от  $W_{п.ус} = 11,3$  %, при третьем цикле — на 0,3 %, что составило всего 2,8 % от  $W_{п.ус} = 10,8$  %.

Характер изменения гигроскопичности при циклическом и непрерывном нагреве мы исследовали на тех же образцах и при той же температуре нагрева (130 °С). Продолжительность воздействия температуры при непрерывном нагреве и суммарная продолжительность отдельных циклов при циклическом нагреве  $\tau$  одинакова и равна 96 ч. Количество циклов  $n$  равно 2, 4, 8, 16, продолжительность каждого цикла — соответственно 48, 24, 12, 6 ч.

При циклическом нагреве после каждого цикла температурного воздействия древесину охлаждали в течение 48 ч в условиях лаборатории ( $\varphi = 50-60$  %,  $t = 20 \pm 2$  °С). По окончании полной циклической и непрерывной обработки определяли конечную устойчивую влажность древесины при трехмесячной выдержке в условиях:  $\varphi = 76$  %,  $t = 20 \pm 2$  °С.

Конечная устойчивая влажность древесины  
при непрерывном и циклическом температурном воздействии

Характер нагрева древесины	Параметры температурного воздействия на древесину		Статистические показатели					
	$\tau$ ч	$n$	$y$ %	$\pm s$ %	$s$ %	$\pm m$ %	$y$ %	$p$ %
Непрерывный	96	1	11,48	0,263	0,069	0,118	2,29	1,02
Циклический	48	2	11,38	0,253	0,064	0,113	2,22	0,99
	24	4	11,11	0,210	0,044	0,094	1,89	0,85
	12	8	10,85	0,195	0,038	0,083	1,80	0,80
	6	16	10,60	0,223	0,050	0,100	2,11	0,94

Примечание. Для всех случаев образцы подвергали воздействию температуры 130 °С.

Исследования показали, что гигроскопичность древесины в случае циклического нагрева снижается в большей степени, чем в случае непрерывного температурного воздействия одинаковой продолжительности нагрева (см. табл.). Эта разница в значительной мере зависит от количества циклов нагрева. Так, например, при воздействии на древесину температуры 130 °С в течение 16 циклов продолжительностью

по 6 ч разница в конечной устойчивой влажности древесины по сравнению с непрерывным нагревом составляет 0,6—0,8 %, а при воздействии на древесину той же температуры, но в течение двух циклов продолжительностью по 48 ч — всего 0,1—0,2 %.

Таким образом, циклический нагрев вызывает большее снижение гигроскопичности древесины, чем непрерывное температурное воздействие одинаковой продолжительности нагрева; с увеличением количества циклов нагрева разница в снижении гигроскопичности значительнее.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1] Дьяконов К. Ф., Курьянова Т. К. Влияние длительного хранения древесины, подвергавшейся нагреванию, на ее гигроскопичность. — Деревообраб. пром-сть, 1973, № 10. [2] Дьяконов К. Ф., Курьянова Т. К. Изменение гигроскопичности древесины березы после термообработки и длительного хранения. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 6. [3] Петри Л. Ф. Изучение влияния попеременного гигроскопического увлажнения и высушивания на влагопоглощение и прочность древесины березы и сосны, высушенной в комнатных условиях и подвергнутой высокотемпературной сушке в среде перегретого пара при атмосферном давлении (сообщения 1, 2). — Науч. тр./ Уральск. лесотехн. ин-т, 1972, вып. 26.

Поступила 20 июня 1980 г.

УДК 536.244

### ТЕПЛОТДАЧА И СОПРОТИВЛЕНИЕ ШАХМАТНЫХ ПУЧКОВ ОРЕБРЕННЫХ ТРУБ ДЛЯ ВОЗДУХОНАГРЕВАТЕЛЕЙ ЛЕСОСУШИЛЬНЫХ КАМЕР

В. Б. КУНТЫШ, А. Э. ПИИР

Архангельский лесотехнический институт

Настоящая статья — продолжение исследований [2, 3], в которых обоснована перспективность применения биметаллических оребренных труб в качестве теплопередающей поверхности калориферов лесосушильных камер.

Экспериментально исследовали теплоотдачу и аэродинамическое сопротивление трехрядных шахматных пучков из биметаллических труб. Трубы имели следующие размеры: диаметр по оребрению  $d = 56$  мм; несущий диаметр (у основания) ребра  $d_0 = 28$  мм; высота  $h$ , шаг  $t$  и средняя толщина  $\Delta$  ребра соответственно равны 14; 3 и 0,75 мм; коэффициент оребрения  $\zeta = 15,23$ ; несущая труба диаметром  $25 \times 2$  мм выполнена из стали 10; ребра алюминиевые изкатные двухзаходные. Характеристики пучков даны в табл. 1.

Таблица 1

Номер пучка	Поперечный шаг $S_1$ , мм	Относительный шаг $\sigma_1$	Постоянные коэффициенты					
			$C_i$ для ряда			$n_i$ для ряда		
			1-го	2-го	3-го	1-го	2-го	3-го
I	58	1,035	0,160	0,0719	0,0719	0,60	0,70	0,70
II	63	1,125	0,155	0,0744	0,0793	0,60	0,70	0,70
III	68	1,210	0,086	0,0580	0,0640	0,66	0,72	0,72
IV	73	1,300	0,0825	0,0517	0,0575	0,66	0,73	0,73
V	78	1,390	0,0885	0,0480	0,0552	0,66	0,74	0,74

Примечание. Во всех случаях продольный шаг  $S_2 = 50,4$  мм, относительный шаг  $\sigma_2 = 0,9$ .

Известные закономерности [4] изменения теплоотдачи и сопротивления оребренных пучков разных компоновок получены на многорядных пучках, в которых наблюдается тепловая и гидродинамическая стабилизация потока. В калориферах применяют мало-

рядные пучки, в связи с чем изучено влияние поперечного шага  $S_1$  при постоянном продольном шаге  $S_2 = 50,4$  мм в пучках I-V на их теплоаэродинамические характеристики.

Теплоотдачу исследовали локальным моделированием при помощи пароэлектрического калориметра на установке, описанной в работе [2]. Калориметр устанавливали в центре каждого поперечного ряда пучка. Там же приведены методы измерений и обработки опытных данных.

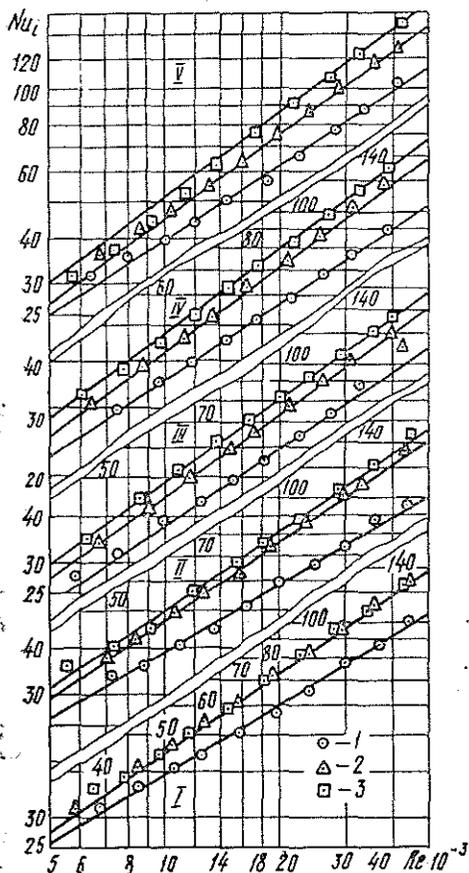


Рис. 1. I, II, III, IV, V — номера пучков по табл. 1; 1, 2, 3 — номера рядов.

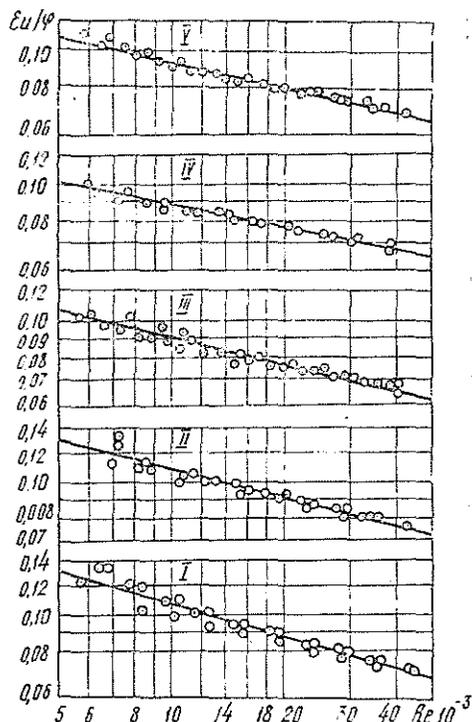


Рис. 2. I, II, III, IV, V — номера пучков по табл. 1.

Опытные данные (рис. 1) по средней теплоотдаче 1-, 2- и 3-го рядов пучков I—V описывают критериальным уравнением

$$Nu_i = C_i Re^{n_i}. \quad (1)$$

Здесь значения  $C_i$  и  $n_i$  принимают из табл. 1;  $Nu_i$  и  $Re$  — критерии подобия;

$$Nu_i = \frac{\alpha_i d_0}{\lambda}; \quad Re = \frac{\omega d_0}{\nu},$$

где  $\alpha_i$  — приведенный коэффициент теплоотдачи  $i$ -го ряда пучка;  $\omega$  — скорость воздуха в узком фронтальном сечении пучка; константы воздуха  $\lambda$ ,  $\nu$ ,  $\rho$  принимают по его средней температуре в пучке.

Анализ данных рис. 1 и табл. 1 показывает, что теплоотдача 1- и 2-го рядов в диапазоне изменения  $S_1 = 58-78$  мм практически не изменяется, а теплоотдача 3-го ряда незначительно увеличивается. Например, при  $Re = 10000$  теплоотдача 3-го ряда V пучка на 10 % выше теплоотдачи этого же ряда I пучка, несмотря на возрастание шага в 1,35 раза. Общее свойство для всех рядов — возрастание показателя степени  $n_i$  кривой  $Nu_i = f(Re)$  с ростом шага  $S_1$ .

Теплоотдача 2- и 3-го рядов на 20—40 % выше по сравнению с теплоотдачей 1-го ряда вследствие дополнительной турбулизации потока воздуха первым рядом. Во всех пучках, кроме I, наблюдается расщепление теплоотдачи по рядам. Следовательно, условия теплообмена не стабилизируются. В пучке I с тесными шагами тепловая стабилизация наступает уже со 2-го ряда, что выразилось в неизменности коэффициентов теплоотдачи этого и последующего рядов. Средняя теплоотдача пучка обобщается критериальным уравнением

$$Nu = C Re^n, \quad (2)$$

а аэродинамическое сопротивление (рис. 2) трехрядных пучков подчиняется зависимости

$$Eu = C_1 \varphi Re^{-n_1}. \quad (3)$$

В формулах (2) и (3)  $Nu = \frac{\alpha d_0}{\lambda}$  ( $\alpha$  — средний приведенный коэффициент теплоотдачи пучка);  $Eu = \frac{\Delta p}{\rho \omega^2}$  ( $\Delta p$  — перепад статического давления воздуха на пучке).

Коэффициенты  $C$ ,  $C_1$ ,  $n$ ,  $n_1$  принимают из табл. 2.

Таблица 2

Номер пучка	Постоянные коэффициенты				Re = 40 000		Коэффициент компактности $\Pi$ м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>
	C	n	C <sub>1</sub>	n <sub>1</sub>	Nu/Nu <sub>I</sub>	Eu/Eu <sub>I</sub>	
I	0,0912	0,67	1,410	0,28	1,000	1,000	458
II	0,0950	0,67	1,200	0,26	1,041	1,080	421
III	0,0690	0,70	0,825	0,24	1,038	0,900	392
IV	0,0614	0,71	0,624	0,21	1,028	0,942	365
V	0,0642	0,71	0,705	0,22	1,080	0,956	341

Как видно из табл. 2, средняя теплоотдача трехрядного шахматного пучка возросла на 8 % при увеличении поперечного шага  $S_1$  от 58 до 78 мм, а аэродинамическое сопротивление уменьшилось на 4,4 % в пучке V и на 10 % в пучке III.

Следовательно, теплоотдача и сопротивление в малорядных шахматных пучках очень слабо зависят от поперечного шага  $S_1$  при изменении его в изученном диапазоне. Аэродинамическое сопротивление пучков I—V обобщается с точностью  $\pm 8$  % критериальным уравнением

$$Eu = 1,6 \varphi Re^{-0,3\sigma_1 - 1,4} \sigma_1^{-3,62} \quad (4)$$

Формулы (1)—(4) действительны в диапазоне  $Re = (5 \div 50) 10^3$ .

Тепловые и аэродинамические характеристики пучков I—V оказались разными. Кроме того, различаются между собой также коэффициенты компактности  $\Pi = \frac{\pi \varphi d_0}{\sigma_1 \sigma_2 a^2}$ , существенно влияющие на габариты

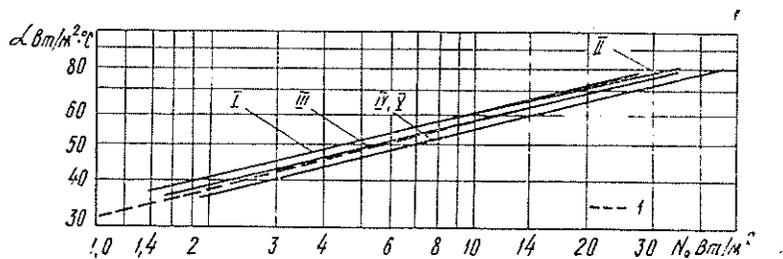


Рис. 3. I, II, III, IV, V — номера пучков по табл. 1; I — пучок по данным работы [2].

воздухонагревателя. Какой пучок является оптимальным? Для ответа на этот вопрос на рис. 3 представлена зависимость среднего коэффициента теплоотдачи пучков I—V от удельной затраты мощности  $N_0$  (вычисленной по данным работы [1]) на перемещение воздуха со средней температурой  $50^\circ\text{C}$  через межтрубное пространство. Крайние сопряженные значения  $\alpha$  и  $N_0$  на рис. 3 соответствуют скоростям воздуха в сжатом фронтальном сечении пучка 5 и 15 м/с.

В координатах  $\alpha = f(N_0)$  наибольший коэффициент теплоотдачи при  $N_0 = \text{const}$  во всем диапазоне изменения затрат мощности свойствен тесным компоновкам пучков I и II. Тепловая эффективность их на 10 % выше по сравнению с эффективностью пучков IV, V, которые являются наихудшими.

По тепловой эффективности пучок III занимает промежуточное положение. Кривой I показана тепловая эффективность наилучшего трехрядного коридорного пучка из этих же труб (по данным нашей работы [2]), который имел параметры  $S_1 = 58$  мм;  $S_2 = 58$  мм и  $P = 400$  м<sup>2</sup>/м<sup>3</sup>.

По тепловой эффективности коридорный пучок совпадает с пучком III, причем во всем диапазоне  $N_0$  его коэффициент теплоотдачи на 5 % ниже по отношению к эффективному пучку I. Дополнительное преимущество шахматного пучка I — наибольший коэффициент компактности. Он на 15 % превышает коэффициент компактности коридорного пучка и на 34 % — пучка V.

Следовательно, пучок I с наименьшим поперечным шагом  $S_1 = 58$  мм характеризуется повышенными коэффициентами теплоотдачи и компактности.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Антуфьев В. М. Эффективность различных форм конвективных поверхностей нагрева. — М.—Л.: Энергия, 1966. [2]. Кунтыш В. Б., Пиир А. Э., Зайцев В. Г. Тепловые и аэродинамические характеристики коридорных оребренных пучков для воздухонагревателей лесосушильных камер. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 6. [3]. Кунтыш В. Б., Пиир А. Э., Зайцев В. Г. Эффективные оребренные поверхности для теплорекуперационных агрегатов бумагоделательных машин. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1979, № 1. [4]. Стасюлявичюс Ю., Скрииска А. Теплоотдача поперечно обтекаемых пучков ребристых труб. — Вильнюс: Минтис, 1974.

Поступила 15 октября 1979 г.

УДК 674.092

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БЕЗДЕФЕКТНЫХ ОТРЕЗКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ОТПАДА ОТ ЭКСПОРТА, ПО ДЛИНЕ

Л. С. СУРОВЦЕВА

Архангельский лесотехнический институт

Основным критерием рационального использования древесины должен быть максимальный спецификационный выход требуемой продукции.

Имеется несколько принципов оценки качества пиломатериалов, используемых для раскроя: 1) по действующим стандартам; 2) по фактической насыщенности пиломатериалов пороками; 3) по выходу пилопродукции, т. е. по бездефектным отрезкам; 4) по площади пласти доски, пригодной для раскроя продукции определенного качества и размеров.

Чтобы определить степень возможности и целесообразности использования пиломатериалов-отпада от экспорта для выработки продукции различного назначения, а также применить рациональные планы раскроя, принят метод оценки выхода продукции из отпада от экспорта по бездефектным отрезкам, который наиболее точно определяет производственные условия при больших объемах раскроя пиломатериалов. Отрезки свободной максимальной длины с допускаемыми пороками и дефектами обработки условно называли бездефектными отрезками.

Для практического применения данного метода необходимо изучить статистику распределения длин бездефектных отрезков в зависимости от сорта и породы пиломатериалов-отпада от экспорта, категории качества заготовок, а также их относительных размеров.

В связи с этим проведены экспериментальные исследования методом условного раскроя отпада от экспорта на бездефектные отрезки, которые отвечают техническим требованиям на заготовки по ГОСТу 9685—61. Каждую доску условно раскраивали на четыре группы качества (ГОСТ 9685—61), что позволило в дальнейшем раскроить их на различные заготовки целевого назначения (в соответствии с ГОСТом 9685—61) по нескольким вариантам, сохраняя для всех вариантов постоянный сорт и, главное, постоянное качество доски. При этом достигали оптимальную сравнимость разных вариантов раскроя на любые заготовки требуемого качества и размеров по ГОСТу 9685—61.

Раскраивали обрезные пиломатериалы транспортной влажности, III и IV сортов (ГОСТ 8486—66), трех групп толщин: толстые (50 мм), средние (38 мм), тонкие (22—25 мм); трех групп длин: длинные (2,0—6,5 м), средние (1,0—1,75 м), короткие (0,5—0,9 м); разных ширин (100—175 мм); отдельно по породам древесины (ель, сосна).

При раскрое определяли качество, длину, сечение каждой доски и причину перехода экспортных пиломатериалов в продукцию внутрисоюзного потребления, визуально определяли необходимые вырезки пороков древесины и дефектов обработки и наносили отметки на доске в зависимости от назначения, т. е. от группы качества заготовок (рис. 1).

Минимальная длина бездефектного отрезка принята равной 0,3 м с учетом того, что короткие заготовки имеют длину в основном 0,3 м. Все бездефектные отрезки длиной менее 0,3 м названы бездефектными остатками, так как их не использовали для выпуска основной продукции (заготовки).

После разметки досок измеряли длины полученных бездефектных отрезков, а также длины дефектных отрезков с указанием пороков древесины и дефектов обработки.

Результаты, полученные при раскрое отпада от экспорта на бездефектные отрезки в зависимости от групп длин, толщин, породы пило-

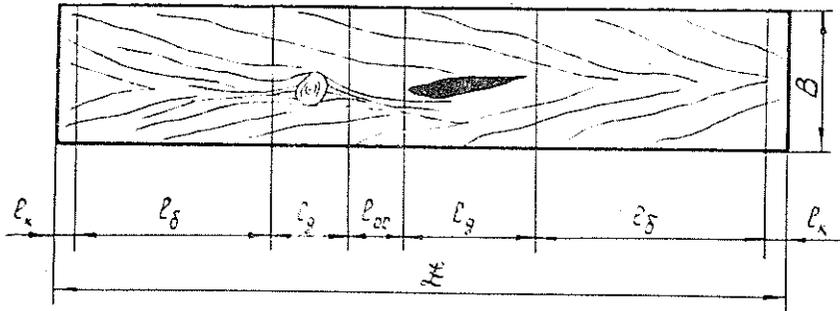


Рис. 1. Участки, получаемые при поперечном раскрое досок.

$L$  — длина доски;  $B$  — ширина доски;  $l_k$  — длина торцов;  $l_6$  — длина бездефектных отрезков;  $l_{oc}$  — длина бездефектных остатков ( $l_{oc} < 0.3$  м);  $l_d$  — длина дефектного отрезка.

материалов и групп качества заготовок, обрабатывали методом вариационной статистики по программе СП-164 на ЭВМ «Минск-22».

Экспериментальные данные показали, что форма кривой распределения длин бездефектных отрезков относится к III типу кривых распределения Пирсона, зависит от расположения и количества недопускаемых пороков и описывается следующим уравнением:

$$y = \tilde{y}_0 \left(1 + \frac{x_i}{l_1}\right)^p e^{-p \frac{x_i}{l_1}},$$

где  $\tilde{y}_0$ ,  $l_1$ ,  $p$  — постоянные величины;  
 $x_i$  — переменная величина;

$$\tilde{y}_0 = \frac{np^{p+1}}{l_1 e^p \Gamma(p+1)}; \quad p = \frac{4}{r_3^2} - 1; \quad l_1 = G \left( \frac{2}{r_3} - \frac{r_3}{2} \right).$$

Здесь  $\Gamma$  — гамма-функция;  
 $r_3$  — мера косости;  
 $G$  — основное отклонение.

Для кривой типа III критерий  $x = \pm \infty$ . В зависимости от значений  $l_1$  и  $p$  кривые типа III принимают разный вид.

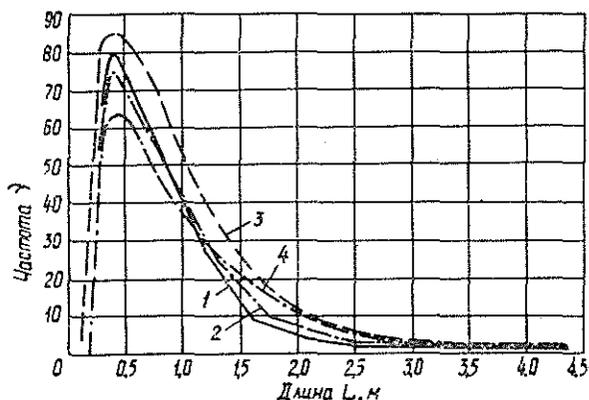
На рис. 2 графически показаны эмпирические и теоретические распределения бездефектных отрезков по длине, полученных из отпада от экспорта. Проверка гипотезы о близости распределения длин бездефектных отрезков сделана по критерию согласия Пирсона ( $\chi^2$ ). Для всех случаев  $\chi_{рас}^2 < \chi_{табл}^2$ , следовательно, наблюдается хорошее согласие между экспериментальными и выравненными частотами распределения длин бездефектных отрезков.

Выход бездефектных отрезков из досок III сорта в 1,5—2,0 раза выше, чем из досок IV сорта. Выход и длина бездефектных отрезков зависят от группы качества заготовок, от расположения и количества недопускаемых пороков в пиломатериалах.

Выход бездефектных отрезков 2-й группы качества в среднем увеличился на 13,5 % по сравнению с 1-й группой, в основном, за счет увеличения допускаемых пороков во 2-й группе качества (сучки рыхлые и табачные, внутренняя красина, сердцевинная трубка, прорость). Незначительное повышение в выходе бездефектных отрезков 3-й груп-

Рис. 2.

1, 2, 3, 4 — группы качества.



пы качества (в среднем на 7,0 %) обусловливается небольшой разницей в требованиях ко 2-й и 3-й группам качества заготовок. Выход бездефектных отрезков 4-й группы качества в среднем повышается на 15,3 % по сравнению с 3-й группой.

Выход бездефектных отрезков из еловых пиломатериалов выше, чем из сосновых. Общий выход бездефектных отрезков всех групп качества (1—4) из пиломатериалов III сорта составляет 86,9 % (сосна) и 94,1 % (ель), из пиломатериалов IV сорта — соответственно 48,1 и 68,4 %. Довольно высокий выход бездефектных отрезков из пиломатериалов III сорта обусловливается тем, что требования к пиломатериалам III сорта почти совпадают с требованиями к заготовкам 4-й группы качества за исключением разницы в требованиях к сросшимся сучкам на кромках толстых заготовок, к внутренней темнине и торцовым трещинам.

Средний выход бездефектных отрезков 3—4-й групп качества заготовок из отпада от экспорта составил 77,1 %, 1—2-й групп качества — 56,2 %.

Длина отпада от экспорта значительно влияет на выход и длины бездефектных отрезков. Выход бездефектных отрезков из длинных досок на 20—30 % больше, чем из средних и коротких. Из досок длиной 1,0—1,75 м выход на 1,0—1,5 % выше, чем из досок длиной 0,5—0,9 м.

Из отпада от экспорта длиной 2,0—6,5 м основная масса бездефектных отрезков 1-й группы качества выкраивается длиной от 0,3 до 1,5 м (~50 % для досок III сорта и ~30 % для досок IV сорта), а отрезки длиной более 3,5 м вообще не выкраиваются. Выход бездефектных отрезков длиной от 1,5 до 3,0 м в среднем составляет около 11 %. Чем ниже группа качества заготовок, тем длиннее получаются бездефектные отрезки. Так, для IV группы качества выход бездефектных отрезков длиной от 0,3 до 1,5 м в среднем составляет только 15 %, остальную часть составляют отрезки длиной от 2,0 до 6,0 м. Из пиломатериалов средней и короткой групп длин бездефектные отрезки выкраиваются только длиной 0,3—1,0 м.

При раскросе отпада от экспорта определяли потери древесины на вырезку дефектных мест и их причины. Основная причина потерь древесины — из-за обзола. При раскросе на заготовки 4-й группы качества вырезки по обзолу из пиломатериалов III сорта в зависимости от их толщин колеблются от 7,8 до 1,0 %, IV сорта — от 8,4 до 42,0 %. Другая причина отпада — бездефектные остатки ( $l_{oc} \leq 0,3$  м), величина которых колеблется от 1,0 до 15,1 % в зависимости от группы качества

полученных из отпада от экспорта бездефектных отрезков, сорта и толщины раскраиваемых пиломатериалов. Их объем в основном зависит от расположения пороков по длине доски и, главным образом, сучков. Вырезки из-за механических повреждений составляют 0,1—0,9 % от всех раскраиваемых досок.

Процент отпада только по качеству древесины в пиломатериалах IV сорта в 1,5—3,0 раза выше, чем в пиломатериалах III сорта. Наибольший процент дефектных отрезков — из-за качества древесины в толстых и средних пиломатериалах 1-й группы качества. Для еловых досок III сорта потери составляют 19,2 %, IV сорта — 11,8 %, для сосновых толстых досок III сорта — 20,2 %, IV сорта — 15,1 %. В средних сосновых пиломатериалах III сорта дефектные отрезки при раскрое их на бездефектные отрезки 1-й группы качества составили 18,1 %, IV сорта — 19,9 %. Основная причина отпада — трещины, которые не допускаются в 1-й группе качества.

Общие потери на вырезку дефектных отрезков по качеству древесины и дефектам обработки при раскрое отпада от экспорта III сорта в зависимости от группы качества бездефектных отрезков колеблются от 7,1 до 48,8 %, IV сорта — от 31,6 до 60,9 %. Для сосны эти потери составляют 5,9—52,3 % (III сорт) и 35,4—76,4 % (IV сорт).

Следовательно, выход и длину бездефектных отрезков, полученных из отпада от экспорта, можно увеличить за счет сокращения потерь древесины на вырезку дефектных отрезков и использования для склеивания отрезка минимальной длины (0,25 и даже 0,2 м), а также за счет сокращения отходов древесины (дефектов обработки) при лучшей подготовке инструмента, исправности оборудования, соблюдении технологии распиловки древесины на всех ее этапах, организации сушки и хранения пиломатериалов.

---

Поступила 28 июня 1980 г.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 630\*813.13

СОСТАВ ДУРНОПАХНУЩИХ ГАЗОВ  
ПРИ ВАРКЕ ПОЛУЦЕЛЛЮЛОЗЫ С ЗЕЛЕНЫМ ЩЕЛОКОМЮ. Н. НЕПЕНИН, В. Г. КЕНИН, В. А. ЖАЛИНА,  
А. В. ФИЛИППОВ

Ленинградская лесотехническая академия, ВНПОбумпрем

Многие зарубежные предприятия, вырабатывающие моносulfитную полуцеллюлозу, перешли на способ варки с использованием зеленого щелока в качестве варочного реагента [3, 4]. Недостаток этого способа — стойкий неприятный запах, обусловленный наличием серосодержащих соединений в варочном щелоке [6—8].

В настоящей работе представлены результаты исследований состава газообразных продуктов варки полуцеллюлозы с использованием зеленого щелока в качестве варочного реагента.

Варки древесины березы проводили в двухлитровом автоклаве, оборудованном электроподогревом с принудительной циркуляцией варочного раствора. Расход зеленого щелока на варку составлял 8, 10, 12 % общей щелочи в ед.  $\text{Na}_2\text{O}$  к массе абс. сухой древесины.

Режим варки следующий: подъем температуры до  $170^\circ\text{C}$  — 1 ч и варка при этой температуре — 25 мин. Сдувные газы, образующиеся при варке полуцеллюлозы, охлаждали, отделяли от конденсата и анализировали на двух хроматографах. Условия хроматографирования следующие.

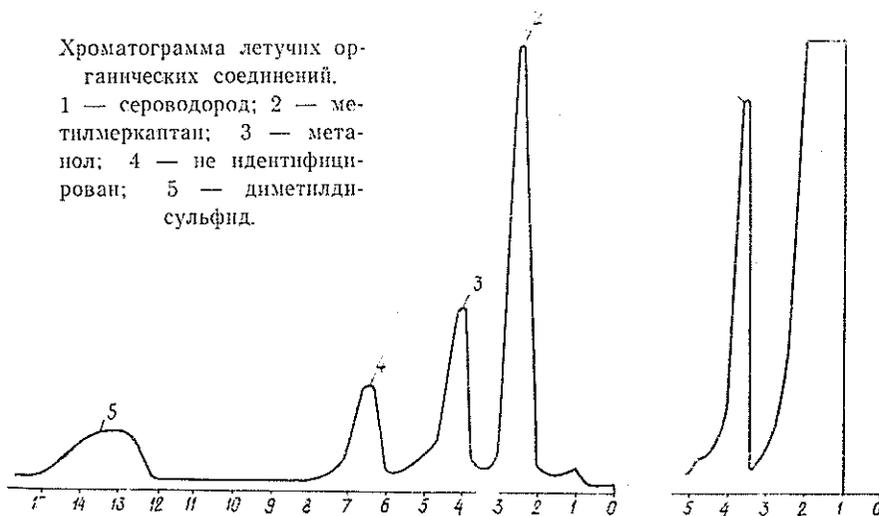
1. На хроматографе ЛХМ-72 определяли метилмеркаптан (ММ), диметилсульфид (ДМС), диметилдисульфид (ДМДС), метанол. Детектор пламенной ионизации, неподвижная фаза силикон ХЕ-60, карбовакс 6000 (2М), силикон Е и пеноплекс 400.

2. На хроматографе «Хром-3» определяли сероводород. Детектор — катарометр, неподвижная фаза — полисорб (3М).

Хроматограмма летучих органических веществ, образующихся при варке полуцеллюлозы с расходом зеленого щелока 10 % от массы абс.

Хроматограмма летучих органических соединений.

1 — сероводород; 2 — метилмеркаптан; 3 — метанол; 4 — не идентифицирован; 5 — диметилдисульфид.



сухой древесины, представлена на рис. 1. Количественный состав дурнопахнущих газов при расходе зеленого щелока 8, 10, 12 % приведен в табл. 1. Результаты анализов — средние из двух параллельных опытов.

Таблица 1

Расход общей щелочи, % от абс. сухой древесины	Объем газа, л	Концентрация дурнопахнущих соединений, мг/л (в собств. ед.)				
		H <sub>2</sub> S	ММ	ДМС	ДМДС	СН <sub>3</sub> ОН
8	2,5	120	11,4	Не обнаружены	1,8	20,0
10	3,0	160,8	16,8		2,0	20,4
12	3,5	200,2	19,6	0,4	2,3	21,8

Из данных табл. 1 следует, что сероводород — основной компонент дурнопахнущих веществ. С увеличением расхода общей щелочи на варку концентрация сероводорода в газовой фазе возрастает; очевидно, увеличение количества сульфида натрия в варочном растворе приводит к повышению концентрации сероводорода, особенно в конце варки, когда рН варочного щелока снижается. Концентрация других дурнопахнущих соединений при этом возрастает незначительно.

Анализ конденсата сдувок от варки полуцеллюлозы с расходом зеленого щелока на варку 8 % (ед. Na<sub>2</sub>O), проведенный методом потенциометрического титрования с сульфид-серебряным электродом, показал наличие серы в количестве 1,86 г/л ед. H<sub>2</sub>S.

Абсолютные количества дурнопахнущих веществ, образующихся в процессе варки полуцеллюлозы с расходом 8 % от массы абс. сухой древесины, представлены в табл. 2. Для сравнения здесь же приведены литературные данные по составу метилсернистых соединений, образующихся при варке древесины березы сульфатным способом (с белым щелоком) [1].

Таблица 2

Варка	Количество дурнопахнущих веществ, г/т абс. сухой древесины				
	H <sub>2</sub> S	ММ	ДМС	ДМДС	Метанол
С зеленым щелоком	1200	114,0	Не обнаружены	18,0	200,0
С белым щелоком	—	866,8	350,0	88,5	—

Из данных табл. 2 видно, что при варке с зеленым щелоком по сравнению с варкой с белым щелоком образуется значительно меньшее количество метилсернистых соединений (ММ, ДМС, ДМДС), улавливание которых затруднительно [5]. Большое количество сероводорода в составе газовых сдувок не представляет опасности для окружающей среды, так как существующие способы утилизации обеспечивают улавливание его из газовых сдувок до 95—98 % [2, 5].

Результаты исследований могут найти практическое применение при решении проблемы утилизации и очистки газовых выбросов от варки полуцеллюлозы с зеленым щелоком.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Зуйков А. А. Исследование процессов образования и обезвреживания летучих серосодержащих соединений при варке сульфатной целлюлозы: Дис. ... канд.

техн. наук. — Л., 1975. [2]. Сорбционно-каталитический метод очистки газовых выбросов от органических сернистых соединений/ Н. А. Саухин, И. П. Мухленов, Г. Н. Бузанова и др. — Реф. информ. Целлюлоза, бумага, картон, 1979, № 2, с. 5. [3]. B at-ton H. R., Ahlquist G. J., Suyder E. J. Green liquor pulping of southern oak for corrugating medium. — Tappi, 1976, vol. 59, N 6, p. 130—133. [4]. Green liquor pulping key to virginia fibres success. — Southern pulp and paper manufacturer, 1976, vol. 39, N 6, p. 18—21. [5]. Treloar N. C., Ellis B. H. TRS removal from kraft flue gas by the Holmes-Stretford process. — Can. pulp and pap. Ind., 1979, vol. 32, N 5, p. 101—103. [6]. Vardheim S. P. The use of green liquor as cooking liquor in the production of semichemical hardwood pulps for fluting. — Paperi ja Puu, 1967, vol. 49, N 9, p. 613—617. [7]. Warster H. E. Present state of semichemical pulping. — A literature review: Paper trade journal, 1973, vol. 157, N 34, p. 31—37. [8]. Worster H. E., McCandless D. L. Laboratory investigations on semichemical pulping with kraft green liquor. — Tappi, 1974, vol. 57, N 10, p. 75—79.

Поступила 11 февраля 1980 г.

УДК 630\*813.13

## О МЕТОДЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СТЕСНЕННОЙ ДИФФУЗИИ ЦЕЛЛЮЛОЗОСОДЕРЖАЩЕМ МАТЕРИАЛЕ

М. И. КРАВЧЕНКО, Т. В. ЕФРЕМОВА, А. И. КИПРИАНОВ, С. П. УТКИН

Ленинградская лесотехническая академия, ВНИПОбумпром  
НИИХИММАШ

Разработка и анализ прогрессивных методов промывки целлюлозы требуют более точной информации о диффузионном переносе веществ, извлекаемых из пористого материала.

В целлюлозно-бумажной промышленности применяют установки и аппараты по промывке целлюлозы различной концентрации — от 1 до 45 %. В литературе мы не обнаружили сведений о коэффициенте стесненной диффузии для целлюлозной суспензии различной концентрации.

Применение обычных экстракционных методов определения коэффициента диффузии [9] позволило найти его численные значения для целлюлозного материала, сохранившего после варки первоначальную структуру щепы; этот коэффициент изменялся от  $0,7 \cdot 10^{-9}$  м<sup>2</sup>/с до  $1,9 \cdot 10^{-9}$  м<sup>2</sup>/с в зависимости от температуры процесса. Практически такое же значение коэффициента молекулярной диффузии получено Ю. Н. Непениным [5]. В указанных работах [5, 9] коэффициент молекулярной диффузии в целлюлозном материале определен для иона натрия, так как именно он имеет практическое значение при регенерации щелока.

Известно [6], что коэффициент молекулярной диффузии  $D$  очень разбавленных растворов электролитов можно определить достаточно точно с помощью уравнения

$$D = 8,931 \cdot 10^{-10} T \left( \frac{l_+^0 l_-^0}{\Lambda^0} \right) \left( \frac{z_+ + z_-}{z_+ z_-} \right), \quad (1)$$

где  $l_+^0$  — катионная проводимость при бесконечном разбавлении;  
 $l_-^0$  — анионная проводимость при бесконечном разбавлении;  
 $\Lambda^0 = l_+^0 + l_-^0$  — проводимость электролита при бесконечном разбавлении;

$T$  — температура;

$z_+$  и  $z_-$  — валентность катиона и аниона.

Расчет по данному уравнению показывает, что коэффициент молекулярной диффузии для иона натрия в сильно разбавленных растворах равен  $2,09 \cdot 10^{-9}$  м<sup>2</sup>/с при 20 °С и  $2,38 \cdot 10^{-9}$  м<sup>2</sup>/с при 60 °С.

Следовательно, экспериментально найденные в работах [5, 9] значения коэффициента молекулярной диффузии для целлюлозного волокна довольно близки к определенным по уравнению (1) для бесконечно разбавленных растворов. Это, по-видимому, объясняется тем, что целлюлозное волокно при различных способах промывки представлено уже не щепой, а волокнистой массой, в которую оно превратилось в процессе варки и при выдувке из варочного котла; после варки структура щепы изменилась настолько, что сопротивление диффузионному переносу в отдельном волокне целлюлозы становится небольшим.

Однако при увеличении концентрации целлюлозного волокна в слое начинают проявляться замедляющие диффузию факторы такие, как механическая блокировка диффузионного потока твердым скелетом пористого материала, торможение молекул стенками капилляра, удлинение пути диффузии за счет извилистости капилляров.

На существенное различие коэффициентов свободной и стесненной диффузии для разных растительных материалов указано в работе [1]. Имеются два способа экспериментального определения коэффициента стесненной диффузии — стационарный и нестационарный [7].

Нами для вычисления коэффициента стесненной диффузии в слое целлюлозного волокна выбран нестационарный метод, который основан на экспериментальном определении общего количества вещества, от данного телом правильной формы.

Эксперименты проводили на созданной нами диффузионной ячейке, состоящей из цилиндрического сосуда, внутри которого по центру расположены две перфорированные пластины. Между пластинами сформирован слой целлюлозы определенной концентрации. Этот слой целлюлозы разделяет диффузионную ячейку на две приемные зоны, в одну из которых заливается отделенный от целлюлозы черный сульфатный щелок, в другую — чистая вода. Для снятия диффузионного сопротивления щелок и промывная вода в приемных зонах ячейки перемешиваются в период эксперимента.

Для исследований использовали сульфатную целлюлозу (марки НС-2) хвойных пород и сульфатный черный щелок Светогорского ЦБК. Концентрацию сухих веществ определяли рефрактометрическим методом, описанным в работе [4], концентрацию ионов натрия — пламенной фотометрией.

На рис. 1 показано изменение концентрации ионов натрия (кривая 1) и органических веществ (кривая 2) в зависимости от времени диффузии  $\lg C = f(\tau)$ . Указанная зависимость свидетельствует о постоянстве полученных значений коэффициента стесненной диффузии. При расчете этого коэффициента использовано уравнение Фика.

За длину пути диффузии принята характерная длина целлюлозного волокна, равная  $3 \cdot 10^{-3}$  м для хвойных пород [2]. Общую поверхность целлюлозного волокна, участвующую в массоотдаче, рассчитывали, исходя из значений концентрации целлюлозы в слое, диаметра волокна (который принят равным  $44 \cdot 10^{-6}$  м на основании работы [2]) и внешней удельной поверхности (равной 15 м<sup>2</sup>/кг на основании работы [3]).

Опыты проводили при температуре 30, 40 и 60 °С и различных концентрациях целлюлозы в слое. Это позволило установить зависимость коэффициента стесненной диффузии от концентрации целлюлозы в слое и от температуры.

Зависимость коэффициента стесненной диффузии от концентрации целлюлозы в слое показана на рис. 2, из которого видно, что при изменении концентрации целлюлозы в слое от 8,5 до 35 % коэффициент диффузии изменяется на порядок. Экстраполируя полученную зависимость для концентрации целлюлозы ниже 8,5 %, мы приближаемся к значению коэффициента диффузии, полученному по формуле (1); в то же время полученные нами значения коэффициентов стесненной

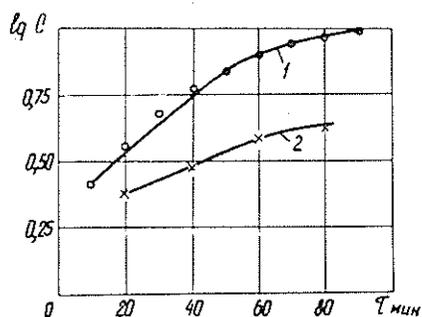


Рис. 1.

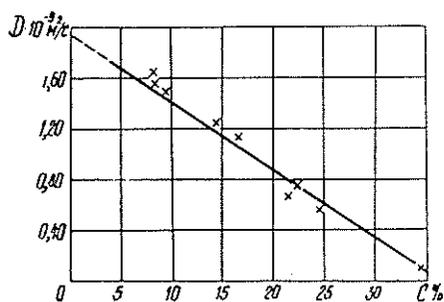


Рис. 2.

диффузии при концентрации целлюлозы в слое 8,5 % совпадают со значениями коэффициентов диффузии, полученными предыдущими исследователями [5, 9], что говорит о надежности и обоснованности принятой методики исследований. Полученная нами зависимость коэффициента стесненной диффузии от температуры процесса  $\lg D = f\left(\frac{1}{T}\right)$

при концентрации целлюлозы в слое 8,5 % (рис. 3) говорит об аналогии закона диффузионного переноса как ионов натрия, так и органических веществ в целлюлозном волокне, с законом химической кинетики, который описывается уравнением Аррениуса [8].

По наклону прямых из рис. 3 можно найти энергию активации, необходимую для протекания диффузионного процесса как ионов натрия, так и органических веществ в целлюлозном волокне. Энергия активации для ионов натрия составила 21,6 кДж/моль, для органических веществ — 24,4 кДж/моль.

Полученные результаты могут быть использованы технологами и исследователями при анализе существующих схем и оборудования для промывки целлюлозы, а также при разработке и создании прогрессивных методов промывки целлюлозы.

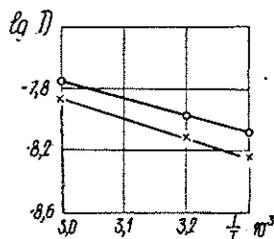


Рис. 3.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Аксельруд Г. А., Лысянский В. М. Экстрагирование системы твердое тело — жидкость. — Л.: Химия, 1974. — 254 с. [2]. Диагностические признаки древесины и целлюлозных волокон: Атлас/ Под ред. Г. М. Кузубовой, Н. П. Зотовой-Спановской. — Петрозаводск, 1976. — 146 с. [3]. Джем П. Кейси. Производство полуфабрикатов и бумаги. — М.: Гослесбумиздат, 1958. — 340 с. [4]. Метод быстрого определения сухих веществ в черном щелоке/ М. И. Кравченко, В. М. Крюков, В. И. Томп, Т. В. Ефремова. — Бум. пром-сть, 1979, № 3. — 28 с. [5]. Непенин Ю. Н. К теории процесса промывки целлюлозы. — В кн.: Межвуз. сб. науч. тр. Л., 1975, вып. 2. Химия и технология целлюлозы, [6]. Дж. Перри. Справочник инженера-химика. — Л.: Химия, Ленингр. отд-ние, 1969, т. 1. — 640 с. [7]. Романков П. Г., Ращковская Н. Б., Фролов В. Ф. Массообменные процессы химической технологии. — Л.: Химия, 1975. — 43 с. [8]. Эмануэль Н. М., Кнорре Д. Г. Курс химической кинетики. — М.: Высш. школа, 1969. — 431 с. [9]. S. W. Mc Kibbins. Применение теории диффузии к промывке сульфатной целлюлозы. — Tappi, 1960, 43, № 10, с. 801—805.

Поступила 24 апреля 1980 г.

УДК 630\*863.5.002

## ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВОДОРОДНЫХ ИОНОВ НА ФЛОТАЦИОННОЕ ВЫДЕЛЕНИЕ КОРМОВЫХ ДРОЖЖЕЙ

В. В. СВИРИДОВ, Н. М. ШЕБАЛОВА, В. Ф. ГАРЕНСКИХ

Уральский лесотехнический институт

Концентрация водородных ионов — один из основных факторов, определяющих способность микроорганизмов к флотации [5]. К сожалению, сведения о влиянии вышеуказанного фактора на флотацию кормовых дрожжей крайне малочисленны [1] и касаются, в основном, его связи с устойчивостью и синергизмом флотационных пен.

Поскольку влияние рН среды на флотацию микроорганизмов довольно многообразно и может проявляться в изменении не только свойств флотационных пен, но и заряда клеток, форм нахождения сопутствующих компонентов в среде и их адсорбции на клеточной поверхности, то становится понятной необходимость получения таких сведений для оценки флотационной активности дрожжевых клеток.

В данной статье изложены результаты опытов, поставленных нами с целью выяснения влияния концентрации водородных ионов на способность кормовых дрожжей к флотационному выделению из модельных систем и технологических суспензий.

В качестве объектов исследования использовали производственные расы кормовых дрожжей рода *Candida*, флотация которых вызывает в технологии затруднение. Флотационной обработке подвергали суспензии дрожжей С-1 и Пр-1, выращенных на средах Соликамского и Приозерского ЦБК и содержащих поверхностно-активные вещества (ПАВ) соответственно в виде натриево-кальциевых и кальциевых солей лигносульфоновой кислоты, а также на синтетической среде Ридера, не содержащей лигносульфонатов.

Значения рН измеряли в пределах 3,0—6,0, так как в этих пределах рН дрожжи обладают максимальной биологической активностью; рН среды доводили до необходимых значений разбавленными растворами соляной кислоты и едкого натра.

Продолжительность флотационной обработки составляла 6 мин, скорость продувки воздуха — 60 см<sup>3</sup>/мин. Указанные параметры флотации были определены при изучении кинетических закономерностей процесса [4], показавших, что они соответствуют оптимальным условиям выделения и концентрирования дрожжей.

Флотацию дрожжей проводили во флотационной колонке диаметром 30 мм и высотой 700 мм, в дно которой вмонтирована пористая стеклянная пластинка (фильтр Шотта № 4) для диспергирования воздуха. Скорость продувки воздуха контролировали с помощью ротаметра. Колонка снабжена пробоотборниками жидкости и пены. Анализ жидкости и пены на содержание клеток периодически проводили путем их подсчета в счетной камере Горяева.

Одновременно с опытами по изучению влияния концентрации водородных ионов на флотационное выделение дрожжевых клеток изучали влияние рН среды на величину и знак заряда клеточной поверхности.

О величине и знаке электрокинетического потенциала клеток судили по их электрофоретической подвижности  $U_{э.ф.}$ , измеренной методом микроэлектрофореза с помощью прибора, предложенного Абрамсоном [3],

$$U_{э.ф.} = \frac{U_B}{H},$$

где  $U_B$  — видимая скорость перемещения клеток, см/с;  
 $H$  — градиент прикладываемого потенциала, В/с.

Измерение  $U_{э.ф.}$  проводили при силе тока 0,005 А и напряжении 400 В. В качестве наполнителей сифонов электрофоретической ячейки использовали 5 %-ный гель-желатина, приготовленный на 0,01 н. растворе NaCl.

Исследования, частичные результаты которых представлены на рис. 1, 2, показали, что концентрация водородных ионов оказывает существенное влияние на флотационное выделение кормовых дрожжей. Характер этого влияния сложен и во многом зависит от компонентного состава среды выращивания дрожжей.

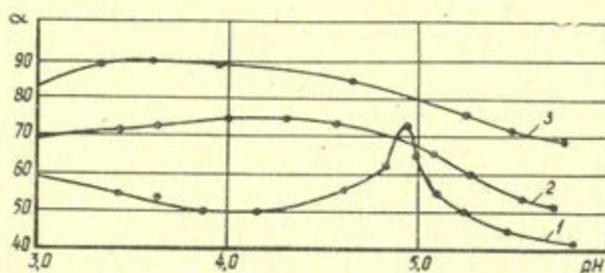


Рис. 1. Влияние концентрации водородных ионов pH на степень флотационного извлечения кормовых дрожжей α.

1 — среда Ридера; 2 — технологическая среда Приозерского ЦБК; 3 — технологическая среда Соликамского ЦБК.

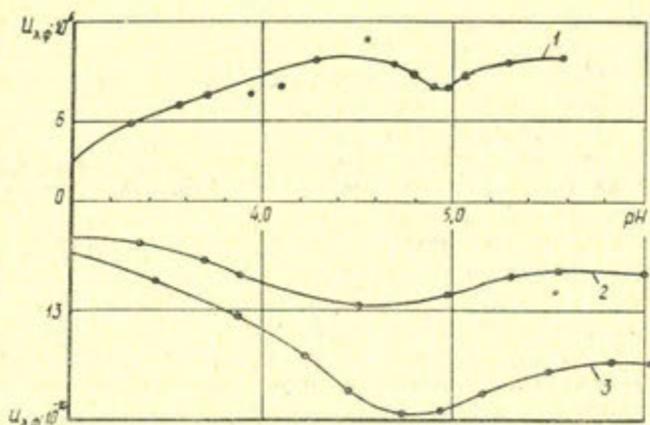


Рис. 2. Влияние концентрации водородных ионов pH на электрофоретическую подвижность  $U_{э.ф.}$  клеток.

1 — среда Ридера; 2 — технологическая среда Приозерского ЦБК; 3 — технологическая среда Соликамского ЦБК.

Как видно из рис. 1 (кривая 1), зависимость степени флотационного выделения дрожжей из среды, не содержащей лигносульфонатов, от концентрации водородных ионов имеет максимум при значении pH, равном 4,9. По нашему мнению, это можно объяснить тем, что указанное значение pH соответствует изоэлектрическому состоянию белков [2], определяющих заряд клеточной поверхности. Именно в этом состоянии белки имеют наименьшую связь с водной средой, а клеточная поверхность оказывается наименее гидрофильной, что, в

свою очередь, приводит к максимальной адсорбции и агглютинации клеток на подвижной границе жидкость—газ. Сказанное подтверждается результатами электрофоретических исследований (рис. 2), показывающими, что клетки обладают минимальной электрофоретической подвижностью при значении рН, равном 4,9.

При флотационной обработке технологических дрожжевых суспензий, содержащих в большом (до 10 г/л) количестве лигносульфонаты, зависимость флотационного выделения дрожжей от рН среды имеет другой характер. Из рис. 1 (кривые 2 и 3) следует, что извлечение дрожжей остается практически постоянным в области значений рН от 3,0 до 4,9 и понижается при увеличении значений рН выше 4,9.

Влияние лигносульфонатов на флотацию дрожжей проявляется в том, что они адсорбируются на поверхности дрожжевых клеток и становятся ответственными за их флотационную активность. Из сопоставления кривых 1, 2, 3 (рис. 2) видно, что лигносульфонаты, имеющиеся в своем составе отрицательно заряженные функциональные группировки, адсорбируясь на клетках, изменяют не только величину, но и знак заряда клеточной поверхности. При этом клетки приобретают наибольший отрицательный заряд в области значений рН, больших 4,9. Сказанное становится понятным, если учесть, что в этой области значений рН белковые молекулы клеточной оболочки диссоциированы так же, как и лигносульфонаты по кислотному типу; с уменьшением же значений рН ниже 4,9 все большее число функциональных групп белков диссоциирует по основному типу, что приводит к частичной компенсации отрицательного заряда, сообщаемого клеткам лигносульфонатами.

Выявленные зависимости позволили предположить, что эффективность флотационного выделения дрожжей из технологических суспензий может быть увеличена за счет дополнительного введения в них перед флотационной обработкой веществ, способных снизить величину отрицательного заряда клеточной поверхности. Специально проведенные исследования показали, что в качестве таких веществ могут быть использованы белки, полученные из биомассы дрожжей. Введенные в технологические суспензии и имеющие значения рН = 3,0—4,9 белки активно адсорбируются на поверхности клеток за счет электростатического взаимодействия их положительно заряженных группировок с отрицательно заряженной поверхностью клеток; последнее в свою очередь приводит к гидрофобизации и флокуляции дрожжей. Увеличение значений рН технологических суспензий выше 4,9 приводит к снижению активирующего действия белков на флотацию дрожжей (см. табл.), что связано с амфотерными свойствами белков.

Получение белков из дрожжей осуществляли с помощью плазмолиза при температуре 90—95 °С и продолжительности 20—30 мин, после чего белки экстрагировали горячей водой. Концентрацию белка в полученных таким образом водных вытяжках дрожжевого плазмолизата (ВВДП) определяли экспрессным методом Къельдаля. В зависимости от условий получения ВВДП и физиологического состояния плазмолизируемых дрожжей концентрация была в пределах 1—3 г/л.

Влияние концентраций водородных ионов на флотационное выделение дрожжей с помощью ВВДП

рН среды выращивания	Степень флотационного выделения дрожжей, % из суспензий	
	Краснокамского ЦБК	Приозерского ЦБЗ
4,0	95	97
4,4	95	97
4,8	95	97
5,2	90	92
6,0	86	88

Введение ВВДП в технологические суспензии позволяет значительно (на 20—25 %) увеличить степень флотационного выделения дрожжей. Так, при введении ВВДП степень выделения дрожжей из технологических суспензий Краснокамского ЦБК возрастает с 75 до 95 %, а из суспензий Приозерского ЦБЗ — с 70 до 97 %. При этом количество белка, необходимое для наибольшего выделения дрожжей, крайне незначительно и составляет 1,5—5,0 г на 1 м<sup>3</sup> технологического раствора.

Таким образом, наиболее благоприятные условия для флотационного выделения кормовых дрожжей из технологических суспензий создаются в области значений pH, меньших 4,9. Эффективность флотационного выделения дрожжей из технологических суспензий, имеющих значения pH = 3,0—4,9, можно существенно увеличить за счет введения в них веществ белковой природы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Андреев К. П. Пенный способ выделения дрожжей из бражки. — Гидролиз. и лесохим. пром-сть, 1960, № 3. [2]. Вейс А. Макромолекулярная химия желатинны. — М.: Пищ. пром-сть, 1971. [3]. Рубинштейн Д. А. Исследования по физико-химии клетки. — М.: Биомедиздат, 1935. [4]. Свиридов В. В., Вшивцев В. Г., Шестаков В. Г. Кинетика процесса флотационного выделения кормовых дрожжей. — Гидролиз. и лесохим. пром-сть, 1975, № 7. [5]. Dognon A., Dumontet A. Concentration et Separation des microorganismes par moussage. — Comp. rend. soc. Biol., 1941, 135, N 11—12.

Поступила 14 июня 1976 г.

УДК 630\*813.13

### ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КИСЛОТ НА ОСНОВЕ ПАБ-СМОЛ

О. К. СОКОЛОВА, Т. А. СОКОЛОВА, Н. М. РИШЕС,  
М. Я. ЗАРУБИН

Ленинградская лесотехническая академия

Ранее [4] показано, что при двухстадийном окислении фракции полиалкилбензолных смол (ПАБ-смола) разбавленной азотной кислотой получаются два типа бензилбензойных кислот: ББК-1 (при окислении исходной фракции ПАБ) и ББК-2 (при окислении нейтральных 1)\*. При исследовании бумагопроклеивающих свойств этих кислот удовлетворительные результаты получены только для клеев на основе К-2 (проклейка 2,0 мм при расходе клея 2 % к массе абс. сухого волокна сульфатной небеленой целлюлозы), т. е. кислоты К-2 можно использовать в качестве заменителя канифоли при производстве клееных видов бумаги.

Кислоты К-1 можно применять вместо канифоли в качестве мягчителей в резиновых смесях.

В связи с этим целесообразно изучить химический состав кислот К-1 и К-2. Нами методом интегрального элюирования получены метиловые эфиры кислот К-1 и К-2 (МЭ К-1 и МЭ К-2). Результаты препаративного деления эфиров кислот представлены в табл. 1. Преобладающая для МЭ К-1 и К-2 — фракция I: соответственно 47,7 и 71,7 %. Эти фракции исследованы более подробно.

\* В дальнейшем эти кислоты будем обозначать К-1 и К-2.

Таблица 1  
Фракционный состав метиловых эфиров кислот К-1 и К-2

Элюент гексан (н.): ацетон, %	Номер фракции МЭ		Выход фракции МЭ			
	К-1	К-2	К-1		К-2	
			г	%	г	%
Гексан	I	—	1,1813	47,7	—	—
95:5	II	I	0,3924	15,9	1,3954	71,7
90:10	III	II	0,2674	10,8	0,1327	6,8
85:15	IV	III	0,2984	12,0	0,0834	4,3
80:20	—	IV	—	—	0,0635	3,3
75:25	—	V	—	—	0,0500	2,6
70:30	V	—	0,1944	7,8	—	—
60:40	VI	VI	0,0865	3,5	0,0837	4,3
40:60	VII	VII	0,0519	2,1	0,0226	1,2
1:99	VIII	VIII	0,0049	0,2	0,0041	0,2

Таблица 2  
Количественный состав I фракции метиловых эфиров К-1 и К-2

Номер фракции	Масса фракции МЭ, г		Содержание фракций, %, относительно			
	К-1	К-2	I фракции МЭ		всего количества МЭ	
			К-1	К-2	К-1	К-2
1	0,1537	0,0165	26,2	11,0	12,5	7,9
2	0,2319	0,0289	39,3	19,3	19,0	13,9
3	0,0440	0,0647	7,4	43,1	3,7	31,0
4	0,0315	0,0095	5,3	6,3	2,5	4,5
5	—	0,0102	—	6,8	—	4,9

Методом препаративной тонкослойной хроматографии (ТСХ) показано, что ни одна из полученных фракций не является индивидуальным веществом. Фракция I МЭ К-1 представляет собой смесь, содержащую не менее 4 веществ, а МЭ К-2 — не менее 5 веществ [1]. Данные исследований приведены в табл. 2.

Химический состав фракций 1 и 2 МЭ К-1 и фракций 2 и 3 МЭ К-2 изучен методами ИК- и ПМР-спектроскопии. ИК-спектры всех фракций идентичны [7]. В них присутствуют полосы поглощения, характеризующие валентные колебания  $\text{—C=C—}$  связей ароматического кольца ( $1500, 1600, 1630 \text{ см}^{-1}$ ), а также полосы поглощения, характерные для метильных ( $1385, 1460 \text{ см}^{-1}$ ) и эфирных ( $1670\text{—}1730 \text{ см}^{-1}$ ) групп.

В ПМР-спектрах (рис. 1—4) сигналы  $0,93\text{—}1,3 \text{ м. д.}$  характеризуют алифатические протоны;  $2,3\text{—}2,5 \text{ м. д.}$  — протоны метиленовой группы;  $3,4\text{—}3,8 \text{ м. д.}$  — протоны  $\text{—OCH}_3$  группы;  $7,2\text{—}8,2 \text{ м. д.}$  — ароматические протоны [6].

По интегральным кривым ПМР-спектров рассчитано соотношение ароматических, метильных и эфирных протонов: для фракции I МЭ К-1 оно составило  $1:0,3:0,2$  (рис. 1); для фракции 2 МЭ К-1 —  $1:0,6:0,8$  (рис. 2); для фракции 2 МЭ К-2 —  $1:0,9:0,5$  (рис. 3); для фракции 3 МЭ К-2 —  $1:0,5:0,5$  (рис. 4). Для каждой фракции опре-

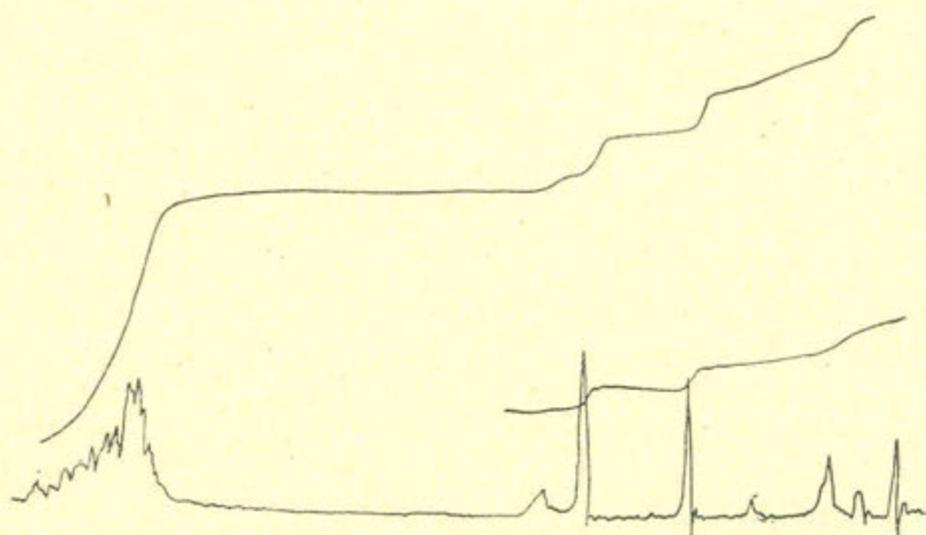


Рис. 1. ПМР-спектр фракции 1 МЭ К-1.

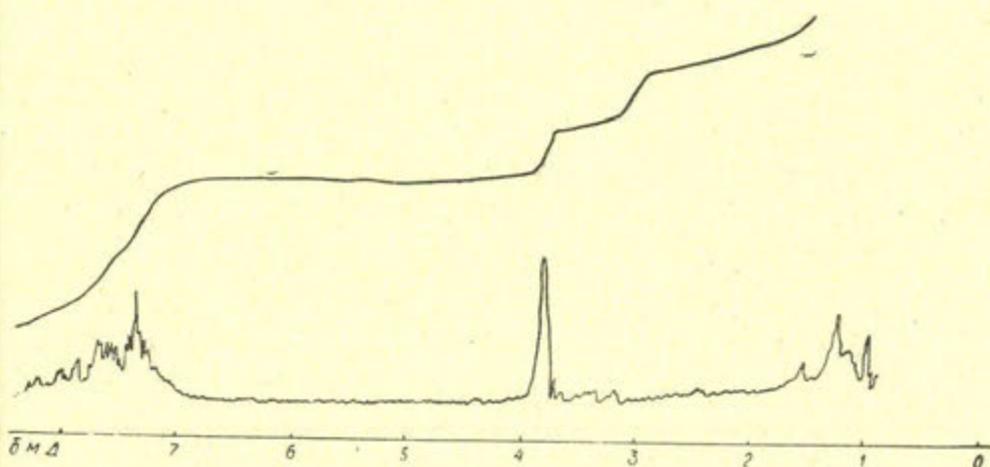


Рис. 2. ПМР-спектр фракции 2 МЭ К-1.

делены также молекулярная масса и элементный состав. Данные приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование фракции	Молекулярная масса	Элементный состав, %			
		С	Н	Х	О
1 МЭ К-1	235	69,2	5,75	1,65	23,40
2 МЭ К-1	269	71,8	6,00	0,95	21,25
2 МЭ К-2	—	69,5	6,35	1,53	22,60
3 МЭ К-2	285	71,5	6,00	1,35	21,15

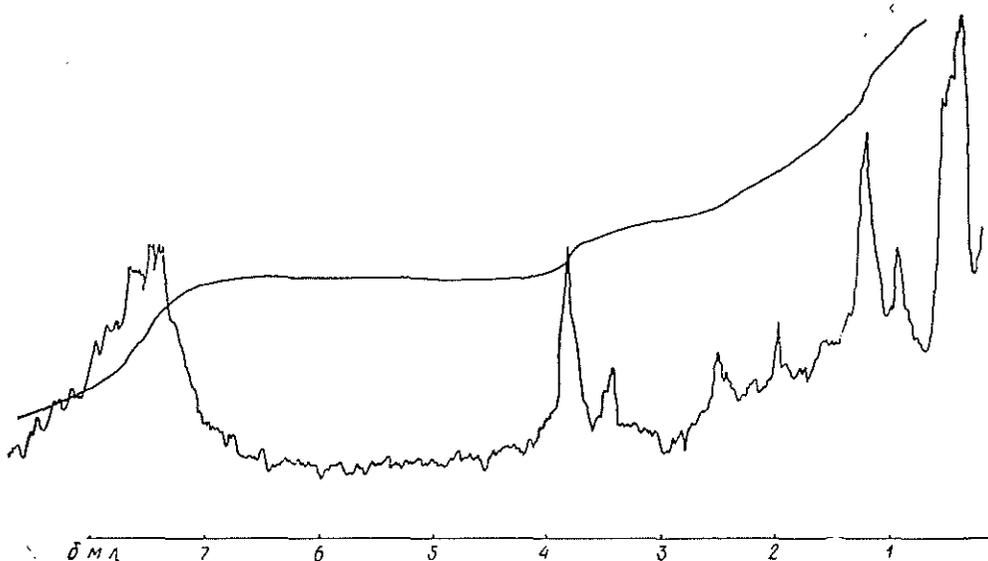


Рис. 3. ПМР-спектр фракции 2 МЭ К-2.

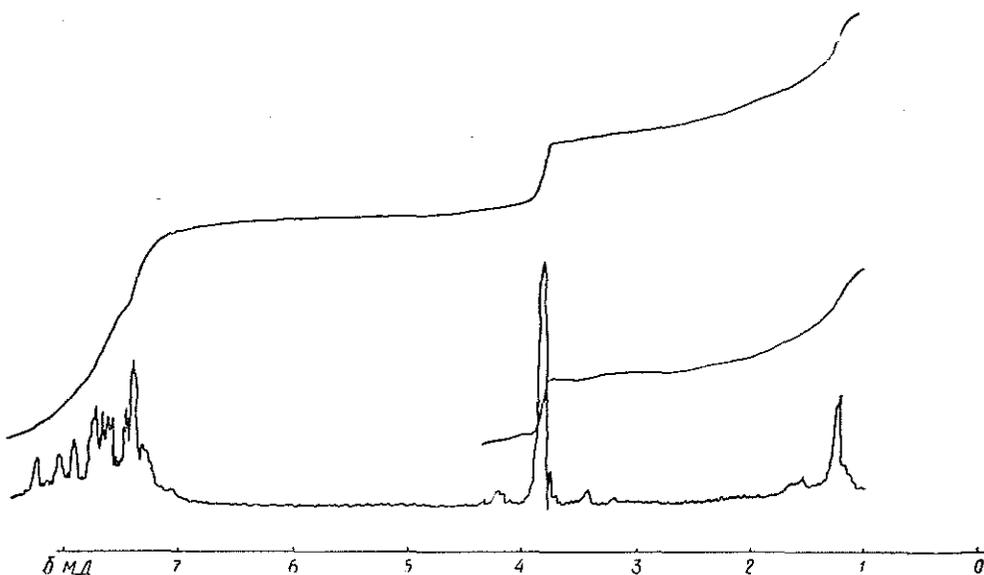
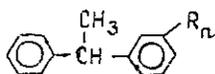


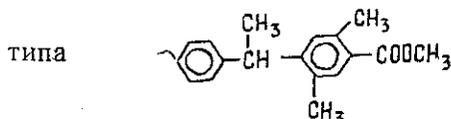
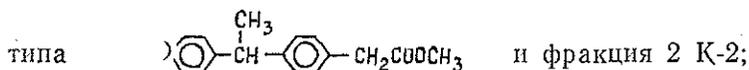
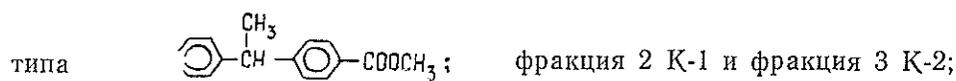
Рис. 4. ПМР-спектр фракции 3 МЭ К-2.

Исследование химического состава исходной ПАБ-смолы [5] показало, что она представляет собой сложную смесь углеводородов типа:



где  $R$  — метил, этил, пропил;  
 $n = 1-3$ .

На основании приведенных данных можно сделать заключение, что МЭ фракции 1 К-1 представляют собой следующие соединения:



т. е. отличаются только количеством алкильных заместителей в ароматическом кольце. А ранее нами установлено [2], что степень проклейки бумаги бензилбензойными кислотами тем выше, чем больше алкильных заместителей содержится в ароматических кольцах.

В МЭ К-2 на долю фракций 2 и 3 приходится примерно 45 %; они и определяют высокую степень проклейки кислотами К-2. Фракция 2 МЭ К-1, ответственная за проклейку, содержится в количестве всего 19 %, поэтому по проклеивающим свойствам кислоты К-1 уступают кислотам К-2.

#### Экспериментальная часть

ИК-спектры сняты на приборе UR-10 в растворе  $CCl_4$ ,  $d = 0,27$ . ПИР-спектры сняты на приборе фирмы «Tesla» (60 мГц) в  $CCl_4$ , внутренний стандарт ТМС. Молекулярную массу определяли методом ИТЭК на приборе «Hitachi Perkin Elmer» ТСХ проводили на силуфоловых пластинках UV-25,4, элюент — гексан (н.): ацетон как 3:2, проявитель — ультрафиолетовый свет.

Препаративное хроматографирование проводили на колонке высотой 75 мм, диаметром 30 мм. Адсорбент — силикагель 40/100, элюент — последовательно гексан (н.), смесь гексана (н.): ацетона в соотношении от 95:5 до 1:99. Для разделения взята навеска метиловых эфиров  $K_1 = 2,4772$  г, метиловых эфиров  $K_2 = 1,9436$  г. Метилирование кислот проводили согласно методике [3].

Таким образом, нами показана зависимость бумагопроклеивающих свойств получаемых кислот от их строения.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ахрем А. А., Кузнецова А. И. Тонкослойная хроматография. — М.: Наука, 1965. [2]. Влияние строения и числа алкильных заместителей ди(алкилфенил) карбоновых кислот на их бумагопроклеивающие свойства/ В. П. Козлов, Д. В. Тищенко, О. К. Завьялова, В. В. Патрушев. — В кн.: Материалы науч.-техн. конференции хим.-технол. факультета. Л., 1967, ч. II, с. 38—44. [3]. Дейнеко И. П., Шутова А. П. Метилирование кислот и фенолов. — В кн.: Химическая и механическая переработка древесины и древесных отходов. Л., 1977, вып. 2, с. 16—20. [4]. Использование ПАБ-смол для синтеза бензилбензойных кислот/ О. К. Завьялова, Т. А. Соколова, А. А. Ливеровский и др. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 3, с. 98—101. [5]. Исследование химического состава фракции ПАБ-смолы/ З. Г. Зонина, М. С. Князева, Д. Л. Муселевич, Е. М. Терентьева. — В кн.: Обогащение угля и химическая переработка топлива. М., 1968. — 115 с. [6]. Моррисон Р., Бойд Р. Органическая химия. — М.: Мир, 1974, с. 408—442. [7]. Наканиси К. Инфракрасные спектры и строение органических соединений. — М.: Мир, 1965, — 51 с.

Поступила 3 июля 1980 г.

УДК 661.728.2

## ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ПРОЦЕССЕ СУЛЬФАТНОЙ СТАДИИ СОДОВО-СУЛЬФИТ-СУЛЬФАТНОЙ ВАРКИ БЕРЕЗОВОЙ ДРЕВЕСИНЫ

Л. А. МИЛОВИДОВА, Г. А. ПАЗУХИНА

Ленинградская лесотехническая академия

В связи с постоянным ростом требований к древесным целлюлозам, предназначенным для химической переработки, возникает необходимость совершенствования технологии их получения. Ступенчатые способы варки позволяют получать высокооблагороженную целлюлозу непосредственно после варки.

Один из ступенчатых способов получения высокооблагороженной целлюлозы — сульфит-сульфатная варка [2—4], позволяющая регенерировать химикаты от сульфатной стадии варки, уменьшить количество сточных вод, упростить схему отбелики целлюлозы. Недостатки сульфит-сульфатной варки — значительная длительность и периодичность процесса.

Для устранения перечисленных недостатков сульфитную стадию варки заменяли содово-сульфитной. В связи с тем, что в настоящее время остро стоит вопрос об использовании лиственной древесины, в данном исследовании в качестве древесного сырья применяли березовую древесину.

Изучали изменение физико-химических свойств сульфитной и содово-сульфитной целлюлозы из древесины березы на сульфатной стадии варки.

Сульфитную и содово-сульфитную стадии варки проводили в 2,5 л автоклаве с электрообогревом. Для варки березовой древесины сульфит-сульфатным способом принят следующий режим сульфитной стадии варки [5]: подъем температуры до 105 °С — 1 ч; стоянка на 105 °С — 3 ч; подъем температуры до 140 °С — 3 ч; стоянка на 140 °С — 1 ч. 30 мин. Общее время варки — 9 ч. Состав варочной кислоты: 0,8% Na<sub>2</sub>O и 6,0 % всей SO<sub>2</sub>. Жидкостный модуль варки — 5:1.

Содово-сульфитную стадию варки березовой древесины проводили по режиму: пропарка при температуре 100—105 °С в течение 15 мин; пропитка раствором карбоната натрия с концентрацией 41,5 г/л в единицах Na<sub>2</sub>O в течение 15 мин при температуре 55 °С и избыточном давлении 980 кПа (создавалось азотом); выдержка щепы с сульфитной кислотой состава: 0,26 % и Na<sub>2</sub>O и 6,0 % всей SO<sub>2</sub> в течение 15 мин при температуре 65 °С. Сульфитную стадию варки проводили по температурному графику: подъем температуры до 145 °С — 15 мин, стоянка на температуре 145 °С — 4 ч. 45 мин. Общее время содово-сульфитной стадии варки — 5 ч 30 мин. После отбора всего стекающего сульфитного щелока целлюлозу (без промывки) развешивали на равные порции и загружали в батарею автоклавов (емкость каждого 400 мл), обогреваемых в глицериновой бане. Режим сульфатной стадии варки в обоих случаях одинаков. Расход активной Na<sub>2</sub>O белого сульфатного щелока (сульфидность 25 %) составлял 12 % от массы древесины, жидкостный модуль — 4:1. Применяли следующий температурный режим: подъем температуры до 140 °С — 15 мин; стоянка на 140 °С — 0, 30, 60, 90 и 120 мин.

Показатели сульфитной и содово-сульфитной целлюлозы приведены в таблице.

Характер изменения основных показателей содово-сульфитной и сульфитной целлюлозы в процессе сульфатной стадии варки почти одинаков (рис. 1, 2). Растворение гемицеллюлоз и удаление лигнина начинается сразу же с момента подъема температуры и наиболее ак-

Способ варки	Показатели целлюлозы			
	Выход целлюлозы, %	Степень провара, перм. ед.	Степень полимеризации	Содержание $\alpha$ -целлюлозы, %
Сульфитный	43,7	36	980	87,8
Содово-сульфитный	43,4	35	900	87,5

тивно происходит в первые 75 мин. варки. Содержание  $\alpha$ -целлюлозы к этому времени возрастает до 95,0—95,2 %. Степень полимеризации (в кадоксене [1]) для содово-сульфитной целлюлозы равна 1070, для сульфитной — 1300, и в процессе дальнейшей обработки она остается практически неизменной. В течение последующих 60 мин варки содержание  $\alpha$ -целлюлозы возрастает до 95,6—95,8 %, а количество лигнина (степень провара) практически не изменяется. Выход целлюлозы уменьшается до 76,0—77,0 % от исходной целлюлозы или до 34,5—34,7 % от массы древесины.

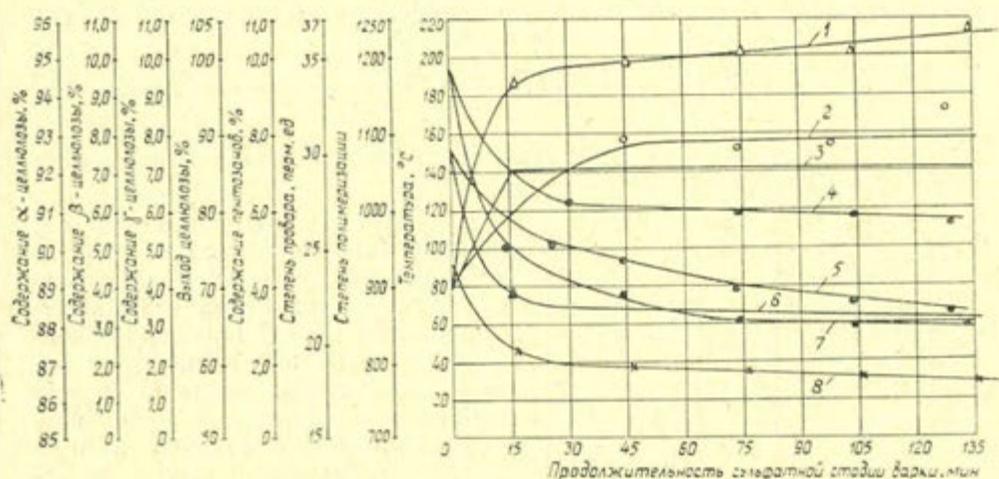


Рис. 1. Изменение показателей содово-сульфитной целлюлозы в процессе сульфатной стадии варки.

1 — содержание  $\alpha$ -целлюлозы; 2 — степень полимеризации целлюлозы; 3 — температурный график; 4 — выход целлюлозы; 5 — содержание пентозанов; 6 — содержание  $\gamma$ -целлюлозы; 7 — степень провара целлюлозы; 8 — содержание  $\beta$ -целлюлозы.

Некоторые различия наблюдаются в изменении содержания  $\beta$ - и  $\gamma$ -целлюлозы на стадии сульфатной варки (рис. 1, 2). При одинаковом количестве  $\alpha$ -целлюлозы сульфит-сульфатная целлюлоза имеет несколько большее содержание  $\beta$ -целлюлозы и меньшее —  $\gamma$ -целлюлозы по сравнению с содово-сульфит-сульфатной целлюлозой.

На рис. 3 представлены результаты изменения ширины волокон целлюлозы в процессе сульфатной стадии варки, а также температурный график. Ширину волокон измеряли сразу же по окончании варки на ланамetre LM-02. Значения, приведенные на этом рисунке, — средние из 100 измерений. Как видно из рис. 3, процесс облагораживания целлюлозы белым сульфатным щелочом сопровождается значительным набуханием целлюлозных волокон. Набухание содово-сульфитной целлюлозы начинается с момента соприкосновения волокон целлюлозы с белым щелочом и достигает максимального значения через 60 мин стоянки на 140 °C. В этот период наиболее интенсивно снижается со-

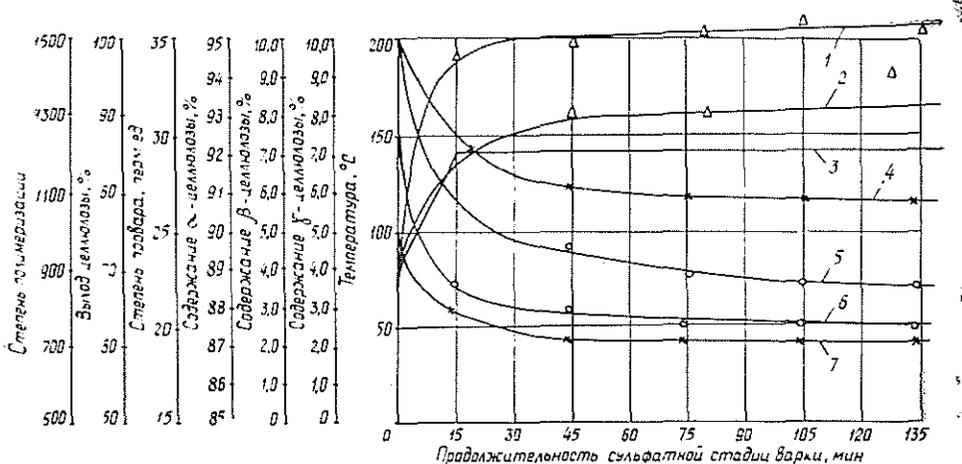


Рис. 2. Изменение показателей сульфитной целлюлозы в процессе сульфатной стадии варки.

1 — содержание  $\alpha$ -целлюлозы; 2 — степень полимеризации целлюлозы; 3 — температурный график; 4 — выход целлюлозы; 5 — степень провара целлюлозы; 6 — содержание  $\gamma$ -целлюлозы; 7 — содержание  $\beta$ -целлюлозы.

держание  $\beta$ - и  $\gamma$ -целлюлозы. В следующие 30 мин происходит процесс отбухания или усадки волокон целлюлозы.

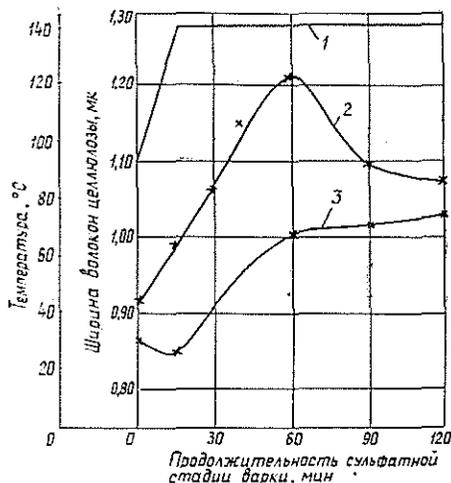


Рис. 3.

1 — температурный график; 2 — содово-сульфитная целлюлоза; 3 — сульфитная целлюлоза.

сульфит-сульфатная целлюлоза набухает быстрее и интенсивнее, чем сульфитная.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Болотникова П. С., Данилова С. Н., Самсонова М. И. Метод определения вязкости и степени полимеризации целлюлозы. — ЖПХ, 1966, № 1, т. 39, с. 778—782. [2]. Непенин Ю. Н., Демченков П. А., Пазухина Г. А. Получение высокооблагороженных целлюлоз методом сульфит-сульфатной варки. — Науч. тр./ВНИИБ, 1961, вып. 47, с. 38—45. [3]. Непенин Ю. Н., Пазухина Г. А.

Некоторые особенности сульфит-сульфатной варки. — Бум. пром-сть, 1970, № 1, т. 45, с. 6—7. [4]. Получение целлюлозы для полинозного волокна методом сульфит-сульфатной варки/ Ю. Н. Непенин, Г. А. Пазухина, Е. М. Коновалова, А. И. Белова. — Реф. информ. Целлюлоза, бумага, картон, 1977, № 2, с. 9—10. [5]. Старостенко Н. П., Сапунова Н. А. Получение сульфитной целлюлозы для ацелирования из древесины березы. — В кн.: Химия и технология целлюлозы и бумаги. Л., 1973, с. 79—96.

Поступила 4 августа 1980 г.

УДК 547.926

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИТОСТЕРИНА И СИНТЕЗ ИЗ НЕГО СТЕРОИДНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

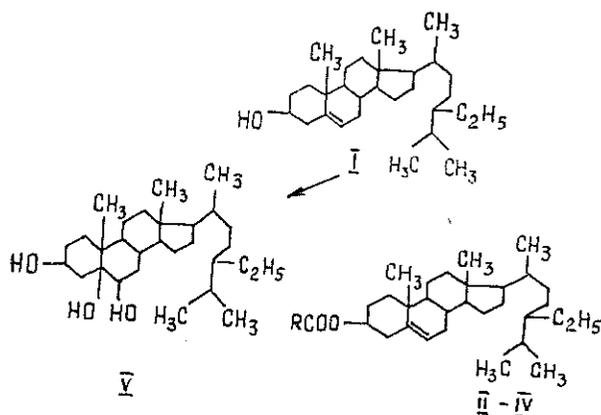
М. В. МУХИНА, С. С. ГЕРАСЬКИНА, Т. Ф. ИОНОВА,  
В. Е. КОВАЛЕВ, В. Б. НЕКРАСОВА

Ленинградский химико-фармацевтический институт  
Ленинградская лесотехническая академия

Основной компонент фитостерина, выделенного из побочных продуктов сульфат-целлюлозного производства, —  $\beta$ -ситостерин [1]. Наличие в молекуле  $\beta$ -ситостерина реакционных центров при  $C_3$ ,  $C_5=C_6$ ,  $C_7$  и  $C_{17}$  создает реальные предпосылки использования этого стерина для синтеза различных стероидных соединений [5, 7].

Однако выделение чистого  $\beta$ -ситостерина связано со значительными трудностями и дополнительными экономическими затратами. Это объясняется тем, что  $\beta$ -ситостерин и его спутники (кампестерин и др.) ведут себя почти одинаково по отношению к органическим растворителям и химическим реагентам.

Мы исследовали качественный и количественный состав ряда образцов фитостерина и показали возможность получения из него стероидных соединений по схеме



где R =  $CH_3$  (II); H (I);  $C_6H_5$  (III);  $NO_2C_6H_4$  (IV).

Превращение молекулы  $\beta$ -ситостерина осуществлялось по реакционному центру при  $C_3$  с образованием сложных эфиров  $\beta$ -ситостерина с алифатическими и ароматическими карбоновыми кислотами [10] и реакционному центру по месту двойной связи при  $C_5=C_6$  с образованием транс-триола стерина [4].

Синтез таких производных из фитостерина представляет большой практический интерес, поскольку 3-ацетаты и 3-бензоаты  $\beta$ -ситостерина

могут быть использованы для дальнейших превращений в стероидные гормоны [2], витамин D<sub>5</sub> [9] и жидкие кристаллы [8]. Производные по двойной связи C<sub>5</sub>=C<sub>6</sub>, транс-триол и его эфиры являются потенциальными биологически активными веществами, снижающими уровень холестерина в крови [11].

### Экспериментальная часть

Различные образцы очищенного фитостерина получали по методу ЛТА [1] из фитостерина-сырца Кехраского ЦБК, очищенного известными способами [3] в химзехе Лисинского учебно-опытного лесхоза в полупроизводственных условиях. Физико-химическая характеристика очищенного фитостерина представлена в табл. 1.

Таблица 1

Номер образца	Интервал плавления, °С	Содержание твердых мыл, %	Содержание неопределенных стероидов (дигитониновым методом), %
I	118—124	2,66	83,1
II	110—124	0,26	72,3
III	107—120	0,22	74,4
IV	122—130	2,06	75,8
V	118—126	1,00	73,3

Образцы фитостерина I, II хроматографировали на пластинках силуфола УФ-254 (Чехословакия) в системе н-гептан — этилацетат (4:1) и проявляли путем опрыскивания ортофосфорной кислотой с последующим нагреванием в термостате при 105 °С в течение 3—5 мин. β-Ситостерин и близкие по строению стерины (кампестерин) проявлялись в виде розовато-коричневых пятен с R<sub>f</sub>=0,24, лигноцеринный спирт — в виде пятна с R<sub>f</sub>=0,37. Наблюдалась также пятна на линии старта, которые соответствовали более полярным веществам (твердые мыла), неподвижным в данной системе растворителей.

Более подробно качественный и количественный состав очищенного фитостерина исследован методом ГЖХ на хроматографе «Хром-4» при следующих условиях: разделение проводили на стеклянной колонке длиной 1,8 м и внутренним диаметром 4 мм. Неподвижной жидкой фазой служил силиконовый эластомер SE-30, нанесенный в количестве 2 % от массы твердого носителя — хромосорба G. В качестве газа-носителя использовали азот; детектор пламенно-ионизационный, расход водорода 30 мл/мин. Анализ проводили с программированием температуры от 220 до 280 °С, скорость нагрева 4 град/мин. В качестве стандарта использовали холестерин, который вводили в количестве 15 % от исходной навески.

Анализируемые образцы фитостерина I—V (табл. 1), а также их стеринные фракции ИД—ВД, выделенные из дигитониновых комплексов путем разложения их в диметилсульфоксиде [6], вводили в хроматографическую колонку в виде триметилсилиловых эфиров в количестве 3 мкл.

На рисунке представлены ГЖХ образцов фитостерина, а в табл. 2 — химический состав очищенного фитостерина и стеринной фракции. Как видно из табл. 2, содержание β-ситостерина в образцах колеблется от 61,0 до 77,1 %.

Для синтеза стероидных эфиров и других производных использовали образец I с содержанием β-ситостерина 66,0 % и образец II с содержанием стерина 77,1 %. Условия реакции и перекристаллизации конечных продуктов из органических растворителей подбирали таким образом, чтобы примеси стероидного и нестероидного характера не мешали выделению целевых продуктов.

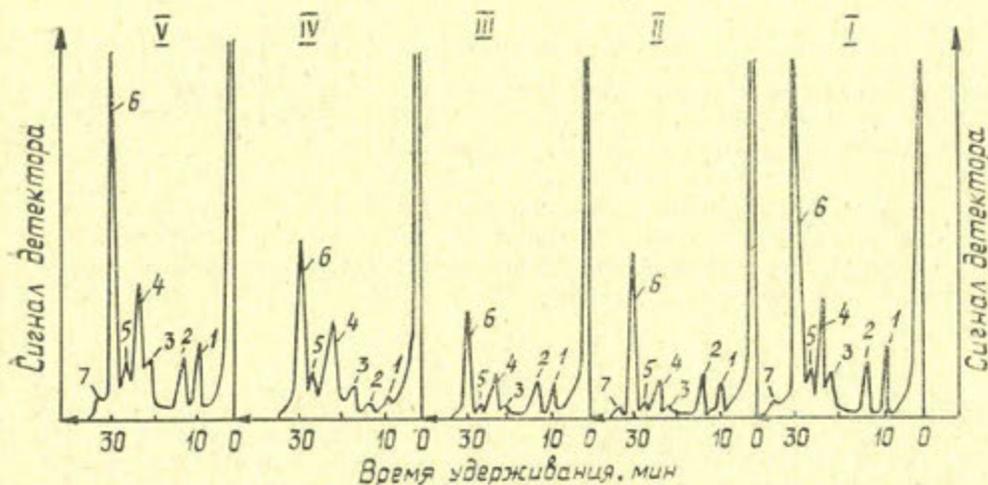
3-Формиат β-ситостерина (I). 2 г фитостерина (содержание β-ситостерина 66,0 %) и 15 мл 99,7 %-ной муравьиной кислоты нагревали при 100—105 °С в течение 30 мин. Реакционную массу охлаждали при 0 °С в течение 3 ч, осадок отфильтровывали, промывали водой и высушивали. 3-Формиат β-ситостерина перекристаллизовывали из пропилового спирта или смеси пропилового спирта и этилового (1:1).

3-Ацетат β-ситостерина (II). 2 г фитостерина (содержание β-ситостерина 77,1 %) и 5 мл уксусного ангидрида нагревали при 110—115 °С в течение 3—4 ч. Реакционную массу выливали в воду, осадок отфильтровывали, высушивали и пере-

Таблица 2

Номер пика на хроматограмме	Компонент	Содержание компонента, % к чистому образцу,									
		в очищенном фитостерине					в стериновой фракции				
		I	II	III	IV	V	ИД	ИД	ИИД	ИВД	ВД
1	Бегеновый спирт	6,3	8,3	11,5	3,8	7,8	—	—	—	—	—
2	Лигноцеринный спирт	7,9	12,1	16,3	1,2	7,6	—	—	—	—	—
3	X-компонент	10,0	2,2	5,3	9,3	10,8	2,3	3,4	2,0	3,8	1,6
4	Холестерин	Внутренний стандарт, 15% от навески									
5	Кампестерин	9,3	5,9	5,6	15,5	11,0	9,4	8,3	5,3	10,8	9,8
6	$\beta$ -Ситостерин	66,0	77,1	61,0	70,0	62,0	88,0	88,3	92,6	85,2	88,5
7	Дигидро- $\beta$ -ситостерин	Следы	—	—	—	Следы	Следы	Следы	—	Следы	Следы

Примечание. I—V и ИД—ВД — номера образцов.



ГЖХ-хроматограмма образцов фитостерина.

1 — бегеновый спирт; 2 — лигноцеринный спирт; 3 — X-компонент; 4 — холестерин; 5 — кампестерин; 6 —  $\beta$ -ситостерин.

кристаллизовывали дважды из этилового спирта или смеси этилового спирта с пропиловым (1:1).

3-Бензоат- $\beta$ -ситостерина (III). 2 г фитостерина (содержание  $\beta$ -ситостерина 77,1 %), 15 мл сухого пиридина и 3 мл хлористого бензоила нагревали при 100 °С в течение 2 ч. Массу выливали в воду, осадок отфильтровывали, промывали 1 %-ным раствором соляной кислоты, водой и высушивали. Перекристаллизовывали 3-бензоат- $\beta$ -ситостерина из пропилового спирта.

n-Нитробензоат- $\beta$ -ситостерина (IV). 2 г фитостерина (содержание  $\beta$ -ситостерина 66,0 %), 2 г хлорангидрида n-нитробензойной кислоты, 2 мл сухого пиридина и 30 мл сухого бензола нагревали в течение 4 ч при кипячении реакционной массы. Раствор охлаждали до комнатной температуры и отделяли от осадка. К фильтрату добавляли 80 мл пропилового спирта и активированный уголь и нагревали в течение 1 ч при кипении раствора. Уголь отфильтровывали, фильтрат помещали в холодильник на 3 ч при +5 °С, выделившийся осадок отфильтровывали, высушивали и перекристаллизовывали из смеси пропилового спирта и бензола (1:5).

Ситостан-3 $\beta$ , 5 $\alpha$ , 6 $\beta$ -триол (IV). Получали аналогично [4] из 2 г фитостерина (содержание  $\beta$ -ситостерина 77,1 %).

Чистоту синтезированных соединений контролировали по температуре плавления, а также методом хроматографии в тонком слое на пластинках силуфола УФ-254. 3-Эфиры  $\beta$ -ситостерина хроматографировали в системе н-гептан—этилацетат (4:1), а ситостен-3 $\beta$ , 5 $\alpha$ , 6 $\beta$  — в системе н-гептан—этилацетат (1:1). После опрыскивания ортофосфорной кислотой (1:1) и последующего нагревания в термостате измеряли  $R_f$ , которые не отличались от  $R_f$  известных веществ, взятых в качестве свидетелей для сравнения.

При исследовании в поляризованном свете выяснено, что бензоат и п-нитробензоат  $\beta$ -ситостерина имеют текстуру, типичную для жидких кристаллов. Выход и константы производных  $\beta$ -ситостерина представлены в табл. 3. Как следует из данных табл. 3, производные  $\beta$ -ситостерина могут быть получены из фитостерина без предварительного выделения  $\beta$ -ситостерина с большим выходом и высокой степенью чистоты.

Таблица 3

Соединения	Суммарная формула	Выход, %	Т. пл., °С	Т. пл. по литературным данным, °С	$R_f$
Формат- $\beta$ -ситостерина	$C_{30}H_{50}O_2$	60,7	98-100	—	0,62
Ацетат- $\beta$ -ситостерина	$C_{31}H_{52}O_2$	70,0	118-119	120-121[4]	0,60
Бензоат- $\beta$ -ситостерина	$C_{33}H_{54}O_2$	78,1	142-143	144-145[9]	0,66
п-Нитробензоат- $\beta$ -ситостерина	$C_{33}H_{53}O_4N$	75,4	205-206	207-208*	0,65
Ситостан-3 $\beta$ , 5 $\alpha$ , 6 $\beta$ -триол	$C_{29}H_{52}O_3$	45,0	240-241	241-242[4]	0,05

\* Синтезирован нами из чистого  $\beta$ -ситостерина.

Таким образом, нами показана возможность синтеза 3-ацильных и 3-арильных производных, а также транс-триола  $\beta$ -ситостерина из фитостерина, представляющего многокомпонентную смесь продуктов стероидного и нестероидного характера.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 56075 (СССР). Способ очистки сульфатного мыла/ Ф. Т. Солодкий. — Оpubл. 30.11.39. [2]. Ксенофонтова Е. В., Халецкий А. М. Синтез 17-метилтестостерона. — Науч. тр./ Ленингр. хим.-фарм. ин-т, 1960, вып. 2, с. 199—205. [3]. Ларина Э. И. Изучение состава стернинов сульфатного мыла и совершенствование метода их выделения: Дис. ... канд. техн. наук. — Л., 1971. [4]. Мухина М. В., Халецкий А. М. Исследования реакции окисления  $\beta$ -ситостерина перекисью водорода. — ЖОХ, 1967, вып. 3, с. 826—828. [5]. Физер Л., Физер М. Строение желчных кислот и холестерина. Стероиды. — М.: Мир, 1964, с. 65—97. [6]. Физер Л., Физер М. Реагенты для органического синтеза. — М.: Мир, 1971, т. 5, с. 108. [7]. Халецкий А. М., Соломоник Н. Н. Исследование фитостерина, выделенного щелочным гидролизом сосновой древесины. — ЖОХ, 1947, вып. 6, с. 1171—1184. [8]. Чистяков И. Г. Жидкие кристаллы. — М.: Наука, 1966. [9]. Dobrowsky A., Kohl A. Uber die Gewinnung des Sitosterins aus Weintrestern und seine Umwandlung in ein D-Vitamin. — Mitteilungen des Chemischen Forschungsinstitutes der Wirtschaft Osterreichs, 1953, 7, N 6, 132—134. [10]. Kuksis A., Beveridge I. M. R. Preparation and Certain Physical Properties of Some Plant Steryl Esters. — The Journal of Organic Chemistry, 1960, vol. 25, N 5, 1209—1219. [11]. Pinhas Henri. Пат. кл. А61к, С07с, № 7466 М (Франц.) — Заявл. 28.06.68; Оpubл. 5.01.70.

Поступила 25 апреля 1980 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ  
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 630\*36:658.382.3

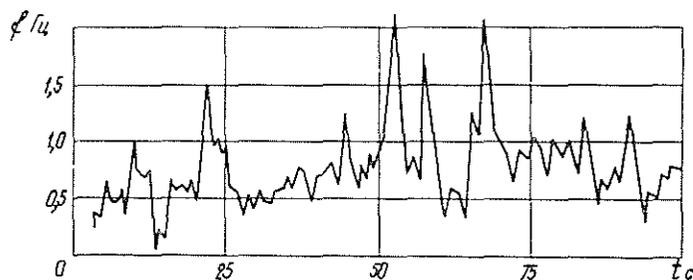
ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННОСТИ ТРУДА МАШИНИСТОВ-  
ОПЕРАТОРОВ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН  
ПО ДАННЫМ РАДИОТЕЛЕМЕТРИИ

Ю. В. ПАХУНОВ, Р. А. ЕФАНОВА

Воронежский лесотехнический институт

В настоящей работе представлены некоторые результаты исследований по оценке тяжести и напряженности труда машинистов-операторов лесозаготовительных машин типа ТБ-1 (Карельская АССР) и ЛП-17 (Коми АССР).

Для получения исходных данных авторы применили устройство для исследований операций по управлению машиной, разработанное на кафедре охраны труда Воронежского лесотехнического института. Существенное отличие этого устройства — использование радиоканала для передачи и автоматической регистрации информации с подвижного объекта, каким является лесозаготовительная машина.



Форма представления мгновенной частоты включений органов управления.

Располагая непрерывными записями операций по управлению машиной на протяжении рабочей смены (результаты измерений регистрировали в форме непрерывного случайного сигнала, представленного на рисунке и выражающего изменение частоты включений во времени), мы рассмотрели и вычислили следующие показатели (табл. 1):

Таблица 1

Номер пачки	$f_{i \max}$	$n_{\max}$	$M(f_i)$ Гц	$\delta$ Гц	$T$ с
1	0,50	12	0,45	0,11	Не выявлено
2	0,59	10	0,51	0,09	" "
3	0,55	16	0,50	0,10	58
4	0,62	21	0,52	0,14	54
5	0,52	17	0,47	0,13	Не выявлено
6	0,57	13	0,50	0,10	" "
7	0,54	10	0,41	0,04	" "
8	0,48	17	0,37	0,07	69 (очень малой амплитуды)
9	0,63	16	0,52	0,06	64
10	0,56	16	0,46	0,09	56
11	0,59	14	0,48	0,15	Не выявлено
12	0,50	13	0,47	0,18	" "

$f_{i \max}$  — максимальные значения частот включений;

$n_{\max}$  — количество частот включений на протяжении набора одной пачки;

$M^*(f_i)$  — среднее значение частоты включений, которое может служить оценкой общей интенсивности труда;

$$M^*(f_i) = \frac{\sum_{i=1}^N f_i}{N}; \quad (1)$$

$\sigma^2(f)$  — оценка дисперсии частоты включений — показатель неравномерности трудового процесса; увеличение его в определенной степени свидетельствует о наступлении производственного утомления

$$\sigma^2(f) = \frac{\sum_{i=1}^N [f_i - M^*(f_i)]^2}{N}, \quad (2)$$

где  $N$  — объем выборки.

В табл. 1 дано среднее квадратичное отклонение

$$\delta = \sqrt{\sigma^2}. \quad (3)$$

Доминирующий период изменения частоты включения  $T$  определяли по автокорреляционной функции процесса

$$R(s\Delta t_0) = \frac{1}{N-s} \sum_{i=1}^{N-s} f(i\Delta t_0) f(i\Delta t_0 - s\Delta t_0). \quad (4)$$

Здесь  $R(s\Delta t_0)$  — автокорреляционная функция;

$\Delta t_0$  — шаг сдвига, равный среднему значению временного интервала между включениями;

$i$  — текущий номер ординаты,

$s$  — текущий номер сдвига.

Мы рассмотрели наиболее общий вид корреляционной функции ( $\tau$  — собственное время обработки сигнала)

$$R(\tau) = e^{-\gamma(\tau)} \omega s \omega t, \quad (5)$$

которая в дискретной форме представляется выражением

$$R(s\Delta t_0) = e^{-\gamma(\Delta t_0 s)} \omega s \omega s \Delta t_0, \quad (6)$$

где  $\gamma$  — скорость затухания корреляционной функции;

$\omega$  — частота доминирующей периодической составляющей;

$$\omega = 2\pi F, \quad (7)$$

отсюда

$$F = \omega/2\pi; \quad (8)$$

$$T = 1/F. \quad (9)$$

По автокорреляционной функции можно определить наличие периодических компонентов или их отсутствие. Наличие периодичности компонентов и четкость их проявления (возможность определения амплитуды и частоты) могут явиться информативным показателем степени ритмичности организации производственного процесса. Корреляционное преобразование исследуемого процесса выполнено нами с помощью цифрового коррелометра.

Анализируя данные табл. 1, можно отметить следующее. Количество включений с мгновенной частотой выше 1 Гц, т. е. продолжительностью операций менее 1 с, колеблется в пределах от 10 до 21 на один цикл (набор пачки). Распределение этих величин на протяжении всей смены неравномерно, но заметно проявляется некоторая закономерность, а именно, число их возрастает по мере вработывания и падает перед обеденным перерывом и перед окончанием смены.

При подсчете среднего значения частоты включений  $M^*(f_i)$  на один технологический цикл исключали вынужденные паузы, рассматривая только операции, связанные непосредственно с управлением технологическим оборудованием. Этот показатель — частота включения — отличается некоторой стабильностью (он изменяется в пределах 0,37—0,50 Гц). Определенной связи этого показателя с периодом вработывания (стадией наибольшей работоспособности) и началом производственного утомления не наблюдается. Среднее квадратичное отклонение  $\delta$  изменяется в пределах 0,06—0,18 Гц; определенных закономерностей на протяжении рабочей смены не выявлено. Длительность периода доминирующей гармоникой  $T$ , с, полученная по автокорреляционной функции, принята нами за показатель ритмичности управления технологическим оборудованием. В ряде случаев доминирующая периодика не выявлена.

Выявленные периоды изменялись в пределах от 54 до 69 с различной амплитуды. Значения амплитуды периодических компонентов не имеют столь практической важности, как значения периодов.

Периодичности выявлены в фазе высокой работоспособности. Это дает нам основание сделать предположение, что факт выявления скрытых периодичностей в анализируемом технологическом процессе и оценка длительности их периодов могут быть положены в основу оценки ритмичности процесса и фазы (стадии) работоспособности, а частота включения органов управления может быть использована при оценке темповой напряженности, связанной с частотой поступления информации и, следовательно, со скоростью ее переработки. Наибольшее влияние на результаты деятельности оператора оказывает характер поступающего к нему информационного потока. Поэтому для определения напряженности оператора представляет интерес использование предельно допустимых норм, характеризующих значения информационной нагрузки оператора. К ним относятся коэффициент загрузки, частота появления очереди, длины очереди, скорость поступления информации [2, с. 117].

Из анализа характера процесса управления технологическим оборудованием указанных лесозаготовительных машин установлено, что характер потока сообщений является простейшим, а время обслуживания их подчинено экспоненциальному закону. Сообщения не могут покинуть систему необслуженными. Требуется дать оценку информационной загрузки оператора в такой системе.

Анализ условия поставленной задачи показывает, что для ее решения может быть применен аппарат теории массового обслуживания. В этом случае следует воспользоваться формулами, приведенными в работе [1, с. 13—14].

Сначала находим суммарную плотность входящего потока в час

$$\lambda = \bar{n}_1 + \bar{n}_2 + \dots + \bar{n}_m \text{ сооб./ч.} \quad (10)$$

где  $\bar{n}$  — средняя плотность сообщений в час от одного органа управления (по числу операций, выполненных данным органом управления);  
1... $m$  — число органов управления.

При этом интенсивность обслуживания определяем из выражения

$$\mu = 1/\tau_{\text{оп}} \quad (11)$$

где  $\tau_{\text{оп}}$  — собственное время обработки сигнала.

При анализе деятельности машинистов-операторов лесозаготовительных машин нами принято

$$\tau_{\text{оп}} = t_{\text{ср}}/n. \quad (12)$$

Здесь  $t_{cp}$  — среднее время, затраченное на выполнение всех операций в 1 ч;  
 $n$  — количество операций, необходимых для выполнения технологического цикла машины.

Определив  $\lambda$  и  $\mu$  находим приведенную плотность входящего потока по формуле

$$\rho = \lambda/\mu, \quad (13)$$

где  $\lambda$  — суммарная плотность входящего потока в час;  
 $\mu$  — интенсивность обслуживания.

Далее определяем коэффициент загрузки; он представляет вероятность того, что оператор занят обработкой поступающих сообщений. Сначала находим вероятность того, что оператор не занят обработкой поступающих сигналов (длина очереди  $k=0$ )

$$P_0 = 1 - \rho; \quad (14)$$

тогда коэффициент загрузки

$$\eta = 1 - P_0 = \rho. \quad (15)$$

А коэффициент очереди представляет собой вероятность того, что на обработке одновременно находятся  $k > 1$  (имеется очередь сообщений).

Следовательно, с учетом случаев  $k=0$  и  $k=1$

$$\beta = 1 - P_0 - P_1 = 1 - (1 - \rho) - (1 - \rho)\rho = \rho^2. \quad (16)$$

Среднее значение длины очереди сообщений по общим правилам нахождения математического ожидания дискретной величины можно вычислить по формуле

$$\bar{k} = \sum_{k=0}^{\infty} k P_0 = \sum_{k=0}^{\infty} k \rho^k (1 - \rho) = \frac{\rho}{1 - \rho}. \quad (17)$$

В работах [1—3] — предельно допустимые нормы деятельности, имеющие следующие значения:

$$\eta_{доп} \leq 0,75; \quad \beta_{доп} \leq 0,4; \quad \bar{k}_{доп} = 3.$$

Анализ полученных результатов по оценке операционной напряженности машинистов-операторов лесозаготовительных машин (табл. 2) показывает, что такие показатели, как коэффициент загрузки  $\eta_d$  превышает допустимые нормы для ТБ-1 в 1,33 раза, для ЛП-17 — в 1,66 раза; коэффициент очереди  $\beta_{доп}$  превышает нормы для ТБ-1 в 1,6 раза, для ЛП-17 — в 1,8 раза; среднее значение длины очереди превышает нормы для ТБ-1 на единицу, для ЛП-17 — больше чем на единицу.

Таблица 2

Тип машины	Параметры операционной напряженности машиниста-оператора							
	$\lambda_{сооб} / \tau$	$t_{cp} \text{ с}$	$n \text{ ед.}$	$\tau_{оп} \text{ с}$	$\mu$	$\eta_{доп}$	$\beta_{доп}$	$k_{доп}$
ТБ-1	1300	57,20	26	2,20	1635	0,80	0,64	4,0
ЛП-17	1750	110,85	63	1,75	2058	0,85	0,72	5,3

Следовательно, на машинах ТБ-1 и особенно на ЛП-17 не обеспечены нормальные условия труда машинистов-операторов по предельным нормам, характеризующим значения информационной нагрузки оператора. Для обеспечения нормальных условий труда машинистов-операторов и эффективности использования этих машин необходимо уменьшить число выполняемых операций за счет автоматизации управления технологическим оборудованием.

Данные эксперимента (номер и последовательность операций, моменты начала и окончаний операций, их продолжительность, продолжительность пауз между операциями, частота включения органов уп-

равления) по радиоканалу регистрировали на магнитной ленте. Далее информацию преобразовывали в двоично-десятичный код 8-4-2-1 и через согласующее устройство вводили в ЭВМ «Наири-2» и обрабатывали по разработанной программе.

Таким образом, для получения информации, необходимой при оценке тяжести и напряженности труда машинистов-операторов лесозаготовительных машин, целесообразно применять радиотелеметрическую аппаратуру. Нами выявлена возможность оценки ритмичности технологического процесса и фазы работоспособности по наличию скрытых периодичностей и их продолжительности, определяемой по автокорреляционной функции, а также выявлена возможность оценки темповой напряженности машинистов-операторов по частоте включений органов управления.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Косилов С. А., Душаков Б. А. Медико-биологические проблемы НОТ. — М., 1971. [2]. Основы инженерной психологии/ Б. А. Душков, Б. Ф. Ломов, В. Ф. Рубахин, Б. А. Смирнов. — М.: Высш. школа, 1977. [3]. Роижин О. В., Рубахин В. Ф. О некоторых проблемах информационной подготовки решений в системе контроля и управления. — В кн.: Материалы VI симпозиума по кибернетике, ч. 1. Тбилиси, 1972.

Поступила 1 августа 1980 г.

УДК 674.093:658

### ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ К КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНИЗАЦИИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ОСНОВНЫХ ПРОЦЕССОВ

Л. З. ЛУРЬЕ

Архангельский лесотехнический институт

Современное лесопильное предприятие представляет собой систему взаимосвязанных устройств, машин, механизмов, аппаратов, зданий и сооружений, территориально объединенных в единый комплекс, предназначенный для переработки пиловочного сырья на пиломатериалы и попутную продукцию.

Изменение технологии или техники на одном участке неминуемо приводит к изменениям на других участках и во всей системе. В связи с этим, первая — главная — особенность методики технологической подготовки лесопильных предприятий к комплексной механизации и автоматизации основных процессов — системный подход.

Начиная с 1978 г. сотрудники кафедры лесопильно-строгальных производств АЛТИ занимаются вопросами технологической подготовки к освоению линий сушки, торцовки и пакетирования на архангельских лесозаводах.

Первоочередная задача, подлежащая при этом решению — обеспечение линий достаточным количеством полуфабрикатов одного сечения, чтобы в рабочее время не пришлось перестраивать линии на другой размер. (Для перестройки линии с размера на размер необходимо затратить примерно 200 мин). Задача не имеет явного решения, так как сменная производительность линии — 20÷22 тыс. досок; чтобы получить такое количество досок, необходимо распилить примерно 10 000 бревен одного диаметра или в течение нескольких суток накапливать полуфабрикаты для односменной работы линии.

Наиболее целесообразна, по нашему мнению, так называемая «групповая распиловка», которая предусматривает одновременную выработку центральных досок одного сечения из бревен 4—6 смежных четных диаметров по специальным поставам. Для того чтобы при этом не снижался выход пиломатериалов, необходимо подсортировать бревна особым образом. Выделяя два-три наиболее «ходовых» сечения для переработки на линиях, мы в принципе изменяем схему обработки и хранения тех полуфабрикатов, которые обрабатываются вне линии.

Вторая отличительная особенность методики — индивидуальный подход к решению, на первый взгляд, однотипных задач.

Система «производство пиломатериалов» чрезвычайно сложна, так как она подвергается воздействию огромного количества возмущающих факторов (параметры сырья и продукции, технологические, технические и организационные факторы — всего порядка  $10^7$ — $10^{10}$  возмущителей). Поэтому результаты теоретических разработок, выполненных на математических моделях, значительно отличаются от фактических условий (точнее, расчетные условия значительно отличаются от фактических).

Технологические участки работают в разных режимах, и их производительность определяется различными параметрами предметов обработки. В связи с этим, для каждого завода нужна своя сугубо индивидуальная технологическая карта, неприемлемая для других заводов, даже весьма похожих по составу перерабатываемого сырья и вырабатываемой продукции, технологии и технике.

Третья особенность методики заключается в том, что несмотря на сложность ставящихся задач они имеют достаточно четкие решения, вполне удовлетворяющие производственные требования отдельных конкретных предприятий. Это положение подтверждается, в частности, опытом совместной работы кафедры лесопильно-строгальной производств АЛТИ и В/О Северолесэкспорт по вопросам технологической подготовки к внедрению новых линий ТМС на архангельских лесозаводах. Активно участвовали в работе производственники тех предприятий, на которых проводилась технологическая подготовка.

Критерий принимаемых решений — эффективность системы в целом. В связи с тем, что более половины основных фондов исследуемых предприятий состоит из стоимости ТМС, первоочередной задачей являлось эффективное использование этих фондов, т. е. создание условий, позволяющих оптимизировать работу ТМС с целью получения наибольшей прибыли, в основном, за счет повышения стоимости товарной продукции и снижения удельной трудоемкости ее производства.

В связи с этим нами были поставлены и решались следующие задачи.

1. Что подавать и обрабатывать на линии?
2. Как согласовать работу лесопильного, сушильного и торцовочно-сортировочного участков?
3. Как обеспечить линию достаточным количеством пиломатериалов одного сечения, без создания больших буферных запасов?
4. Как получить на линиях максимально возможное количество товарной продукции?
5. Как убрать и хранить продукцию, выработанную на линии?
6. Что делать с полуфабрикатами, не поступающими на линию?
7. Какие организационно-технические мероприятия необходимы для освоения линий?

Ответы отражены в следующих технологических картах.

1. Карта выработки полуфабрикатов пиломатериалов включает систему поставок и их чередование, систему подсортировки сырья и рассортировки полуфабрикатов пиломатериалов; дает программу работ всех участков лесопильного цеха с учетом требований последующих участков.

2. Карта защиты и накопления сырых полуфабрикатов пиломатериалов указывает, какие полуфабрикаты должны поступать в укладку без антисептирования, какие из них следует антисептировать обычными растворами и какие — растворами повышенной концентрации для сохранения их качества в течение 5—7 дней.

3. Карты формирования сушильных пакетов и загрузки сушильных камер — четкая программа работы сушильного участка. Эти карты сопровождаются план-графиками размещения сушильных штабелей в накопительном, сушильном и остывочном отделениях к началу каждой смены.

4. Карты накопления и подачи в обработку сухих полуфабрикатов имеют целью обеспечить различные ТМС и ТМУ полуфабрикатами в таких количествах и ассортименте, которые позволяют оптимально использовать торцовочно-маркировочные участки (без перестроек в течение смены и с учетом их особенностей). На этих картах указано, какие полуфабрикаты должны обрабатываться в течение каждой смены на каждой ТМС и ТМУ, когда переходить с одного размера на другой, указано время на перестройку и т. д. При разумном составлении этих карт в течение недели (между сменами) производится не более одной-трех перестроек.

5. Карты торцовки, маркировки и сортировки пиломатериалов, в которых указано, какие пиломатериалы (по сечениям и сортам) должны отправляться в различные отсеки, дробность их сортировки, схема перестроек при переходе на другие размеры. Рациональное составление этих карт позволяет получить при одноразовой сортировке 80—85 % пакетов с досками одной длины и 15—12 % пакетов (в основном низких сортов) с досками трех смежных длин; 2—4 % полу-пакетов возвращается для вторичной сортировки, для чего предусмотрены соответствующее время и накопительные участки.

6. Карты транспортировки и хранения продукции — план-задание для транспортного цеха. В них указаны все маршруты лесовозных и вспомогательных машин, расстояния, время (с учетом реальных условий предприятия), расчет потребности в автомашинах различного назначения и т. д.

Разработка единой системы технологических карт для всего комплекса участков лесопильного производства и ее результаты показали, что это, на наш взгляд, единственный реальный путь эффективной механизации и автоматизации процессов производства пиломатериалов.

Поступила 12 сентября 1980 г.

УДК 674.093.3/4.001

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗКИ ЛЕСОПРОДУКЦИИ НА СКЛАДАХ

Л. Е. ЧИВИКСИН

Архангельский лесотехнический институт

В общем объеме работ на лесных складах, особенно на лесоперевалочных базах, в лесных портах значительное место занимают внутрискладские перевозки лесопродукции. В связи с этим весьма актуальны научный анализ и оптимизация процесса перевозки лесопродукции на таких складах. Нами предпринята попытка решить поставленные задачи методами теории массового обслуживания.

Внутрискладскую перевозку лесопродукции обычно осуществляют лесовозными автомашинами, автосамосвалами, тракторами и другими транспортными средствами; погрузочно-разгрузочные работы производят с помощью консольно-козловых, башенных кранов, автопогрузчиков и других механизмов. В совокупности транспортно-погрузочные средства можно рассматривать как систему массового обслуживания, у которой входящим потоком (потоком требований или заявок) является поток транспортных средств, а обслуживающим устройством (каналами обслуживания) — погрузочно-разгрузочные механизмы. Накопителем для транспортных средств служат складские дороги.

Если в момент прибытия транспортной единицы к грузовой точке погрузочные механизмы заняты, то транспортные средства простаивают (ждут очереди); если транспортные средства отсутствуют, то погрузочные механизмы простаивают. Кроме того, внутрискладской транспорт работает по замкнутому циклу: транспортные средства после разгрузки возвращаются к местам погрузки. Следовательно, совокупность транспортных средств и погрузочно-разгрузочных механизмов можно рассматривать как замкнутую систему массового обслуживания с ожиданием. Дисциплина очереди естественная: в первую очередь обслуживается та транспортная единица, которая раньше подойдет.

Параметры рассматриваемой системы: число каналов обслуживания или число погрузочно-разгрузочных механизмов  $n$ ; интенсивность (плотность) поступления требований или среднее количество транспортных единиц, поступающих в единицу времени,  $\lambda$ ; интенсивность обслуживания  $\mu$ ; количество транспортных единиц, находящихся в обращении (на линии),  $m$ .

Один из основных вопросов при решении задач методами теории массового обслуживания — установление характера потока требований и закономерностей распределения времени обслуживания их. В связи с этим нами в Маймаксанском лесном порту в течение 44 смен проведены наблюдения (фотохронометраж) за поступлением автомашин к разделочным цехам и к местам складирования при перевозке балансов. Одновременно проведены аналогичные наблюдения за продолжительностью обслуживания автомашин (погрузки-разгрузки балансов) башенными кранами БКСМ-14ПМ и автопогрузчиками 4045Л. Всего за время наблюдений обслужено свыше 10 тыс. автомашин.

В процессе хронометража фиксировали нагрузку на рейс, время прибытия и отправления автомашин к грузовым точкам, время нахождения их в очереди, длительность погрузки-разгрузки.

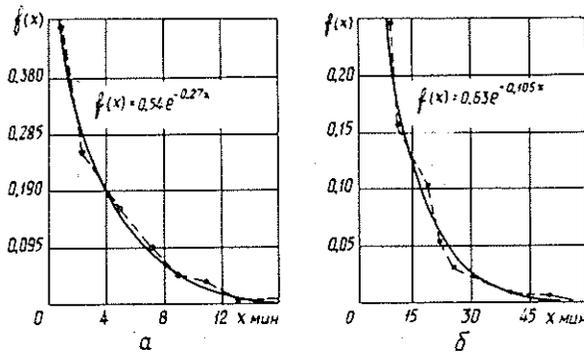


Рис. 1. Распределение интервалов поступления автомашин.  
 а — на склад хранения балансов; б — к разделочным цехам.

Статистическую обработку данных наблюдений производили по методике А. К. Митропольского [3]. Установлено (рис. 1), что статистические распределения интервалов поступления смежных автомашин к грузовым точкам (пунктирные линии) соответствуют показательному распределению (сплошные линии), плотность вероятности которого математически выражается уравнением

$$f(x) = \lambda e^{-\lambda x}. \tag{1}$$

Проверка по критерию  $\chi^2$  Пирсона при уровне значимости  $p = 0,10$  не опровергла сходности эмпирических распределений с теоретическими.

Следовательно, длительность интервалов поступления требований к погрузочно-разгрузочным механизмам можно принять распределенной по показательному закону, а поток транспортных средств — простейшим (пуассоновским).

Продолжительность обслуживания автомашин (погрузки-разгрузки сортиментов), как показали наблюдения, описывается различными законами распределения: Эрланга, показательным, нормальным, логарифмически нормальным. Однако известно, что наиболее стохастична (т. е. наиболее неблагоприятна) продолжительность обслуживания с показательным распределением. Поэтому в дальнейших расчетах время обслуживания требований можно также принять распределенным по показательному закону.

При этих условиях основные характеристики работы транспортно-погрузочных средств как замкнутой системы массового обслуживания с ожиданием могут быть определены по формулам работ [1, 4].

Вероятность простоя одновременно всех погрузочных или разгрузочных механизмов

$$P_0 = \left[ \sum_{k=0}^n \frac{m! \varphi^k}{(m-k)! k!} + \sum_{k=n+1}^m \frac{m! \varphi^k}{n! (m-k)! n^{k-n}} \right]^{-1}, \tag{2}$$

где  $\varphi$  — параметр системы;

$$\varphi = \frac{\lambda}{\mu}; \quad \lambda = \frac{1}{t_p}; \quad \mu = \frac{1}{t_{обс}}.$$

Здесь  $t_p$  — длительность рейса транспортных средств;  
 $t_{\text{обс}}$  — продолжительность обслуживания транспортной единицы.

Средняя длина очереди (число транспортных средств, простаивающих в ожидании обслуживания)

$$m_{\text{оч}} = \sum_{k=n+1}^m (k-n) \frac{m! \varphi^k}{(m-k)! n! n^{k-n}} P_0. \quad (3)$$

Среднее число транспортных средств, находящихся в узле обслуживания,

$$m_0 = m_{\text{оч}} + \sum_{k=1}^n \frac{m! \varphi^k}{(m-k)! k!} P_0. \quad (4)$$

Среднее число простаивающих погрузочных или разгрузочных механизмов

$$n_0 = \sum_{k=0}^{n-1} \frac{(n-k) m! \varphi^k}{k! (m-k)!} P_0. \quad (5)$$

Коэффициент использования транспортных средств

$$k_{\text{н.т}} = \frac{m - m_0}{m}. \quad (6)$$

Коэффициент использования погрузочно-разгрузочных механизмов

$$k_{\text{н.м}} = \frac{n - n_0}{n}. \quad (7)$$

Абсолютная пропускная способность системы (объем перевозки)

$$A = (n - n_0) \rho q = (m - m_0) \lambda q, \quad (8)$$

где  $q$  — нагрузка на рейс.

Зависимости (2) — (8) позволяют количественно оценить влияние различных факторов на эффективность работы транспортно-погрузочных средств при перевозке лесопродукции на складах. Более того, имея возможность количественной оценки влияния различных факторов на эффективность внутрискладской перевозки лесопродукции, рассматриваемую систему можно исследовать на оптимальность по тем или иным показателям (в зависимости от принятого критерия оптимальности).

Обычно при оценке работы систем массового обслуживания в качестве обобщающего показателя рекомендуется принимать минимум суммарных издержек от простоя требований и обслуживающих устройств [2], которые можно определить из выражения

$$S = C_m m_0 + C_n n_0, \quad (9)$$

где  $C_m$  — стоимость простоя одного требования;  
 $C_n$  — стоимость простоя обслуживающего устройства.

Однако нам представляется, что при перевозке лесопродукции на складах целесообразно в качестве критерия оптимальности принимать не общие, а удельные издержки от простоя механизмов

$$S_{\text{уд}} = \frac{S}{A}. \quad (10)$$

Применение вышеизложенной методики рассмотрим на следующем примере. При перевозке лесопродукции от разделочных цехов на склад хранения, оснащенный четырьмя однотипными кранами, работает 6 автомашин. Средняя нагрузка на рейс  $q = 9 \text{ м}^3$ , длительность рейса  $t_p = 30 \text{ мин}$  ( $\lambda = 2 \text{ маш/ч}$ ), продолжительность разгрузки одной автомашины краном  $t_{обс} = 10 \text{ мин}$  ( $\mu = 6 \text{ маш/ч}$ ). Исследуем эффективность процесса перевозки в зависимости от числа работающих кранов на складе.

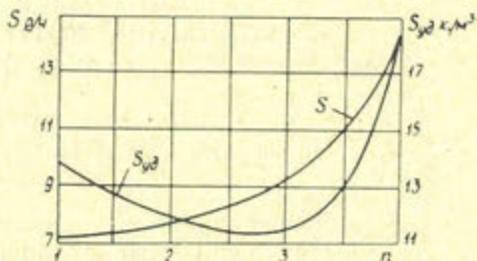
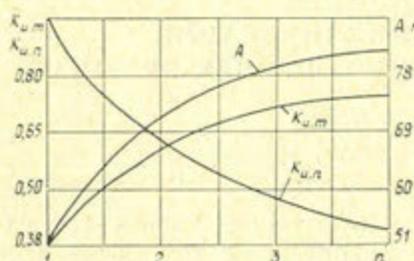


Рис. 2. Зависимость показателей работы механизмов от числа работающих кранов.

Рис. 3. Зависимость стоимости простоя механизмов от числа работающих кранов.

Некоторые показатели работы автомашин и кранов, полученные в соответствии с формулами (2) — (8) при различном числе работающих кранов, приведены на рис. 2, из которого видно, что с увеличением количества работающих кранов резко сокращаются простои автомашин на складе в ожидании разгрузки и повышается пропускная способность системы, в то же время существенно снижается эффективность использования кранов.

Так, например, при работе одного крана коэффициент использования автомашин  $k_{и.т}$  не превышает 0,40, а крана — близок к единице; при работе четырех кранов  $k_{и.т} = 0,75$  и  $k_{и.п} = 0,43$ .

Результаты расчета стоимости простоя механизмов в соответствии с формулами (9), (10) приведены на рис. 3 (стоимость простоя автомашин с учетом капиталовложений  $C_m = 3 \text{ р./ч}$ , кранов —  $C_k = 6 \text{ р./ч}$ ).

Из рис. 3 видно, что суммарные издержки от простоя механизмов минимальны при работе одного крана. Однако, удельные издержки от простоя механизмов при работе трех кранов меньше, чем при работе одного крана, на 2,1 к./м<sup>3</sup>, или на 15,4%. Если учесть, что при том же количестве работающих на линии автомашин в последнем случае можно перевезти лесопродукции больше на 28,5 м<sup>3</sup>, или на 55,6% (рис. 2), то, видимо, организация работ на складе с тремя кранами выгоднее.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Вентцель Е. С. Исследование операций. — М.: Сов. радио, 1972. — 552 с.  
 [2] Кофман А., Крюков Р. Массовое обслуживание. Теория и приложения. — М.: Мир, 1965. — 320 с. [3] Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. — М.: Наука, 1971. — 576 с. [4] Новиков О. А., Петухов С. И. Прикладные вопросы теории массового обслуживания. — М.: Сов. радио, 1969. — 400 с.

Поступила 29 октября 1980 г.

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630\*8

**МЕТОДЫ И ПРИНЦИПЫ  
ЭКОНОМИЧЕСКОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ  
КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛЕСНЫХ РЕСУРСОВ**

А. П. ПЕТРОВ, Б. А. ЧЕРНЕ

Ленинградская лесотехническая академия, НПО «Сплава»

В настоящее время комплексное использование лесных ресурсов сдерживается трудностями различного характера, в том числе необходимостью привлечения дополнительных трудовых и материальных ресурсов и капитальных вложений. Поэтому возникает необходимость в разработке и осуществлении системы мероприятий, которые стимулировали бы предприятия к комплексному использованию лесных ресурсов.

В качестве важнейшего мероприятия предлагается найти пути совершенствования механизма экономического стимулирования применительно к предприятиям, осуществляющим использование лесных ресурсов в различных формах. Совершенствование экономического стимулирования требует, в первую очередь, учета полноты и комплексности использования лесных ресурсов, что может быть достигнуто введением новых оценочных показателей, измеряющих эффективность производственной деятельности предприятий.

Возможная система организации экономического стимулирования комплексного использования лесных ресурсов представлена на рис. 1. Главными элементами системы являются: реальные лесные ресурсы, освоенные лесные ресурсы, показатели уровня комплексного использования лесных ресурсов и роста этого уровня, соответствующие нормативы отчислений в фонды экономического стимулирования.

Под реальными лесными ресурсами следует понимать их объем, подлежащий изъятию с 1 га лесного фонда в течение года с учетом условий их лесоводственной и экономической доступности, а также при соблюдении лесохозяйственных и природоохранных интересов. Под освоенными лесными ресурсами понимается фактически заготавливаемый их объем.

Для определения показателей роста уровня комплексного использования лесных ресурсов предлагается система частных показателей, оценивающих уровень освоения лесных ресурсов по их видам и измеряющих изменения уровня освоения за данный период. Предлагаемая система показателей основана на использовании: 1) таксационных и лесоустроительных материалов, содержащих сведения и данные о наличии реальных лесных ресурсов на площадях лесного фонда предприятий; 2) статистической отчетности предприятий о фактических объемах освоенных ресурсов. Предлагаемые показатели определяются по формулам.

1)  $U_i$  — уровень освоения  $i$ -того вида ресурсов

$$U_i = \frac{R_i^0}{R_i^P}, \quad (1)$$

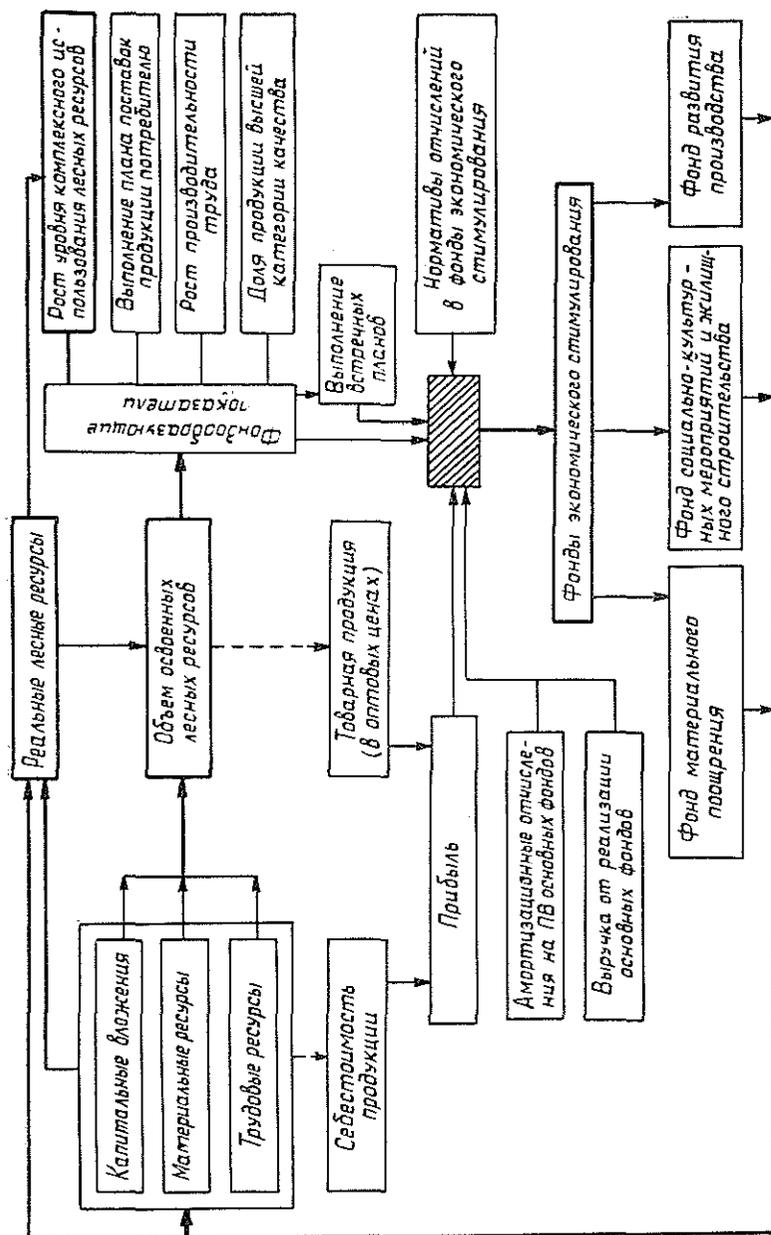


Рис. 1. Система организации экономического стимулирования комплексного использования лесных ресурсов.

где  $R_i^0$  — объем  $i$ -того вида освоенных ресурсов;  
 $R_i^P$  — объем  $i$ -того вида реальных ресурсов.

Показатели  $R_i^0$  и  $R_i^P$  устанавливают в денежном и натуральном выражении; при полном освоении объема реальных ресурсов  $U_i = 1,0$ .

Объем реальных ресурсов предпочтительнее устанавливать на пятилетний период, хотя в ряде случаев возможно планирование ресурсов на более короткий период. При изменении ресурсов по тем или иным, не зависящим от предприятий причинам возможна корректировка установленного уровня освоения лесных ресурсов.

2)  $U$  — уровень комплексного освоения лесных ресурсов по всем видам ресурсов, подлежащим освоению,

$$U = \sum_{i=1}^n q_i U_i = \sum_{i=1}^n q_i \frac{R_i^O}{R_i^P}, \quad (2)$$

где  $n$  — количество всех видов ресурсов, подлежащих освоению;  
 $q_i$  — доля  $i$ -того вида реальных ресурсов в общей товарной продукции, получаемой с 1 га площади лесного фонда.

В случае полного освоения лесных ресурсов по всем видам  $U = 1,0$ .

Учитывая, что показатели  $U_i$  и  $U$  отражают только абсолютный уровень освоения лесных ресурсов, представляет определенный интерес расчет показателей, оценивающих изменение этого уровня за определенное время. Такими показателями являются:

1)  $\Delta U_i$  — изменение уровня освоения  $i$ -того вида лесных ресурсов.

$$\Delta U_i = \left( \frac{U_i}{U_i'} - 1 \right) \cdot 100, \quad (3)$$

где  $U_i'$  — уровень освоения  $i$ -того вида лесных ресурсов в базовом периоде\*;

2)  $\Delta U$  — изменение уровня комплексного освоения лесных ресурсов по всем видам ресурсов, подлежащим освоению,

$$\Delta U = \left( \frac{U}{U'} - 1 \right) \cdot 100, \quad (4)$$

где  $U'$  — уровень комплексного освоения лесных ресурсов по всем видам ресурсов в базовом периоде.

Применение предложенной системы показателей демонстрируется с помощью условного примера, приведенного в таблице.

Уровень освоения лесных ресурсов в целом и по видам может быть установлен также с использованием графического метода (рис. 2). Этот метод позволяет:

1) установить неиспользованные резервы при освоении лесных ресурсов;

2) рассчитать объем товарной продукции, получаемой с 1 га лесного фонда, при том или ином уровне освоения лесных ресурсов;

3) разработать программу освоения реальных ресурсов с учетом рентабельности, трудоемкости использования отдельных видов ресурсов.

Основой применения графического метода является оценка реальных и освоенных лесных ресурсов в денежном выражении через определение товарной продукции с 1 га лесного фонда.

Проиллюстрируем применение графического метода с использованием условного примера. Горизонтальная ось фиксирует объем лесных ресурсов, получаемых с 1 га лесного фонда, реальный объем которых принимается за 100 %. Формирование ресурсов осуществлено в последовательности, определяемой уровнем рентабельности их освоения (наиболее рентабельные ресурсы занимают на оси левое положение: заготовка деловой древесины, дровяной древесины, отходов лесозаготовок, продукции прочего производства, живицы, грибов, ягод).

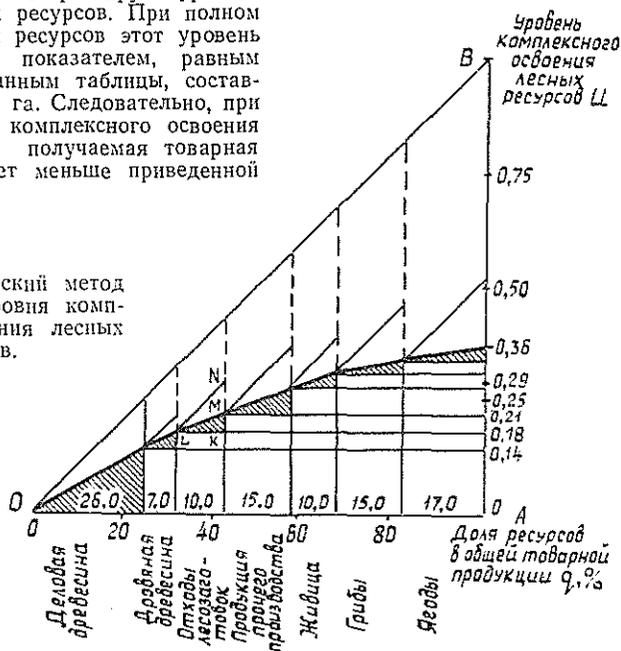
\* Здесь и далее под базовым следует понимать период, предшествующий периоду планирования и оценки использования лесных ресурсов.

Вид лесных ресурсов, подлежащих освоению	1978 г. (базовый период)				1979 г. (планируемый период)		
	Лесные ресурсы (на 1 га)		Доля <i>i</i> -того вида ресурсов $q_i$	Уровень освоения <i>i</i> -того вида ресурсов $U_i$	Освоенные лесные ресурсы (на 1 га) $R_i^O$	Уровень освоения <i>i</i> -того вида ресурсов $U_i$	Изменение уровня освоения <i>i</i> -того вида ресурсов $\Delta U_i$
	реальные $R_i^P$	освоенные $R_i^O$					
Деловая древесина	221,3	120,4	0,26	0,544	123,0	0,556	+0,012
	33,80	18,40			18,80		
Дровяная древесина	180,0	99,9	0,07	0,555	102,8	0,571	+0,016
	9,10	5,05			5,20		
Отходы лесозаготовок	205,0	62,3	0,10	0,304	67,7	0,300	-0,004
	13,00	3,95			3,90		
Продукция прочего производства	—	—	0,15	0,400	—	0,400	0,000
	19,50	7,80			7,80		
Живица	0,022	0,007	0,10	0,327	0,007	0,333	+0,006
	13,00	4,25			4,33		
Грибы	0,040	0,005	0,15	0,136	0,005	0,132	-0,004
	19,50	2,66			2,57		
Ягоды	0,030	0,145	0,17	0,191	0,145	0,190	-0,001
	2,710	4,22			4,20		
Всего	—	—	1,00	—	—	—	—
	130,00	46,33			46,80		

Примечание. В числителе данные в натуральном выражении (деловая, дровяная древесина и отходы лесозаготовок — м<sup>3</sup>; живица, грибы и ягоды — т), в знаменателе — в стоимостном (товарная продукция), р. Уровень комплексного освоения лесных ресурсов в базовом периоде  $U' = 0,356$ ; в планируемом  $U = 0,360$ ; изменение уровня комплексного освоения лесных ресурсов  $\Delta U = +0,004$ .

Вертикальная ось фиксирует уровень освоения лесных ресурсов. При полном освоении лесных ресурсов этот уровень характеризуется показателем, равным 1,00, что, по данным таблицы, составляет 130 р. на 1 га. Следовательно, при другом уровне комплексного освоения лесных ресурсов получаемая товарная продукция будет меньше приведенной цифры.

Рис. 2. Графический метод определения уровня комплексного освоения лесных ресурсов.



Графическая схема позволяет определить показатели уровня освоения отдельных видов лесных ресурсов или их сочетаний.

Проиллюстрируем сказанное примером: оценим возможности увеличения объема товарной продукции за счет освоения отходов лесозаготовок. Точка  $L$ , спроектированная на ось  $AB$ , определяет уровень использования лесных ресурсов при заготовке только деловой и дровяной древесины ( $U_{2-2} = 0,18$  — в масштабе шкалы  $AB$ ). При вовлечении в переработку отходов лесозаготовок уровень освоения всех ресурсов определяется точкой  $M$ , которая будучи спроектированной на ось  $AB$  определяет отрезок  $U_{1-3} = 0,21$ , т. е. при использовании отходов лесозаготовок коэффициент  $U_i$  повышается на 0,03. Отрезок  $MN$  в масштабе шкалы  $AB$  показывает резервы, которые могут быть использованы при вовлечении в переработку всей массы отходов. Эти резервы находят по разнице значений  $0,28 - 0,21$ , что означает дополнительный съем товарной продукции в размере  $130 \times 0,07 = 9,1$  р. В целом неиспользованные резервы составляют  $130 \cdot (1,00 - 0,36) = 83,2$  р.

Таким путем представляется возможность с использованием графического метода оценивать по объему товарной продукции эффективность любых вариантов освоения лесных ресурсов, различающихся набором получаемой продукции.

Достоверность выводов зависит от способов исчисления реальных лесных ресурсов, а также вариантов освоения лесных ресурсов, различающихся сочетанием их видов, технологией и техникой производства.

Для любого предприятия уровень использования лесных ресурсов как в целом, так и по видам ограничен, прежде всего, наличием производственных ресурсов (рабочая сила, капитальные вложения, материальные ресурсы). Кроме этого, большое значение имеют экологические факторы, поскольку все виды лесных ресурсов воспроизводимы, что, естественно, ограничивает интенсивность их использования. Дело в том, что при высокой степени интенсивности использования лесных ресурсов возникают дополнительные затраты на их воспроизводство. Поэтому в каждом конкретном случае показатели  $U_i$  и  $U$  должны быть различны по отдельным предприятиям. По нашему мнению, ограниченность лесных ресурсов в условиях их интенсивной эксплуатации заставляет находить меры экономического воздействия на предприятия в плане обеспечения рационального и комплексного освоения всех компонентов лесных ресурсов. Одним из таких мероприятий должно стать введение предложенных коэффициентов  $U_i$ ,  $U$ ,  $\Delta U_i$  и  $\Delta U$  в число показателей, оценивающих эффективность деятельности предприятий. Это позволит: установить динамику изменения показателей полноты и комплексности использования лесных ресурсов; проанализировать влияние различных факторов, возникающих в сферах лесопромышленной и лесохозяйственной деятельности, на величину товарной продукции и прибыли, получаемой с 1 га лесной площади.

По нашему мнению, для ряда районов страны с высокой степенью интенсивности использования лесных ресурсов правомерно включение таких показателей в число фондообразующих, так как при этом через образование фондов стимулирования будет усилена заинтересованность предприятий в улучшении использования лесных ресурсов. Для решения этого необходимо провести специальные исследования, направленные на выявление зависимостей между результатами производственной деятельности предприятий (товарная продукция, прибыль, нормативная чистая продукция), затратами производственных ресурсов и степенью использования лесных ресурсов.

УДК 338:674:65.014

## К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОРГАНИЗАЦИОННЫХ ЕДИНИЦ В СТРУКТУРАХ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

О. М. РИХТЕР

Львовский лесотехнический институт

При построении организационной структуры\* предприятия необходимо руководствоваться рядом правил формирования ее отдельных организационных единиц. Для определения правильности построения с позиций этих правил существует общепринятая формула [3, с. 94—97]:

$$B = \frac{C_y}{C_0}, \quad (1)$$

где  $B$  — коэффициент, характеризующий соответствие числа органов управления, созданных с учетом рекомендуемых условий их формирования, общему числу органов управления предприятия;

$C_y$  — фактическое число органов управления на данном предприятии, соответствующих условиям их формирования;

$C_0$  — общее фактическое число органов управления на данном предприятии.

Однако практическое применение этой формулы при анализе организационных структур деревообрабатывающих предприятий позволило убедиться в ее несовершенстве.

Так, применение формулы (1) затруднительно в связи с неопределенностью употребленного термина «орган управления». В специальной литературе под органом управления одни авторы понимают организационную структуру в целом [1], другие — ее относительно самостоятельные части [4, с. 59]. Неопределенность понятия «орган управления» не дает возможности применить единый подход при исчислении показателей  $C_y$  и  $C_0$ , что может привести к получению различных результатов при определении коэффициента  $B$  различными экспертами. В качестве относительно самостоятельных частей управления предприятием можно выделить отделы, бюро, группы, а также отдельных исполнителей, находящихся вне этих структурных элементов. Исполнителей же, включенных в их состав, на наш взгляд, нельзя называть органами управления предприятием. В данном случае они выступают как элементы этих органов. Можно допустить, что авторы [3] под органами управления понимают «организационные единицы». Однако даже в таком случае формула (1) имеет существенный недостаток, поскольку при исчислении коэффициента  $B$  подразделения, не соответствующие одновременно нескольким требованиям их построе-

\* Под организационной структурой предприятия понимается состав и соподчиненность организационных единиц, созданных для выполнения определенных функций управления в целях достижения поставленных перед предприятием задач. В качестве организационной единицы может выступать отдел, бюро, группа или отдельный исполнитель, находящийся в составе упомянутых подразделений или обособленно от них.

ния, войдут в расчет только один раз, что значительно завьсит этот показатель.

На практике встречаются факты, когда отдел, несмотря на малочисленность работников, имеет в своей структуре должность заместителя начальника отдела, а также нарушения в соотношении численности исполнителей и старших специалистов. К примеру, в отделе главного механика и энергетика Днепропетровского мебельного комбината, являющегося головным предприятием производственного деревообрабатывающего объединения Днепропетровскдрев, введена должность заместителя главного механика, хотя, согласно рекомендациям, эта должность может быть введена только при численности работников в отделе не менее 10 человек. Кроме того, в этом же отделе выделены две должности старших специалистов по технике безопасности без наличия в подчинении хотя бы двух исполнителей. При расчете коэффициента  $B$  такой отдел будет учтен, как несоответствующий требованиям формирования, только один раз и будет поставлен в равные условия с тем подразделением, где наблюдается несоответствие только какому-либо одному требованию (например, в планово-экономическом отделе этого же предприятия имеются диспропорции только в соотношении численности исполнителей и старших специалистов).

На наш взгляд, для оценки организационной структуры предприятия с позиций соблюдения правил построения ее отдельных организационных единиц может быть применена формула

$$K = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{C'_i}{C_i}, \quad (2)$$

где  $K$  — коэффициент, характеризующий уровень соответствия организационной структуры требованиям формирования отдельных организационных единиц;

$m$  — число требований, предусмотренных отраслевыми нормативными материалами к формированию отдельных организационных единиц;

$C'_i$  — число организационных единиц, соответствующих  $i$ -тому требованию;

$C_i$  — общее число организационных единиц в структуре, к которым  $i$ -тое требование предъявляется.

В соответствии с требованиями, предъявляемыми к отдельным организационным единицам в структурах деревообрабатывающих предприятий [2, с. 10—11], формула (2) принимает такой вид:

$$K = \frac{1}{7} \left( \frac{K'_0}{K_0} + \frac{K'_c}{K_c} + \frac{K'_{c,m}}{K_{c,m}} + \frac{K'_n}{K_n} + \frac{K'_{z,n,n}}{K_{z,n,n}} + \frac{K'_{z,n,o}}{K_{z,n,o}} + \frac{K'_0}{K_0} \right), \quad (3)$$

где  $K'_0$  — число отделов, созданных при наличии определенной, предусмотренной нормативными материалами численности работников;

$K_0$  — число всех отделов на предприятии;

$K'_c$  — число старших специалистов, имеющих требуемое нормативными материалами число подчиненных им специалистов;

$K_c$  — общее число старших специалистов;

$K'_{c,m}$  — число старших мастеров, имеющих требуемое нормативными материалами число подчиненных им мастеров;

- $K_{с.м}$  — общее число старших мастеров;  
 $K'_{ц}$  — число цехов, созданных при наличии численности рабочих, соответствующей нижнему рекомендуемому пределу;  
 $K_{ц}$  — число всех цехов;  
 $K'_{з.н.ц}$  — число заместителей начальников цехов, назначенных в соответствии с нормативными материалами;  
 $K_{з.н.ц}$  — число всех заместителей начальников цехов;  
 $K'_{з.н.о}$  — число заместителей начальников отделов, назначенных в соответствии с нормативными материалами;  
 $K_{з.н.о}$  — число всех заместителей начальников отделов;  
 $K'_6$  — число бюро, созданных с численностью, соответствующей нормативам;  
 $K_6$  — число всех бюро на предприятии.

На примере головного предприятия производственного деревообрабатывающего объединения Днепропетровскдрев приводим данные о коэффициентах соответствия организационной структуры требованиям, предъявляемым к построению отдельных организационных единиц, исчисленных по методике НИИтруда [3] и по предлагаемой методике:

$$B = 0,70; \quad K = 0,46; \quad \frac{K'_o}{K_o} = 0,93; \quad \frac{K'_c}{K_c} = 0,28; \quad \frac{K'_{с.м}}{K_{с.м}} = 0,55; \quad \frac{K'_{ц}}{K_{ц}} = 0,50;$$

$$\frac{K'_{з.н.ц}}{K_{з.н.ц}} = 0; \quad \frac{K'_{з.н.о}}{K_{з.н.о}} = 0,50. \text{ Сравнение этих данных показывает, что коэф-}$$

фициент, характеризующий организационную структуру Днепропетровского мебельного комбината с позиций соблюдения правил формирования организационных единиц, исчисленный с помощью формулы (1), в 1,5 раза выше рассчитанного по предлагаемой методике. Разница объясняется комплексным подходом к соблюдению требований к построению отдельных организационных единиц.

С помощью формулы (3) проанализированы показатели, характеризующие соблюдение этих правил в структурах головных предприятий производственных объединений Минлеспрома УССР. Расчеты показали, что наиболее часто несоблюдение нормативов наблюдается при вводе должностей заместителей начальников отделов. Значение частного показателя, характеризующего уровень соблюдения рекомендуемой численности в отделе при выделении должности заместителя начальника, в группе анализируемых предприятий колеблется от 0,20 (объединение Кировоградмебель) до 0,60 (объединение Харьковдрев). В общей совокупности анализируемых предприятий этот показатель в среднем составил 0,42.

В целом показатель, характеризующий организационные структуры с позиций всех требований, предъявляемых к формированию отдельных организационных единиц по головным предприятиям производственных объединений указанного министерства, варьирует от 0,46 (объединения Днепропетровскдрев и Киевдрев) до 0,77 (объединение Донецкмебель). Более половины анализируемых структур предприятий только на 50 % соответствует требованиям, предусмотренным действующими нормативными материалами в части формирования отдельных организационных единиц.

Формула (2), в отличие от формулы (1), позволяет учесть наличие всех факторов отклонений от предусмотренных нормативами требований, предъявляемых к построению отдельных элементов организационных структур, и дает возможность проводить сравнительный анализ

качества построения организационных структур различных производственных объектов.

#### ЛИТЕРАТУРА

[1]. Вишняков В. Г. Структура и штаты органов советского государственного управления. — М.: Наука, 1972. [2]. Временные нормативы численности ИТР и служащих предприятий и производственных объединений деревообрабатывающей промышленности. — М., 1978. [3]. Построение аппарата управления на предприятиях и в производственных объединениях: Межотраслевые методические рекомендации. — М.: НИИТруда, 1974. [4]. Управление социалистическим промышленным предприятием: Справочно-методическое пособие/ Под ред. В. П. Махнорылова. — Киев: Техніка, 1974.

Поступила 20 мая 1980 г.

УДК 676:658.386-057.4

### ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО ЦИКЛАМ

А. П. ИВАНОВ

Ленинградский технологический институт ЦБП

В подготовке специалистов для народного хозяйства наша страна достигла выдающихся успехов. Они предопределены подлинно демократическим характером самой системы образования: бесплатное обучение и наличие широких возможностей получения избранной специальности. Но являясь бесплатным для обучающихся, образование не бесплатно для государства. Ежегодно на развитие образования оно расходует миллиарды рублей. При этом государству не безразлична «рентабельность» этих затрат. Выступая на Всесоюзном слете студентов, Генеральный секретарь ЦК КПСС, Председатель Президиума Верховного Совета СССР Л. И. Брежнев подчеркнул, что выделенные на нужды образования средства должны использоваться наиболее эффективно и рационально [1].

К настоящему времени исследователями предложен ряд способов изучения и выявления эффективности затрат на образование, однако в целом эту задачу нельзя считать решенной. В свете важных и ответственных задач, выдвинутых партией и правительством перед высшей школой в постановлении «О дальнейшем развитии высшей школы и повышении качества подготовки специалистов» [2], исследования в этой области становятся особенно необходимыми.

Представляется, что актуальное значение имеет изучение эффективности затрат на образование по циклам подготовки специалистов. Цикл подготовки специалиста — это совокупность последовательных стадий его обучения, начинающихся с общеобразовательной школы и завершающихся получением той или иной специальности.

В действующей в нашей стране системе образования можно выделить ряд возможных циклов получения специального образования (см. таблицу).

Каждый цикл имеет свою длительность подготовки, но принципиальное различие между ними предопределяется не завершающей, а, главным образом, предшествующей ей стадией. Как показывает таблица, продолжительность обучения на стадиях, предшествующих обучению в вузе, составляет по циклам от 10 до 14 лет.

Каждый цикл подготовки специалистов имеет и свою «стоимость», т. е. выраженные в денежной форме общественные затраты за

весь срок обучения — с момента поступления в школу до окончания специального учебного заведения. С теоретической точки зрения исходную модель полной стоимости подготовки специалиста по любому циклу можно представить так:

$$C_j = \sum_{i=2}^m \mu_{ij} (P_i + U_i),$$

где  $C_j$  — полная стоимость подготовки специалиста  $j$ -того уровня квалификации, р.;

$P_i$  — общая сумма затрат, связанных с  $i$ -той стадией подготовки специалиста, р.;

$U_i$  — общая сумма потерь прибавочного продукта, связанных с подготовкой специалиста на  $i$ -той стадии, р.;

$\mu_{ij}$  — доля затрат  $i$ -той стадии, включаемая в стоимость подготовки специалиста  $j$ -того уровня квалификации,  $0 \leq \mu \leq 1$ ;

$m$  — число стадий подготовки специалистов  $j$ -того уровня квалификации.

По методике, разработанной в Ленинградском технологическом институте целлюлозно-бумажной промышленности применительно к этой модели, проведены расчеты полной стоимости различных циклов подготовки специалистов для данной отрасли с высшим и средним специальным образованием в период 1961—1975 гг.\* Их результаты отражены в таблице.

Циклы подготовки специалистов с образованием	Стадии обучения и подготовки						Общая продолжительность цикла, лет	Полная стоимость подготовки специалиста, тыс. р., разных форм обучения		
	8 классов средней школы	Средняя школа	Среднее профессионально-техническое училище	Подготовительное отделение при вузе	Среднее специальное учебное заведение	Высшее учебное заведение		Дневной	Вечерней	Заочной
Средним специальным										
I	+	—	—	—	+	—	12-13	7,9	3,9	3,8
II	—	+	—	—	+	—	12-14	6,0	4,2	4,1
Высшим										
I	—	+	—	—	—	+	15-17	14,4	9,4	7,7
II	—	+	—	+	—	+	16-18	16,7	11,7	9,9
III	+	—	—	—	+	+	17-19	19,9	11,0	9,1
IV	+	—	+	—	—	+	16-17	14,3	9,3	7,6
V	—	+	—	—	+	+	17-20	18,0	11,2	9,4
VI	+	—	+	+	—	+	17-18	16,5	11,6	9,8
VII	—	+	+	—	—	+	16-18	14,9	9,9	8,1
VIII	—	+	+	+	—	+	17-19	17,1	12,1	10,3

Примечание. Знаком плюс отмечены стадии, которые входят в данный цикл подготовки специалиста.

Как видим, даже при одной (дневной) форме обучения стоимость цикла подготовки каждого специалиста с высшим образованием изме-

\* Расчет затрат на подготовку специалистов с высшим образованием проведен с использованием данных Ленинградского технологического института ЦБП, Ленинградской лесотехнической академии и Сибирского технологического института, на подготовку специалистов со средним образованием — данных Ленинградского техникума целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности, а также Краснокамского, Марийского и Сокольского целлюлозно-бумажных техникумов за 1970—1975 гг.

няется от 14,3 до 19,9 тыс. р. Если же сопоставить стоимость различных циклов по разным формам обучения, то разница еще более внушительна: от 7,6 до 19,9 тыс. р., т. е. более чем в 2,6 раза.

Самый короткий и меньший по затратам — первый цикл. Он наиболее привлекателен для молодежи: сегодня около 75 % студентов дневного обучения избирают для себя именно этот цикл. Но самый ли эффективный он для промышленности? Ответ на этот вопрос исследователям еще предстоит дать. Отметим лишь, что введение послевузовской стажировки молодых специалистов, получивших образование в основном по первому циклу, можно в некоторой степени рассматривать как признак того, что эффективность их труда, по крайней мере, в первые годы, не оптимальна.

В настоящее время все будущие специалисты одного профиля обучаются по одной программе, независимо от того, какие стадии подготовки они прошли до поступления в высшее учебное заведение. Так, например, по одному плану и одинаковое время обучаются в вузе и тот, кто поступил сюда после окончания средней школы, и тот, кто окончил среднее специальное заведение. Такое положение нельзя считать бесспорно правильным. В соответствии с постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О мерах по дальнейшему совершенствованию руководства средними специальными учебными заведениями и об улучшении качества подготовки специалистов со средним специальным образованием» [3], обучение в вузе лиц, имеющих среднее специальное образование, может проводиться по сокращенной программе. За практическую реализацию этих возможностей вузовская общественность высказывалась уже неоднократно.

Таблица показывает, что стоимость некоторых циклов подготовки одинакова. Но из этого вовсе не следует, что равноценна эффективность труда обучавшихся по ним специалистов. Необходимость дополнительных исследований здесь также очевидна.

Как известно, в вузы поступают выпускники средних профессионально-технических училищ (по таблице это циклы IV и VI—VIII). Однако в настоящее время их доля среди обучающихся в высших учебных заведениях невелика. Отчасти это предопределено действующими правилами приема в вузы, согласно которым СПТУ имеют право направлять на учебу в вуз до 10 % своих выпускников. Представляется, что выявленная эффективность циклов подготовки специалистов может показать целесообразность внесения тех или иных изменений в это соотношение.

Таким образом, «цикловой» подход значительно расширяет возможности поиска путей повышения эффективности затрат на образование и совершенствования самой подготовки специалистов как для целлюлозно-бумажной, так и для других отраслей лесопромышленности.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Брежнев Л. И. Ленинским курсом. — М.: Политиздат, 1972, т. 3, с. 428.  
[2]. В ЦК КПСС и Совете Министров СССР. О дальнейшем развитии высшей школы и повышении качества подготовки специалистов. — Правда, 1979, 12 июля. [3]. О мерах по дальнейшему совершенствованию руководства средними специальными учебными заведениями и улучшении качества подготовки специалистов со средним специальным образованием: Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 22 августа 1974 г. — В кн.: Решения партии и правительства по хозяйственным вопросам. М.: Политиздат, 1976, т. 10, с. 253—260.

УДК 630\*652

## ОБЛАСТЬ И СПЕЦИФИКА ПРИМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРИВЕДЕННЫХ ЗАТРАТ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Т. А. КИСЛОВА

Львовский лесотехнический институт

Одна и та же конечная цель может быть достигнута с помощью различных средств, в связи с этим при экономическом обосновании лесохозяйственных мероприятий в ряде случаев возникает необходимость в сравнительной экономической оценке вариантов их осуществления. Это относится к мероприятиям, имеющим одну или близкие цели, но различающимся по технологии, технике или способу выполнения, а также соответственно по требующимся для их осуществления затратам. В промышленности и строительстве сравнительная экономическая оценка вариантов, как известно, производится с помощью показателя приведенных затрат:

$$C + E_{\Pi} K = \min, \quad (1)$$

где  $K$  — объем вложений в основные фонды;

$C$  — себестоимость продукции, которая будет получена с помощью этих фондов.

Таким образом, каждый из элементов рассматриваемого показателя относится к различным объектам:  $K$  характеризует стоимость создаваемых по данному варианту основных фондов,  $C$  — себестоимость продукции, обусловленную применением соответствующего варианта капиталовложений.

В лесохозяйственном производстве показатель приведенных затрат применим в тех случаях, когда фигурируют оба составляющие его элемента; т. е. там, где речь идет о выборе наиболее целесообразного варианта вложений в основные фонды, например, при создании объектов, используемых в качестве средств труда. Таковы мероприятия по созданию лесных питомников, постоянных лесосеменных участков, лесосеменных и плодово-ягодных плантаций, а также тех видов мелиоративных насаждений, которые так или иначе участвуют в создании продукции других, смежных производств. К ним относятся полезащитные лесные полосы, противоэрозийные приводомные насаждения, снегозащитные лесные полосы на транспорте и др. В первых двух случаях в качестве элемента  $C$  формулы (1) выступает себестоимость сельскохозяйственной продукции и потребляемой воды, в последнем — среднегодовые затраты на содержание транспортных путей в надлежащем состоянии.

Показатель приведенных затрат в лесном хозяйстве, разумеется, может быть использован, как и в других отраслях, для экономической оценки внедряемой в производство новой техники, при выборе технических средств — марок тракторов, лесопосадочных машин и др.

В тех же случаях, когда сопоставляются отдельные варианты осуществления лесохозяйственных мероприятий, направленных на формирование древесного запаса (например, интенсивность рубок ухода, первоначальная густота лесных культур и т. п.), показатель приведенных затрат для их сравнительной экономической оценки неприменим.

Это объясняется, прежде всего, тем, что при осуществлении подобных мероприятий фигурирует лишь одна стоимостная величина — сумма затрат на выполнение мероприятий по соответствующему варианту. Независимо от того, каким образом рассматривать эту величину (как текущие расходы или же капитальные вложения), она относится к одному и тому же объекту и представляет собой одни и те же затраты.

Кроме того, при сравнительной оценке мероприятий, воздействующих на величину или качество древесного запаса, невыполнимо условие, которое обязательно при использовании показателя приведенных затрат: приведение в сопоставимый вид сравниваемых вариантов, различающихся по своим результатам (объему дополнительной продукции или величине предупреждаемых потерь). Это объясняется тем, что результаты подобных лесохозяйственных мероприятий, как правило, не пропорциональны затратам на их осуществление. Как показывают имеющиеся данные [2], увеличение затрат, связанное, например, с повышением густоты лесных культур, далеко не всегда ведет к возрастанию товарной ценности древесного запаса. То же самое относится и к затратам, обусловленным различной интенсивностью рубок ухода за лесом. Эти примеры можно было бы продолжить.

К выводу об ограниченных возможностях применения показателя приведенных затрат для сравнительной экономической оценки отдельных вариантов осуществления лесохозяйственных мероприятий приходят и другие авторы. Так, Н. А. Моисеев [3] отмечает неприемлемость этого показателя для оценки сравнительной экономической эффективности различных способов лесовозобновления. Полностью соглашаясь с Н. А. Моисеевым, добавим, что метод приведенных затрат по указанным причинам, не может быть использован для сравнительной экономической оценки различных вариантов всех лесохозяйственных мероприятий, проводимых в целях формирования древесного запаса.

Поскольку варианты таких мероприятий различаются между собой не только по требующимся затратам, но и по результатам, показатель их экономической оценки, очевидно, должен отражать указанное обстоятельство. При этом для определения как затрат, так и результатов зачастую нельзя ограничиваться лишь тем мероприятием, варианты которого оцениваются. Как известно, в лесном хозяйстве от способа осуществления того или иного мероприятия в ряде случаев зависят не только затраты на его проведение, но и себестоимость последующих работ. Так, например, от степени интенсивности и метода осветлений зависят интенсивность, а следовательно, и себестоимость последующих прочисток, а зачастую и прореживаний; от первоначальной густоты лесных культур зависят затраты на проведение последующих рубок ухода и т. п. Исходя из этого, при сопоставлении отдельных вариантов того или иного мероприятия необходимо учитывать все связанные с ними затраты на выращивание насаждения, начиная с момента проведения мероприятия и кончая возрастом, в котором перестает сказываться влияние оцениваемого варианта на рост и развитие древостоя. Соответственно, необходимо учитывать и весь эффект при выращивании леса до этого возраста.

Для сравнительной оценки вариантов лесохозяйственных мероприятий, воздействующих на древесный запас, выступающий в данном случае как предмет труда, нами [1, 2] был предложен показатель, представляющий отношение совокупной древесной продукции, создаваемой по данному варианту, к затратам на его осуществление. Наиболее целесообразен вариант, отвечающий условию:

$$\frac{D + P}{Z_{\text{ав}}} = \max, \quad (2)$$

где  $D$  — денежная (таксовая) оценка древесного запаса;

$P$  — поступления от реализации лесопродукции, получаемой от рубок ухода за период выращивания древостоя;

$Z_{\text{ав}}$  — затраты на выращивание леса за тот же период.

По экономическому содержанию выражение  $D + P$  представляет собой объем продукции, созданной и реализованной в течение периода, за который производится сравнение вариантов: древесный запас на корню (оставляемая часть), как и лесопродукция, полученная при рубках ухода (вырубаемая часть), в конечном счете поступает в реализацию. Разница между ними заключается лишь в направлении платежей: суммы, полученные при передаче древесного запаса в рубку, выступают в виде лесного дохода в государственный бюджет, а суммы, вырученные при реализации лесопродукции от рубок ухода, остаются в распоряжении предприятия в качестве операционных средств.

Отмеченная тесная зависимость объемов, а в ряде случаев и содержания последующих работ от характера выполнения предыдущих операций должна учитываться и при сравнительной оценке технических средств с помощью показателя приведенных затрат. Так, например, известно, что изменение техники или способа выполнения работ в пределах лишь одной фазы лесокультурного цикла, как правило, отражается на росте и развитии культур, а следовательно, и на объеме работ в последующих фазах названного цикла. Особенно большое значение в этом отношении, по свидетельству многих как отечественных, так и зарубежных авторов, имеет характер выполнения начальной фазы лесокультурного производства — подготовки почвы.

Из сказанного следует, что реальная оценка сопоставляемых технических средств, внедряемых на любой фазе лесокультурных работ, может строиться лишь на основе результатов, полученных после полного завершения производственного цикла по созданию лесных культур. Соответственно, приведенные затраты по каждому варианту должны отражать все работы по выращиванию культур, начиная с фазы, на которой вводится оцениваемый вариант, и кончая переводом культур в лесопокрытую площадь.

Аналогичное положение создается при выборе технических средств для выполнения лесосечных и других работ, проводимых при рубках главного пользования. В этом случае в показатель приведенных затрат следует включать все работы, начиная от фазы, на которой производится внедрение технических средств, и кончая появлением жизнеспособного хозяйственно ценного подростка, а при искусственном облесении вырубок — переводом культур в лесопокрытую площадь.

В этом заключается основная особенность применения показателя приведенных затрат для экономической оценки технических средств, используемых для выполнения лесокультурных, лесосечных и других работ, характер которых оказывает влияние на объем и стоимость последующих работ, связанных с лесовыращиванием. Кроме того, в тех случаях, когда способ и характер выполнения таких работ влияет на сохранность культур или подростка естественного происхождения, приведенные затраты по каждому из сопоставляемых вариантов следует пересчитать на одинаковое число растений (по варианту, обеспечивающему максимальную сохранность культур или самосева).

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кислова Т. А. К вопросу об экономической оценке лесных культур различной густоты. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1971, № 2, с. 124—127.  
 [2]. Кислова Т. А. Экономические вопросы лесокультурного производства. — Львов: Вища школа, 1974. — 123 с. [3]. Моисеев Н. А. Пути улучшения лесного хозяйства и лесопользования в многолесных районах. — М.: Лесн. пром-сть, 1972. — 158 с.

Поступила 15 декабря 1980 г.

УДК 630\*221.003.13

## К ВОПРОСУ ОБ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РУБОК ГЛАВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ИНТЕНСИВНОГО ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

В. П. ГОЛОВАЩЕНКО, М. В. ДАВИДОВ

Украинская сельскохозяйственная академия

В специальной литературе [1, 2, 8] неоднократно ставился вопрос об усовершенствовании лесоустройства в зоне интенсивного лесного хозяйства, где имеются все предпосылки для организации дифференцированного хозяйства с учетом лесорастительных условий и таксационных особенностей насаждений. Такой подход обоснован не только лесоводственными соображениями, но и с экономической точки зрения.

Для установления экономического эффекта при организации дифференцированного хозяйства в качестве примера нами взяты сосновые и дубовые насаждения II класса бонитета, произрастающие на Украине. За последнее десятилетие здесь собран значительный по объему материал (около 300 пробных площадей в древостоях сосны и дуба), обработка которого позволила установить особенности роста древостоев этих пород [3, 4, 6].

В частности, выявлено, что на Украине примерно половина всей площади, занятой сосной и дубом, представлена древостоями обычного типа роста ( $T_0$ ), а древостой других типов роста ( $T_y$  и  $T_b$ ) занимают соответственно 30 и 20 %\*.

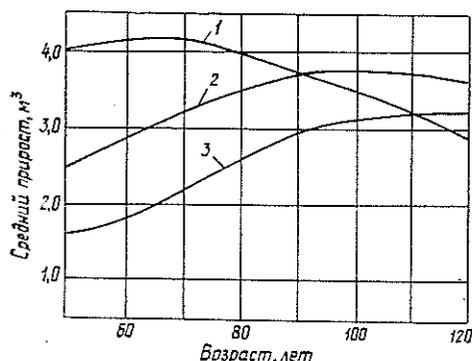


Рис. 1. Изменение с возрастом среднего прироста по крупной и средней деловой древесине в сосновых насаждениях II класса бонитета.

1 — тип роста  $T_y$ ; 2 — тип роста  $T_0$ ; 3 — тип роста  $T_b$ .

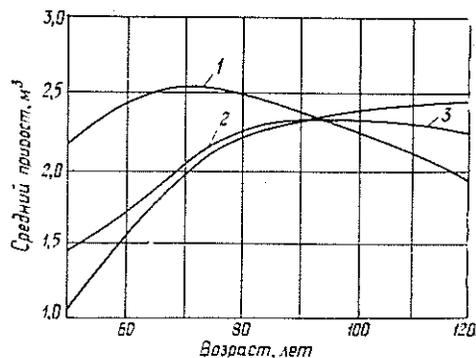


Рис. 2. Изменение с возрастом среднего прироста по крупной и средней деловой древесине в семенных дубовых насаждениях II класса бонитета. Условные обозначения те же.

\* По областям это соотношение может быть иным.

Таблица 1

Тип роста	Возраст, лет	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Запас, м <sup>3</sup> на 1 га	Распределение деловой древесины по крупности, м <sup>3</sup>			Дрова, м <sup>3</sup>
					Крупная	Средняя	Мелкая	
Дубовый древостой								
Т <sub>у</sub>	120	27	33	427	196	61	3	111
	80	22	27	321	59	126	11	84
Т <sub>о</sub>	120	27	35	444	203	65	3	116
	100	25	31	391	119	110	5	101
Т <sub>в</sub>	120	28	37	458	238	42	—	119
Сосновый древостой								
Т <sub>у</sub>	90	24	27	463	135	200	51	28
	70	22	25	420	91	203	56	25
Т <sub>о</sub>	90	24	26	474	120	214	55	28
	90	22	23	418	118	217	79	33
Т <sub>в</sub>	110	25	26	495	126	223	57	40

Таблица 2

Тип роста	Возраст, лет	Стволовая древесина, м <sup>3</sup>	Выход деловых сортиментов, м <sup>3</sup> на 1 га									
			Высоко-сортная древесина	Пилоочник II сорта	Строй-лес	Фанерный краж	Клепочный краж	Шпаль-	Рудстой-ка	Круг-ляк	Мелко-товарная древесина	Дрова, м <sup>3</sup>
Дубовый древостой												
Т <sub>у</sub>	120	427	13	124	10	5	84	—	—	19	5	111
	80	321	8	126	10	2	26	—	—	18	12	84
Т <sub>о</sub>	120	444	14	129	12	5	87	—	—	19	5	116
	160	391	12	130	10	5	59	—	—	17	5	101
Т <sub>в</sub>	120	458	14	123	8	8	98	—	—	28	—	119
Сосновый древостой												
Т <sub>у</sub>	90	463	12	192	76	—	—	47	62	—	—	28
	70	420	6	171	66	—	—	35	67	—	3	25
Т <sub>о</sub>	90	474	8	189	76	—	—	39	78	—	4	28
	90	418	3	155	66	—	—	24	90	—	9	33
Т <sub>в</sub>	110	495	8	197	79	—	—	21	83	—	4	40

Сроки наступления технической спелости находятся в определенной зависимости от типа роста древостоев (рис. 1, 2).

Между тем в УССР (Полюсье и Лесостепь) в лесах II группы установлены единые возрасты рубки главного пользования: для дубовых насаждений II класса бонитета и выше — XII класс возраста (111—120 лет), сосновых — IX класс (81—90 лет). Если сопоставить эти данные с исходными, то оказывается, что принятый в УССР возраст рубки для дубовых насаждений II класса бонитета и выше (XII класс возраста) соответствует оптимальному для насаждений дуба, развивающихся по типу роста Т<sub>в</sub>, а для древостоев других типов (Т<sub>о</sub> и Т<sub>у</sub>) он соответственно ниже — 100 и 80 лет. Для сосновых насаждений принятый в УССР возраст рубки (IX класс) оптимален для обыч-

## Эффект от дифференцированных возрастов рубки

Древостой	Тип роста	Класс и возраст рубки, лет	Таксовая* стоимость на 1 га, тыс. р.	Коэффициент приведения по возрасту	Таксовая стоимость с учетом коэффициента, тыс. р.
Сосновый	T <sub>y</sub>	VIII (71—80)	1,58	1,29	2,03
		IX (81—90)	1,78	1,00	1,78
	T <sub>o</sub>	IX (81—90)	1,78	1,00	1,78
		IX (81—90)	1,78	1,00	1,78
	T <sub>b</sub>	XI (101—110)	1,86	0,82	1,53
		IX (81—90)	1,50	1,00	1,50
Дубовый	T <sub>y</sub>	IX (81—90)	1,76	1,50	2,64
		XII (111—120)	2,53	1,00	2,53
	T <sub>o</sub>	XI (101—110)	2,19	1,20	2,63
		XII (111—120)	2,64	1,00	2,64
	T <sub>b</sub>	XII (111—120)	2,77	1,00	2,77
		XII (111—120)	2,77	1,00	2,77

Примечание. В числителе данные для дифференцированного возраста рубки; \*\* Прейскурант № 07—03, франко-вагон станция отправления [10].

ного типа роста (T<sub>o</sub>), тогда как для древостоев типа T<sub>y</sub> он снижается до 70 лет, а для T<sub>b</sub> повышается до 110 лет.

Установленный факт имеет определенное практическое значение, в чем можно убедиться из приведенных ниже расчетов, свидетельствующих о значительном экономическом эффекте, который может быть получен при организации дифференцированного хозяйства с учетом типов роста древостоев. В табл. 1 и 2 приведены сведения о сортовой структуре древостоев названных пород по категориям крупности деловой древесины и промышленным сортаментам (при полноте 1,0).

Сопоставимость данных (табл. 3) обеспечивается приведением к одному расчетному периоду [7], учитывающему оборот рубки (для древостоя сосны типа T<sub>y</sub> коэффициент 1,29, типа T<sub>b</sub> — 0,82, для дуба — T<sub>y</sub> — 1,5, T<sub>b</sub> — 1,0). Как видим, при рубке соснового насаждения, развивающегося по типу T<sub>y</sub>, в возрасте рубки 71—80 лет, в сравнении с принятым (90 лет), можно получить лесного дохода с 1 га на 0,25 тыс. р. больше, а от реализации промышленных сортиментов — на 1,26 тыс. р. При рубке дубовых насаждений, развивающихся по типу T<sub>y</sub>, при возрасте рубки 81—90 лет дополнительный лесной доход с 1 га составит 0,11 тыс. р., а от реализации промышленных сортиментов — 0,46 тыс. р.

Если полученные данные пересчитать на расчетную лесосеку (при полноте 1,0) по сосне — 5220 га, по дубу — 1580 га с учетом встречаемости сосновых (30 %) и дубовых (30 %) насаждений, то дополнительный лесной доход в насаждениях, развивающихся по типу T<sub>y</sub>, составит 459 тыс. р., а дополнительная сумма от реализации промышленных сортиментов — 2,2 млн. р. Рентабельность выращивания насаждений сосны повышается на 21 %, дуба — на 7 %. Аналогичные расчеты можно сделать и по другим типам роста насаждений.

Таблица 3

в древостоях сосны и дуба II класса бонитета

Разница при различных возрастах рубки, тыс. р.	Себестоимость выращивания, тыс. р.	Рентабельность, %	Разница в рентабельности при различных возрастах рубки, %	Реализация промышленных сортиментов**, тыс. р.	То же с учетом коэффициента, тыс. р.	Разница при различных возрастах рубки, тыс. р.
+0,25	0,94	68	+21,0	7,80	10,06	+1,26
—	1,21	47	—	8,80	8,80	—
—	1,21	47	—	8,83	8,83	—
—	1,21	47	—	8,83	8,83	—
+0,03	1,48	26	+2,0	9,24	7,57	—
—	1,21	24	—	7,57	7,57	—
+0,11	1,08	64	+7,0	6,06	9,09	+0,46
—	1,61	57	—	8,63	8,63	—
-0,01	1,34	63	—	8,49	10,18	+0,67
—	1,61	63	—	9,51	9,51	—
—	1,61	72	—	10,00	10,00	—
—	1,61	72	—	10,00	10,00	—

в знаменателе — для общего. \* Прейскурант № 07—01, I пояс, II разряд [9];

Произведенные расчеты показывают преимущество дифференцированного лесного хозяйства. Однако переход к ведению такого хозяйства должен быть постепенным и увязан с официально установленным возрастом рубки (для древостоев данной породы в пределах лесорастительного района) и размером главного пользования. Такую работу, по-видимому, целесообразно осуществить сначала в опытных порядке при устройстве, например, одного из характерных лесных массивов определенного лесорастительного района. Для этого не потребуется дополнительных денежных средств [5].

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Герниц О. О. Пути совершенствования лесоустройства в районах интенсивного лесного хозяйства. — В кн.: Вопросы таксации и лесоустройства, 1965, вып. 3, № 57. [2]. Давидов М. В. К вопросу о дифференцированном бонитировании насаждений при участковом методе лесоустройства. — В кн.: Современные вопросы лесоустройства. Каунас, ЛитСХА, 1965. [3]. Давидов М. В. Нові дослідження культур дуба на Україні. — Київ: Урожай, 1972. [4]. Давидов М. В. Типы роста сосновых лесов европейской части СССР. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 4. [5]. Давидов М. В. К вопросу об установлении типов роста древостоев в натуре. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 6. [6]. Давидов М. В. Результаты исследования роста культур дуба в лесостепной зоне европейской части СССР. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1975, № 6. [7]. Кислова Т. А., Борисова И. В. К методике экономической оценки типов леса и выбора главных пород. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1962, № 4. [8]. Котов А. И. Об основах и особенностях лесоустройства. — Киев: УСХА, 1961. [9]. Прейскурант № 07—01. Таксы на древесину основных лесных пород, отпускаемую на корню. — М.: Прейскурантиздат, 1975. [10]. Прейскурант № 07—03. Оптовые цены на лесоматериалы круглые и дрова. — М.: Прейскурантиздат, 1973.

Поступила 11 февраля 1980 г.

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 638.132

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ МЕДОНОСНЫХ РАСТЕНИЙ  
ПО ВЫСОТНЫМ ПОЯСАМ ЮГА ПРИАМУРЬЯ

В. В. ПРОГУНКОВ

Уссурийский государственный педагогический институт

Юг Дальнего Востока — единственная часть горной страны, образованная Сихотэ-Алинем, где в составе многих лесных формаций представлен кедр корейский (*Pinus koraiensis* Sieb. et Zucc.). По склонам Сихотэ-Алиня довольно четко выделяются различные формации, которые служат выражением высотных поясов растительности.

В составе Дальневосточной лесоустроительной экспедиции в 1972—1973 гг. мы выявляли закономерности вертикально-поясного распределения медоносных растений в кедрово-широколиственном лесу.

Наблюдения проводили на семи пробных площадках (каждая 1 га), заложенных на территории Большехейхирского заповедника ДНЦ АН СССР. Хейхирскому типу свойственна поясность, характерная для северо-западного отрога Сихотэ-Алиня. Здесь растительность сформирована более северными видами и каждый вид представлен небольшим числом. Таксационная характеристика пробных площадей дана в табл. 1.

Наши исследования проведены в кедрово-широколиственном лесу, подвергавшемся довольно значительному антропогенному воздействию 40 лет тому назад; в настоящее время все виды рубок запрещены. Сокращенное обозначение типов леса дано по Н. В. Ефимову [1], название растений — по К. П. Соловьеву [7].

Анализ показывает, что максимальное число древесных медоносов (каждая 1 га), заложенных на территории Большехейхирского заповедника ДНЦ АН СССР. Хейхирскому типу свойственна поясность, характерная для северо-западного отрога Сихотэ-Алиня. Здесь растительность сформирована более северными видами и каждый вид представлен небольшим числом. Таксационная характеристика пробных площадей дана в табл. 1.

Анализ показывает, что максимальное число древесных медоносов (220—280 м над уровнем моря) — табл. 2. С повышением высоты местности число деревьев липы амурской (*Tilia amurensis* Rupr.), липы Таке (*T. Taquetii* Schneid), бархата амурского (*Phellodendron amurense* Rupr.) в насаждениях уменьшается, а клена мелколистного (*Acer mono* Maxim.) изменяется меньше. Заметно увеличивается представленность клена желтого (*A. ukurunduense* Trautv. et Mey.).

С возрастанием высоты местности изменяются климатические условия: осадков выпадает больше, температура воздуха несколько снижается. Создавшиеся условия накладывают отпечаток на растительность поясов. На высоте 180—500 м над уровнем моря продолжают развиваться кедрово-широколиственные леса, в которых доминирующее положение занимают широколиственные породы [2].

Этот пояс сравнительно широкой полосой простирается по всем хребтам Сихотэ-Алиня. Однако местами он неясно ограничен от смежных поясов, и слагающие его леса входят к прилегающим типам выше- и нижележащих поясов. Почвы в поясе неоднородны. Это, видимо, создает разнообразие флоры в ценозе. Причем, по отрогам Сихотэ-Алинского хребта, в основном ориентированным на север, развиты сообщества с более мезофитными видами, а по южным склонам — с более ксерофитными элементами флоры.

Хотя медоносные растения входят в различные типы кедрово-широколиственного леса, однако рост, цветение, нектаровыделение каждого растения будут наивысшими в том местообитании, где экологические условия лучшим образом соответствуют биологическим особенностям данного вида. С ухудшением экологических условий постепенно ухудшаются рост, цветение, нектаровыделение, и, наконец, растение совсем исчезает из состава фитоценоза [4, 6]. Биологические особенности каждого растения вырабатывались в результате длительного процесса приспособления организма к условиям существования, подчиняясь действию естественного отбора.

Качество насаждений зависит от влажности почв (табл. 3, данные для Хабаровского лесхоза). В насаждениях одного и того же хребта деревья сильно различаются по внешнему виду и продуктивности. Многолетние наблюдения за разновозрастными насаждениями липы показали, что нектар лучшего качества имеют цветки, взятые с деревьев, произрастающих в предгорных кедровниках. Нектаропродуктивность 100 цветков липы Таке и липы амурской составила в среднем по пробным площадям  $317,4 \pm 2,216$  и  $324,6 \pm 3,913$  (предгорье);  $285,4 \pm 1,649$  и  $304,1 \pm 1,738$  (долина) мг сахара.

Таблица 1

Номер пробной площадки	Место закладки пробы	Высота над уровнем моря, м	Состав древостой	Класс бонитета	Полнота	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Тип леса	Почва
1	Квартал 27 Одырского лесничества, западный склон в пойме р. Одыра	160	6Е.зП (100) 1Б.ж (130), ед.К	III	0,75	19,0	28	Е-VII	Бурая, оглеелая, сырая
2	Там же, на 100 м выше по западному склону	180	3К3Е.а (120) 2Б.ж (130) 1П (100) 1Лп (100), ед.Ив, Бх, Ор	III	0,6	19,0	42	КЕ-VI	Бурая, гумусовая, влажная. Глубина гумусового слоя 16—20 см
3	Там же, на 120 м выше пробы № 2	200	3К2Б.ж (120) 2Лп (130) 1К.м (100) 1Е.а (100) 1П (90), ед.Ив, Ор, Ос, Кл.з	III	0,6	19,6	42	КЕ-VI	Бурая, гумусовая, влажная
4	Там же, на 150 м выше пробы № 3	230	Близок к составу пробы № 3	III	0,6	19,6	40	КЕ-VI	Бурая, гумусовая, влажная
5	Там же, на 150 м выше пробы № 4	250-270	3Б.ж3Лп (140) 1К (200) 1К.м (100) 1Д (120) 1Яс (100) + И.г, ед.Е.а	III	0,55	19,0	36	К-VI	Бурая, слабоподзоленая, суглинистая, свежая. Глубина гумусового горизонта 17—20 см
6	Там же, на 120 м выше пробы № 5	300, вершина отрога	5Б.ж2К (200) 2Лп (140) 1К.м (120) + Е.а, ед.Д, И.г, Яс, Ос	IV	0,5	17,0	40	К-IV	Бурая, слабоподзоленая, скелетная на делюви, маломощная (10—12 см), в засушливый период сухая
7	Квартал 28, западный склон 8°	280	Близок к составу пробы № 5	III	0,6	19,5	42	К-VI	Бурая, суглинистая, свежая, глубина гумусового горизонта 18—22 см

Примечание. Для древостоев с участием липы приводится средняя высота и средний диаметр этой породы.

Таблица 2

Номер пробной площади	Высота над уровнем моря, м	Число деревьев в насаждении			
		Липы	Клена	Бархата	Ореха
1	160	—	—	—	—
2	180	27	43	8	6
		6,2	10,0	1,8	1,4
3	200	38	72	—	5
		11,1	21,0	—	1,4
4	230	48	61	—	4
		11,9	17,2	—	1,0
5	250—270	56	108	6	—
		16,6	30,0	1,9	—
7	280	40	56	4	2
		15,4	21,6	1,0	0,5
6	300	16	33	—	—
		8,4	16,5	—	—

Примечание. В числителе — шт.; в знаменателе — % от общего числа деревьев разных видов.

Таблица 3

Местообитания	Запас		
	липы	клена	бархата
Сухие	94,2	143,6	—
	3,3	5,4	—
Свежие	23037,0	7888,9	942,0
	21,7	4,54	0,55
Влажные	13253,7	4085,6	3104,7
	11,4	3,55	2,67
Сырые	86,1	43,9	—
	1,55	0,26	—

Примечание. 1. Учитывался запас спелых и перестойных древостоев. 2. В числителе — запас, тыс. м<sup>3</sup>, по месту обитания; в знаменателе — % от общего количества.

На пониженных сырых участках произрастают елово-пихтовые леса или осинники. Для развития пчеловодства их флора не представляет интереса, так как содержит очень мало медоносных растений, и обычно это одиночные экземпляры. На наиболее повышенных участках рельефа произрастают периодически сырые кедровники. Эти угодья представляют значительную ценность для пчел, так как в них от 10 до 15 % состава древостоя приходится на медоносы.

Выше на склонах, на высоте 220—280 м над уровнем моря, расположены предгорные кедровники. Их насаждения имеют сложный состав. Помимо кедра корейского, ели аянской, лип амурской, Таке и маньчжурской, в них произрастают такие требовательные к плодородию почв виды, как ясень маньчжурский (*Fraxinus mandshurica* Rupr.), орех маньчжурский (*Juglans mandshurica* Maxim.) и бархат амурский. В составе древостоя доля участия липы составляет 15—30 %, клена — 30 %, бархата амурского — 1,9 %. По данным В. В. Прогункова [3, 5], медопродуктивность предгорных кедровников в Приамурье колеблется от 73,0 до 120, а в Приморье — от 175,6 до 702,2 кг меда на 1 га.

На вершинах резко снижается численность липы и некоторых видов клена в насаждениях, что влияет на их продуктивность (от 8,4 до 65,7 кг/га).

Наши исследования показали, что в кедрово-широколиственном лесу наилучшие места для произрастания липы, клена и бархата амурского — это влажные и свежие кедровники. С этой закономерностью нужно считаться при размещении пасек.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ефимов Н. В. Справочник таксатора. — Хабаровск, 1955. — 133 с. [2]. Леса Дальнего Востока. — М.: Лесн. пром-сть, 1969. — 390 с. [3]. Прогунков В. В. Медоносные растения правобережья реки Уссури и пути их использования: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Фрунзе, 1973. — 20 с. [4]. Прогунков В. В. Медоносные растения Советского Дальнего Востока и пути их рационального использования. — Тр. междунар. симпоз. «Медоносная флора — основа пчеловодства. — Бухарест—Румыния», Апимондия, 1977, с. 84—88. [5]. Прогунков В. В. Кедровники юга Приморья. — Пчеловодство, 1978, № 10, с. 14—15. [6]. Прогунков В. В. Возникновение медоносных растений во флоре юга Дальнего Востока. — Пчеловодство, 1979, № 4, с. 14—15. [7]. Соловьев К. П. Кедрово-широколиственные леса Дальнего Востока и хозяйство в них. — Хабаровск, 1958. — 359 с.

УДК 581.524.1

#### К ВОПРОСУ

### О ФИТОЦЕНОТИЧЕСКОМ ЗНАЧЕНИИ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ ЮЖНЕЕ ЕЕ ЕСТЕСТВЕННОГО АРЕАЛА

И. И. СТАРЧЕНКО, И. И. СМОЛЬЯНИНОВ

УкрНИИЛХА

Выращивание лесобразующих пород на границах и особенно вне их естественных ареалов всегда сопряжено с большими трудностями.

Цель настоящего исследования — изучить способность такой «северной» породы, как ель обыкновенная, образовывать ценозы в северной степи Левобережья УССР, где она испытывается как спутник дуба черешчатого.

На Мариупольской ЛОС УкрНИИЛХА ель обыкновенная испытывается в чистой биогруппе с 1939 г., а в смешении с дубом черешчатым — с 1963 г. Дуб и ель смешивали чистыми рядами через 1,5 м между рядами и 0,5 м в ряду. Культуры создавали посадкой двухлетних саженцев в сплошь подготовленную почву (ель вводили через год после посадки дуба). Местоположение участка культур равнинно-возвышенное, тип местопроизрастания — сухая дубрава, почва — обыкновенный тяжелосуглинистый чернозем на лёссовидных глинах.

Таблица 1

Сочетание пород	Средний диаметр, см	Средняя высота, м
Дуб в смешении с елью	4,8±0,01	5,3±0,17
> в чистой культуре	4,0±0,3	4,8±0,19
Ель в смешении с дубом	2,2±0,15	2,8±0,17
> в чистой культуре	3,4±0,25	3,6±0,21

Табл. 1 показывает, что дуб лучше растет в смешанной культуре, ель — в чистой (размер пробных площадей 0,05 га). Заметно некоторое увеличение средней высоты дубовых культур в 15-летнем возрасте на 0,5 м и диаметра на 0,8 см, если к дубу в качестве сопутствующей породы примешивается ель. Эта разница, по-видимому объясняется положительным влиянием ели.

Мы попытались выяснить и оценить влияние ели на первых этапах жизни дуба. Для этого желуди и всходы поливали водными экстрактами еловой хвои. Экстракт готовили кипячением 50 г хвои в 1 л дистиллированной воды в течение 5 мин с последующим настаиванием в течение 2 ч. Процеженным экстрактом поливали желуди (65 — в двукратной повторности), а далее всходы дуба в течение 50 сут. На контроле аналогичное количество желудей поливали чистой дистиллированной водой. Полив производили до оптимальной влагоемкости субстрата, которым служил гумусовый горизонт обыкновенного чернозема (35 желудей в каждой повторности).

На числе всходов влияние экстракта не сказалось, а показатели массы дубков были различными (табл. 2).

Таблица 2

Вариант	Средняя масса одного дубка в воздушносухом состоянии, г			Привес по массе, г	
	Листья	Стволик	Корни	общий	среднесуточный
Полив экстрактом	0,143 ± 0,028	0,174 ± 0,016	0,434 ± 0,020	0,712 ± 0,021	0,015 ± 0,0007
Контроль	0,090 ± 0,014	0,171 ± 0,040	0,377 ± 0,026	0,638 ± 0,026	0,013 ± 0,0002
Разница, %	159	102	116	112	115

Примечание. Ошибка среднего дается на уровне 95 % вероятности.

Как видно из табл. 2, полив желудей и всходов дуба еловым экстрактом привел к достоверному увеличению массы ассимиляционного аппарата, корней, достоверному изменению общей массы и ее среднесуточного увеличения.

Результаты анализа состава экстракта приведены в табл. 3.

Таблица 3

Порода	Состав водных экстрактов еловой хвои и листьев дуба, %									
	N	P	Ca	Mg	Mn	Si	Fe	Al	Na	pH
Дуб	0,012	0,005	0,0001	0,070	0,0001	0,12	0,001	0,001	0,0001	7,0
Ель	0,007	0,003	0,0001	0,068	0,002	0,10	0,001	0,01	0,001	6,1

Примечание. Анализ проводили согласно Л. А. Кульскому и др. [2].

Дистиллированная вода, которой поливали свежие листья и хвою, оказалась, как показывает табл. 3, сильно (в 20 раз) обогащенной под влиянием ели (по сравнению с дубом) марганцем, значение которого для растений в южных районах страны особенно велико [1]. Обогащение произошло и по алюминию, натрию (в 10 раз) при мало изменившихся концентрациях кремния, кальция и магния. Подкисление воды, по-видимому, можно расценивать как явно благоприятное явление, способствующее по общеизвестным причинам лучшей мобилизации растительным организмом питательных элементов из степных почв.

Однако экстракт еловой хвои беднее дубового по содержанию таких важнейших элементов питания, как азот и фосфор. Отсюда вполне естественно опасение, что стимулирующее рост дуба влияние ели может привести к диспропорции питательных элементов в дубовых фитомассах, к снижению «уровня снабжения» (в понимании А. Я. Орлова и С. П. Кошелькова [4]) дуба азотом и фосфором. Чтобы убедиться в реальности этого опасения, мы определяли концентрацию макроэлементов у дуба в чистых биогруппах и в смешении с елью и произвели полив еловым экстрактом дубовых сеянцев в питомнике на обыкновенном черноземе.

Выявилось, что листья и мелкие (< 2 мм) корни дуба в смешанной с елью культуре, по сравнению с чистой биогруппой дуба, сильнее насыщены азотом, кальцием при сравнительно одинаковом уровне снабжения фосфором, калием.

Таблица 4

Вид полива	Орган сеянца	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
		% на абс. сухое вещество				
Вода	Листья	2,49	0,40	1,10	2,70	0,46
Экстракт	"	2,70	0,48	1,14	3,06	0,49
Вода	Стволики	1,04	0,22	0,35	1,68	0,28
Экстракт	"	1,09	0,23	0,32	1,54	0,27
Вода	Корни	1,26	0,23	0,61	1,09	0,19
Экстракт	"	1,29	0,26	0,61	1,04	0,20

Полив проводили еженедельно, с момента появления всходов, в течение двух месяцев из расчета увлажнения верхнего 20-сантиметрового слоя почвы до оптимальной влагоемкости. Влияние водных экстрактов из еловой хвои на химический состав дубовых семян первого года показано в табл. 4.

В приведенных данных явно прослеживается тенденция обогащения органов дубового семянца питательными элементами, особенно листьев азотом и кальцием.

Активизация почвенного питания дуба под влиянием ели не может не происходить без активизации соответствующих процессов в самой степной почве. Об этом мы можем в известной мере судить и по результатам определения некоторых видов биохимической активности обыкновенного чернозема, находившегося полтора десятилетия под влиянием ели (табл. 5).

Таблица 5

Сочетание	Восстановительная способность [7], %	Индекс «дыхания», г CO <sub>2</sub> /(кг · ч)	Каталитическая активность, мл O <sub>2</sub> /(100 г · 5 мин)	Протеолитическая активность, N/(г · сут)
Дуб чистый	8,9/9,1	5,20/5,35	192,5/188,3	3,09/2,98
Ель чистая	11,2/10,8	4,09/4,20	184,6/179,9	4,02/4,16
Дуб+ель	9,8/9,9	5,03/5,19	188,7/195,3	3,79/4,23

Примечание. 1. Индекс «дыхания» определяли в компостируемом образце почвы в закрытых сосудах со сменяемым поглотителем; каталазу — объемным перидрольным методом; активность протеолиза — по Купревичу—Щербаковой [3]. 2. Числитель — июль 1975 г.; знаменатель — июль 1979 г.

Анализ смешанных (из 25 индивидуальных) образцов верхней (0—20 см) части черноземного профиля, как явствует из табл. 5, показал под елью и в 1975 г., и в 1979 г. гораздо более интенсивный протеолиз и усиленную восстановительную способность мертвого органического вещества по Лоссену. Это означает, что процессы разложения органики, всегда замедленные, как известно, в условиях засушливого климата, под влиянием ели явно оживляются. Активность оксидоредуктаз (на примере каталазы) при этом остается примерно одинаковой, выход из почвы углекислого газа при примешивании ели к дубу также меняется мало. Это свидетельствует об отсутствии заметного торможения елью биохимических процессов почвы и по этим параметрам, что может наблюдаться под елью в более северных регионах.

Дальнейший поиск показал, что ель обладает способностью не только улучшать почву (для дуба) в условиях степи, но и оптимизировать биологический круговорот веществ между древостоем и почвой в биогеоценозе в целом. В условиях засушливого климата выигрывают те насаждения, которые, интенсифицируя процессы в восходящей (почва — растение) ветви биокруговорота, оказываются способными притормозить их в нисходящей (растение — почва) ветви, создавая устойчивую, гидротермически благоприятную лесную подстилку [5]. Именно такими насаждениями оказываются дубово-еловые сочетания (по сравнению с чистыми дубовыми) — табл. 6.

Таблица 6

Почва	Порода	Соотношение подстилка—опад в чистых еловых и дубовых насаждениях			
		по общей массе	по азоту	по фосфору	по кальцию
Обыкновенный чернозем северной степи (МарЛОС)	Ель	2,16	3,26	3,09	3,80
	Дуб	1,28	2,12	1,93	2,06
Темно-серые почвы лесостепи (Тростянец)	Ель	1,78	2,06	1,24	1,81
	Дуб	1,15	1,08	0,53	1,21

Примечание. Данные для лесостепи вычислены по работе В. С. Шумакова [6].

Из приведенных данных видно, что соотношение подстилка — опад под елью выше как по общей массе, так и по отдельным питательным элементам и что эта тенденция усиливается от лесостепи к степи.

Итак, ель обыкновенная как «ценофактор» по отношению к дубу черешчатому в неестественных для нее степных условиях приобретает специфическую окраску. Ее

влияние (подкисляющая способность почвы, в том числе через водные растворы, стекающие с ее хвои или подстилки, активизация почвенного протеолиза и восстановительной способности мертвого разлагающегося вещества и др.) приводит к повышенной мобилизации почвенной пищи, к усилению снабжения дуба питательными элементами (даже несмотря на меньшую вымываемость азота и фосфора из еловой хвои, по сравнению с листьями дуба) и к эффекту несомненного усиления роста дуба, по крайней мере в первые 15 лет его жизни. В степных условиях не наблюдается оподзоливания почв под елью, характерного для северных лесов, а энергичное влияние ели на почву и почвенное питание дуба можно, по-видимому, считать только улучшающим. Тот факт, что дуб перегоняет ель по высоте, показывает, что в этом отношении ель ему не опасна. В связи с этим можно серьезно ставить вопрос о возможном использовании ели в лесостепи и северной степи в качестве временной (на первых десятилетиях жизни) сопутствующей дубу породы, подбирая для этого наиболее перспективные экотопы и разработав рациональные формы сочетания этих пород друг с другом.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Власюк П. А. Марганцевое питание и удобрение растений. — Киев: УСХА, 1962. [2]. Кульский Л. А., Левченко Т. М., Петрова М. В. Химия и микробиология воды. — Киев: Выща школа, 1976. [3]. Купревич В. Ф., Щербак-ова Т. А. Почвенная энзимология. — Минск: Наука и техника, 1966. [4]. Орлов А. Я., Кошельков С. П. Об оценке плодородия лесных почв. — Почвоведение, 1965, № 3. [5]. Смольянинов И. И. Биологический круговорот веществ и повышение продуктивности лесов. — М.: Лесн. пром-сть, 1969. [6]. Шумаков В. С. Типы лесных культур и плодородие почв. — М.: Гослесбумиздат, 1963. [7]. Lossaint P. Les facteurs responsables de la solubilisation du fer par less litières. — Ann. agr., ser. A, 1959, N 5.

УДК 630\*165.43 : 630\*174.755

### ВЛИЯНИЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ 1,4-БИС-ДИАЗОАЦЕТИЛБУТАНА НА РОСТ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ ОБЫКНОВЕННОЙ

Е. Н. САМОШКИН, А. Н. ТКАЧЕНКО

Брянский технологический институт

Реакция ели обыкновенной на воздействие водных растворов (концентрации 0,2—0,05 %) 1,4-бис-диазоацетилбутана описана ранее [2]. Мутаген оказал небольшое положительное влияние на рост однолетних сеянцев, в то время как у растений двухлетнего возраста наблюдался существенный стимуляционный эффект. Цель настоящей работы — показать воздействие мутагена на рост сеянцев при более слабых концентрациях.

1,4-бис-диазоацетилбутан испытан в восьми вариантах концентрации: 1 — 0,08; 2 — 0,05; 3 — 0,025; 4 — 0,012; 5 — 0,008; 6 — 0,005; 7 — 0,0025; 8 — 0,0012 %. Экспозиция, как и прежде, 18 ч. Семена получены с деревьев средней селекционной категории в типе леса ельник бруснично-черничный. В каждом образце было по 7,2 тыс. семян. Обработанные семена высевали в питомнике Выгоничского лесхоза Брянской области. Почва на участке светло-серая лесная суглинистая на лёссовидном суглинке. Осенью первого и второго года измеряли линейные показатели сеянцев. По каждому варианту опыта изучено 25 цитологических препаратов. Более подробно методика работы описана ранее [1].

Обработка семян ели мутагеном существенно изменила рост однолетних и двухлетних сеянцев и корешков проростков (табл. 1). Наибольшая доля (более 80 %) приходится на изменчивость по грациям опыта, т. е. вызванную действием мутагена. По грациям опыта  $F_{\text{факт}}$  по всем признакам больше  $F_{\text{табл}}$  на третьем доверительном уровне (при  $P = 99,9 \%$ ), кроме диаметра сеянцев-однолеток, где  $F_{\text{факт}} > F_{\text{табл}}$  на первом доверительном уровне (при  $P = 95,0 \%$ ). Изменчивость по повторностям опыта мала и несущественна, так как  $F_{\text{факт}} < F_{\text{табл}}$ .

Зафиксировано различное действие 1,4-бис-диазоацетилбутана и по отдельным вариантам опыта (см. рис.). В большинстве вариантов однолетние сеянцы росли в высоту лучше, чем в контроле (превышение средних высот составило 8—23 %), лишь во втором и пятом вариантах отмечено ингибирующее влияние (в первом варианте действие мутагена несущественно). Диаметр однолетних сеянцев только при концентрации 0,005 % был на 13 % больше контроля.

Таблица 1

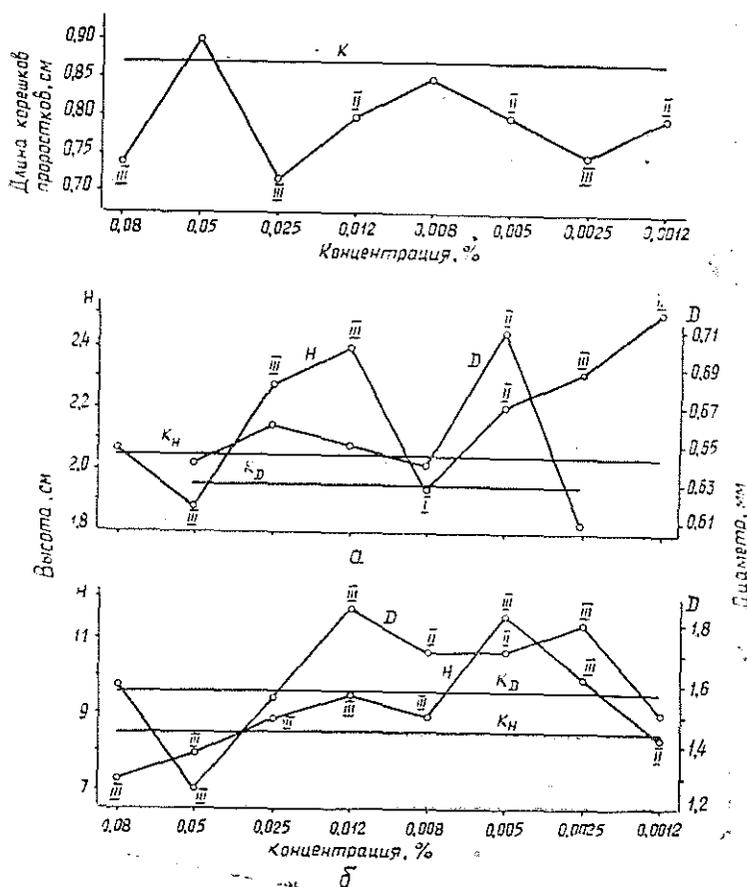
Изменчивость	Число степеней свободы	Дисперсия $\sigma^2$	F факт	Доля влияния на объект различной изменчивости, %
Однолетние сеянцы				
Высота				
Общая	17	0,04429	—	100,0
По градациям опыта	8	0,09272	82,78	98,5
По повторностям	1	0,00222	1,98	0,3
Остаточная	8	0,00112	—	1,2
Диаметр				
Общая	13	0,00108	—	100,0
По градациям опыта	6	0,00195	5,42	83,3
По повторностям	1	0,00018	2,00	1,3
Остаточная	6	0,00036	—	15,4
Двухлетние сеянцы				
Высота				
Общая	17	1,46896	—	100,0
По градациям опыта	8	3,11961	1879,28	99,9
По повторностям	1	0,00222	1,34	0,0
Остаточная	8	0,00166	—	0,1
Диаметр				
Общая	17	0,02981	—	100,0
По градациям опыта	8	0,06206	55,91	98,0
По повторностям	1	0,00142	1,28	0,3
Остаточная	8	0,00111	—	1,7
Длина корешков проростков				
Общая	17	0,00353	—	100,0
По градациям опыта	8	0,00728	34,67	97,0
По повторностям	1	0,00009	2,38	0,2
Остаточная	8	0,00021	—	2,8

Двухлетние сеянцы при пяти средних концентрациях (0,025—0,0025 %) 1,4-бис-диазоацетилабутана были существенно выше контрольных (на 3—36 %), хотя в отдельных вариантах (первый, второй, восьмой) отмечено угнетение. При средних концентрациях мутаген стимулировал рост диаметра двухлетних сеянцев: средние диаметры превышали контроль на 8—17 % (во втором варианте наблюдалось угнетение).

1,4-бис-диазоацетилабутан отрицательно повлиял на рост в длину корешков проростков, кроме вариантов с концентрациями 0,05 и 0,008 %, а также на лабораторную всхожесть семян. Однако выживаемость сеянцев в большинстве вариантов пре-

Таблица 2

Номер варианта	Число просмотренных клеток	Число делящихся клеток	Митотический индекс $M \pm m$ %	$m_0$	F факт через $m_0$	P%
1	49800	3852	7,88 ± 0,39	0,5515	3,153	99,0
2	53600	3992	7,53 ± 0,34	0,4808	2,551	95,0
3	51700	3799	7,18 ± 0,30	0,4243	1,795	—
4	48400	3578	7,29 ± 0,27	0,3818	2,222	95,0
5	50000	3684	7,29 ± 0,27	0,3818	2,222	95,0
6	52600	3959	7,56 ± 0,35	0,4950	2,580	95,0
7	54200	4032	7,46 ± 0,37	0,5232	2,253	95,0
8	49500	3529	7,23 ± 0,27	0,3818	2,049	95,0
Контроль	56200	3611	6,52 ± 0,22	0,3111	—	—



Особенности роста сеянцев и корешков проростков ели обыкновенной.

а — сеянцы однолетнего возраста; б — сеянцы двухлетнего возраста;  $K_H$  — контроль высоты;  $K_D$  — контроль диаметра;  $K$  — контроль длины корешков проростков;  $H$  — высота сеянцев;  $D$  — диаметр сеянцев;  $I - t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$  при  $P = 95,0\%$ ;  $II - t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$  при  $P = 99,0\%$ ;  $III - t_{\text{факт}} > t_{\text{табл}}$  при  $P = 99,9\%$ .

вышла контроль. Наибольшая выживаемость зафиксирована у однолетних сеянцев — в третьем и четвертом вариантах, двухлетних — во втором и третьем (превышение над контролем составило соответственно 210 и 174, 144 и 100 %). В целом выживаемость однолетних сеянцев выше, чем двухлетних.

Мутаген существенно изменил темп деления клеток (табл. 2). Во всех вариантах, кроме третьего, число делящихся клеток больше, чем в контроле, хотя это и не отразилось на росте корешков проростков.

Установлено также (табл. 3), что во всех испытанных концентрациях, кроме самой высокой, 1,4-бис-диазоацетилбутан уменьшил число клеток с аномальными анафазами. Возможно, этим можно отчасти объяснить стимуляцию роста сеянцев. Наименьшее число aberrантных анафаз зафиксировано в пятом варианте, хотя однолетние сеянцы росли здесь слабее, чем в контроле. Однако в отдельных вариантах больше, чем в контроле, было анафаз с мостами, с выходом и отставанием хромосом. Во многих вариантах отмечены анафазы с прочими комплексными нарушениями хромосом, тогда как в контроле их не наблюдалось.

Итак, 1,4-бис-диазоацетилбутан в большинстве испытанных концентраций стимулировал рост и выживаемость сеянцев. Наибольшее стимуляционное влияние на рост сеянцев оказали концентрации 0,012, 0,005 и 0,0025 %, на выживаемость — 0,05, 0,025 и 0,012 %. Отмечено усиление темпа деления клеток и уменьшение числа клеток с аномальными анафазами.

Таблица 3

Номер варианта	Количество анафаз с нарушениями		Типы нарушений анафаз, %					
	абс.	%	Мосты	фрагменты	Выход хромосом вперед	Отставание хромосом	Одновременный выход и отставание хромосом	Прочие комплексные
1	338	41,78	0,87	0,25	4,20	18,17	18,17	0,12
2	339	34,77	0,72	0,10	2,67	17,13	13,94	0,21
3	350	37,51	0,64	0,11	5,14	16,19	15,43	—
4	295	38,21	1,04	—	4,66	16,97	15,54	—
5	246	29,46	0,36	—	2,40	13,65	12,93	0,12
6	318	34,38	0,76	0,11	4,76	14,81	13,83	0,11
7	333	33,10	—	—	3,18	15,51	14,41	—
8	308	38,94	0,63	—	5,43	15,68	17,07	0,13
Контроль	302	39,37	0,26	0,13	4,56	16,56	17,86	—

## ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Самошкин Е. Н. Реакция сосны обыкновенной на воздействие водных растворов N-нитрозометилмочевины. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1977, № 6. [2]. Самошкин Е. Н. Реакция ели обыкновенной на воздействие водных растворов 1,4-бис-диазоацетилбутана. — Лесоведение, 1979, № 5.

## НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 630\*6:061.3

## ВСЕСОЮЗНЫЙ ФОРУМ СЕЛЬСКИХ ЛЕСОВОДОВ

В сентябре 1980 г. в г. Пскове состоялось Пятое Всесоюзное совещание, обсудившее перспективы комплексного развития лесного хозяйства межхозяйственных лесхозов.

В работе совещания, организованного Главным управлением по охране природы, заповедникам, лесному и охотничьему хозяйствам Минсельхоза СССР, приняли участие представители Госкомитета по лесному хозяйству, Всесоюзного объединения Леспроект, сельскохозяйственных органов союзных республик, руководители и специалисты колхозов, совхозов, межхозяйственных лесхозов и самостоятельных лесничеств и их производственных объединений, а также научные работники ВАСХНИЛ, ВНИАЛМИ, Союзгипролесхоза и других научных и проектных организаций.

Начало кооперации колхозов и совхозов по ведению лесного хозяйства в РСФСР относится к 1964 г., в Грузинской ССР — к 1968 г., в Украинской ССР — к 1970 г.

В настоящее время площадь колхозных и совхозных лесов превышает 52 млн. га, а если учесть леса, находящиеся в долгосрочном пользовании Минсельхоза СССР, то в сфере сельскохозяйственного производства в настоящее время насчитывается более 68 млн. га лесной площади. Это больше, чем во всех странах Западной и Северной Европы вместе с такими традиционно лесными странами, как Финляндия и Швеция.

В нашей стране функционирует более 700 межхозяйственных лесхозов и самостоятельных лесничеств, которые ведут лесное хозяйство на площади 34 млн. га. В 34 АССР, краях, областях РСФСР и Украины организованы производственные объединения или комбинаты межхозяйственных лесхозов. Участниками кооперации по лесному хозяйству являются почти 10 тыс. колхозов и совхозов.

В лесхозах и производственных объединениях работает свыше 8 тыс. человек с высшим и средним специальным образованием, около 20 тыс. человек охраняют лес. При межхозяйственных лесхозах организовано 600 школьных лесничеств, включающих более 17 тыс. учащихся.

В основном докладе А. М. Бородина был дан анализ состояния лесфонда и ведения хозяйства в межхозяйственных лесхозах, которые располагают значительными лесными ресурсами. Так, запас древесины в этих лесах составляет около 5 млрд. м<sup>3</sup>. Значительно возросла продуктивность насаждений. В целом запас на 1 га составил 100 м<sup>3</sup>, текущий ежегодный прирост древесины равен 4,3 м<sup>3</sup> на 1 га, в том числе по хвойному хозяйству — 4,5 м<sup>3</sup> и по мягколиственному — 4,6 м<sup>3</sup>.

Лесхозы выполнили большой объем основных лесохозяйственных работ, что способствовало улучшению качественного и санитарного состава колхозных и совхозных лесов.

Основные задачи межхозяйственных лесхозов на XI пятилетку: 1) комплексное рациональное использование лесных ресурсов, включая не только древесное, но и недеревесное сырье (грибы, ягоды, лекарственные растения), а также промысловую дичь и рыбу; 2) улучшение породного состава и повышение продуктивности древостоев и восстановление ценных лесных массивов на основе современных достижений науки и лесохозяйственной практики; 3) завершение создания системы межхозяйственных лесхозов и самостоятельных лесничеств, как наиболее совершенной формы ведения лесного хозяйства в сфере сельскохозяйственного производства.

А. Д. Гладков осветил современное состояние и остановился на мероприятиях, которые будут способствовать дальнейшему развитию лесного хозяйства в межхозяйственных лесхозах РСФСР. Во многих лесхозах на 1 м<sup>3</sup> вывезенной древесины выпуск

товарной продукции составил 80—90 р. В 24 областях, краях и республиках организовано 26 опытно-показательных лесхозов. В то же время в ряде лесхозов и объединений не полностью используется расчетная лесосека и имеются значительные площади малоценных лиственных насаждений.

Интересные данные о комплексном ведении лесного хозяйства на Украине, в Грузии, в Псковской области, а также в Борском опытно-показательном (Горьковская обл.) и в Ковельском (Волынская обл.) лесхозах были приведены в докладах В. Ф. Савицкого, З. Г. Чхиквишвили, С. М. Варевцева, Ю. С. Коновалова и В. П. Полухтовича. В докладе Г. А. Ларюхина были охарактеризованы основные направления комплексной механизации работ в лесном хозяйстве. ВНИИЛМ продолжает разработку комплексов машин для трудоемких лесохозяйственных работ.

Основные предложения по совершенствованию лесного хозяйства в сфере сельскохозяйственного производства, содержащиеся в докладах и выступлениях, нашли отражение в резолюции совещания. Научно-исследовательским учреждениям, в частности ВНИИ охраны природы и заповедного дела, было рекомендовано разработать систему научно обоснованных мероприятий по комплексному рациональному использованию, восстановлению, повышению продуктивности, средообразующей и рекреационной роли лесных экосистем в сфере сельскохозяйственного производства. Была признана целесообразной организация при сельскохозяйственных вузах и техникумах специальных отделений по подготовке специалистов лесного хозяйства для межхозяйственных лесхозов.

Участники совещания ознакомились с работой межхозяйственных лесхозов Псковской области по лесовосстановлению, созданию лесопитомнического хозяйства, лесосеменной базы, охране лесов от пожаров и вредителей, лесозаготовкам, строительству производственных объектов и развитию промышленного производства.

Н. Г. Васильев, Г. П. Тафинцев

ВНИИ охраны природы и заповедного дела

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 630\*2(049.3)

## НОВЫЙ УЧЕБНИК ПО ЛЕСОВЕДЕНИЮ\*

Рецензируемая книга акад. ВАСХНИЛ, проф. И. С. Мелехова явилась серьезным вкладом в лесохозяйственную литературу и по праву допущена в качестве учебника для студентов вузов по специальности «Лесное хозяйство».

Книга состоит из пяти частей: лес как природное явление; экология леса; возобновление леса; формирование леса; типология леса. Можно сказать, что в ней рассмотрены все основные вопросы современного лесоведения.

Не входя в подробный анализ отдельных вопросов (хотя книга и заслуживает этого), следует отметить такие положительные черты, как последовательный биогеоценотический подход к трактовке природных явлений в лесу, использование теории естественного отбора и достижений лесной генетики и селекции в лесоводственных проблемах. Интересны мысли о пространственном разделении лесного фитоценоза. Заслуживает всяческой поддержки мысль о необходимости разработки цеофизиологии (по А. А. Яценко-Хмелевскому). Справедливо указание, что древесной следует рассматривать как экологический доминант фитоценоза. Ценна идея о лесе как динамической саморегулирующей системе, требующей кибернетического подхода к изучению и хозяйственному использованию леса, учитывая прямые и обратные связи как внутри биогеоценоза, так и с внешними возмущающими воздействиями. Это, к сожалению, еще слабо применяется в практическом лесоводстве.

Сделана попытка осветить вопрос о лесе как природной системе на разных уровнях, вопрос малоизученный, но имеющий большое научное и народнохозяйственное значение.

Весьма подробно в учебнике рассмотрены экологические вопросы. Этим проблемам посвящен самый большой второй раздел, составляющий почти половину всего текста. Этого нельзя не приветствовать потому, что в лесотехнических вузах пока еще, к сожалению, не читается специальный курс экологии. А именно она по сути дела является теоретической основой лесоводства. Экологические проблемы рассматриваются, прежде всего, с общегеографических позиций, что оправдано с исторической и логической точек зрения. Дается представление и о таких сравнительно новых разработках, как учение о биологической продуктивности. В главе «Климат и лес» определенное внимание уделено теоретически и практически важному вопросу о комплексном воздействии факторов среды на продуктивность, приведены также недавно разработанные количественные индексы Патерсона и Парде, показывающие иногда очень хорошие корреляционные связи с продуктивностью лесной растительности.

Положительным моментом в учебнике является четкое подразделение понятий о солнечной радиации вообще и о световом обеспечении леса, в частности. Дано важное определение фотосинтетически активной радиации (ФАР).

Несколько менее подробно рассмотрены тепловые условия, причем здесь автор, как нам кажется, не акцентирует в должной мере внимания на важности такой характеристики, как продолжительность периода с физиологически активными температурами, а также на соответствующих методах подсчета сумм температур. Довольно подробно и на современном научном уровне рассмотрены вопросы почвенного обеспечения влагой и питательными веществами, хотя желательным было бы привести сведения о показателях оптимального водоснабжения почвы.

В книге кратко, но хорошо изложены важные вопросы возобновления и дальнейшего формирования леса, в частности, после рубки.

Большое внимание автор уделит лесной типологии. Начав с идеи о динамике типов леса, он подробно изложил типологические построения В. Н. Сукачева, дал типологические схемы других авторов, в том числе основы динамической типологии, а также типологию леса в зарубежных странах.

Книга содержит предметный указатель и подробный список литературы по лесоведению (399 изданий на русском языке, 120 — на иностранных), хорошо издана.

Есть в книге и некоторые недочеты. Так, на с. 53—54 при рассмотрении леса как природной системы упущен такой важный фактор, как возмущающее влияние человека, ибо в хозяйственных лесах действует не только природная кибернетика; на с. 260 при наборе искажена таблица; на с. 2/4 неточно указаны баллы урожайности (по

\* Мелехов И. С. Лесоведение. — М.: Лесн. пром-сть, 1980. — 406 с.

В. Г. Капперу не 1—6, а 0—5); не дано различие терминов «тип насаждения» (по Г. Ф. Морозову) и «тип леса» (по М. Е. Ткаченко). В параграфе о биологической продуктивности приводится табл. 4, единицы измерения в которой непонятны (может быть, это техническая погрешность). В разделе «Солнечная радиация и лес» дается весьма наглядная схема перераспределения солнечной энергии, причем толщина стрелок определяет количественные характеристики. Нам кажется, схема значительно выиграла бы в информационном смысле, если бы эти характеристики были представлены цифровыми данными. На с. 96 указывается, что фитоактинометр Л. А. Иванова применяется для измерения ФАР. Однако это не совсем так, ибо раствор хлорофилла в толуоле может считаться избирательным поглотителем зоны спектра, близкой к ФАР, но и то с большой натяжкой. Большого внимания, очевидно, заслуживала бы ссылка на фитопиранометры Козырева или другие современные оптические приборы.

На с. 101 говорится: «К северу возрастает доля рассеянного света, т. е. снижается интенсивность ФАР...», тогда как из физиологии растений известно, что именно в рассеянной радиации процентное содержание ФАР как раз повышено. Сомнительна также необходимость выделения в специальный параграф (§ 7, с. 146) небольшого, хотя и весьма важного, материала о трансгрессивной роли леса. То же самое можно сказать и о специальной таблице (шкала Бофорта на с. 159).

Однако эти немногочисленные недостатки не снижают высокого качества учебника.

Г. Б. Гортинский, П. И. Войчалъ

Архангельский лесотехнический институт

УДК 630\*6(049.3)

## НОВЫЙ УЧЕБНИК ПО ЭКОНОМИКЕ ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА \*

В учебнике, подготовленном коллективом видных советских лесных экономистов, рассмотрены история возникновения и проблемы развития лесного хозяйства как отрасли народного хозяйства СССР и в этой связи такие вопросы, как предмет и метод экономики лесного хозяйства, методика исследования экономических явлений, задачи курса; показано современное народнохозяйственное значение лесов СССР и лесного хозяйства, основные направления их использования, географическое размещение и районирование лесного хозяйства.

В нем подробно излагаются вопросы экономики лесного хозяйства, формы проявления экономических законов социализма в лесном хозяйстве, проблемы интенсификации лесного хозяйства и рационального использования лесосырьевых, трудовых и финансовых ресурсов на основе ускорения научно-технического прогресса, внедрения новых методов хозяйствования и улучшения качества всей работы.

Много внимания уделено характеристике лесного фонда СССР как объекта лесного хозяйства, характеристике мировых лесных ресурсов и месту в них лесов СССР. При анализе лесного фонда СССР и мировых лесных ресурсов учтены показатели переучета 1966, 1973 и 1978 гг.

В учебнике широко отражены методические разработки по определению экономической эффективности капитальных вложений и новой техники в лесном хозяйстве и агролесомелиоративном производстве; описаны методы определения экономической эффективности работ по лесоразведению, выбору древесных пород, рубкам ухода, реконструкции насаждений, мероприятий по защите и охране лесов от пожаров, вредителей и болезней; впервые дана методика определения эффективности использования различных средозащитных функций лесов СССР.

Здесь же излагается сущность и роль материально-технического обеспечения, а также вопросы хозрасчета и финансовой деятельности; проблемы кадров, производительности труда, заработной платы, материального стимулирования всех категорий работников лесной отрасли; себестоимость, цены, лесные таксы, лесной доход и некоторые новые проблемы экономики лесного хозяйства СССР.

Учебник написан на высоком научном уровне, доступен широкому кругу читателей. Он окажет неоценимую помощь студентам и преподавателям лесотехнических вузов и техникумов, специалистам лесного и сельского хозяйства, лесоустроителям, будет полезен читателям, интересующимся вопросами экономики леса и лесохозяйственного производства.

\* Экономика лесного хозяйства СССР: Учебник/ Г. И. Воробьев, И. В. Воронин, А. Д. Янушко, Г. Н. Рукосуев; Под ред. Г. И. Воробьева. — М.: Высш. школа, 1980. 336 с.

В. Н. Егоров

Воронежский лесотехнический институт

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>С. Н. Коган.</i> Новые горизонты социального и научно-технического прогресса . . . . .	3
<i>В. А. Николаюк.</i> Леса и проблемы лесного хозяйства в зоне БАМА . . . . .	6

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>И. И. Гусев.</i> Полнодревесность стволов ели на Европейском Севере . . . . .	12
<i>В. С. Поляков, В. С. Петропавловский.</i> Строение, рост и продуктивность насаждений ольхи серой Псковской области . . . . .	17
<i>Н. П. Мурманская, Г. С. Тутыгин.</i> Предпосадочное хранение саженцев ели различных размеров . . . . .	19
<i>Ф. В. Пошарников.</i> Анализ траектории падения лесных семян при высева катушечными высевальными аппаратами . . . . .	23
<i>А. В. Лебедев.</i> Резистентность ели европейской в различных условиях рекреационной нагрузки . . . . .	27

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>Б. И. Кувалдин, А. Д. Кирсанов.</i> Об оптимальном соотношении между осевыми нагрузками локомотивов и вагонов на лесовозных дорогах узкой колеи . . . . .	32
<i>П. Ф. Марченко.</i> Соотношения между ускорениями точек автовоза при движении на повороте . . . . .	34
<i>И. И. Сленко, Э. Н. Матвеев.</i> Теоретические исследования усилий в тяговом канате при подтягивании хлыстов к трассе установки . . . . .	38
<i>Л. В. Коротяев.</i> Влияние объема леса, стрелеванного по волоку, на коэффициент сопротивления перемещению пачек деревьев и хлыстов . . . . .	43
<i>В. С. Жаденов, О. Р. Чайка, Ю. С. Харитонов.</i> Исследование влияния приемов пиления на производительность электромоторных пил ЭПЧ-3 при раскряжке хлыстов . . . . .	50

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>Н. А. Мельников, М. С. Мовнин.</i> К вопросу применения измерительных преобразователей размеров в лесопилении и деревообработке . . . . .	53
<i>Н. И. Чубов.</i> Композиционные антифрикционные древесные материалы . . . . .	57
<i>А. Ф. Наталич, И. М. Дыскин.</i> Исследование процесса подпрессовки стружечных пакетов . . . . .	60
<i>Б. П. Ерыхлов, В. И. Скрипова.</i> Исследование набухания древесностружечных плит методом крутильных колебаний . . . . .	63
<i>К. Ф. Дьяконов, В. А. Шекин.</i> Изменение гигроскопичности древесины сосны от температурного воздействия при циклическом нагреве . . . . .	65
<i>В. Б. Кунтыш, А. Э. Пишр.</i> Теплоотдача и сопротивление шахматных пучков оребренных труб для воздухонагревателей лесосушильных камер . . . . .	67
<i>Л. С. Суровцева.</i> Распределение бездефектных отрезков, полученных из отпада от экспорта, по длине . . . . .	71

### ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>Ю. Н. Непенин, В. Г. Кенин, В. А. Жалина, А. В. Филиппов.</i> Состав дурнопахнущих газов при варке полуцеллюлозы с зеленым щелоком . . . . .	75
<i>М. И. Кравченко, Т. В. Ефремова, А. И. Киприанов, С. П. Уткин.</i> О методе определения коэффициента стесненной диффузии в целлюлозосодержащем материале . . . . .	77
<i>В. В. Свиридов, Н. М. Шебалова, В. Ф. Гаренских.</i> Влияние концентрации водородных ионов на флотационное выделение кормовых дрожжей . . . . .	80
<i>О. К. Соколова, Т. А. Соколова, Н. М. Ришес, М. Я. Зарубин.</i> Исследование химического состава кислот на основе ПАБ-смола . . . . .	83
<i>Л. А. Миловидова, Г. А. Пазухина.</i> Изменение физико-химических свойств целлюлозы в процессе сульфатной стадии содово-сульфит-сульфатной варки березовой древесины . . . . .	88
<i>М. В. Мухина, С. С. Гераськина, Т. Ф. Ионова, В. Е. Ковалев, В. Б. Некрасова.</i> Исследование фитостерина и синтез из него стероидных соединений . . . . .	91

**КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ  
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ**

- Ю. В. Пахунов, Р. А. Ефанова. Оценка напряженности труда машинистов-операторов лесозаготовительных машин по данным радиотелеметрии . . . . . 95
- Л. З. Лурье. Особенности методики технологической подготовки лесопильных предприятий к комплексной механизации и автоматизации основных процессов . . . . . 99
- Л. Е. Чивиксин. Исследование процесса перевозки лесопроductии на складах . . . . . 102

**ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА**

- А. П. Петров, Б. А. Черне. Методы и принципы экономического стимулирования комплексного использования лесных ресурсов . . . . . 106
- О. М. Рихтер. К вопросу оценки качества организационных единиц в структурах деревообрабатывающих предприятий . . . . . 111
- А. П. Иванов. Исследование эффективности подготовки специалистов по циклам . . . . . 114
- Т. А. Кислова. Область и специфика применения показателя приведенных затрат в лесном хозяйстве . . . . . 117
- В. П. Головащенко, М. В. Давидов. К вопросу об экономической эффективности рубок главного пользования в условиях интенсивного лесного хозяйства . . . . . 120

**КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ**

- В. В. Прогунов. Распределение древесных медоносных растений по высотным поясам юга Приамурья . . . . . 124
- И. И. Старченко, И. И. Смольянинов. К вопросу о фитоценоотическом значении ели обыкновенной южнее ее естественного ареала . . . . . 127
- Е. Н. Самошкин, А. Н. Ткаченко. Влияние водных растворов 1,4-бис-дiazоацетилбутана на рост семян ели обыкновенной . . . . . 130

**НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ**

- Н. Г. Васильев, Г. П. Тафинцев. Всесоюзный форум сельских лесоводов . . . . . 134

**КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ**

- Г. Б. Гортинский, П. И. Войчалъ. Новый учебник по лесоведению . . . . . 136
- В. Н. Егоров. Новый учебник по экономике лесного хозяйства . . . . . 137
- Рефераты . . . . . 142

## CONTENTS

<i>S. N. Kogan</i> . The new horizons of social, scientific and technical progress . . .	3
<i>V. A. Nikolayuk</i> . Forests and problems of forestry in the Baikal—Amur railway zone . . . . .	6

### FORESTRY

<i>I. I. Gusev</i> . Full arborescence of spruce in the European North . . . . .	12
<i>V. S. Polyakov, V. S. Petropavlovsky</i> . Structure, growth and productivity of speckled alder plantations in Pskov region . . . . .	17
<i>N. P. Murmanskaya, G. S. Tutygin</i> . Keeping spruce seedlings of different sizes before planting . . . . .	19
<i>F. V. Posharnikov</i> . The analysis of the trajectory of forest seeds falling while sowing by reel-sowing apparatus . . . . .	23
<i>A. V. Lebedev</i> . Resistance of <i>Picea excelsa</i> spruce in various conditions of recreation load . . . . .	27

### FOREST EXPLOITATION

<i>B. I. Kuvaldin, A. D. Kirsanov</i> . On optimum correlation between axial loads of locomotives and trucks at logging railroads of narrow gauge . . . . .	32
<i>P. F. Marchenko</i> . Correlation between accelerations of autocar points during the movement at the turn . . . . .	34
<i>I. I. Stepko, E. N. Matveev</i> . Theoretical investigation of stresses in juggling cable when hauling the logs on to the installation line . . . . .	38
<i>L. V. Korotyayev</i> . Influence of the volume of timber hauled upon the coefficient of resistance to the displacement of trees and logs bundles . . . . .	43
<i>V. S. Zhadenov, O. P. Chaika, Yu. S. Kharitonov</i> . Study of sawing methods influence on electric saws ЭПЧ-3 productivity when bucking tree-lengths . . . . .	50

### MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

<i>N. A. Melnikov, M. S. Movnin</i> . On the question of application of dimension measuring instruments in sawing and woodworking . . . . .	53
<i>N. I. Chubov</i> . Composition antifriction wood materials . . . . .	57
<i>A. F. Natalich, I. M. Dyskin</i> . Investigation of the process of prepressing of particle packages . . . . .	60
<i>B. P. Erykhov, V. I. Skripova</i> . Investigation of swelling plywood panels by torsion oscillations method . . . . .	63
<i>K. F. Diyakonov, V. A. Shchekin</i> . The change of pine wood hydroscopicity with cyclic heat treatment . . . . .	65
<i>V. B. Kuntysh, A. E. Peer</i> . Heat radiation and resistance of chess-bunches of ribbed pipes for wood-drying kiln, s air heaters . . . . .	67
<i>L. S. Suroutseva</i> . Distribution of perfect pieces received out of export lumber waste by the length . . . . .	71

### CHEMICAL WOODWORKING

<i>Yu. N. Nepenin, V. G. Kenin, V. A. Zhalina, A. V. Filippov</i> . Composition of badly smelling gases when cooking semicellulose with green liquor . . . . .	75
<i>M. I. Kravchenko, T. V. Efremova, A. I. Kiprianov, S. P. Utkin</i> . The method of hindered diffusion coefficient determination in cellulose containing material . . . . .	77
<i>V. V. Sviridov, N. M. Shebalova, V. F. Garenskikh</i> . The Hydrogen ion concentration influence on flotation extraction of fodder yeast . . . . .	80
<i>O. K. Sokolova, T. A. Sokolova, N. M. Rishes, M. Ya. Zarubin</i> . Investigation of chemical composition of the acids on the basis of ПАБ-resins . . . . .	83
<i>L. A. Milovidova, G. A. Pazukhina</i> . Changing physical and chemical properties of cellulose in the process of sulphate stage of coda-sylphite-sulphate cooking of birch wood . . . . .	88
<i>M. V. Mukhina, S. S. Gerashina, T. F. Ionova, V. E. Kovalev, V. B. Nekrasova</i> . Investigation of fitosterol and synthesis of its steroid compounds . . . . .	91

*COMPLEX MECHANIZATION AND AUTOMATION  
OF PRODUCTION PROCESSES*

- Yu. V. Pakhunov, R. A. Efanova.* Evaluation of labour intensity of logging machines operators according to radiotelemetry data . . . . . 95
- L. Z. Lurie.* Peculiarities of the method of technological preparation of saw-mills for complex mechanization and automation of major processes . . . 99
- L. E. Chiviksin.* Investigation of the process of transporting timber production at the yards . . . . . 102

*ECONOMICS AND ORGANIZATION OF PRODUCTION*

- A. P. Petrov, B. A. Cherne.* Methods and principles of economic stimulation of complex forest resources utilization . . . . . 106
- O. M. Rikhter.* To the question of quality evaluation of the organization element in the structure of woodworking enterprises . . . . . 111
- A. P. Ivanov.* Investigation of effectiveness of training specialists by cycles . . 114
- T. A. Kislouva.* The field and specific character of the reduced expenditures index application in the forestry . . . . . 117
- V. P. Golovashchenko, M. V. Davidov.* On the problem of economic effectiveness of main use cuttings in conditions of intensive forestry . . . . . 120

*SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE*

- W. V. Progunkov.* Distribution of nectariferous woody plants in high altitude zones of South Primorje . . . . . 124
- I. I. Starchenko*, *I. I. Smolijaninov.* To the question of phytocenotic importance of *Picea excelsa* growing to the south of its natural area . . . 127
- E. N. Samoshkin, A. N. Tkachenko.* Influence of 1,4-bis-diaso-acetylbutane aqueous solutions on the growth of *Picea excelsa* seedlings . . . . . 130

*SCIENTIFIC CONFERENCES AND DELIBERATIONS*

- N. G. Vasiliev, G. P. Tafintsev.* All Union forum of rural foresters . . . . . 134

*CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY*

- G. B. Gortinsky, P. I. Voichal.* The new book on forest science . . . . . 136
- V. N. Egorov.* The new book on forestry economics . . . . . 137
- Referates . . . . . 142

## РЕФЕРАТЫ

Новые горизонты социального и научно-технического прогресса. КОГАН С. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 3.

УДК 630\*(571.5)

Леса и проблемы лесного хозяйства в зоне БАМа. НИКОЛАЮК В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 6.

Строительство Байкало-Амурской железнодорожной магистрали открывает широкие возможности в использовании лесных ресурсов. В связи с суровыми климатическими и природными условиями требуется строгая регламентация пользования и ведения хозяйства в лесах этих районов. Вносятся предложения по распределению лесов на группы с учетом освоения природных богатств, роста населения, строительства объектов промышленности, железных и шоссейных дорог.

В зоне БАМа важнейшее значение приобретает организация противопожарной лесной службы. При восстановлении лесов следует широко использовать способность древесных пород к естественному возобновлению, создавать лесные культуры из местных древесных и кустарниковых пород. Наряду с лесохозяйственной деятельностью, предприятия лесного хозяйства должны развивать производство товаров народного потребления из древесины. Недостаточная изученность лесов, произрастающих в условиях вечной мерзлоты, настоятельно требует расширения научно-исследовательских работ. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630\*524.12

Полнодревесность стволов ели на Европейском Севере. ГУСЕВ И. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 12.

Полнодревесность стволов ели на Европейском Севере зависит от широтной зональности и типа возрастной структуры. По направлению с юга на север в пределах региона полнодревесность стволов ели ухудшается. Наиболее полнодревесные стволы формируются в разновозрастных, самые сбежистые — в разновозрастных ельниках, условно разновозрастные древостой занимают промежуточное положение. Ил. 2. Табл. 2. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630\*5

Строение, рост и продуктивность насаждений ольхи серой Псковской области. ПОЛЯКОВ В. С., ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 17.

По материалам перечислительной таксации изучены особенности строения, роста и продуктивности сероольховых древостоев Лядского опытно-показательного межколхозно-совхозного лесхоза Псковской области. Предлагается эскиз таблиц хода роста модальных сероольховых древостоев кисличного типа леса, даются некоторые рекомендации по проведению учетных работ. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630\*232.41

Предпосадочное хранение саженцев ели различных размеров. МУРМАНСКАЯ Н. П., ТУТЫГИН Г. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 19.

Саженцы ели, выращенные по схеме 2+3, сортировали на три условные группы и хранили в леднике в течение 30 дн. при температуре от 0 до +3°C. В период хранения не наблюдали распускания почек и гибели растений от грибных заболеваний и по другим при-

чинам. Отмечено увеличение содержания общего азота и фосфора в двухлетней хвое. Потери влаги на транспирацию и расходование запасов углеводов на дыхание не достигли уровней, критических для жизнеспособности растений.

Приживаемость саженцев всех размеров, высаженных после хранения, она-залась на 18,1—28,1 % выше, чем без применения хранения, и составила 95,3—98,3 %.

Сделан вывод о высокой эффективности весенне-летнего хранения саженцев в леднике, позволяющего значительно увеличить продолжительность периода посадочных работ в Архангельской области. Табл. 3. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630\*232.33.001.2

Анализ траекторий падения лесных семян при высеве катушечными высевальными аппаратами. ПОШАРНИКОВ Ф. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 23.

Приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований траекторий падения лесных семян при высеве катушечным высевальным аппаратом. Установлено, что наличие порошка у катушечного аппарата приводит к значительному отклонению траекторий падения семян (до 10 см), что необходимо учитывать при обосновании параметров семяпроводов и сошников лесных сеялок. Ил. 3. Табл. 1.

УДК 630\*411:630\*907

Резистентность ели европейской в различных условиях рекреационной нагрузки. ЛЕВЕДЕВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 27. Изучена взаимосвязь интенсивности смоловыделения у ели европейской с основными биометрическими, патологическими и морфо-генетическими параметрами деревьев в разных зонах посещения лесов Московской области. Установлена тенденция увеличения среднего балла смоловыделения с усилением рекреационной нагрузки. Табл. 6. Библиогр. список: 14 назв.

УДК 625.2.001.2

Об оптимальном соотношении между осевыми нагрузками локомотивов и вагонов на лесовозных дорогах узкой колеи. КУВАЛДИН Б. И., КИРСАНОВ А. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 32.

Рассматривается вопрос об оптимальном соотношении между осевыми нагрузками локомотивов и вагонов на узкоколейных железных дорогах. Приводятся некоторые данные результатов экспериментальных работ по определению напряжений в рельсах от воздействия тепловоза ТУ7 и думпкаров ПДВ-3. Полученные данные позволяют судить о возможностях повышения осевых нагрузок вагонов. Табл. 2.

УДК 629.1-445.75.001

Соотношения между ускорениями точек автовоза при движении на повороте. МАРЧЕНКО П. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 34. На основании значений ускорений в точках над колесами и в центре тяжести автовоза приводятся проекции суммарных ускорений в этих точках в зависимости от угла и угловой скорости поворота управляемых колес и в зависимости от углового ускорения и угловой скорости поворота автовоза. На основании полученных значений даются соотношения между проекциями ускорений на оси  $x$  и  $y$  в точках над колесами при движении автовоза на повороте. Ил. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 625.3.001.2

Теоретические исследования усилий в тяговом канате при подтягивании хлыстов к трассе установки. СЛЕНКО И. И., МАТВЕЕВ Э. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 38. Исследуются усилия, возникающие в тяговом канате подвесной лесотранспортной установки при подтягивании хлыстов со стороны к трассе установки при допущении, что участок сбора древесины — наклонная плоскость. Приведены выражения для определения статических усилий в тяговом канате при подтягивании хлыстов на большие расстояния (волоком) и на короткие расстояния (в полуподвешенном состоянии). Ил. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630\*375.4.001.2

Влияние объема леса, стрелеванного по волоку, на коэффициент сопротивления перемещению пачен деревьев и хлыстов. КОРОТЯЕВ Л. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 43. Изложены теоретические исследования коэффициента сопротивления волочению пачек деревьев и хлыстов по лесной «целине» и закономерностей его изменения под влиянием объема стрелеванной по волоку древесины для прямоугольных и треугольных пачек, приведены аналитические формулы этих закономерностей и опытные значения коэффициента  $\mu$ . Установлено, что в общем случае с увеличением объема релвны по волоку и износом его поверхности значение  $\mu$  переходит через минимум и затем стабилизируется. л. 3. Табл. 3. Библиогр. список: 2 назв.

ДК 630\*323.4:630\*362.7

Исследование влияния приемов пиления а производительность электромоторных ил ЭПЧ-3 при раскряжке хлыстов. АДЕНОВ В. С., ЧАЙКА О. Р., ХАРИТОВ ОВ Ю. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 50. Приводятся результаты определения производительности чистого пиления при различных приемах работы электропиль и установления степени загрузки рхней и нижней ветвей пильного аппарата при раскряжке хлыстов на янких лесных складах. Ил. 1.

К 674.09:621.38

вопросу применения измерительных образцователей размеров в лесопиле и деревообработке. МЕЛЬНИ В. Н. А., МОВНИН М. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 53.

статье приведен теоретический анализ формы выходного сигнала фотодатчика в зависимости от положения регистрируемого объекта. По результатам лиза дана простая формула определения величины сигнала, отмечается совпадение теоретических результатов с экспериментальными. Ил. 3. Библиогр. список: 2 назв.

: 630\*812

позиционные антифрикционные деревянные материалы. ЧУБОВ Н. И. Изв. ш. учеб. заведений. Лесн. журн., № 1, с. 57. Ведены результаты исследований юлогических параметров модифицированной древесины путем сплошной, дисковой, поверхностной и комплексной (полипропитка) пропиток растворами металлов и физико-механических свойств получаемых композиционных антифрикционных материалов, качества которых рекомендуется вводить частными и комплексными агентами трансформации, выражающими эффективность использования данных свойств. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.815-41

Исследование процесса подпрессовки стружечных пакетов. НАТАЛИЧ А. Ф., ДЫСКИН И. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 60. Приведены результаты теоретических и экспериментальных исследований процесса подпрессовки стружечных пакетов в производстве древесностружечных плит. Ил. 1. Табл. 1.

УДК 674.815-41

Исследование набухания древесностружечных плит методом крутильных колебаний. ЕРЫХОВ В. П., СКРИПОВА В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 63.

Исследована зависимость динамического модуля сдвига и добротности от набухания по толщине древесностружечных плит, выпускаемых Сыктывкарским ЛПК. Показано, что по изменению добротности можно судить о перестройке структуры ДСП в процессе набухания. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*844.44

Изменение гигроскопичности древесины сосны от температурного воздействия при циклическом нагреве. ДЯКОНОВ К. Ф., ЩЕКИН В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 65.

На основании экспериментальных данных установлено, что повторный нагрев древесины сосны вызывает снижение ее гигроскопичности. При циклическом нагреве гигроскопичность снижается больше, чем при непрерывном одинаковой продолжительности. С увеличением количества циклов нагрева гигроскопичность древесины уменьшается в большей степени. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 536.244

Теплоотдача и сопротивление шахматных пучков оребренных труб для воздухонагревателей лесосушильных камер. КУНТЫШ В. Б., ПИИР А. Э. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 67.

Изложены результаты экспериментального исследования теплоотдачи и сопротивления трехрядных шахматных пучков биметаллических труб с пакаными алюминиевыми ребрами, которые моделируют воздухонагреватели лесосушильных камер. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.092

Распределение бездефектных отрезков, полученных из отпада от экспорта, по длине. СУРОВЦЕВА Л. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 71.

Для определения степени рационального использования пиломатериалов-отпада от экспорта при выработке пилопродукции различного назначения, а также применения оптимального плана раскроя принят метод оценки выхода продукции из отпада от экспорта по бездефектным отрезкам, который наиболее точно определяет производственные условия при больших объемах раскроя пиломатериалов. Ил. 2.

УДК 630\*813.13

Состав дурнопахнущих газов при варке полуцеллюлозы с зеленым щелоком. НЕЩЕВИН Ю. Н., КЕНИН В. Г., ЖАЛИНА В. А., ФИЛИППОВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 75.

Приведены результаты хроматографического анализа дурнопахнущих веществ, образующихся в процессе варки березовой полуцеллюлозы с зеленым щело-

ком. Установлено, что основной компонент газовых сдувок — сероводород. Исследовано влияние расхода зеленого щелока на количество серосодержащих соединений, образующихся в газовой фазе. Показано, что с увеличением расхода зеленого щелока значительно возрастает количество сероводорода, содержание других дурнопахнущих веществ увеличивается незначительно. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630\*813.13

О методе определения коэффициента стесненной диффузии в целлюлозосодержащем материале. КРАВЧЕНКО М. И., ЕФРЕМОВА Т. В., КИПРИАНОВ А. И., УТКИН С. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 77. Для сульфатной целлюлозы хвойных пород найдены численные значения коэффициента стесненной диффузии. С повышением температуры процесса коэффициент стесненной диффузии растет, с повышением концентрации целлюлозы в слое коэффициент стесненной диффузии уменьшается. Показано, что закон диффузионного переноса ионов натрия и органических веществ в целлюлозном материале подобен закону химической кинетики. Ил. 3. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630\*863.5.002

Влияние концентрации водородных ионов на флотационное выделение кормовых дрожжей. СВИРИДОВ В. В., ШЕБАЛОВА Н. М., ГАРЕНСКИХ В. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 80. Показано, что эффективность флотационного выделения кормовых дрожжей из культуральных сред связана с зарядом дрожжевых клеток, на который оказывают влияние величина pH среды и ее компонентный состав. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630\*813.13.

Исследование химического состава нислота на основе ПАБ-смола. СОКОЛОВА О. К., СОКОЛОВА Т. А., РИШЕС Н. М., ЗАРУБИЦ М. Я. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 83. Рассмотрен химический состав метилового эфира нислота, полученных окислением фракции ПАБ-смола разбавленной азотной кислотой. Приведены количественный и качественный составы метиловых эфиров кислот К-1 и К-2 и их спектральные характеристики. Показана зависимость бумагопроклеивающих свойств полученных кислот от их строения. Ил. 4. Табл. 3. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 661.728.2.

Изменение физико-химических свойств целлюлозы в процессе сульфатной стадии содово-сульфит-сульфатной варки березовой древесины. МИЛОВИДОВА Л. А., ПАЗУХИНА Г. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 88. Сравнены изменения физико-химических свойств березовой целлюлозы в процессе сульфатной стадии сульфит-сульфатной и содово-сульфит-сульфатной варок. Показано, что содово-сульфит-сульфатная целлюлоза более склонна к набуханию и имеет несколько меньшее содержание фракции  $\beta$ -целлюлозы по сравнению с сульфит-сульфатной. Табл. 1. Ил. 3. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 547.926

Исследование фитостерина и синтез из него стероидных соединений. МУХИНА М. В., ГЕРАСЬКИНА С. С., ИОНОВА Т. Ф., КОВАЛЕВ В. Е., НЕКРАСО-

ВА В. Б. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 91. Представлен качественный и количественный состав фитостерина, полученного из сульфатного мыла Кедраского ЦБК, и показана возможность синтеза из фитостерина ацильных и арильных производных, а также транс-триола  $\beta$ -ситостерина. Такие соединения представляют интерес для медицинской промышленности. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 630\*36:658.382.3

Оценка напряженности труда машинистов-операторов лесозаготовительных машин по данным радиотелеметрии. ПАХУНОВ Ю. В., ЕФАНОВА Р. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 95.

Предложены оценки ритмичности производственного процесса на основе статистического и автокорреляционного анализа частоты пользования органами управления технологического оборудования. Даны количественная и качественная оценки операционной напряженности труда машинистов-операторов. Для обеспечения нормальных условий деятельности машинистов-операторов предлагается снизить количество операций по управлению за счет автоматизации управления машиной и перераспределения функций между машиной и оператором. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.093:658

Особенности методики технологической подготовки лесопильных предприятий к комплексной механизации и автоматизации основных процессов. ЛУРБЕ Л. З. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 99.

Рассмотрены основные вопросы технологической подготовки архангельских лесозаводов к освоению линий сушки торцовки и пакетирования. Приведены главные отличительные особенности методики технологической подготовки лесопильных предприятий к комплексной механизации и автоматизации основных процессов. Перечислены условия и задачи, решение которых необходимо для успешного внедрения комплексной механизации и автоматизации на лесопильных предприятиях.

УДК 674.093.3/4.001

Исследование процесса перевозки лесопродукции на складах. ЧИВИКИН Л. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 102.

Приведены результаты исследований работы внутрискладского транспорта методами теории массового обслуживания: математическое описание и методик оптимизации процесса перевозки лесопродукции на складах. Ил. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630\*8

Методы и принципы экономической стимуляции комплексного использования лесных ресурсов. ПЕТРОВ А. П., ЧЕРНЕ Б. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 106. Изложены общие принципы, лежащие основе образования механизма экономического стимулирования в комплексных лесных предприятиях и леспрохозах и предложены методы оценки уровня комплексного использования лесных ресурсов и его изменений. Намечены дальнейшие задания, связанные с сотрудничеством организации экономического стимулирования комплексного использования лесных ресурсов. Ил. 1. Табл. 1.

УДК 338:674:65.014

**К вопросу оценки качества организационных единиц в структурах деревообрабатывающих предприятий.** РИХТЕР О. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 111.  
Показано несовершенство существующей формулы для определения качества организационных единиц в структурах деревообрабатывающих предприятий. Предлагается формула для определения коэффициента, характеризующего качество построения организационной структуры предприятия с позиций требований формирования отдельных организационных единиц. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 676:658.386-057.4

**Исследование эффективности подготовки специалистов по циклам.** ИВАНОВ А. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 114.  
Рассматривается новое направление исследований эффективности затрат на образование — по циклам подготовки специалистов. Раскрывается содержание понятия «цикл подготовки», приводятся данные о полной стоимости циклов подготовки специалистов с высшим и средним специальным образованием для целлюлозной промышленности. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*652

**Область и специфика применения показателя приведенных затрат в лесном хозяйстве.** КИСЛОВА Т. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 117.

Рассматриваются условия и возможности применения показателя приведенных затрат для сравнительной экономической оценки отдельных вариантов осуществления лесохозяйственных мероприятий, устанавливается область и отмечаются специфические особенности применения названного показателя в лесном хозяйстве. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*221.003.13

**К вопросу об экономической эффективности рубок главного пользования в условиях интенсивного лесного хозяйства.** ГОЛОВАЩЕНКО В. П., ДАВИДОВ М. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 120.

На примере древостоев сосны и дуба, произрастающих на Украине, показана экономическая эффективность, которой можно достигнуть при организации дифференцированного лесного хозяйства с учетом типов роста насаждений. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 638.132

**Распределение древесных медоносных растений по высотным поясам юга Приамурья.** ПРОГУНКОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 124.

Приведены данные анализа вертикального размещения медоносных растений по западному склону кедрово-широколиственного леса. Выделены наилучшие высоты и места обитания липы, клена и бархата амурского. Табл. 3. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 581.524.1

**К вопросу о фитоценоотическом значении сли обыкновенной южнее ее естественного ареала.** СТАРЧЕНКО И. И., СМОЛЬЯНИНОВ И. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 127.

Ель как «ценофактор» по отношению к дубу в степных условиях отличается заметным почвоулучшающим (для дуба) влиянием, приводящим к усилению слабения дуба элементами почвенного питания и к усилению его роста в сочетании с елью. Отмечены явления благоприятствования аллелопатического типа: водные экстракты из еловой хвои усиливают рост дубовых всходов и улучшают питание дубовых однолетних сеянцев. Табл. 6. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630\*165.43:630\*174.755

**Влияние водных растворов 1,4-бис-диазоацетилбутана на рост сеянцев сли обыкновенной.** САМОШКИН Е. Н., ТКАЧЕНКО А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 130.

Показано, что 1,4-бис-диазоацетилбутан во многих вариантах стимулировал рост и выживаемость сеянцев, усилил митотическую активность клеток и уменьшил число клеток с аномальными анафазами. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630\*6:061.3

**Всесоюзный форум сельских лесоводов.** ВАСИЛЬЕВ Н. Г., ТАФИНЦЕВ Г. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 134.

УДК 630\*2(049.3)

**Новый учебник по лесоведению.** ГОРТИНСКИЙ Г. В., ВОПЧАЛЬ П. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 136.

УДК 630\*6(049.3)

**Новый учебник по экономике лесного хозяйства.** ЕГОРОВ В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 1, с. 137.