

КОМИТЕТ ПО ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ  
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ, ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
И ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ИЗВЕСТИЯ  
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ  
ЗАВЕДЕНИЙ

---

*Лесной журнал*

Издается с февраля 1958 г.

Выходит 6 раз в год

5

1992



АРХАНГЕЛЬСК

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

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

## ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

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

Ответственный секретарь **Р. В. Белякова**.

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

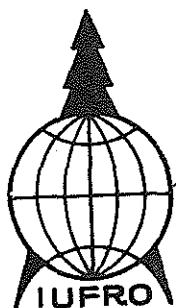
ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ  
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 5

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

Сдан в набор 03.12.92. Подписан в печать 01.03.93.  
Форм. бум. 70 × 108<sup>1/16</sup>. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая.  
Усл. печ. л. 12,775. Усл. кр.-отг. 12,775. Уч.-изд. л. 15,51. Тираж 1000. Заказ 5642.  
Архангельский ордена Трудового Красного Знамени лесотехнический институт  
им. В. В. Куйбышева

Адрес редакции: 163007, Архангельск, 7, наб. В. И. Ленина, 17, тел. 4-13-37.

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



УДК 06.091.5 : 06

## 100 ЛЕТ ИЮФРО (IUFRO)

И. С. МЕЛЕХОВ

Почетный член ИЮФРО

IUFRO — начальные буквы английского названия Международного союза лесных исследовательских организаций — International Union of Forestry Research Organizations. Хотя в буквальном (дословном) переводе название можно свести лишь к лесохозяйственному профилю (Forestry), но это было бы не совсем точно.

ИЮФРО охватывает все отрасли лесной науки и в этом отношении находится в полном соответствии с профилем нашего «Лесного журнала».

Главная цель Союза — международное сотрудничество (кооперация) в исследованиях, в обмене информацией в различных отраслях лесной науки. Большое значение имеют экскурсии и совместные опыты в лесу, где проходит особенно плодотворное общение между учеными.

В настоящее время ИЮФРО объединяет более 15 тыс. ученых из более чем 100 стран мира. В него входит около 700 исследовательских учреждений и учебных заведений, являющихся коллективными членами этой международной организации.

Органами ИЮФРО являются: конгресс, интернациональный совет, исполнительное бюро (исполбюро), президент и вице-президенты, отделения, исследовательские группы (предметные, проектные и рабочие).

В соответствии с принятой в 1971 г. на XV Международном конгрессе ИЮФРО в США новой структурой, уточненной в 1990 г. на XIX конгрессе в Канаде, в настоящее время наиболее крупными научными подразделениями являются шесть отделений:

- 1) Окружающая лесная среда и лесоводство;
- 2) Лесные растения и лесозащита;
- 3) Лесные операции и техника (по принятой у нас терминологии — лесоэксплуатация, лесозаготовки);
- 4) Инвентаризация, рост, запас, системы управления;
- 5) Лесные продукты. Сюда входят фундаментальные исследования природы древесины и других лесных продуктов, их использование, инженерные свойства, защита и хранение, сушка, конверсия, исследование продукции и др.;
- 6) Социальные, экономические и политические науки. Это отделение разнохарактерное. Оно включает: вопросы экономики на региональном, национальном и международном уровнях; лесную политику; лесную историю; лесную рекреацию; информацию, терминологию, библиографию и др.

Во главе отделений стоят кураторы. Каждое отделение, в свою очередь, подразделяется на множество исследовательских (предметные, рабочие и проектные) групп, возглавляемых специалистами. Так, например, первое отделение включает в себя более 60 таких исследовательских групп, в которых участвуют около 3000 ученых из разных стран мира.

Таким образом, современная научная структура ИЮФРО отражает и интеграцию, и дифференциацию науки.

ИЮФРО — постоянно действующая неправительственная организация. Периодически созываются Международные конгрессы ИЮФРО\*. Высшим органом Союза, решающим крупные принципиальные вопросы, является Интернациональный совет. Он избирает президента и состав исполбюро (за исключением двух лиц, кооптируемых президентом).

Между конгрессами и совпадающими с ними во времени заседаниями Интернационального совета постоянное руководство осуществляет исполбюро, возглавляемое президентом ИЮФРО, и его рабочий орган — секретариат.

В состав исполбюро входят представители регионов и кураторы отделений.

В настоящее время в исполбюро представлены регионы (каждый одним членом): Северная Европа, Центральная Европа, Восточная Европа, Средиземноморье, Северная Америка, Средняя и Южная Америка, Африка, Азия, западная часть Тихоокеанского региона. В бюро входят два вице-президента, а также представитель ФАО и кооптированные президентом члены (в настоящее время по одному представителю от Финляндии, Японии и нашей страны). В состав исполбюро входит и бывший (предшествовавший) президент ИЮФРО.

Официальными языками ИЮФРО являются немецкий, английский, французский, а с 1990 г. и испанский.

Членство в ИЮФРО осуществляется в виде коллективных членов — организаций (исследовательские институты, вузы и т. д.) и индивидуальных (их четыре вида).

В России в настоящее время коллективными членами ИЮФРО являются Институт леса и древесины СО РАН, ВНИИЛМ и Московский лесотехнический институт.

\* \* \*

ИЮФРО — старейшая международная научная лесная организация и одна из старейших в мире интернациональных научных организаций вообще. Ее создание относится к 1890—1892 гг. Инициатива основания этой организации принадлежала лесоведам, которые встретились в 1890 г. в Вене на Международном конгрессе по сельскому и лесному хозяйству. В 1891 г. был выработан устав, в соответствии с которым в 1892 г. в Эберсвальде (Германия) основан Международный союз научно-исследовательских учреждений лесного хозяйства под официальным названием «Международный союз лесных опытных станций». Членами его в то время были лесные учреждения трех стран: Германии, Австрии и Швейцарии. В 1893 г. на I конгрессе Союза присутствовали ученые уже пяти стран (добавились Италия и Венгрия). С 1897 г. в деятельности Союза стали принимать участие ученые России и Швеции, с 1900 г. — Франции и Бельгии, с 1906 г. — США, с 1910 г. — Великобритании и Португалии.

В 1929 г. эта организация получила нынешнее название IUFRO (в английской транскрипции), которое широко известно деятелям лесной науки во всем мире.

---

\* Их не надо смешивать с Мировыми лесными конгрессами, проводимыми по другой линии (ФАО и др.).

История и деятельность ИЮФРО освещались неоднократно в специальной лесной литературе, в том числе и в нашей стране [1—9]. Работа ИЮФРО систематически отражается в его официальных печатных органах [10—13].

На протяжении 100-летней истории ИЮФРО в его деятельности принимали активное участие видные ученые из разных стран мира. Среди них можно назвать проф. Г. Гессельмана (Швеция), известного своими исследованиями в области лесоводства и лесного почвоведения; австрийского ученого А. Шиффеля, вскрывшего важные закономерности в строении древостоев; немецкого профессора А. Бюлера, известного капитальными трудами по лесоводству, в частности исследованиями потребности древесных пород в свете и двухтомной сводкой по лесоводству (особенно по искусственному возобновлению леса); проф. Г. Бургера (Швейцария), изучавшего влияние физических свойств почвы на продуктивность леса, а также транспирацию древесных пород и внесшего в свое время заметный вклад в лесоводственную науку; немецкого профессора Л. Фабрициуса — ученого широкого диапазона, работавшего над вопросами лесоведения, лесоводства и использования леса и его продуктов; проф. Леннрота (Финляндия), получившего известность исследованиями структуры и развития одновозрастных сосновых лесов; проф. Е. Саари (Финляндия), крупного специалиста в области лесной статистики; итальянского ученого А. Павари, широко известного трудами в области интродукции древесных пород; классика русского лесоводства Г. Ф. Морозова, акад. В. Н. Сукачева и др. Это ученые старших поколений ИЮФРО.

В конце 50-х, 60—70-е гг. серьезный вклад в науку и развитие ИЮФРО внесли Ж. Макдональд (Великобритания), Г. Лейбундгут (Швейцария), А. Филиппис (Италия), А. Густафссон, Е. Бьеркман (Швеция), Л. Лейтон (Великобритания), И. Шпеер (ФРГ), М. Джемисон (США), И. Самсет (Норвегия), В. Лизе (ФРГ), А. Метро, И. Пардэ (Франция), В. Холопайнен (Финляндия), Б. Керестеши (Венгрия), М. Вискот, Д. Захар (Чехословакия), К. Сакагучи, Т. Сатоо (Япония), Д. Млинчек (Югославия) и др.; в этот период заметно активизировалось участие советских ученых.

Свою работу ИЮФРО ведет в сотрудничестве с другими международными организациями, устанавливая и расширяя контакты с ними. В частности, ИЮФРО имеет тесные связи с ФАО ООН, участвуя в организации Мировых лесных конгрессов. Мировые лесные конгрессы — другая организация; ее нельзя смешивать с ИЮФРО. В свою очередь, представители ФАО ООН участвуют в организации и проведении конгрессов ИЮФРО. ИЮФРО имеет связи с ЮНЕСКО — организацией ООН по вопросам просвещения, науки и культуры, Международным союзом по охране природы и природных ресурсов (ИУКН), Международным союзом биологических наук (ИУБС), Международным советом научных союзов (ИСИ) и др. Благодаря этим связям расширяются финансовые возможности проведения совместных мероприятий. Основная статья финансовой деятельности ИЮФРО — членские взносы организаций — ее членов.

Члены ИЮФРО, добившиеся выдающихся успехов в науке, наиболее активные деятели ИЮФРО избираются почетными членами, награждаются благодарственными грамотами и премируются. Избрание в почетные члены является высшей наградой этой международной организации. В целях поощрения молодых ученых установлены денежные премии. На XVI конгрессе в числе пяти молодых ученых из разных стран был (по нашему представлению) награжден и советский ученый А. С. Исачев — сотрудник Института леса и древесины СО АН СССР (институт — коллективный член ИЮФРО). Требования, предъявляемые к соискате-

лям: ценность представляемой научной публикации, возраст не более 45 лет, работа в научном учреждении, являющемся коллективным членом ИЮФРО. Имеются поощрения для ученых, активно участвующих в исследованиях научных подразделений того или иного отделения.

Большим событием в рамках ИЮФРО являются его конгрессы. За всю 100-летнюю историю этой организации состоялось 19 конгрессов, каждый последующий привлекал все большее число участников. Так, на I конгрессе ИЮФРО в Вене в 1893 г. было всего 18 участников от 5 стран, на III (1900 г.) — 22 участника от 7 стран. На VII конгрессе (1929 г.) присутствовало 150 человек. В работе XV конгресса ИЮФРО (1971 г.) в США принял участие уже 681 делегат от 58 стран, на XVI (1976 г.) в Норвегии — 1348 делегатов от 70 стран, на XVII (1981 г.) в Японии — 1540 человек от 73 стран. Последний, XIX, конгресс в Канаде собрал более 2500 участников.

До первой мировой войны, в начале нынешнего века, от России в деятельности ИЮФРО принимали участие профессора А. Н. Соболев и Г. Ф. Морозов.

Уместно отметить, что в России по программе Международного союза лесных опытных станций (тогдашнее название) были заложены географические культуры сосны из семян, полученных в 1906 г. проф. А. Н. Соболевым из разных стран по линии этой организации. Культуры были созданы 4-летними саженцами в Охтинском лесничестве в 1911 г. По свидетельству проф. Г. И. Редько, они сохранились до настоящего времени, и кафедра лесных культур ЛТА восстанавливает схему размещения сосен различного происхождения.

Г. Ф. Морозов участвовал в работе VI конгресса в Брюсселе (1910 г.).

В 1929 г. в работе VII конгресса (Стокгольм) принимали непосредственное участие профессора Н. П. Кобранов и А. В. Тюрин. На этом конгрессе были представлены также доклады М. Е. Ткаченко, П. С. Погребняка, А. И. Колесникова и других ученых нашей страны. В 1956 г. на XII конгрессе ИЮФРО в Великобритании делегацию советских ученых возглавлял акад. В. Н. Сукачев. На XIII конгрессе (1961 г.) в Вене принимали участие 9 ученых нашей страны, в их числе Н. П. Ануцин, И. С. Мелехов, П. В. Васильев, И. М. Науменко, А. А. Цымак, В. Г. Чертовской и др. На XIV конгрессе (1967 г.) в Мюнхене делегатами от нашей страны были П. В. Васильев, И. С. Мелехов (руководитель делегации), Е. С. Павловский. На XV конгрессе (1971 г.) в США принимали участие И. С. Мелехов (руководитель делегации), Н. А. Моисеев, Н. Г. Коломиец.

На XVI конгрессе (1976 г.) в Норвегии от СССР участвовали Н. А. Моисеев (руководитель делегации), В. Г. Атрохин, С. Э. Вомперский, А. Б. Гукасян, И. К. Иевинь, А. С. Исаев, Л. А. Кайрюкшис, В. Е. Протопопов, Н. И. Пьявченко, А. И. Уткин, Ю. Д. Хилов.

На XVII конгрессе ИЮФРО, проходившем в 1981 г. в г. Киото (Япония), от нашей страны приняла участие делегация из 5 человек, возглавляемая председателем Госкомитета СССР по лесному хозяйству Г. И. Воробьевым. В состав делегации также входили С. Э. Вомперский, И. К. Иевинь, А. С. Исаев и Н. А. Моисеев.

На XIV и XV конгрессах членом исполкома ИЮФРО (впоследствии исполбюро) был избран И. С. Мелехов. На следующие два пятилетних периода после XVI и XVII конгрессов ИЮФРО в состав исполбюро от нашей страны входил Н. А. Моисеев, в дальнейшем — И. К. Иевинь и А. П. Петров.

Конгрессы ИЮФРО, также как и Мировые лесные конгрессы, дают много ценной информации, позволяющей судить о мировом уровне развития различных разделов лесной науки и практики, что в целом

способствует ускорению развития научно-технического прогресса. Вместе с тем участие ученых нашей страны позволяет популяризировать достижения в различных областях лесной науки.

Расширяются формы участия нашей страны в деятельности ИЮФРО. По приглашению председателя Гослесхоза СССР А. И. Зверева 13—22 сентября 1980 г. было проведено заседание исполкома ИЮФРО на базе ВНИИЛМ и его Кавказского филиала. Руководство ИЮФРО дало высокую оценку научному и техническому уровню организации заседания и ознакомления с объектами показа, наградив организаторов первыми грамотами ИЮФРО. В заседании исполкома, кроме его членов, приняли участие директора институтов и ведущие ученые нашей страны и ряда социалистических стран.

XVII конгресс ИЮФРО проходил в Японии (г. Киото) в сентябре 1981 г. под девизом «Исследования сегодня для лесов в будущем». Этот девиз, с одной стороны, символизировал специфику лесовыращивания, связанную с его длительностью. Закладывая лесные культуры сегодня, мы создаем леса будущего, плодами которых будут пользоваться новые поколения. С другой стороны, стремительно растущий спрос на продукты леса, особенно древесину, резкое расширение ассортимента продуктов и полезностей леса, вовлекаемых в орбиту лесопотребления, настоятельно требуют быстрее решения назревших проблем интенсификации лесного хозяйства, повышения продуктивности лесов, организации многоцелевого их использования, механизации трудоемких работ в лесу, что немыслимо без самого активного, преобразующего влияния лесной науки на практику.

XVIII конгресс ИЮФРО состоялся в сентябре 1986 г. в Югославии (г. Любляна) под девизом «Лесная наука — на службу обществу». В состав советской делегации входило около 10 человек, в том числе Н. А. Моисеев (руководитель), А. С. Исаев, Л. Н. Исаева, А. Н. Писаренко, С. Э. Вомперский, П. Н. Аболь, три делегации из Прибалтики (в их числе И. К. Иевинь, член исполбюро ИЮФРО).

XIX конгресс проходил в Канаде (г. Монреаль) в августе 1990 г. Его главная тема «Наука в лесном хозяйстве: Второе столетие ИЮФРО». В качестве основных конкретных «подтем» выдвинуты вопросы, касающиеся тропического лесоводства и загрязнения воздуха.

На XIX конгрессе наша делегация была представлена большим числом участников, чем на предшествующем. Среди них А. С. Исаев (руководитель делегации), С. Г. Синицын, Н. А. Моисеев, А. П. Петров, И. К. Иевинь, Л. А. Кайрюкшис, А. Н. Обливин, Д. В. Можаяев, В. С. Шамаев, Т. Э. А. Фрэй, Ю. Н. Баранчиков и др. Тем не менее представительность наших ученых на XIX конгрессе, как и на XVIII, была недостаточно полной. Не было, например, ученых Ленинграда, слабое участие во всех конгрессах ИЮФРО принимали исследователи, работающие в отраслях лесной промышленности.

В периоды после XVIII и XIX Мировых лесных конгрессов ИЮФРО в нашей стране продолжалась активная деятельность по линии этой организации. Состоялись тематические международные конференции (по проблемам рубок ухода в 1987 г., по интегрированному управлению лесами при неистощительном многоцелевом использовании их в условиях рыночной экономики в 1992 г. и др.). При участии ИЮФРО (а также других международных и национальных организаций) в 1990 г. в Архангельске был проведен Международный симпозиум «Бореальные леса».

Тем не менее лесной международный потенциал у нас используется еще недостаточно. Если когда-то дореволюционная лесная Россия в числе первых стран вступила в Международный союз лесных опытных станций (так тогда называлась эта организация) и активно сотрудни-

чала в нем, то в настоящее время она отстает не только от таких крупных держав, как США, Канада, Германия, Франция, но и от ряда небольших по территории и численности населения стран. Число коллективных членов ИЮФРО в России (три учреждения) значительно меньше, чем, например, в Финляндии, Швеции или Норвегии.

Многие наши исследовательские организации и учебные заведения лесохозяйственного и лесопромышленного профиля могли бы с большой пользой для научно-технического прогресса стать членами ИЮФРО.

К числу недостатков надо отнести также и то, что более полноценному и эффективному участию наших ученых в ИЮФРО, в его конгрессах, препятствовало проявление субъективных подходов со стороны некоторых высших лесохозяйственных руководителей к комплектованию делегаций. Их состав, например, на последние три-четыре конгресса подбирался преимущественно аппаратным путем без достаточного учета научного потенциала наших ученых специалистов. В дальнейшем на это обстоятельство необходимо обратить самое серьезное внимание.

На протяжении 100-летней истории ИЮФРО во главе этой международной организации были выдающиеся ученые и организаторы науки. ИЮФРО особенно расширился за последние тридцать лет. За этот период его президентами были профессора Ж. Макдональд (Великобритания), И. Шпеер (ФРГ), М. Джемисон (США), И. Самсет (Норвегия), В. Лизе (ФРГ), Д. Млинчек (Югославия), Р. Бакман (США). С января 1991 г. президентом ИЮФРО является д-р М. Саллех (Малайзия). Будем надеяться, что когда-нибудь им станет ученый и из нашей лесной страны.

100-летний путь, пройденный Международным союзом лесных научно-исследовательских организаций, и его современная деятельность показывают, что сотрудничество в рамках ИЮФРО является одной из важных форм международного научно-технического сотрудничества.

В свое второе столетие ИЮФРО вступает в качестве крупнейшей международной научной лесной организации с большим научным потенциалом всех отраслей мировой лесной науки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Мелехов И. С. Международный союз лесных исследовательских организаций (IUFRO). Сессия Постоянного и Расширенного комитетов // Лесн. журн.—1968.—№ 5.—С. 171—174.—(Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Мелехов И. С. Сессия Постоянного комитета Международного союза лесных исследовательских организаций // Лесн. хоз-во.—1970.—№ 12.—С. 75—76. [3]. Мелехов И. С. Лесоведение и лесоводство.—2-е изд.—М.: МЛТИ, 1972.—178 с. [4]. Мелехов И. С. Международный союз лесных исследовательских организаций (к 80-летию IUFRO) // Лесоведение.—1972.—№ 6.—С. 88—91. [5]. Мелехов И. С. Монсеев Н. А. 90 лет ИЮФРО (IUFRO) // Лесн. журн.—1982.—№ 4.—С. 127—131.—(Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Мелехов И. С., Монсеев Н. А., Коломнец Н. Г. XV конгресс IUFRO // Лесн. журн.—1972.—№ 2.—С. 168—170.—(Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Мелехов И. С., Чертовской В. Г. XIII конгресс Международного союза лесных научно-исследовательских организаций (ИЮФРО) // Лесн. журн.—1961.—№ 6.—С. 167—171.—(Изв. высш. учеб. заведений). [8]. Тюрин А. В. Международный конгресс лесных опытных станций в Швеции (14 июля—4 августа 1929): Впечатления от осмотра лесов и лесного хозяйства // Лесовод.—1929.—№ 10—11.—С. 96—106; № 12.—С. 43—61. [9]. Уткин А. И., Кайрюкштитс Л. А., Протопопов В. В. 16-й мировой конгресс ИЮФРО (О работе мирового конгресса Международного союза лесных исследовательских организаций, Осло (июнь—июль 1976 г.) // Лесоведение.—1977.—№ 4.—С. 95—99. [10]. Annual reports IUFRO, 1968—1980. [11]. IUFRO.—XIII, XIV, XV, XVI, XVII Congress Proceedings, 1961, 1967, 1971, 1976, 1981. [12]. IUFRO // News.—1981.—N 33 (3); 1982.—N 36 (2); 1985—1991. [13]. IUFRO. Statutes. International Regulations.—Vienna, Austria, 1990.



## ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 630\*161.4

**ОСНОВНЫЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ  
И УСЛОВИЯ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ  
В ОНТОГЕНЕЗЕ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ***А. В. ВЕРЕТЕННИКОВ*

Воронежский лесотехнический институт

Процесс индивидуального развития древесных растений сложен и длителен, поэтому его изучение относится к одной из самых запутанных проблем физиологии. Рост и развитие дерева изначально связаны с избирательной активностью определенных генов, с их экспрессией, контролируемой гормонами. Эти гены находятся в эмбриональных клетках и до определенного срока неактивны.

На рост и развитие древесных растений огромное влияние оказывают как внутренние условия (количество и качество метаболитов, фитогормонов, ингибиторов, фитохромов и др.), так и внешние (температура, влага, свет, аэрация и плодородие почвы).

По ходу онтогенеза важнейшие физиологические процессы меняются, иногда существенно, как и реакция деревьев на ведущие факторы внешней среды. В связи с этим отмечаются довольно отчетливые последовательные этапы развития древесных пород, которые характеризуются специфическими функциональными, структурными и экологическими признаками. Выяснение основных процессов и условий внешней среды при прохождении индивидуального развития древесных растений имеет не только теоретическое, но и важное практическое значение, в частности для разработки лесохозяйственных мероприятий, направленных на ускоренное выращивание посадочного материала, улучшение естественного и искусственного возобновления леса, роста молодняков, формирование лесных экосистем в целом и принятие решения о рубках главного пользования.

Этапы индивидуального развития древесных растений представляют собой генетически детерминированные качественные изменения функций и процессов новообразования элементов структуры при прохождении ими жизненного цикла, начиная с первого деления зиготы и кончая полным отмиранием дерева, достигшего преклонного возраста.

Исходя из анализа имеющейся литературы ([8, 9, 12—14] и др.) и собственных материалов, считаем целесообразным онтогенез древесных растений разделить на восемь этапов с указанием для каждого наиболее характерных процессов и условий среды, определяющих их оптимальное протекание (см. таблицу).

На первом эмбриональном этапе развития дерева, продолжающемся от момента двойного оплодотворения яйцеклетки до начала прорастания зародыша, наиболее важными процессами являются рост пыльцевой трубки, развитие эндосперма и проводящей системы зародыша. Рост пыльцевой трубки тесно связан с наличием необходимого пластического материала столбика и специфических веществ в нем, определяющих направление трубки (хемотропизм). Важную роль в этом процессе играет наличие в тканях столбика и семязпочки достаточного количества бора, кальция и других минеральных элементов.

## Основные физиологические процессы и условия внешней среды

№ п/п	Этап	Основные физиологические процессы	Ведущие условия среды
1	Эмбриональный или прегерминальный	Рост пылевой трубки, дифференциация проводящей системы зародыша	Температура, влажность
2	Герминальный: а) прорастание семени б) формирование всхода или проростка	а) Поглощение воды, активность гидролитических ферментов, темное дыхание б) Рост зародышевых органов, формирование первичного фотосинтетического аппарата	а) Влага, температура, главным образом переменная, аэрация б) Влага, аэрация, температура, доступность минеральных элементов, свет (25...30 % от полного)
3	Ювенильный	Транспирация, фотосинтез, минеральное питание, формирование микоризы и первых настоящих листьев	Влага, температура, свет (30...75 % от полного), CO <sub>2</sub> , солевые элементы, азот
4	Имматурный	Формирование кроны, рост в высоту, активный водообмен	Свет (75...100 % полного), солевые элементы, азот, влага
5	Виргильный	Апикальный рост, активность камбия, активные синтезы и превращения веществ	Свет, азот и солевые элементы, влага
6	Репродуктивный	Гормональный обмен, фотосинтез, формирование активных структур, фертильность	Свет, плодородие почвы, температура
7	Размножения	Замедленный рост вегетативных частей на фоне активных процессов репродукции	То же
8	Сенильный	Процессы распада, свободнорадикальное состояние, разрушение активных структур	Вода, температура, минеральные элементы, вредители, болезни

При формировании зародыша резко активизируется общий обмен веществ: нуклеиновый, белковый, углеводный, липидный и т. п.

В самом процессе половой дифференциации, в особенности хвойных, важное значение придается физиологически активным веществам. Доказано, что появление мужских цветочных примордий связано с высоким содержанием гиббереллинов, а женских с низким их содержанием, но высоким — ауксинов ([15, 16, 18] и др.). Отсюда возникла возможность регулировать цветение древесных растений за счет введения

экзогенных стимуляторов роста и использования бора и кальция [14, 18]. Существенное значение на данном этапе имеет и фотопериод. Важную роль в развитии гаметофита выполняет оводненность тканей. Так, пихта сибирская и ель сибирская имели наибольшее содержание влаги в тканях с момента мейоза до созревания спорангия [1, 11]. На этом этапе развития большое значение имеют условия температуры и влажности воздуха. Для многих видов клена, ольхи, ивы, лещины оптимальными во время цветения условиями являются более низкая температура и повышенная влажность воздуха, чем, например, для липы и рябины. В северной подзоне тайги умеренно прохладная погода и обильные осадки в период формирования мужского гаметофита сосны обыкновенной замедляли формирование пыльцы [1]. На развитие микростробил ели сибирской во время мейоза особенно неблагоприятное воздействие оказали похолодания до  $-1,8^{\circ}\text{C}$ , сменявшиеся кратковременными потеплениями. Формирование физиологически полноценной пыльцы в не меньшей степени зависит от метеорологических условий и в постмейотический период ее развития [1, 11].

На герминальном этапе, когда происходит прорастание семени и формирование проростка или всхода, активизируются процессы набухания коллоидов семени, повышается активность сначала гидролитических, а затем и синтетических ферментов, усиливается темновое дыхание, возрастают скорость транспорта метаболитов из эндосперма или семядолей к зародышу, тургесцентность, дифференциация и рост клеток. Активно протекает окислительное фосфорилирование (синтез АТФ).

Начинают интенсивно расти зародышевый корень, гипокотиль или эпикотиль, формируются фотосинтетически активные структуры в виде зеленеющих на свету семядолей, первичных и переходных листьев. У всходов с надземным гипокотильным прорастанием важную роль в жизни молодых растений играют семядоли. В процессе их развития можно выделить несколько различающихся фаз: запасающая, переходная к фотосинтетической, фотосинтетическая и старости ([5, 8] и др.).

К ведущим внешним факторам, влияющим на прорастание семян древесных растений, относятся влажность верхнего (1—2-сантиметрового) слоя почвы и подстилки, достаточно высокая температура, аэрация и свет для некоторых древесных пород. Так, дружное прорастание семян и формирование всходов на минеральном грунте наблюдаются при объемной влажности почвы 20...25%, а подстилки — 45% и более. Раз начавшись, процессы прорастания семян и в дальнейшем требуют оптимального содержания влаги, ибо даже кратковременная засуха может привести к гибели зародыша и проростка в целом. Показано, что температурный оптимум для прорастания семян сосны обыкновенной, например, и становления всходов лежит в пределах 20...25°C. Лучшему прорастанию семян способствуют небольшие колебания температуры и влажности почвы ([12, 13] и др.). Прорастание семян возможно лишь при достаточно высоком содержании кислорода в почвенном воздухе (8...10%). Снижение его до 3...2% ингибирует процесс прорастания семян древесных пород. Положительное воздействие на рост корней и всходов древесных растений в целом оказывает наличие в почве доступных минеральных элементов ([4] и др.). Семена большинства древесных пород прорастают в условиях короткого фотопериода (8...12 ч). Лишь некоторые породы, например псевдотсуга, требуют длинного дня. Данный этап развития является наиболее критическим в жизни древесных растений.

Ювенильный этап включает формирование сеянцев первого и второго лет жизни. Он сопровождается активным фотосинтезом, повышенными транспирацией, поглощением солевых элементов и азота,

бурным ростом стержневого корня, появлением микоризы на боковых корнях, формированием первых настоящих листьев. Более усиленными темпами развиваются и покровные защитные ткани семян.

Наряду с влагой, аэрацией и температурой молодые растения на этом этапе нуждаются в обеспечении их макро- и микроэлементами, внешней  $\text{CO}_2$  и светом (30...35 % полного). Потребление элементов минерального питания по сравнению с предыдущим этапом повышается в несколько раз. Если на этапе прорастания семян и формирования всходов необходимы оптимальные влажность, аэрация и температура в самом верхнем 1-2-сантиметровом слое почвы, то на этапе формирования сеянца — в более глубоких слоях (до 15...40 см).

На этом этапе развития весьма неблагоприятны такие явления, как выпирание на тяжелых по механическому составу почвах, выпревание, вымокание, а также различные болезни и повреждения вредителями.

Формирование половозрелых особей II—V порядков ветвления кроны происходит на имматурном этапе развития, для которого наиболее характерны дальнейшее и довольно резкое повышение размеров ассимиляционной поверхности (листового индекса), всасывающей поверхности корневых систем, активизация вторичных меристем. Интенсивность фотосинтеза отдельного листа может несколько снизиться, транспирации — повыситься.

Особенно сильное воздействие на процессы роста древесных растений оказывает свет. Деревья лучше растут в высоту при освещенности 75 % от полной дневной и выше. Пока еще довольно сильное влияние оказывает влага почвы и особенно почвенное плодородие.

Дальнейшее вегетативное развитие древесных растений происходит на пятом этапе, который носит название виргильного. У деревьев обильно разрастается крона (ветвление VI—VII порядков), вертикальные и горизонтальные корни, активно работает камбий. Ствол частично очищается от сучьев. Наблюдаются кульминация роста насаждения в высоту, максимальная сомкнутость полога, ведущая к конкуренции за свет и самоизреживанию. Синтетические процессы преобладают над гидролитическими, появляются первые зачатки генеративных органов. Деревья переходят во взрослое вегетативное состояние. При этом наиболее мощные деревья с хорошо сформированной кроной, несущей большую массу ассимиляционной поверхности, переходят к плодоношению и семеношению раньше, чем менее развитые. Ведущие внешние факторы здесь те же, что и на предыдущем этапе развития.

Все перечисленные этапы онтогенеза являются прегенеративными или подготовительными к репродуктивному периоду. На шестом этапе развития резко усиливаются процессы гормонального ([15, 18] и др.) и нуклеинового обменов, формируются активные структуры ([1, 2] и др.), ведущие к заложению многочисленных цветочных зачатков, цветению и плодоношению. К числу внешних факторов, наряду со светом, относятся условия минерального питания, фотопериод, водный режим почвы и др.

Одной из серьезных причин перехода древесных пород к репродуктивному развитию является накопление в дереве достаточного количества углеводов — продуктов активного фотосинтеза. Этому переходу способствует и активизация фитохромной системы древесных растений. Именно с ней связана экспрессия «цветочных» генов. Начинается активный синтез специфических ферментов и веществ, направляющих формообразовательные процессы к закладке генеративных органов.

В период формирования гаметофита устойчивость древесных растений к неблагоприятным внешним воздействиям на короткое время понижается.

На этапе размножения древесные растения продолжают активно цвести и плодоносить, давать семена. По сравнению с многими плодовыми лесными породами цветут и плодоносят не каждый год. У разных видов и в различных лесорастительных условиях периодичность плодоношения проявляется по-разному. Наблюдается некоторое снижение темпов вегетативного роста.

На урожай семян и периодичность плодоношения влияют и погодные условия года. Обычно внешние факторы воздействуют на формирование урожая плодов и семян не текущего, а последующего или даже нескольких последующих лет.

Замедление, а затем и полное прекращение плодоношения и семеношения, сопровождающиеся резким снижением активности обмена веществ и превращения энергии, и резкое уменьшение прироста деревьев свидетельствуют о переходе деревьев к завершающему сенильному этапу развития. Основные процессы этого этапа приведены в таблице.

В основе процессов старения растений, в том числе древесных, лежит представления о дефектах в биосинтезе белка из-за «ошибок» при транскрипции и трансляции [17], дегградации митохондриальной ДНК и повреждения мембран ([10, 17] и др.). Широкое распространение получила теория перекисного окисления липидов (ПОЛ). В клетках старых растений образуются атомы или группы атомов со свободной валентностью — свободные радикалы, взаимодействующие прежде всего с фосфолипидами, давая токсические продукты ПОЛ. Все это ведет к разрушению структуры липопротеидных мембран, других компонентов и структуры клеток в целом ([3] и др.). Основу биологической теории старения растений составляют представления о «затухании» к старости корне-лиственной функциональной корреляции [7].

Старение древесных растений ускоряется под воздействием различных внешних стрессов (засуха, засоление, недостаток кислорода, низкая и высокая температура, малоэффективные плодородные почвы и др.). В качестве синергических по отношению к процессам старения деревьев следует назвать и все увеличивающиеся антропогенные нагрузки (промышленные газы, тяжелые металлы, радиоактивные излучения и т. п.).

Таковы вкратце основные процессы жизнедеятельности и ведущие условия внешней среды в развитии древесных растений. Дальнейшие исследования должны углубить научные представления об этом сложном и многоэтапном процессе, каким является онтогенез древесных растений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Артемов В. А. Микроспорогенез и развитие мужского гаметофита ели и сосны // Эколого-биологические основы повышения продуктивности таежных лесов Европейского Севера.— Л.: Наука 1981.— С. 128—135.
- [2]. Богомолова В. Е. Нуклеиновый обмен образовательных тканей почек при формировании побегов и репродуктивных органов // Там же.— С. 160—179.
- [3]. Бурлакова Е. Б. Роль антиокислителей в физико-химических процессах регулирования размножения клеток // Физико-химические основы авторегуляции в клетках.— М.: Наука, 1968.— С. 15—25.
- [4]. Веретенников А. В. Рост всходов древесных растений на различном фоне минерального питания // Лесн. хоз-во.— 1991.— № 12.— С. 23—24.
- [5]. Веретенников А. В., Косиченко Н. Е., Попова В. Т. Формирование анатомической структуры семядолей всходов *Fraxinus lanceolata* (Oleaceae) и *Robinia pseudoacacia* (Fabaceae) в связи с их запасующей и ассимиляционной функциями // Бот. журн.— 1989.— Т. 74, № 9.— С. 1253—1266.
- [6]. Диагнозы и ключи возрастных состояний лесных растений / А. А. Чистякова, Л. Б. Заугольнова, И. В. Полшанкина и др.— М.: Прометей, 1989.— 106 с. [7]. Казарян В. О. Старение высших растений.— М.: Наука, 1969.— 314 с. [8]. Крамер П., Козловский Т. Физиология древесных растений.— М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 463 с. [9]. Кулагин Ю. З. Адаптация к защите онтогенеза древесных растений // Адаптация древесных растений к экстре-

мальным условиям среды.—Петрозаводск: Карельск. ФАН СССР, 1984.—С. 4—20. [10]. Лэмб М. Биология старения.—М.: Мир, 1980.—206 с. [11]. Некрасова Т. П., Рябинков А. П. Плодоношение пихты сибирской.—Новосибирск: Наука, 1978.—216 с. [12]. Санников С. Н. Биоэкологические этапы индивидуального роста и развития сеянцев самосева сосны // Экология и физиология древесных растений Урала—Свердловск: Ур ФАН СССР, 1963.—С. 47—64. [13]. Санников С. Н. Возрастная биология сосны обыкновенной в Зауралье // Свердловск: УНЦ АН СССР, 1976.—С. 124—165. [14]. Саркисова М. М. Гормональная регуляция роста и развития многолетних растений // Гормональная регуляция онтогенеза растений.—М.: Наука, 1984.—С. 226—234. [15]. Auxins and gibberellins in embryonic shoots of Scots pine in relation to flower sex differentiation / H. Kulikowska, J. Korcewicz, Z. Zatorska, T. Szczesniak // Acta Soc. Bot. Poloniae.—Warszawa, 1978.—[Vol. 47, N 4.—P. 319—356. [16]. Korcewicz J., Zatorska Z., Kulikowska H. Hormonal balance in apical meristems of Scots pine shoots as a very early symptom of flower sex differentiation // Acta Soc. Bot. Poloniae.—Warszawa, 1978.—[Vol. 47, N 1—2.—P. 107—114. [17]. Ogrel L. E. The maintenance of the accuracy of protein synthesis and its relevance to ageing // Proc. Nation. Acad. Sci. USA.—1963.—Vol. 49.—P. 517—521. [18]. Pharis R. P. Interaction of native or exogenous plant hormones in the flowering of woody plants // Regulation of developmental processes in plants. Eds. H. R. Schutte and G. Dross.—Proceedings of a conference held at Halle.—1977.—P. 345—360.

Поступила 21 февраля 1992 г.

УДК 630\* (470.311)

## ЛЕСА МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ В ПРОШЛОМ И НАСТОЯЩЕМ\*

А. С. ЛИСЕЕВ

Федеральная служба лесного хозяйства Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов Российской Федерации

Первые сведения о Лосиноостровской лесной даче в Подмоскowie относятся к 1406 г., «когда князь Василий Дмитриевич завещал Васильцев стан, окружавший Лосиноостровскую дачу, в пользу сына Василия II и жены Софьи Витовтовны» [4, с. 6], т. е. история лесной дачи, теперешнего национального парка «Лосиный остров», прослеживается за 585 лет. В духовном завещании Ивана Калиты, прапрадеда Василия II, записано: «А оброком медовым городским Васильцева веданья поделятся сыновья мои» [5, с. 50]. Этим указанием документальные сведения о лесной даче удлинятся до 650 лет.

Как следует из духовного завещания Ивана Калиты, на месте современного национального парка Лосиный остров истари существовали борти и бортные ухажья. Последние занимали большие пространства и в Полесье делились между бортниками на острова. Одним из них был Лосиный остров.

В «Русской правде» Ярослава Мудрого за 1016 г. находим законы, защищавшие борти и бортные ухажья. Борти стояли веками, передавались по наследству, продавались. Поэтому можно сказать, что сведения о Лосином острове мы имеем за 1000 лет!

Бортевое пчеловодство — наиболее чистый вид производства. Оно «способствовало сохранению лесов в первозданном состоянии» и поскольку «известно на Руси с доисторических времен» [5, с. 50, 67], то к этим же временам можно отнести начало истории лесов Московской области.

О состоянии лесов можно судить по ухажьям царя Алексея Михайловича (1629—1676 гг.). «Только в Нижегородском уезде ему принад-

\* Понимая ценность исторических экскурсов, разделяя тревоги автора за судьбы леса, редакция в то же время отмечает неправомочность его отдельных категоричных утверждений в оценке значения лесохозяйственных мероприятий и сложившихся научных положений.

лежало пять бортовых ухажий в длину на 30 и поперек на 18 верст. Здесь находилось более трех тысяч бортей» [5, с. 50]. В современных лесах на 20 га приходилась минимум одна борть, т. е. одно дерево толщиной от 1,5 до 2,0 м и более. «Таких могучих толстых деревьев было «несчетно»» [5, с. 47]. О их толщине можно судить по записи, к сожалению, не датированной: «До сих пор встречаются дупла с 20 пудами (!!!) меда» [5, с. 29]. Но дуплистые деревья встречались редко. «Приходилось... пробираться сквозь густые, часто непролазные дебри девственных лесов» [5, с. 28]. Природа рационально использовала каждую толику пространства.

По мере усиления государства в казенных лесах появились старосты бортников. Они следили за целостностью бортей и лесов и были наделены большой властью.

Бортничество прекрасно сочеталось с охотой. Московия славилась «мягкой рухлядью». А охота на крупную дичь (медведи, зубры, лоси, кабаны) — это не только шкуры, но и мясо. Прибавим к этому пернатых (глухарь, тетерев, рябчик). Не мешало бортничество и рыболовству. Лес сохранял воду. Реки были чистыми и многоводными, на них ставились водяные мельницы.

Одним словом, лес давал человеку все: кормил, обувал, согревал, освещал. Мы не говорим о жилище. Дома из кондовых бревен стояли по 300 лет и более. Их и ныне можно увидеть в сибирских городах. И сейчас в Доме союзов стоят колонны из лиственниц.

К недревесным полезностям лесов относятся, кроме сказанного, ягоды, грибы, чистые вода и воздух, многое другое. Может, стоит подумать о воскрешении, восстановлении лесов?

Почему же мы так много внимания уделяем вырубке древесины и так мало использованию недревесных полезностей леса? Потому что лес сделался заложником политики. В начале 30-х гг. нарком лесной промышленности Лобов призывал: «Провести решительную борьбу с реакционным и по существу вредительским методом ведения лесного хозяйства и лесозаготовки, построенным на принципах постоянства и непрерывности лесопользования», и провозгласил, что «основным принципом лесозаготовки во втором пятилетии должны стать концентрированные сплошные лесосечные рубки. (Лесн. газ.— 1990.— 15 сент.)». Этим выступлением было положено начало истреблению лесов.

Но древесина народному хозяйству нужна всегда. И по пути ее получения, нимало не заботясь о состоянии лесов, двигают науку и практику ученые, ученики тех, кто, поддержав наркома в 30-х гг., повели решительную борьбу с методом ведения лесного хозяйства и лесозаготовки, основанным на принципах постоянства и непрерывности лесопользования. Жертвами их травли стали такие ученые, как М. М. Орлов, Н. И. Вавилов и многие другие. Идеи Г. Ф. Морозова и М. М. Орлова были объявлены вредными, со всеми вытекающими последствиями. И если принцип постоянства пользования иногда декларировался (не соблюдался), то «принцип» лесозаготовки — концентрированные сплошные лесосечные рубки — сохранился до наших дней в виде, задуманном его создателями. Разница в том, что в 30-е гг. пила, топор и конная тяга могли сохранить хоть часть лесной среды, сейчас же лесные комбайны и бульдозеры оставляют после себя «пустыню».

Сравним леса II класса бонитета Московской области с нормальными сосновыми и еловыми этого же бонитета Ленинградской губернии. Как показывают табл. 46 и 62 «Лесной вспомогательной книжки» М. М. Орлова [3], продуктивность нормальных сосновых и еловых лесов в пределах точности исследований примерно одинакова, различия не превышают 4...5 % (см. таблицу). Исключение составляют молодняки I класса возраста, где наблюдается опережение роста сосняков над ельниками.

ми примерно на 15 %, и ельников старших классов над сосняками на 10 %. Причины расхождений заключаются, очевидно, в биологических особенностях. Но обращает на себя внимание другой факт. В нормальных насаждениях запасы во II классе возраста, по сравнению с I, возрастают почти втрое (267 и 296 %), в то время как в московских молодняках примерно в 4 раза (от 389 % в 1983 г. до 471 % в 1978 г.). Может быть, это объясняется тем, что во II классе возраста нет особо ценной древесины и прореженные молодняки стремятся восстановить свою природную норму. Если запасы нормальных насаждений в I классе возраста были почти вдвое больше запасов в московских лесах (от 133 % в ельниках до 240 % в сосняках), то во II классе они почти сравнялись (от 101 % в ельниках до 137 % в сосняках). Значит, в Московской области и в наше время могут расти высокопродуктивные леса, сравнимые с нормальными. В средневозрастных нормальных лесах запасы, по сравнению с накопленными ко II классу возраста, почти удваиваются (в сосняках 179, в ельниках 186 %). В растущих ныне лесах Московской области увеличение запасов средневозрастных древостоев почти такое же (от 150 % в 1988 г. до 189 % в 1966 г.). В приспевающих нормальных лесах запасы по сравнению с предыдущим классом возраста увеличиваются всего в 1,5 раза, в реальных еще меньше (на 10...15 %). Поскольку и запасы в реальных лесах в 1,5—1,8 раза ниже, то ясно, почему продуктивность нормальных сосняков составляет от 152 (1983 г.) до 182 % (1988 г.) запасов лесов Московской области. Здесь начинается промежуточное пользование, разрушительные результаты которого в полной мере проявляются в спелых и перестойных лесах.

Запасы нормальных спелых и перестойных (старше 100 лет) древостоев по сравнению с запасами предыдущих классов возраста продолжают увеличиваться (в сосняках соответственно на 27 и 26 %, в ельниках на 32 и 33 %).

В московских лесах запас спелых и перестойных в 1978 и 1983 гг. составил соответственно только 76 и 91 % от запаса предыдущего класса возраста. Урожай древесины при главной рубке снизился более чем в 3 раза, причем потеряна лучшая, спелая, высококачественная древесина. Экономический ущерб произошел от неправильных хозяйствования и лесопользования, что привело к экологическому ущербу — расстройству насаждений.

ГОСТ 18486—87 [1] определяет лес, как «элемент географического ландшафта, состоящий из совокупности деревьев, занимающих доминирующее положение, кустарников, напочвенного покрова, животных и микроорганизмов, в своем развитии биологически взаимосвязанных, влияющих друг на друга и на внешнюю среду». В этом определении нет главного: не вскрыты причины, позволяющие лесам существовать вечно. Поэтому оно способствует не сохранению, а уничтожению лесов.

Лесом нужно называть способную самонастраиваться и саморегулироваться растительную систему с господствующим ярусом из деревьев, макро- и микрофлорой и фауной, в своем развитии биологически взаимосвязанных, в которой взаимовлияния между всеми компонентами и средой имеют подвижное равновесие, исключающее возможность разрушения системы.

Достигнуть подвижного равновесия можно только в высоковозрастном лесу, точнее, в лесу с нормальным возрастом. Нормальным называется постоянный возраст, в котором лес может существовать вечно. Девственный лес так же стар, как и молод. Его возраст зависит от составляющих древесных пород и географических условий и для наших лесов равен 300—400—500 годам.

Девственный лес обладает наивысшей для данных условий продуктивностью, накапливает максимальные запасы древесины, не говоря о



## Ход роста нормальных сосновых и еловых насаждений Ленинградской губернии и хвойных лесов Московской области

Показатели	Молодняки		Средне-возрастные — 60 лет	При-спевающие — 80 лет	Спелые и перестойные — 100 лет	В том числе перестойные — 140 лет
	I класс — 20 лет	II класс — 40 лет				

## Ленинградская губерния (данные М. М. Орлова [3])

Запас древостоев:						
сосновых [3, табл. 46]	<u>60</u> —	<u>160</u> 267	<u>287</u> 179	<u>419</u> 146	<u>533</u> 127	<u>671</u> 126
еловых [3, табл. 62]	<u>52</u> —	<u>154</u> 296	<u>286</u> 186	<u>424</u> 149	<u>561</u> 132	<u>745</u> 133
Превышение запаса сосновых древостоев над еловыми, %	115	104	100	99	95	90

## Московская область, данные учета на 1 января

Запас древостоев						
1966	<u>25</u> —	<u>117</u> 468	<u>221</u> 189	<u>248</u> 112	<u>227</u> 92	<u>200</u> 88
1978	<u>28</u> —	<u>132</u> 471	<u>235</u> 178	<u>270</u> 115	<u>206</u> 76	—
1983	<u>39</u> —	<u>152</u> 389	<u>251</u> 165	<u>275</u> 110	<u>251</u> 91	—
1988	<u>30</u> —	<u>135</u> 450	<u>203</u> 150	<u>230</u> 113	<u>228</u> 99	<u>258</u> 113

## Превышение продуктивности ленинградских насаждений над московскими, %

1966						
Сосновые	240	137	130	169	235	336
Еловые	208	132	129	171	247	373
1978						
Сосновые	214	121	122	155	259	—
Еловые	186	117	122	157	272	—
1983						
Сосновые	154	105	114	152	212	—
Еловые	133	101	114	154	224	—
1988						
Сосновые	200	119	141	182	234	260
Еловые	173	114	141	184	246	289

Примечание. В числителе — запас древостоя, м<sup>3</sup>/га; в знаменателе % от запаса предыдущего класса.

других полезностях, и наилучшим образом выполняет экологические функции.

Приняв эти определения, нужно констатировать несостоятельность таких определений, как естественная спелость леса и ряд других. Лесная энциклопедия утверждает: «Естественная спелость леса характеризует тот возраст, в котором наступает отмирание насаждения» [2, с. 411]. Раз отмирает, надо рубить. Вот он вклад ученых в уничтожение природы.

Леса существуют 275 млн лет. Сам человек появился на грани последнего миллиона лет. Значит, с позиций человека, леса существовали и могут существовать вечно. Ни о каком их отмирании не может быть речи. Абсурден и термин «перестойный лес». В свете изложенного очевидно ненужность рубок ухода и санитарных.

В первозданных лесах нет лишних деревьев. Природа высевает, в пересчете на 1 га, миллионы семян, которые дают миллионы всходов.

Однако к 100-летнему возрасту в нормальных сосновых насаждениях Ленинградской губернии, как свидетельствует М. М. Орлов [3, табл. 46], в I классе бонитета остается только 531 дерево в господствующей и 73 дерева в подчиненной части насаждения. К 140 годам число деревьев уменьшается соответственно до 402 и 19.

При рубках ухода мы вырубам лучшие деревья для того, чтобы создать условия роста средним. В действительности же ни лучшие, ни деревья типа «волк», ни отставшие в росте вырубать не надо. Первые будут господствовать и дадут лучшее потомство, вторые засохнут сами. А те, которые не сохнут, срослись корнями с другими и помогают им жить. Лесоводы, назначая лесохозяйственные мероприятия, должны руководствоваться не только состоянием надземной части, но учитывать метаболизм и аллелопатию корневых систем.

Девственных лесов уже нет, практически нет и нормальных. Поэтому придумали термин «модальный лес», «модальные насаждения», т. е. наиболее часто встречающиеся в лесном массиве [2, с. 82]. Но есть ли уверенность, что закономерности, найденные для модальных насаждений, будут годны для нормальных лесов? Об этом нужно помнить, так же как и о том, что рубками ухода мы уничтожаем элиту, теряем безвозвратно лучший генетический фонд наших лесов, ни на один кубический сантиметр не увеличивая их продуктивность. Так нужны ли рубки ухода?

Как свидетельствует Egvin Keith [6], вторичные леса при низких оборотах рубки не могут в полной мере выполнять свои экологические функции и теряют способность к самовосстановлению. Для сохранения экономических и экологических комплексов и обеспечения постоянства лесопользования Egvin Keith предлагает увеличить оборот рубки до 400 лет. Конечно, при среднем возрасте лесов страны 100 лет, а Московской области 51 год такой оборот установить трудно, но знать это нужно.

Технология и техника (вертолеты, вертостаты, лошади) должны вписываться в экологические параметры насаждений. И дело экономистов сделать такую технику и технологию рентабельной, исключив потери, на которые приходится более половины вырубаемой древесины. Пути пресечения потерь есть. Это государственный резерв древесины, который, в условиях рыночных отношений, должен быть заменен лесными биржами, с изменением, однако, характера их работы и статуса.

Навязав природе свое понимание развития, вырубив санитарными рубками дуплистые деревья, мы лишили жилищ не только пчел, но и птиц, устраивающих гнезда в дуплах, разорвали цепочки экологических связей, отняли у леса возможности самовосстановления. Уничтожая в смешанных лесах лиственные породы, человек ослабляет насаждения, ведет их к гибели.

Примером «ухода» могут служить леса Московской области. Уже более 70 лет мы проводим санитарные рубки, рубки ухода, ядохимикатами защищаем насаждения от вредителей и болезней, но они становятся хуже и хуже (редколесье, мелколесье, захламленность). Срубленную и брошенную древесину можно увидеть в любом квартале.

Пора остановиться, задуматься и не диктовать природе, а начать учиться у нее. Лесоводы жалуются на обилие лосей, которые уничтожают не только лесные культуры сосны и ели, но и взрослые деревья. Лесному хозяйству Московской области лоси ежегодно наносят ущерб в 300 тыс. р. Предлагается уменьшить число лосей до оптимального. Но зачем мы уничтожили в лесах волков? Какой вред они приносили лесам? Исчезли медведи, рыси. Восстановив, заполнив утраченные, точнее, уничтоженные экологические ниши, перестав, наперекор природе, из смешанных лесов делать хвойные, мы дадим возможность лесу са-

тому справиться со своими бедами. Мы получим леса с оптимальным числом лосей, лучшего состава и качества.

В 1842 г. покрытая лесом площадь Лосиноостровской лесной дачи составляла 5521 га. Осина росла на 387 га и занимала только 7% лесопокрытой площади. По учету лесного фонда на 01.01.1988 г., покрытая лесом площадь Московской области равнялась 1515,7 тыс. га, в том числе осинников 132,3 тыс. га, или 8,7%. Доля осины практически не изменилась. И тем не менее лесоводы жалуются на ее обилие, точнее, на зараженность сердцевинной и пневой гнилями, резко снижающими товарную ценность древостоев. Поскольку осина на вырубках возобновляется в основном пневой порослью и корневыми отпрысками, возникает сомнение: не человек ли виноват в распространении гнили?

Думая о будущем лесов, необходимо остановиться на правовых аспектах лесопользования. При различных формах пользования собственником лесов должно оставаться государство. Классик науки о лесе Г. Ф. Морозов сказал: «Лес должен принадлежать государству, и последнее должно быть хозяином в нем». Леса могут сдаваться в пользование, без права собственности, с осуществлением непрерывного государственного контроля за ведением лесного хозяйства. О необходимости такого контроля свидетельствует история.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. ГОСТ 18486—87. Лесоводство. Термины и определения.—М.: Изд-во стандартов, 1988.—16 с. [2]. Лесная энциклопедия, Т. 2.—М.: Сов. энциклопедия, 1986.—631 с. [3]. Орлов М. М. Лесная вспомогательная книжка.—М.; Л., 1931. [4]. Проскуряков Ф. В. 100 лет Лосиноостровской лесной дачи.—М.; Л., 1950. [5]. Шабаршов И. А. Русское пчеловодство.—М., 1990. [6]. Sierra.—1987.—72, N 4.

Поступила 9 июня 1992 г.

УДК 630\*312

## О ПЛАНИРОВАНИИ СЕМЯЗАГОТОВОК НА ЕВРОПЕЙСКОМ СЕВЕРЕ

А. И. БАРАБИН

Архангельский лесотехнический институт

Почти во всех научных работах, касающихся семеношения хвойных пород, дается оценка урожая и потерь его на конкретных площадях. Для больших регионов вопросы, связанные с фактической заготовкой семян в разные по обилию семеношения годы, освещены явно недостаточно. Оценку их дают только предприятия, не делая конкретных научных выводов. Как ни странно, этот большой и важный вопрос обобщен как в специальной, так и в учебной литературе. Для правильного и перспективного планирования мероприятий по искусственному и естественному возобновлению леса, организации пушного промысла важно знать закономерности получения различных по массе семян на больших площадях.

Еще более 25 лет назад отмечалось [3], что планирование заготовок семян поставлено совершенно неудовлетворительно: план устанавливался без учета плодоношения древесных пород. Данные Архангельского, Вологодского и Коми управлений лесного хозяйства подтверждают справедливость этих высказываний.

Наши материалы сгруппированы по пятилетиям (табл. 1).

Из таблицы видно, что плановые задания по региону выполнены только в 1971—1975 гг.; в том числе в Вологодской области — в 1966—1970, 1986—1990 гг.; Архангельской — в 1981—1985 гг. Исключительно

Таблица 1  
Плановая и фактическая заготовка семян  
хвойных пород по управлениям  
(министерствам) лесного хозяйства

Годы	Плановое задание, т	Заготовлено фактически, %	
		всего	в том числе ели
Архангельская область			
1966—1970	169,5	82,3	70,0
1971—1975	166,8	109,2	103,3
1976—1980	95,5	42,2	20,4
1981—1985	106,5	113,5	111,8
1986—1990	45,1*	423,5	414,4
Вологодская область			
1966—1970	99,5	105,9	78,5
1971—1975	75,5	119,1	101,2
1976—1980	78,0	65,5	51,8
1981—1985	78,7	18,1	15,1
1986—1990	52,7	141,6	132,6
Республика Коми			
1966—1970	47,6	33,8	10,5
1971—1975	67,4	116,4	104,8
1976—1980	70,0	27,5	5,4
1981—1985	110,1	95,9	94,3
1986—1990	65,5	89,3	84,1

\* Плановое задание на 1989 и 1990 гг. не устанавливалось.

неурожайным в регионе было пятилетие 1976—1980 гг. В Вологодской области планы семязаготовок не были выполнены за два пятилетия — 1976—1985 гг.

Плановые задания выполняются за счет основной породы Севера — ели. Диспропорция в плановых и фактических показателях по этой породе хорошо выявляется при сравнении данных обильного и слабого урожая (табл. 2).

В 1965, 1973 и 1989 гг. наблюдались исключительно обильные урожаи ели. Максимальные за все годы плановые задания 1966 г. были выполнены в Архангельской и Вологодской областях соответственно на 197 и 168 %, причем за счет ели — на 182 и 143 %. Плановое задание 1974 г. по Архангельской области выполнено на 200 %, за счет семян ели на 199 %; по Вологодской области и Республике Коми соответственно на 193 и 180; 188 и 186 %. В 1990 г. фактическая заготовка семян составила в Вологодской области 319 и 318; в Республике Коми 266 и 261 % от плановой. Впервые большой урожай семян ели (157,5 т) получен в 1990 г. и в Архангельской области. Следовательно, ареал обильного семеношения ели захватывает, как правило, огромные территории.

При слабых урожаях ели (табл. 2) план в Архангельской области выполнялся на 3,2...17,1 %, в Вологодской области и Республике Коми соответственно на 4,1...68,6 и 3,4...34,9 %. Цифры минимальны в те годы, когда практически нет урожая семян ели. Например, в Архангельской области план 1977 г. выполнен на 4,1, по ели всего на 0,1 %, в 1987 г. соответственно на 3,2 и 0 %. Подобные же данные по Вологодской области получены в 1977 и 1987 гг., по Республике Коми — в 1968 и 1987 гг.

Таблица 2  
Плановая и фактическая заготовка семян  
в урожайные и малоурожайные годы

Урожай семян	Год	Пла- новое зада- ние, т	Заготовлено фактически, %	
			всего	в том числе ели
Архангельская область				
Максимальный	1966	55,0	197,0	182,0
	1971	40,5	101,2	99,6
	1974	45,0	200,0	199,4
	1975	15,2	101,2	100,1
	1983	22,0	153,5	151,9
	1985	26,5	213,5	212,4
	1990	—	157,5*	100,0
Минимальный	1968	18,1	10,3	7,4
	1969	54,6	11,8	5,8
	1976	15,0	17,1	4,9
	1977	15,0	4,1	0,1
	1987	20,0	3,2	0,0
Вологодская область				
Максимальный	1966	34,0	168,2	143,4
	1972	15,0	133,3	127,2
	1974	16,0	193,2	179,9
	1975	15,0	100,0	95,5
	1979	17,0	105,0	100,8
	1990	16,8	318,7	318,0
	Минимальный	1968	12,0	68,6
1969		16,0	27,8	11,6
1976		15,0	69,8	55,5
1977		15,0	10,9	3,3
1981		16,0	16,1	14,6
1982		15,0	23,4	17,0
1983		15,0	38,2	36,3
1984		16,7	2,1	1,5
1985		16,0	13,0	7,9
1987		9,1	4,1	1,2
Республика Коми				
Максимальный	1966	8,5	85,2	47,6
	1972	14,0	100,2	96,6
	1974	22,0	188,5	186,3
	1983	47,0	235,0	234,5
	1985	30,1	101,4	101,4
	1989	8,5	205,1	183,6
	1990	14,1	266,0	261,4
	Минимальный	1968	11,0	4,5
1969		13,0	29,1	3,3
1976		10,0	34,9	15,3
1977		10,0	25,3	1,5
1979		20,0	21,7	12,9
1984		22,0	26,4	20,9
1987		17,0	3,4	1,3
1988		13,5	14,2	11,3

\* Фактическая масса заготовки семян, т.

Столь высокие и низкие проценты выполнения очевидней всякой статистики свидетельствуют о том, что при прогнозировании и планировании семязаготовок до сих пор игнорируется разработанный автором способ определения потенциальных урожаев за год до начала заготовки шишек [1, 2].

Таблица 3  
Выполнение пятилетнего плана при заготовке семян ели  
только в урожайные годы

Годы	Плановое задание, т	Урожайные годы	Выполнение плана, %	
			общее	за счет урожайного года
Вологодская область				
1966—1970	99,5	1965	105,9	65,7
1971—1975	75,5	1971, 1973	119,1	97,7
1976—1980	78,0	—	65,5	—
1981—1985	78,7	—	18,1	—
1986—1990	52,7	1989	141,6	118,0
Республика Коми				
1966—1970	47,6	—	33,8	—
1971—1975	67,4	1971, 1973	116,4	103,4
1976—1980	70,0	—	27,5	—
1981—1985	110,1	1982, 1984	95,9	70,3
1986—1990	65,5	1989	89,3	83,8

Нами доказано (табл. 3), что пятилетние задания могут быть выполнены, например, в Вологодской области на 66...118 и в Республике Коми на 70...103 % только за счет заготовки семян ели в урожайные годы (1965, 1971, 1973, 1982, 1984, 1989). Эта закономерность просматривалась и ранее. Например, плановое задание по Архангельской области на 1961—1965 гг. массой 197 т было в целом выполнено на 55 %, в том числе на 40 % за счет получения семян от урожайного 1961 г.

#### Выводы

1. План заготовки семян, как и 20...30 лет назад, устанавливается предприятиям лесного хозяйства совершенно необоснованно, хотя в регионе уже в течение 25 лет частично внедряется принципиально новая система определения скрытых запасов семян в природе.

2. Перевыполнение планов в одни годы и невыполнение в другие создают явную диспропорцию в финансовых операциях. Такую систему заготовки лесных семян на Европейском Севере следует прекратить, используя новые методики их прогнозирования.

3. Простейшие расчеты показывают, что при правильном внутрирегиональном перераспределении семян ели в разные годы и качественном их хранении можно не прибегать к переброскам семян из других регионов страны.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Барабин А. И. Временные рекомендации по прогнозированию и количественному учету урожая семян ели на Европейском Севере.— М.: ПУ КМТ Центра НОТ Минлесхоза РСФСР, 1987.— 20 с. [2]. Барабин А. И. Закономерности семенности ели на Европейском Севере и основы лесосеменного прогнозирования: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук.— М., 1990.— 35 с. [3]. Львов П. Н. Основные направления и практические мероприятия по развитию лесного хозяйства в леспромах Северо-Западного экономического района // Пути повышения продуктивности лесов Северо-Запада.— Архангельск: ЦБНТИ, 1966.— С. 13—57.

Поступила 19 июня 1992 г.

УДК 616.89-008.446 : 551.4

## ИССЛЕДОВАНИЕ АНТРОПОГЕНИЗИРОВАННЫХ ПРИРОДНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ ВАЛААМСКОГО АРХИПЕЛАГА

И. А. МАРКЕВИЧ, А. А. ШУЖМОВ

КИВЦ Кареллеспром  
Валаамский музей-заповедник

Природно-территориальные комплексы (ПТК) Валаамского ландшафта нельзя назвать абсолютно натуральными. Здесь велика созидательная роль человека. Помимо культовых и производственно-хозяйственных сооружений было построено почти 2000 м каналов, много мостов, причалов, подпорных стенок. При существующей протяженности сухопутных путей 29,4 м и мелиоративной сети 23,5 м на 1 га площади ландшафт Валаама в целом относится к категории антропогенизированного и отчасти антропогенного. Для сравнения скажем, что протяженность дорог в пригородных лесах Риги составляет 49 м на 1 га, что почти в 1,7 раза больше [6, с. 109].

Географами разработан ряд шкал антропогенности ландшафта. Исследователи Петрозаводского государственного педагогического института, впервые начавшие ландшафтные исследования на островах, придерживаясь взглядов В. Б. Сочавы, выделили восемь типов ПТК по степени хозяйственного воздействия [5, с. 35]. С определенной коррекцией, связанной с программой дальнейших исследований, предложенную систематику можно принять, сократив ее до четырех типов.

В типе условно измененных ПТК не отмечено явных нарушений природной ландшафтной структуры. Такие геокомплексы не являлись ядрами освоения территории и всегда использовались сезонно: для рыболовства, сбора ягод, грибов, отчасти в целях рекреации. Они составляют более 80 % площади Валаамских островов.

Тип модифицированных ПТК определяется изменением одного-двух компонентов природной ландшафтной структуры (растительность и почвенный покров) и сравнительно непродолжительным временем использования в хозяйственном обороте. Энерго- и массообмен таких урочищ унаследован от коренных типов и в большей мере сохраняется поныне. В соответствии с характером и степенью освоения подобных ПТК выделены слабо-, средне- и сильноизмененные их модификации.

Группа слабоизмененных урочищ характерна для территорий с нарушенным напочвенным покровом, что является следствием превышения нормативных рекреационных нагрузок. Изменения напочвенного покрова достигают 15...60 % площади и заключаются в выпадении из него травяно-кустарниковой растительности характерных видов и заменой их сорными травами, ксерофитизацией злаков. Это лесонасаждения III—V стадий деградации, составляющие в настоящее время до 5 % лесопокрытой площади.

ПТК среднеизмененной группы используются в сельском хозяйстве под сенокосы и пастбища при изменении естественной растительности до 60 % по числу видов. В случаях окультуривания сенокосов наблюдается перемешивание горизонтов. Площадь таких геокомплексов превышает 4 % общей площади островов.

Группа сильноизмененных урочищ — следствие использования в прошлом природных ПТК в хозяйственных целях под пашни, сады, огороды при окультуривании почвы в течение 100...200 лет. Изменению были подвержены два компонента ландшафта — растительность и почвы. Из-за ослабления антропогенного воздействия по причине заброшенности такие участки превратились в заросли мелколесья. Вследствие деградации геоконплексы в силу сохранившихся генетических связей стремятся к самовосстановлению в рамках природных обменных процессов. Помимо агроландшафтов к этой группе следует отнести осушенные лесонасаждения с действующей дренажной системой, вызвавшей изменения древесной растительности, повышение продуктивности лесов и плодородия почв. К временно измененным урочищам этого типа относятся также вырубки и гари с успешным естественным возобновлением. Перечисленные ПТК составляют более 40 % общей площади архипелага. Это наиболее представительная группа геоконплексов.

Тип трансформированных урочищ характеризуется изменением трех компонентов ландшафта: литогенной основы, почвы, растительности. Такие территории использовались человеком в качестве ядер освоения в течение 3...5 столетий при 100 %-м хозяйственном использовании. К этим геоконплексам относятся селитебно-трансформированные ПТК с полным уничтожением почвенно-растительного покрова и нарушением литосферы из-за изменения морфологии ландшафта выравниванием рельефа при строительстве культовых, производственных, жилых зданий, водопровода и канализации. Такие геоконплексы включают искусственные каналы, территории причалов, ездвые и пешеходные дороги на насыпях с соответствующим обустройством (подпорные стенки, мосты, дренажные каналы). Общая площадь трансформированных урочищ едва достигает 2 % общей площади архипелага.

Тип культурных (антропогенных) ПТК объединяет плодово-ягодные, лекарственные сады и питомники, дендросады, пашни и огороды, характерные длительным (200...300 лет) периодом интенсивного разумного хозяйственного воздействия и занимающие более 3 % общей площади. Созидательное антропогенное влияние отразилось на всех компонентах ландшафта и, прежде всего, на почвах, которые в значительной мере преобразованы человеком. Именно такие геоконплексы имеют характер упорядоченности «дикий» природы.

Уникальной до настоящего времени особенностью ПТК Валаама является абсолютное отсутствие здесь химического прессинга и незначительное локальное загрязнение среды в последние 30 лет в результате применения машинно-тракторной техники на минимальной площади по сравнению со всей площадью островов.

Эколого-эстетическая оценка культурных ПТК существенно отличается от прочих антропогенизированных элементарных ландшафтов. В последнее время в научный оборот введен термин «исторический ландшафт». Е. М. Микулина следующим образом раскрывает содержание нового понятия: «Исторические ландшафты особым образом и особыми средствами фиксируют жизнь общества и освоения им природной среды на определенных этапах его развития» [3, с. 20]. Сохранившиеся культурные элементарные ландшафты Валаама, созданные 100...300 лет тому назад, по нашему мнению, вполне логично входят в категорию исторических. Согласно принятой классификации [4, с. 11] разграничивают такие типы исторических ландшафтов: сельскохозяйственный, садово-парковый, инженерно-технический, мемориальный и военный. Все пять типов сохранились на архипелаге.

Особый эколого-эстетический и познавательный интерес вызывает садово-парковый ландшафт. Уместно разграничить понятия паркового и садового элементарного ландшафта, пользуясь определениями М. М.



Орлова (1924), Л. И. Рубцова (1950), К. Н. Тальнова (1957), И. Д. Родичкина (1961), В. П. Ковтунова (1962), М. И. Гальперина (1967), А. К. Салатича (1972), А. М. Тюльпанова (1975), Е. М. Микулиной (1984), В. Т. Николаенко (1987). В самом общем виде можно определить, что парки представляют собой многоплановую объемно-пространственную композицию, занятую искусственными и естественными насаждениями деревьев и кустарников, газонами и цветниками, организованную сетью транспортных путей, дорожек, аллей, площадок, специальных сооружений или устройств и предназначенную для выполнения определенных функций по организации отдыха населения, либо массово-просветительской работы в целях повышения культурного уровня населения в сочетании с отдельными видами развлечений. Лесопарковый элементарный ландшафт — это окультуренный природный ландшафт, создаваемый в процессе реконструкции естественных лесонасаждений и благоустройства территории. Валаамский ландшафт можно целиком отнести к лесопарку заповедного типа.

Садовые элементарные ландшафты представляют собой четко ограниченные пространства, занятые искусственными насаждениями деревьев, кустарников и других многолетних растений и предназначенных, главным образом, для выполнения определенной функции, связанной с обслуживанием населения (снабжение ягодами и фруктами, лекарственными растениями, другими плодами, проведение учебно-воспитательной работы, развитие определенных отраслей естествознания). Четко подразделяются плодово-ягодные, лекарственные и дендрологические сады, имеющие разные функции.

С глубоким уважением к создателям местных плодовых и дендрологических садов современные исследователи В. М. Крутов, А. А. Кучко пишут: «Не будет преувеличением сказать, что Валаам представляет собой единственное место в нашей стране, где создано совершенно уникальное сочетание аборигенной и интродуцированной древесной растительности» [1, с. 127].

Площадь посадок интродуцентов в гослесфонде составляет 12,3 га, на землях поселкового Совета — 5,75 га. Размещены они по всей территории архипелага на 93 участках садов, рощ, аллей и отдельных групп. Сопоставим, например, таксационные показатели аборигенных сосны и ели с интродуцированными пихтой, лиственницей, кедром и дубом: возраст, бонитет, полнота и запас для первых составляет соответственно 142 и 112 лет; III,5 и II,5; 0,55 и 0,65; 191 и 310 м<sup>3</sup>/га; для второй группы — 85, 110, 100 и 110 лет; III,0; I,2, IV и III,5; 0,45, 0,64, 0,40 и 0,45; 133, 274, 100 и 126 м<sup>3</sup> на 1 га.

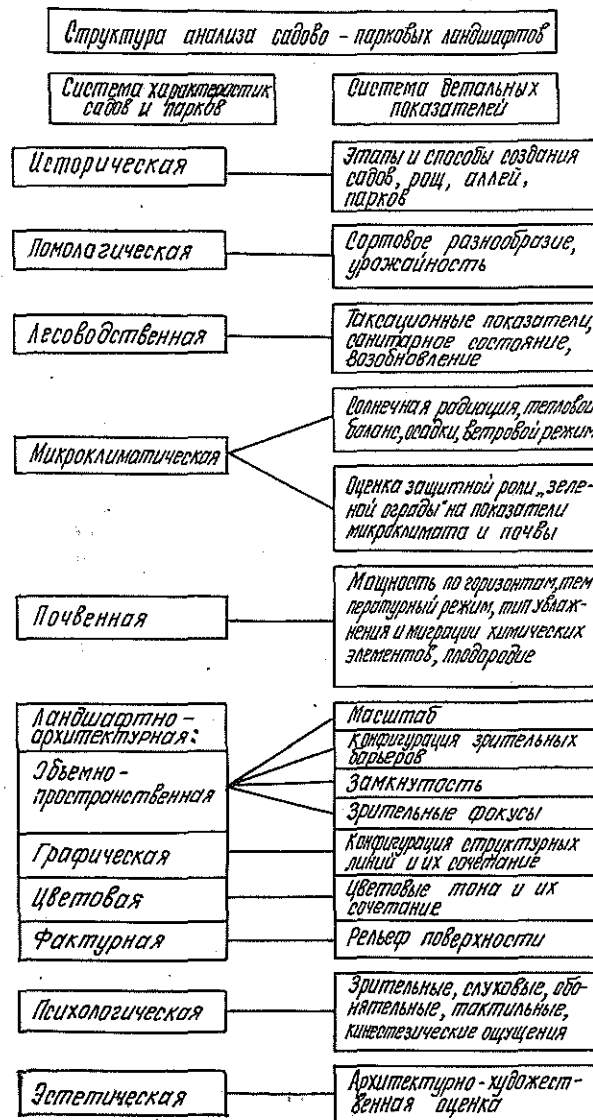
Среди сохранившихся 38 интродуцированных видов 68 % составляют кустарники. Древесные интродуценты относятся в основном к хвойным. Пихта сибирская в количестве более 1200 деревьев встречается на 22 участках, лиственница сибирская также отмечена на 22 участках рощ, аллей, групп, включающих около 800 стволов (96 % в хорошем состоянии). Сосна кедровая сибирская размещена на шести участках, где сохранилось более 120 деревьев, из них 63 % в жизнеспособном состоянии. В 1937 г. финскими специалистами выполнены посадки сосны Муррея, и в настоящее время деревья вполне жизнеспособны. Имеется три участка посадок туи западной в возрасте 45 и более 100 лет.

Из широколиственных пород среди интродуцентов преобладает дуб черешчатый. Его культуры размещены на 14 участках и представляют собой рощи, аллеи, группы деревьев, включая довольно успешное естественное возобновление при них. Годы посадки дуба — от 1730 до 1930, общее число сохранившихся деревьев — 830, из них 79 % хорошего и удовлетворительного роста.

Интродуцированы также липа крупнолистная, ясень обыкновенный, тополя бальзамический и белый. Из плодовых наиболее распространены яблони. До настоящего времени сохранилось 155 яблонь в возрасте более 100 лет.

«Из местной дендрофлоры в посадках и естественных древостоях довольно часто представлены клен остролистный, вязы шершавый и гладкий, липа мелколистная — породы, произрастающие у северной границы своего ареала и поэтому редкие на остальной территории Карелии» [1, с. 152].

Для детальной разносторонней оценки нами предлагается структура анализа садово-парковых ландшафтов (см. схему)\*.



\* «Масштаб в пейзаже... складывается в результате визуальной оценки отношений размеров и пространств... Сохранение масштаба — одна из существенных проблем охраны красоты и своеобразия пейзажей» [2 с. 76].

Ландшафтный архитектор В. Р. Рывкин сообщает: «Меняющееся представление о взаимосвязи человека и природы дали жизнь четырем основным направлениям садово-парковой архитектуры, каждое из которых имеет ряд признаков и типических черт, в совокупности отражающих «собираемый образ сада», отражающий сущность соответствующих представлений о природной среде: архитектурный, рациональный, натуральный и изобразительный» [4]. Рассматривая некоторые дендрологические и плодовые сады, автор делает вывод о преобладании на Валааме архитектурного сада, несколько реже встречаются изобразительный и натуральный и часто рациональный.

Эколого-эстетическая оценка всех садов, рощ, аллей и групп интродуцентов и посадок аборигенных видов на Валаамском архипелаге, согласно разработанной нами методике, является дальнейшей задачей исследований. Помимо натурного изучения отдельных характеристик элементарных антропогенизированных ландшафтов, исследования будут заключаться в переосмыслении материалов, отраженных как в архивной монастырской, старой дореволюционной, так и современной литературе, большой вклад в которую внесли ученые Института леса Карельского научного центра РАН.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Антропогенное воздействие на почвы и растительность / Н. А. Белоусова, А. В. Кравченко, В. И. Крутов и др. // Экосистемы Валаамы и их охрана.— Петрозаводск: Карелия, 1989.— С. 158—185. [2]. Курбатов Ю. И. Архитектурные формы и природный ландшафт.— Л.: ЛГУ, 1988.— 136 с. [3]. Микулина Е. М. Исторические ландшафты в градостроительном проектировании.— М.: МАРХИ, 1984.— 80 с. [4]. Рывкин В. Р. Формирование архитектурно-ландшафтной среды в условиях Карелии на примере Валаамского комплекса: Автореф. дис. ... канд. архитектуры.— М., 1982.— 16 с. [5]. Соцава В. Б. Учение о геосистемах.— Новосибирск: Наука, 1975.— 39 с. [6]. Эмсенс И. В. Рекреационное исследование лесов ЛатвССР.— Рига: Зинатне, 1989.— 133 с.

Поступила 24 мая 1991 г.

УДК 630\*232.4 : 630\*176. 322.6

### РОСТ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО В СМЕШАННЫХ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЯХ

А. А. КУЛЫГИН, И. И. ФЕВЯКО

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт

При выращивании дуба черешчатого предпочтение отдают смешанным культурам, что связано с биологией главной породы. Первые 5-6 лет после посадки дуб растет медленно и кустится. Для усиления его роста в высоту требуется подгон (боковое отенение). В молодости дуб часто побивается поздними весенними заморозками, одним из средств защиты от которых является введение в культуры дуба пород, устойчивых к низким температурам.

В Донском учебно-опытном лесхозе Ростовской области в разные годы произведена посадка большого числа вариантов смешанных культур дуба черешчатого. Цель опытов — поиск сопутствующих пород и оптимальных схем смешения и размещения.

Лесхоз расположен в зоне разнотравно-злаковой степи. Рельеф территории равнинно-холмистый. Средняя годовая температура воздуха 8,2 °С, среднее годовое количество осадков 457 мм, ГТК равен 0,74 [2].

Нами исследованы восемь вариантов насаждений дуба черешчатого в квартале 74. Рельеф участка ровный. Почва — южный солонцева-

тый тяжелоглинистый чернозем на палево-бурых глинах. Тип условий местопроизрастания по А. Л. Бельгарду [1] — СГЗ<sub>1</sub> (суглинок суховатый с признаками засоления). До посадки культур участок находился под сельхозпользованием.

Почву под культуры готовили по системе черного пара. Глубина вспашки составляла 25... 27 см. Посадка произведена весной 1941 г. Опытные участки включали от 5 до 89 рядов длиной 110... 120 м с чередованием пород. Размещение посадочных мест во всех вариантах шахматное (треугольное).

Сеянцы выращивали из желудей преимущественно позднораспускающейся формы дуба, заготовленных в Шиповом лесу Воронежской области.

В качестве второй главной породы высаживали ясень обыкновенный, вяз приземистый и каркас западный. Сопутствующими породами были клен остролистный и ясень зеленый, кустарниками — клен татарский и свидина кроваво-красная. Схемы смешения пород по вариантам показаны в табл. 1.

При лесоводственных уходах убирали сухостой дуба и других пород, клен татарский и свидину сажали на пень.

Характеристика дуба в 50-летних насаждениях приведена в табл. 1, а сопутствующих пород — в табл. 2.

На участках 14 и 21 дуб выращивали в смеси с ясенем зеленым и свидиной кроваво-красной. Варианты различаются схемой размещения. Лучшие показатели роста дуба по высоте и диаметру отмечены на участке 14 при размещении 1 × 1 м (различия достоверны). Ясень зеленый отстает в росте, суховершинит и представлен дровяными деревьями.

На участках 15 и 18 дуб выращивали в смеси с вязом приземистым и кленом остролистным. Кустарником в обоих вариантах является клен татарский. Лучшие показатели роста дуба отмечены в варианте с кленом остролистным. На участке 15, несмотря на полное выпадение вяза приземистого, сформировалось насаждение дуба с хорошими таксационными показателями.

На участках 16 и 17 дуб был высажен с каркасом западным, кустарниками кленом татарским и свидиной кроваво-красной. Каркас западный плохо рос в загущенных культурах, при рубках ухода его сажали на пень. Лучший рост дуба отмечен в варианте 17 в смешении со свидиной кроваво-красной. Различия по высоте достоверны, по диаметру — в пределах ошибки наблюдения.

В смешении с ясенем обыкновенным и кленом татарским (участок 20) запас древесины дуба черешчатого самый низкий (90,1 м<sup>3</sup>/га). Ясень обыкновенный по высоте и диаметру уступает дубу и представлен дровяными деревьями низкого качества.

На участке 22 дуб выращивали по древесно-кустарниковому типу смешения со свидиной кроваво-красной. К настоящему времени свидина полностью выпала и сформировалось чистое дубовое насаждение без подлеска. В этом варианте наблюдаются максимальная густота дуба, минимальный диаметр деревьев и одна из самых малых высот.

Исследования показывают, что введенные в качестве вторых главных пород ясень обыкновенный, каркас западный и вяз приземистый не оправдали возлагавшихся на них надежд. В степной зоне ясень обыкновенный сильно повреждается лосями, древесницей въедливой, подвержен грибным и бактериальным заболеваниям. В сухих типах условий местопроизрастания он является сильнейшим конкурентом дуба. Указанные причины делают нецелесообразным введение его в культуры дуба в изученных условиях.

Ясень зеленый в течение первых 20 лет растет быстрее дуба и при неправильном размещении может сильно угнетать и даже вызывать

Таблица 1

№ участка	Схема смешения	Размещение	Сохранность дуба, %	Число стволов дуба на 1 га, шт.	Процент деревьев дуба с прямым стволом	Высота			Диаметр			Запас древесины дуба, м <sup>3</sup> /га	Класс бонитета по М. М. Орлову
						$x \pm m, x, m$	C, %	F, %	$x \pm m, x, m$	C, %	P, %		
14	Св—Д—Св— —Я, 3	1,0 × 1,0	59,4	1486	63,3	14,8 ± 0,25	19,26	1,69	14,9 ± 0,37	27,77	2,45	198,4	III
15	К. т—Д— —К. т—В. п	1,0 × 1,0	67,6	1691	71,1	14,5 ± 0,19	13,30	1,30	14,2 ± 0,35	25,19	2,47	200,8	III
16	К. т—Д— —К. т—К. 3	1,0 × 1,0	62,8	1571	50,0	13,0 ± 0,19	15,57	1,45	14,0 ± 0,34	26,04	2,43	171,9	III
17	Св—Д—Св— —К. 3	1,0 × 1,0	54,4	1360	64,5	14,2 ± 0,13	11,88	0,92	14,4 ± 0,25	22,68	1,76	166,7	III
18	К. т—Д—К. 0	1,0 × 1,0	42,0	1050	77,6	15,2 ± 0,14	10,35	0,93	14,7 ± 0,32	24,02	2,14	140,6	II
20	К. т—Д—Я. 0	1,5 × 1,0	49,0	817	67,6	13,6 ± 0,12	10,32	0,88	13,9 ± 0,29	24,16	2,07	90,1	III
21	Св—Д—Св— —Я, 3	1,5 × 1,0	66,3	1104	64,5	13,5 ± 0,14	13,85	1,07	13,5 ± 0,29	28,21	2,17	117,5	III
22	Св—Д—Св— —Д	1,5 × 1,0	60,7	2022	53,2	13,1 ± 0,13	14,76	0,97	13,0 ± 0,21	24,30	1,59	189,4	III

Таблица 2

№ участка	Порода	Число деревьев на 1 га, шт.	Сохранность, %	Высота $x \pm m_x$ , м	Диаметр $x \pm m_x$ , см
14	Ясень зеленый	673	26,92	$10,5 \pm 0,2$	$8,8 \pm 0,3$
15	Вяз приземистый			Полностью выпал	
16, 17	Каркас западный			Сохранился в виде поросли высотой 3...6 м и диаметром 3...5 см	
18	Клен остролистный	756	30,24	$10,0 \pm 0,2$	$8,2 \pm 0,2$
20	Ясень обыкновенный	1033	41,32	$12,4 \pm 0,1$	$11,8 \pm 0,2$
21	» зеленый	791	31,64	$10,2 \pm 0,2$	$8,5 \pm 0,2$

гибель последнего [3]. После выхода дуба в первый ярус рост ясеня зеленого резко замедляется. Как светолюбивая порода он начинает суховершинить и выпадать.

Одним из лучших спутников дуба в свежих и влажных типах условий местопрорастания является клен остролистный. Наши исследования показывают, что и в сухих типах эта порода обеспечивает хороший рост дуба черешчатого.

Свидина кроваво-красная служит активатором для дуба, способствуя хорошему его росту в первые годы. В условиях Донского лесхоза к 30-40 годам свидина часто полностью выпадает, как это имело место на участке 22.

Исследования позволяют сделать вывод, что в типе условий местопрорастания СГЗ<sub>1</sub> на южном черноземе оптимальное число стволов дуба в 50-летнем древостое составляет 1500...1700 шт./га.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бельгард А. Л. Степное лесоведение.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— 336 с.  
 [2]. Гурова Л. Я. Особенности климата Донского учебно-опытного лесхоза // Защитное лесоразведение на Северном Кавказе.— Новочеркасск, 1990.— С. 153—158.  
 [3]. Кулыгин А. А. Особенности роста дуба с ясенем зеленым // Лесн. хоз-во.— 1989.— № 6.— С. 35—36.

Поступила 1 июня 1992 г.

УДК 630\*531 + 630\*521.2

### СОПРЯЖЕННОСТЬ СТРОЕНИЯ ДРЕВОСТОЕВ СОСНЫ ПО МАССЕ КРОНЫ И ДИАМЕТРУ СТВОЛА

В. Ф. ЛЕБКОВ, Н. Ф. КАПЛИНА

Институт лесоведения РАН

Задача достаточно точной оценки фитомассы деревьев и древостоев в последние десятилетия становится все более актуальной. Величина фитомассы определяет интенсивность и результаты продукционного процесса. В то же время различные части кроны и корневой системы дерева все полнее вовлекаются в хозяйственное использование.

Теоретической основой способов инвентаризации фитомассы являются сведения о строении древостоев по ее компонентам и связях с различными дендрометрическими показателями. Исчерпывающее представление о структуре фитомассы дают материалы сплошного учета массы крон, стволов и корневых систем при рубке всех деревьев на пробных площадях [3], что требует больших затрат труда и средств. Использование множественной регрессионной зависимости фитомассы, например, от запаса стволовой древесины и возраста древостоя [2] су-

щественно снижает трудоемкость исследований, но сопровождается значительными потерями точности оценок. Наиболее распространенный способ учета фитомассы методом взятия модельных деревьев по ступеням или группам толщины [4] обеспечивает достаточную точность. Однако и этот вариант учета весьма трудоемок и, как предыдущий способ определения запаса фитомассы, не выявляет картину строения изучаемого древостоя по компонентам фитомассы.

В связи с этим необходимы, с одной стороны, поиск устойчивых закономерностей строения древостоев по массе деревьев и, с другой, разработка на этой базе способов таксации фитомассы древостоев, сочетающих малые затраты полевого времени исследователя с высокой точностью получаемых результатов. Решение этих вопросов на примере массы кроны (в сыром состоянии) и составляет цель данной статьи.

Объектом исследований явились сосновые древостои центральной и северной частей Владимирской области (Андреевский, Гусевской и Ковровский леспромхозы) и примыкающей к нему юго-восточной части Ивановской области (Мостовский леспромхоз). Этот район входит в подзону широколиственно-еловых лесов с умеренно континентальным, достаточно влажным климатом, с преобладанием дерново-подзолистых почв легкого механического состава. По территории проходят северные отроги Окско-Днинского вала, перекрытого отложениями Днепровского, а севернее — Московского оледенения. В условиях равнинного слабо расчлененного рельефа формируются сосняки преобладающего черничного типа леса, относящиеся к I-Ia классам бонитета.

Для изучения строения сосновых древостоев естественного и искусственного происхождения по компонентам фитомассы в возрастной динамике в 1986—1989 гг. заложено 15 пробных площадей. Древостои преимущественно чистые, с небольшой примесью березы и ели, возраст 25...130 лет. Диапазон среднего диаметра 9,1...35,0 см, средней высоты 11,3...30,0 м, суммы площадей сечений 26...39 м<sup>2</sup>/га, запаса древесины 164...443 м<sup>3</sup>/га, сухой фитомассы 73...185 т/га, массы крон в сыром состоянии 27...47 т/га.

На пробах как у растущих, так и срубаемых деревьев производили сплошной обмер диаметра ствола на высоте груди (С — Ю и В — З) и 1/4 высоты дерева, длины ствола и протяженности кроны, четырех радиусов горизонтальной проекции кроны до рубки дерева. На 9 пробах срубали площадь деревьев в количестве 100 на каждой, на 6 — по 10 модельных деревьев сосны. Для срубленных деревьев непосредственным взвешиванием всей кроны определяли ее массу в сыром состоянии, а также объем ствола по сложной формуле Губера. В дальнейшем для проб с модельными деревьями по уравнению

$$\lg M_i = a + b \lg X_{1i} + c \lg X_{2i} \quad (1)$$

рассчитывали массу кроны каждого дерева  $M_i$ , причем в качестве  $X_{1i}$  и  $X_{2i}$  использовали различные показатели кроны и ствола, связь с которыми оказывалась наиболее тесной. Оба способа учета фитомассы древостоя (со сплошной рубкой и взятием модельных деревьев) оказались равноценными по точности выявления структуры и запаса фитомассы. На 9 пробах со сплошной рубкой деревьев определение запаса сырой массы крон по 10 подобранным в натуре модельным деревьям сопровождалось в среднем ошибками: систематической + 6,25 % и случайной  $\pm 6,45$  %. Значения критерия  $K(\lambda)$  Колмогорова — Смирнова, характеризующего различия рядов распределений деревьев по сырой массе кроны, полученных на основе истинных (сплошная рубка) и расчетных (с использованием модельных деревьев) данных, колебались на этих же пробах в пределах 0,28...1,20, в среднем 0,68.

Для распределения деревьев каждой пробы по диаметру на высоте груди  $\bar{D}$  и массе кроны в сыром состоянии  $\bar{M}$  рассчитывали параметры функции Вейбулла — коэффициенты масштаба  $b_D$ ,  $b_M$  и формы  $c_D$ ,  $c_M$ . Полученные исходные данные были использованы для подбора уравнений парной регрессионной зависимости между параметрами распределений и средними значениями  $\bar{D}$  и  $\bar{M}$ . Аппроксимирование вели по формулам 20 видов, что позволило отобрать функции с наилучшими показателями оценок  $s_{\text{ост}}$ ,  $r^2$  и F-критерия (табл. 1). Последний в большинстве случаев меньше табличного, что подтверждает нулевую гипотезу о равенстве дисперсий фактических и расчетных значений выборочных наблюдений.

Таблица 1

Уравнения парной регрессии между параметрами распределений и средними значениями  $\bar{M}$  и  $\bar{D}$  для исследуемой совокупности древостоев сосны

Уравнение регрессии	Оценки уравнения			
	$s_{\text{ост}}^1$ %	$r^2$	$F_{\text{факт}}$	$F_{0,05}$
$\bar{M} = -19,24512 + 4,25861\bar{D} - 0,17381\bar{D}^2 + 0,00491\bar{D}^3$ (2)	16,4	0,95	1,06	2,48
$b_D = \bar{D}/(1,04784 + 0,09045\bar{D} - 0,00212\bar{D}^2)$ (3)	20,2	0,84	1,26	2,48
$c_D = 3,61904 - \frac{44,15536}{\bar{D}} + \frac{299,70312}{\bar{D}^2}$ (4)	12,8	0,32	1,08	2,48
$b_M = 0,74708\bar{M}^{1,06148}$ (5)	3,8	1,00	1,04	2,48
$c_M = 1,59409 - 0,00078\bar{M} + 0,00001\bar{M}^2$ (6)	9,8	0,03	39,2	2,48
$b_M = -18,42665 + 4,44331b_D + 0,08567b_D^2$ (7)	3,3	0,95	1,05	2,48
$c_M = 2,49553 - 0,87588c_D + 0,20546c_D^2$ (8)	9,5	0,08	12,08	2,48

Примечание.  $s_{\text{ост}}$  — среднее квадратичное отклонение расчетных данных от фактических (ошибка уравнения);  $r^2$  — коэффициент детерминации;  $F_{\text{факт}}$ ,  $F_{0,05}$  — значения критерия Фишера фактические и табличные при уровне значимости 0,05 ( $F$  определяли по соотношению дисперсий совокупностей расчетных и экспериментальных данных).

Уравнение (2) описывает изменение средней сырой массы кроны с возрастом среднего диаметра. Оказалось, что ошибка определения массы кроны среднего дерева по уравнению (16,4 %) сопоставима с точностью, достигаемой при взятии 10 модельных деревьев на пробе. Это обусловливается коэффициентом изменчивости массы кроны в древостое 50...55 %.

Коэффициенты масштаба и форму кривых распределений находят через среднее значение [уравнения (3), (4)] с большими ошибками, чем параметры распределений по массе кроны [уравнения (5), (6)], что вызвано большей шириной полос рассеивания точек в первом случае. В то же время наблюдается тесная корреляционная связь  $b_D$  с  $\bar{D}$  и  $b_M$  с  $\bar{M}$  [уравнения (3), (5)] и очень слабая  $c_D$  с  $\bar{D}$  и  $c_M$  с  $\bar{M}$  [уравнения (4), (6)]. Размах кривых почти полностью определяется средним значением признака, тогда как их форма зависит от многих факторов.

Исследуемая совокупность сосновых древостоев несколько отличается от среднего типа строения [1]: по размаху кривых распределений деревьев по диаметру — большей однородностью, по форме — большей положительной асимметричностью и плосковершинностью.

Сравнивая ряды распределений деревьев по диаметру и массе кроны, можно отметить гораздо более значительные размах, положительную асимметрию и плосковершинность рядов по массе кроны.



Рис. 1. Изменение коэффициента масштаба рядов распределений деревьев по массе кроны  $b_M$  с возрастанием соответствующего коэффициента по диаметру ствола  $b_D$ . Пунктиром здесь и далее обозначено отклонение от кривой в пределах ошибки уравнения  $s_{\text{ост}}$ . Точками нанесены данные для пробных площадей

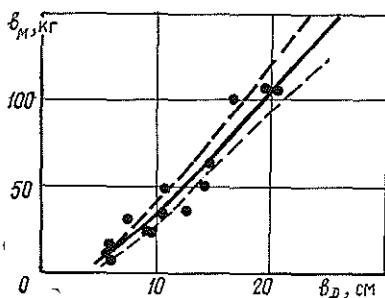
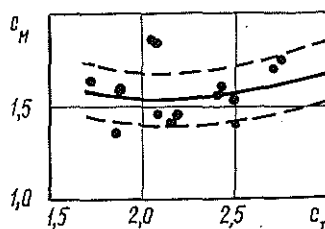


Рис. 2. Связь между коэффициентами формы кривых распределений деревьев по массе кроны  $c_M$  и диаметру ствола  $c_D$



Уравнения (7), (8) и построенные на их основе графики (рис. 1, 2) свидетельствуют о высокой сопряженности коэффициентов масштаба распределений деревьев по  $M$  и  $D$  и гораздо меньшей — коэффициентов формы этих рядов. Коэффициент корреляции  $c_M$  с  $c_D$ , ввиду большой консервативности  $c_M$  не превышает 0,3, а  $F$ -критерий в уравнении регрессии гораздо выше стандартного даже при уровне значимости 0,01. Тем не менее ошибка определения  $c_M$  через  $c_D$  не превышает 10 %, что позволяет использовать эту связь, равно как и среднее значение  $c_M \approx 1,59$ , для практических расчетов.

Достаточно тесная сопряженность  $\bar{M}$  с  $\bar{D}$  и параметров распределений по этим признакам дает основание рекомендовать использование перечетов древостоев по  $D$  для целей определения структуры фитомассы (в нашем случае — распределения деревьев по массе кроны в сыром состоянии применительно к соснякам I-Ia класса бонитета). Результаты перечета по  $D$  конкретного древостоя обрабатывают, т. е. рассчитывают  $\bar{D}$ ,  $b_D$  и  $c_D$ . Далее по уравнениям (7), (8) определяют  $b_M$  и  $c_M$ . Значение  $\bar{M}$ , если необходима высокая точность, рассчитывают путем взятия модельных деревьев с использованием регрессионного метода через общую фитомассу древостоя и число стволов. Если приемлема более низкая точность,  $\bar{M}$  находят через  $\bar{D}$  по уравнению (2). По значениям  $\bar{M}$ ,  $b_M$  и  $c_M$  восстанавливают вероятные значения численности по ступеням массы кроны. Пример расчета усредненных рядов распределений деревьев по массе кроны с использованием уравнений (2), (7), (8) приведен в табл. 2.

Как видно из таблицы, ряды распределений деревьев по  $D$  менее растянуты и более нормализованы, чем ряды по  $M$ . Произведенная проверка подтвердила высокую точность аппроксимации конкретных распределений по  $M$  на пробах обобщенным рядом распределения. Критерий  $K(\lambda)$  даже при наибольших отклонениях  $c_M$  от средних показателей не превышает 1,1...1,2.

Расчеты проведены для массы крон в сыром состоянии. Однако и между отдельными фракциями фитомассы дерева в сухом виде и диа-



(рис. 3) показали, что ранг среднего дерева по  $D$  меняется в довольно широких пределах (51...56), а по  $M$  — в очень узком интервале (57,0...58,5). Это обстоятельство следует иметь в виду при таксации фитомассы древостоя.

Резюмируя сказанное, можно отметить следующее.

Строение древостоев по показателям фитомассы дерева имеет ясно выраженные закономерности и тесные связи со строением по морфоструктурным признакам, в частности по  $D$ . Эти связи следует использовать в практических целях для сокращения полевых работ по учету фитомассы при одновременном увеличении получаемой информации.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Лебков В. Ф. Типы строения древостоев // Лесоведение.— 1989.— № 4.— С. 12—21. [2]. Онучин А. А., Борисов А. Н. Опыт таксации фитомассы сосновых древостоев // Лесоведение.— 1984.— № 6.— С. 66—71. [3]. Семечкина М. Г. Структура фитомассы сосняков.— Новосибирск: Наука, 1978.— 165 с. [4]. Уткин А. И. Методика исследований первичной биологической продуктивности лесов // Биологическая продуктивность лесов Поволжья.— М.: Наука, 1982.— С. 59—72.

Поступила 30 октября 1991 г.

УДК 630\*228

### ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА СМЕШАННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДУБА И ЕЛИ В ЗАПАДНОЙ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Ю. М. ДЕБРИНЮК

Львовский лесотехнический институт

Повышение продуктивности насаждений путем введения в их состав быстрорастущих пород — один из основных методов интенсификации лесохозяйственного производства.

В гослесфонде западных областей Украины широко распространены дубравы, в которых коренной лесобразующей породой является дуб черешчатый. Однако фактическая продуктивность дубрав в 1,5—2,8 раза ниже потенциальной [4], что свидетельствует о существенных резервах в ее повышении.

Одним из перспективных направлений в решении данной проблемы является создание и выращивание лесных культур дуба с участием хвойных пород, в частности ели европейской, определенное доленое участие которой может существенно повысить продуктивность древостоев без снижения выхода ценной дубовой древесины.

Ель, произрастающая здесь за пределами естественного ареала, отличается рядом не свойственных ей особенностей: интенсивным ростом в молодости, ранними кульминацией приростов и биологическим старением. При совместном произрастании с дубом она выступает более сильным эдификатором и при большой доле в составе отрицательно влияет на него. Однако при оптимальном участии хвойной породы может существенно повыситься продуктивность лесных биоценозов, увеличиться интенсивность прироста дубовой древесины.

Цель работы — определить оптимальный процент хвойной породы в составе дубовых насаждений по возрастным периодам, при котором прирост древесины дуба максимален.

Известно, что продуктивность смешанных насаждений во многом зависит от степени участия лесобразующих пород. В качестве критерия оценки продуктивности используются различные показатели: сумма по-

перечных сечений стволов на 1 га, товарность, запас, таксовая стоимость и др., а также текущий прирост по запасу [1, 5]. Последний и был выбран нами как критерий оценки оптимальности состава, при котором, наряду с максимальной производительностью древостоев, наблюдался бы наибольший стволовой запас дуба.

При выборе значения прироста по запасу  $z_M$  в качестве критерия оценки исходили из следующих положений. Поскольку древесина дуба и ели неравноценна, высокая производительность дубово-еловых насаждений не может компенсировать меньший, но значительно более ценный прирост дубовых древостоев. В связи с этим была выполнена экономическая оценка ( $\mathcal{E}_k$ ) средневозрастных лиственно-дубовых, елово-дубовых и дубово-еловых древостоев по методике Т. А. Кисловой [3]. При этом показатель  $\mathcal{E}_k$  при составах 7Д3Е—9Д1Е равнялся в среднем 4,0...4,5, в то время как для дубово-еловых и лиственно-дубовых насаждений не превышал 2,5...3,8.

Таким образом, при определении оптимального состава древостоев с участием дуба и ели ориентиром следует считать не максимальную производительность елово-дубовых насаждений, а наибольший прирост дубовой древесины.

Исследования проводили в насаждениях искусственного происхождения, произрастающих на территории Западноукраинского лесостепного округа в условиях влажных грабовых и грабово-буковых дубрав на серых лесных среднесуглинистых почвах. По материалам 63 пробных площадей определяли средний периодический текущий прирост по запасу елово-дубовых и дубово-еловых насаждений разных возрастных групп с различной долей пород в составе.

Подбирали высокополнотные насаждения с различным участием дуба и ели. Значения полноты колебались в пределах 0,84...0,93, что дает право сопоставлять и сравнивать полученные данные по исследуемым величинам.

Текущий прирост по запасу определяли через относительный диаметр  $r$  как отношение диаметра на высоте ствола 1,3 м без коры к приросту по диаметру за 10 лет ( $r = d_{1,3} : z_d$ ). С помощью таблиц процента объемного прироста стволов растущих деревьев по значению  $r$  находили периодический (за 10 лет) и годичный процент прироста древесины по объему. Ввиду отсутствия таблиц процента объемного прироста смешанных насаждений с участием дуба и ели текущий средний периодический прирост по запасу высчитывали как производное объемов стволов дуба и ели, их количества и процента объемного прироста отдельно по породам для каждой ступени толщины.

Показатель  $z$  устанавливали для обеих пород. Приростным буровом брали керны у 45...50 деревьев каждой породы, что обеспечивало высокую степень достоверности результатов. Деревья выбирали по методу ступенчато-пропорционального представительства, место отбора кернов определяли по методике [2]. На кернах измеряли ширину годичных слоев с точностью до 0,05 мм. Результаты анализировали отдельно по каждой возрастной группе с последующей интеграцией данных.

Уравнения связи между  $z_M$  и долевым участием породы получали с помощью ЭВМ ЕС-1022. Зависимость между этими показателями в большинстве случаев аппроксимируется уравнением параболы второго порядка. Для определения характера связи между исследуемыми величинами вычисляли корреляционное отношение  $\eta$ . Во всех рассмотренных нами случаях строго соблюдается условие достоверности показателя  $\eta: \frac{\eta}{m_\eta} > 3$ . Найденные значения корреляционного отношения сви-

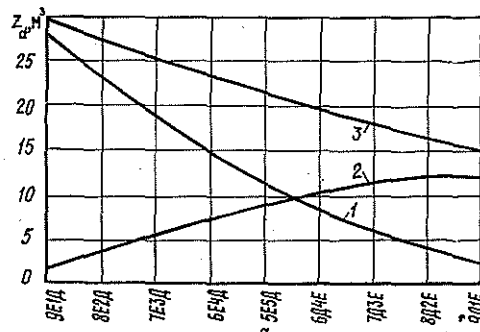
Характер связи между участием пород в составе древостоя и средним периодическим текущим приростом по запасу

Порода	Уравнение регрессии	Корреляционное отношение
Молодняки (20...30 лет)		
Дуб	$y = 1,2278 + 2,9719x - 0,1609x^2$	0,98
Ель	$y = 0,5680 + 1,5705x + 0,1563x^2$	1,00
Суммарно	$y = 31,8869 - 2,2143x + 0,0378x^2$	1,00
Средневозрастные насаждения (50...55 лет)		
Дуб	$y = 2,1340 + 2,0660x - 0,1091x^2$	0,95
Ель	$y = 0,1984 + 0,0828x + 0,2095x^2$	1,00
Суммарно	$y = 22,2247 - 1,2761x + 0,0128x^2$	1,00
Приспевающие насаждения (75...85 лет)		
Дуб	$y = -1,3446 + 3,2288x - 0,2184x^2$	0,82
Ель	$y = 0,1167 + 0,65655x$	—
Суммарно	$y = 5,4103 + 2,6306x - 0,2256x^2$	0,77

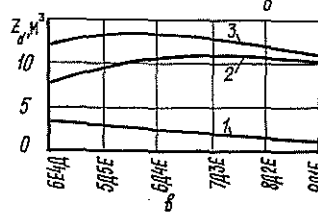
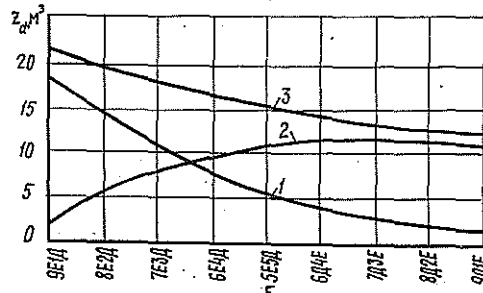
детельствуют о тесной и очень тесной связи между исследованными величинами.

Полученный материал позволил установить для каждой возрастной группы особенности изменения показателя  $z_M$  в зависимости от долевого участия пород, а также суммарного показателя среднего периодического текущего прироста по запасу (см. таблицу и рисунок).

В смешанных 20—30-летних древостоях дуба и ели с увеличением доли дуба в составе показатель  $z_M$  возрастает, достигая максимума при



Изменение текущего среднего периодического прироста по запасу в зависимости от состава насаждений в возрасте 20...30 лет (а); 50...55 лет (б) и 75...85 лет (в): 1—ель; 2—дуб, 3—суммарные значения



80—90 %-м участии породы. Затем он стабилизируется. То же происходит и с повышением доли ели в составе. При участии ели до 4 единиц показатель  $z_M$  изменяется примерно одинаково у обеих пород, после чего текущий прирост ели становится в 1,3—2,1 раза выше, чем у дуба. Причем с увеличением степени участия ели в составе  $z_M$  резко возрастает. Суммарный же прирост падает с ростом доли дуба.

Как видим, в молодняках максимальные значения  $z_M$  у дуба наблюдаются при участии ели в составе насаждения 10...30 %.

В средневозрастных древостоях изменение  $z_M$  дуба иное. Здесь наблюдается четкий максимум текущего прироста при составах 7Д3Е—8Д2Е. При участии дуба 90 % этот показатель снижается (на 4,3 % в сравнении с максимальным). В данном случае доля ели 20...30 % стимулирует интенсивность текущего прироста древесины дуба.

Динамика формирования  $z_M$  ели существенно отличается. При участии ели в составе до 70 % ее прирост в 1,1—6,6 раза меньше, чем у дуба, при доле 80...90 % — на 17...37 % больше. У дуба при аналогичном участии в составе значение  $z_M$  сначала стабилизируется, а затем даже несколько снижается.

Суммарный текущий прирост по запасу, как и в предыдущем случае, с увеличением доли дуба уменьшается, однако менее существенно.

Как видим, максимальные значения  $z_M$  дуба наблюдаются при 20—30 %-м участии ели в составе. Считаем, что такая доля хвойной породы в данном возрастном периоде является оптимальной, хотя максимум прироста и наблюдается при составе 9Е1Д.

Формирование показателя  $z_M$  в елово-дубовых и дубово-еловых древостоях 75—85-летнего возраста имеет свою специфику. Сохранившаяся к данному возрасту ель в дубовых насаждениях представлена высокопродуктивными, наиболее устойчивыми экземплярами, сформировавшимися за пределами ее естественного распространения. Чистые хвойные древостои, а также с участием ели более 60 % встречаются редко. В данных условиях ель сохранилась в составе дубовых древостоев, в отдельных случаях ее участие составляет даже 50...60 %. Интенсивность текущего прироста ели в приспевающих древостоях значительно ниже, чем в средневозрастных и особенно в молодняках. Так, при 40—60 %-м участии каждой из пород текущий прирост дуба в 2,5—3,0 раза выше, чем у хвойной породы.

У дуба показатель  $z_M$  достигает максимума при составе 7Д3Е, после чего снижается (на 5,7 % при участии дуба 9 единиц). Как видим, 20—40 %-я доля ели стимулирует увеличение текущего прироста лиственной породы. Этот процент можно считать оптимальным по избранному критерию, хотя максимальное суммарное значение  $z_M$  наблюдается при 40 %-м участии ели в составе насаждения.

Следует, однако, отметить, что целесообразность такого участия хвойной породы в данном возрасте спорна. С одной стороны, 20—40 %-я доля ели стимулирует увеличение интенсивности текущего прироста дуба, с другой — снижает ценность выращиваемого насаждения. Кроме того, сохраняется опасность ухудшения санитарного состояния древостоев. По нашим данным, при рекомендованном участии ели в составе молодняков (10...30 %) и средневозрастных (20...30 %) насаждений можно довести участие хвойной породы в приспевающих древостоях до 10...20 % и полностью выбрать ее при второй проходной рубке без значительного снижения полноты насаждения, получив при этом определенное количество крупномерной хвойной древесины. Дубовый древостой с примесью его лиственных спутников оставляется на доращивание до рубки главного пользования.

Изучение динамики изменения среднего периодического текущего прироста по запасу елово-дубовых насаждений дает возможность повысить их продуктивность и хозяйственную ценность при установлении названных процентов долевого участия ели в составе дубовых древостоев.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Антанайтис В. В., Загреев В. В. Прирост леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1969.— 231 с. [2]. Джурджу В. Об определении текущего прироста насаждений // Лесн. хоз-во.— 1957.— № 9.— С. 27—32. [3]. Кислова Т. А. Экономические вопросы лесокультурного производства.— Львов: Вища школа, 1974.— 123 с. [4]. Лосяцкий К. Б. Продуктивность, воспроизводство и жизнестойкость дубовых лесов по зонам СССР // Дубравы и повышение их продуктивности.— М.: Колос, 1981.— 216 с. [5]. Обоснование таксационной структуры целевых грабово-дубовых древостоев / А. З. Швиденко, А. А. Строчинский, П. И. Лакида и др. // Лесоводство и агролесомелиорация.— К.: Урожай, 1989.— Вып. 78.— С. 17—22.

Поступила 28 апреля 1992 г.

УДК 630\*453

### ПАТОЛОГИЯ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ В ДРЕВОСТОЯХ УЧЕБНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

А. В. ЛЕБЕДЕВ, Э. А. ИВАНОВА

Архангельский лесотехнический институт

Углубленное изучение патологии древостоев учебного назначения позволит совместить научные и учебные цели и улучшить подготовку будущих инженеров лесного хозяйства по лесозащите.

Высокая эффективность защиты леса может быть достигнута только на основе точных данных о санитарном состоянии насаждений и роли лесопатологических факторов [1, 2, 12].

В статье представлен наиболее типичный фрагмент результатов лесопатологических обследований, выполненных в течение ряда лет в среднетаежных ельниках учебно-опытного лесхоза АЛТИ. При рекогносцировочных обследованиях древостоев по стандартной методике, принятой в лесозащите [10], определяли общее санитарное состояние лесов, видовой состав дереворазрушающих грибов и стволовых насекомых.

Для изучения влияния интенсивности лесопользования в учебных целях на состояние и устойчивость еловых древостоев подбирали два наиболее характерных участка. Первый из них, не входящий в состав основных учебных лесных объектов и подвергаемый экстенсивной антропогенной нагрузке, был контрольным; второй находился на территории ежегодного проведения учебных практик по лесоводству, лесной таксации и лесозащите, т. е. в зоне интенсивного лесопользования. Эти участки имеют сходные лесоводственно-таксационные характеристики и представлены среднебонитетными, среднеполнотными ельниками-черничниками IX класса возраста. Детальное лесопатологическое обследование древостоев проводили методом непровешенной ходовой линии [11]. Вдоль каждой ходовой линии выполняли ленточный перебор по породам, ступеням толщины, категориям состояния, причинам ослабления или гибели деревьев. На каждом обследуемом участке в перебор включали по 200 деревьев ели. При определении категории состояния деревьев использовали следующую шкалу: 1) здоровые — без признаков ослабления повреждений и заболеваний; 2) ослабленные — имеющие механические повреждения, пожарные травмы или сильно

угнетенные; 3) больные — пораженные корневой губкой и свежезаселенные стволовыми насекомыми; 4) мертвые — усохшие на корню (сухостой) или упавшие на землю (валежник). Зараженность ели корневой губкой диагностировали по утолщению комлевой части ствола, методом звуковой пробы и путем взятия кернов возрастным буровом. Видовую принадлежность стволовых вредителей определяли по насекомым на разных фазах их развития и повреждениям деревьев ели.

Результаты рекогносцировочного и детальных лесопатологических обследований еловых древостоев позволяют сделать следующее обобщение.

В целом санитарное состояние ельников можно признать удовлетворительным, однако в ряде случаев существенный вред лесу наносят дереворазрушающие грибы. Ведущим патогеном является корневая губка, максимальная зараженность древостоев которой, по нашим данным, составляет 52 %. Важно подчеркнуть, что в условиях средней тайги зараженность деревьев ели может достигать даже 100 % [9]. В наибольшей степени от этого заболевания страдают ельники-черничники, пройденные низовыми пожарами прошлых лет, так как поврежденные огнем деревья почти всегда подвергаются грибной инфекции [8].

Заражение корневой губкой происходит при непосредственном контакте здоровых корней с больными. Из корневой системы мицелий проникает в комель дерева и вызывает центральную гниль протяженностью, по нашим данным, до 6 м по высоте ствола. Плодовые тела гриба образуются крайне редко. Гниль, вызванная этим грибом, является наиболее характерным внутренним пороком, определяющим выход деловой древесины в ельниках средней подзоны тайги [3, 4]. Второе место по распространению и хозяйственному значению среди активных патогенов занимает еловая губка, хотя зараженность древостоев ею не превышает 10 %. В рассматриваемых условиях еловая губка часто образует плодовые тела и заражает деревья ели спорами через обломленные или обрубленные сучья и механические повреждения стволов. Гриб вызывает комлевую, стволовую, центральную гниль, которая, по нашим данным, распространяется по высоте ствола до 12 м. В числе выявленных грибов — активных дереворазрушителей этот патоген оказывает самое существенное влияние на выход деловой древесины из отдельных стволов. На ослабленных и сильно ослабленных елях нами отмечены также комлевой еловый трутовик, трутовик Швейнитца, еловый стереум, опенок осенний и окаймленный трутовик. В группу выявленных грибов — типичных разрушителей отпада деревьев ели входят гиришопоры еловый и буро-фиолетовый, столбовой еловый гриб и розовый трутовик.

Основным фактором энтомогенного воздействия на деревья ели в условиях рассматриваемого лесного массива являются короеды, заселяющие только ослабленные, отмирающие и мертвые растения. К группе короедов-доминантов, имеющих хозяйственное значение, относятся короед-типограф, обыкновенный гравер, пушистый полиграф, а также короед-двойник и полосатый древесинник. Особое место занимает лубоед-дендроктон, способный заселять деревья ели без внешних признаков ослабления, но он встречается сравнительно редко. Остальные выявленные виды короедов — еловый корнежил, черно-бурый лубоед, большой еловый полиграф, малый еловый полиграф, фиолетовый лубоед, обыкновенный микрограф и валежный короед — хозяйственного значения не имеют. Среди усачей, личинки которых наносят технический вред древесине ели, отмечены большой и малый черные еловые усачи, рагий ребристый, рагий чернопятнистый и плоский фиолетовый усач. Из других ксилофагов встречаются еловая смолевка, четырехто-



чечная златка, обыкновенная хвойная златка, большой и малый хвойные рогахосты, влияющие на качество древесины ели.

На территории рассматриваемого лесного массива не обнаружены очаги массового размножения стволовых насекомых, но в ряде случаев отмечены заселенные ими биогруппы ослабленных и сильно ослабленных деревьев ели.

Результаты изучения интенсивности лесопользования на состояние и устойчивость еловых древостоев приведены в таблице.

Распределение деревьев ели по категориям состояния и ступеням толщины

Категория состояния деревьев	Причины и следствия болезней деревьев	Число деревьев, %, по ступеням толщины, см						Всего, шт. %
		12	16	20	24	28	32	
Зона экстенсивного использования								
Здоровые	—	5,5	12,5	14,5	11,5	9,0	7,5	$\frac{121}{60,5}$
Ослабленные	Механические повреждения	0,5	1,0	1,5	0,5	—	—	$\frac{7}{3,5}$
	Пожарные травмы	—	—	1,0	2,0	1,0	—	$\frac{8}{4,0}$
	Угнетение	3,5	2,5	—	—	—	—	$\frac{12}{6,0}$
Больные	Корневая гниль	1,5	4,0	5,0	5,0	4,0	2,5	$\frac{44}{22,0}$
	Заселение короедами	—	—	0,5	1,0	—	—	$\frac{3}{1,5}$
Мертвые	Сухостой	0,5	1,5	1,0	0,5	—	—	$\frac{7}{3,5}$
	Валежник	—	0,5	1,0	1,0	0,5	—	$\frac{6}{3,0}$
Итого, $\frac{\text{шт.}}{\%}$	—	$\frac{23}{11,5}$	$\frac{44}{22,0}$	$\frac{49}{24,5}$	$\frac{43}{21,5}$	$\frac{29}{14,5}$	$\frac{20}{10,0}$	$\frac{208}{104,0}$
Зона интенсивного использования								
Здоровые	—	2,5	9,0	12,0	9,5	5,5	3,0	$\frac{83}{41,5}$
Ослабленные	Механические повреждения	3,5	5,5	6,0	3,0	4,0	2,5	$\frac{49}{24,5}$
	Пожарные травмы	—	—	1,0	2,0	1,5	0,5	$\frac{10}{5,0}$
	Угнетение	2,0	1,5	—	—	—	—	$\frac{7}{3,5}$
Больные	Корневая гниль	2,5	6,5	9,0	9,5	7,5	4,0	$\frac{78}{39,0}$
	Заселение короедами	0,5	0,5	1,0	0,5	0,5	—	$\frac{6}{3,0}$
Мертвые	Сухостой	1,5	1,5	1,0	—	0,5	0,5	$\frac{10}{5,0}$
	Валежник	0,5	1,0	1,0	1,5	—	—	$\frac{8}{4,0}$
Итого, $\frac{\text{шт.}}{\%}$	—	$\frac{26}{13,0}$	$\frac{51}{25,5}$	$\frac{62}{31,0}$	$\frac{52}{26,0}$	$\frac{39}{19,5}$	$\frac{21}{10,5}$	$\frac{251}{125,5}$

Нами установлено, что в зоне экстенсивного использования леса преобладают здоровые экземпляры ели (60,5 %), хотя доля других категорий достаточно велика (39,5 %). Встречаемость ослабленных деревьев составляет 10,5 %, больных 22,5 %, мертвых 6,5 % из числа учтенных. Причинами ослабления деревьев ели являются угнетение соседними растениями, пожарные травмы прошлых лет, а также механические повреждения природного и антропогенного характера. В числе факторов паразитарной группы явно доминирует корневая гниль, вызванная корневой губкой (22,0 %). Заселение ослабленных деревьев ели короедами (типограф и пушистый полиграф) отмечено единично и в данном случае хозяйственного значения не имеет. Усыхание деревьев на корню вызвано указанными причинами непаразитарного характера при участии корневой губки. Первопричинами образования валежника являются поверхностные корневые системы и поражение их корневыми гнилями. На свежем валежнике зарегистрированы поселения короедов: типографа, обыкновенного гравера и черно-бурого лубоеда.

Для живых деревьев ели всех ступеней толщины кроме 12 см ведущим фактором ослабления является корневая гниль, вызванная корневой губкой.

В зоне интенсивного использования леса число здоровых экземпляров ели (41,5 %) меньше, чем представителей других категорий, доля участия которых достигает 58,5 %. Ослабленные деревья составляют 10,5 %, больные 39,0 %, мертвые 9,0 % из числа угнетенных. Причинами ослабления являются механические повреждения антропогенного и природного характера, пожарные травмы прошлых лет и угнетение соседними растениями. В числе факторов паразитарной группы явно преобладает корневая гниль, вызванная корневой губкой (39,0 %). Заселение деревьев ели короедами (типограф, пушистый полиграф и лубоед-дендроктон) отмечено единично, и их хозяйственное значение в данном случае минимально. Образование сухостоя вызвано преимущественно сильными механическими повреждениями деревьев, а также поражением их корневой губкой при участии короедов. Основной причиной снижения ветроустойчивости деревьев ели является заражение их корневой губкой при наличии поверхностных корневых систем. На свежем валежнике зарегистрированы поселения короедов: типографа, двойника, обыкновенного гравера, черно-бурого лубоеда и фиолетового лубоеда.

Для живых деревьев ели всех ступеней толщины ведущими факторами ослабления древостоев являются корневая гниль, вызванная корневой губкой, и механические повреждения.

Сравнивая результаты анализа состояния деревьев ели в рассматриваемых зонах, можно констатировать, что с повышением интенсивности использования леса доля участия здоровых экземпляров уменьшается. Выявленная зависимость характерна для деревьев каждой ступени толщины, но наибольшие различия наблюдаются у мелких и крупных растений. Это обусловлено меньшей устойчивостью отставших в росте экземпляров к механическим повреждениям и большей поражаемостью крупномерных деревьев ели корневой губкой. В то же время степень ослабления и представленность больных деревьев с ростом интенсивности использования леса закономерно увеличиваются в каждой ступени толщины. Аналогичная зависимость была установлена ранее одним из авторов статьи в ельниках северной подзоны тайги, подвергаемых различным рекреационным нагрузкам [5—7]. С повышением интенсивности использования леса встречаемость мертвых экземпляров ели также увеличивается, в том числе и по каждой категории отпада. Таким образом, общее негативное антропогенное и патологическое воздейст-

вие на жизнеспособность деревьев ели каждой ступени толщины и санитарное состояние древостоев очевидно.

Полученные нами данные могут быть использованы при оценке устойчивости среднетаежных ельников к антропогенным и патологическим воздействиям, а также при проведении санитарно-оздоровительных мероприятий в них.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Воронцов А. И. Патология леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1978.— 272 с.  
[2]. Воронцов А. И. Состояние, задачи и перспективы научных исследований в области защиты леса // Современные проблемы лесозащиты и пути их решения: Тез. докл. Всесоюз. конф.— Минск: БТИ, 1984.— С. 5—8. [3]. Гусев И. И. Продуктивность ельников Севера.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1978.— 232 с. [4]. Гусев И. И. Современное состояние и продуктивность таежных ельников европейской части СССР // Северные леса: состояние, динамика, антропогенное воздействие: Тез. докл. международ. симпозиума.— Архангельск: АИЛыЛХ, 1990.— Ч. 1.— С. 3—13. [5]. Лебедев А. В. Устойчивость деревьев ели к рекреационным и патологическим воздействиям // Экология лесов Севера: Тез. докл. Всесоюз. конф.— Сыктывкар: Ин-т биологии КНЦ УрО АН СССР, 1989.— Т. 1.— С. 102—103. [6]. Лебедев А. В. Патогенные грибы в рекреационных ельниках и диагностика устойчивости деревьев // Проблемы лесоведения и лесной экологии: Тез. докл. Всесоюз. конф.— Минск: Ин-т экспериментальной ботаники АН БССР, 1990.— Ч. 2.— С. 526—528. [7]. Лебедев А. В. Патология и устойчивость деревьев ели в рекреационных древостоях // Лесн. журн.— 1991.— № 3.— С. 17—20.— (Изв. высш. учеб. заведений). [8]. Мелехов И. С. Влияние пожаров на лес.— М.; Л.: Гослестехиздат, 1948.— 126 с. [9]. Мелехов И. С., Чертовской В. Г., Моисеев Н. А. Леса Архангельской и Вологодской областей // Леса СССР.— М.: Наука, 1966.— Т. 1.— С. 78—156. [10]. Мозолевская Е. Г., Катаев О. А., Соколова Э. С. Методы лесопатологического обследования очагов стволовых вредителей и болезней леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— 152 с. [11]. Тальман П. Н., Катаев О. А. Методы лесоэнтомологических обследований.— Л.: Изд-во ВЗЛТИ, 1964.— 120 с. [12]. Федоров Н. И. Корневые гнили хвойных пород.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— 160 с.

Поступила 19 декабря 1991 г.

## ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630\*383

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОРГАНИЗАЦИИ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ ГРУНТОВЫХ  
ЛЕСОВОЗНО-ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ДОРОГ

Б. А. ИЛЬИН

Санкт-Петербургская лесотехническая академия

Широкое применение относительно дешевых лесовозно-лесохозяйственных дорог (ЛЛД) с грунтовой проезжей частью (не имеющей покрытия) позволяет создать густую транспортную сеть на территории лесного фонда предприятия, что делает доступными все насаждения, требующие ухода, охраны и вовлечения в промышленную эксплуатацию.

Проезжая часть грунтовых дорог весной имеет малую несущую способность, поэтому с открытием движения дорога быстро разрушается. Большая задержка начала движения по дороге может привести к общему уменьшению объемов вывозки древесины в летне-осенний период.

В связи с этим возникают весьма актуальные вопросы: как свести к минимуму периоды весеннего и осеннего перерывов движения на грунтовых ЛЛД; сколько профилировок проезжей части и когда необходимо назначать в течение безморозного периода года; какой подвижной состав целесообразно использовать на первичных путях ЛЛД, не имеющих покрытия.

В прочностных расчетах проезжей части дорог используют математическую модель упруговязкопластичной среды, в которой накапливаются остаточные деформации. Прочностные свойства такой среды зависят от ее плотности и влажности и характеризуются модулем деформации  $E_d$ .

Необходимую плотность среды (грунта) с коэффициентом уплотнения  $k_{уп} \approx 0,9$  можно обеспечить регулированием движения автотранспорта по ширине проезжей части лесных дорог, на которых работают преимущественно трехосные автомобили, обладающие хорошими «укатывающими» свойствами.

Основным расчетным показателем является влажность грунта, которая в безморозный период изменяется в пределах от 0,95 (весной) до 0,50 (в середине лета) относительной влажности  $W_{от}$ . Изменение  $E_d$  во времени изучали в ЛТА в течение ряда лет. Установлено [1], что для безморозного периода (рис. 1)

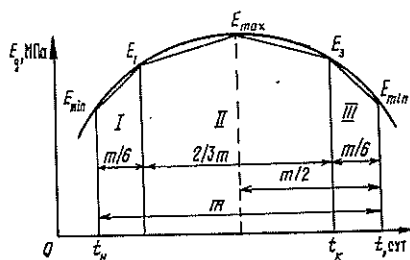
$$E_d = s + qt - rt^2, \quad (1)$$

где  $s, q, r$  — коэффициенты, зависящие от рода грунта и условий увлажнения (типа местности);

$t$  — координата времени, отсчитываемая от условной даты начала безморозного периода.

Если, например, для Северо-Запада России за начало отсчета принять 1 мая, то для 1-го типа местности (а для дорог в насыпях высотой порядка 0,5 м и 2-го типа) можно использовать следующие ориентировочные значения: для супесей  $s = 3 \dots 6$ ;  $q = 0,25 \dots 0,30$ ;  $r = 0,0010 \dots$

Рис. 1. Расчетная схема для определения оптимального дня начала вывозки древесного сырья в безморозный период и числа профилировок проезжей части грунтовых лесных дорог



0,0014; для суглинков  $s = 1,3 \dots 2,8$ ;  $q = 0,32 \dots 0,37$ ;  $r = 0,0015 \dots 0,0020$ .

Решая задачу на поиск максимума функции (1), получаем

$$E_{d \max} = s + \frac{q^2}{4r}. \quad (2)$$

Для параболической функции (1) величина  $E_{d \max}$  приходится на середину сезона вывозки в безморозный период, продолжительность которого

$$m = \frac{q}{r} - 2t_n, \quad (3)$$

где  $t_n$  — день начала вывозки.

Если минимальное число профилировок, необходимых для устранения накопившихся деформаций проезжей части дороги, принять равным четырем, в том числе первая — в нулевой день перед началом вывозки, вторая — через  $m/6$  дн., третья через  $5m/6$  дн., четвертая — в самом конце сезона вывозки (в порядке подготовки дороги к зиме), то общую продолжительность сезона вывозки можно разделить на три периода: первый и третий продолжительностью каждый (в календарных сутках)

$$T_1 = T_3 = \frac{1}{6} \left( \frac{q}{r} - 2t_n \right) \quad (4)$$

и второй

$$T_2 = \frac{2m}{3} = \frac{2}{3} \left( \frac{q}{r} - 2t_n \right). \quad (5)$$

Для нормальной эксплуатации грунтовой ЛЛД необходимо обеспечить условие, чтобы в конце каждого из указанных периодов работы предельная глубина колеи была не более допускаемой, т. е.  $h \leq h_{доп}$ .

Исследования [1, 2] показали, что при многократных нагрузках деформация грунтовой проезжей части (при движении по одному следу — глубина колеи) возрастает согласно зависимости

$$h = \frac{pD}{E_d} (a + b \ln N_{пр}), \quad (6)$$

где  $p$  — давление колеса на грунт, МПа;  
 $D$  — диаметр эквивалентного круга, м;  
 $a, b$  — коэффициенты, учитывающие влияние рода грунта;  
 $N_{пр}$  — общее число проездов автопоездов, приведенное к расчетной нагрузке, за расчетный период.

Для первого периода работы  $T_1$

$$N_{пр} = \frac{Q_{сут} k_{пер} k_{пр} m}{6Q_{пол} k_{ис}} = \frac{Q_{сут} k_{пер} k_{пр}}{6Q_{пол} k_{ис}} \left( \frac{q}{r} - 2t_n \right), \quad (7)$$

где  $Q_{сут}$  — суточный объем вывозки лесных и прочих грузов, т;  
 $Q_{пол}$  — полезная нагрузка на автопоезд (автомобиль), т;

- $k_{пер}$  — коэффициент перехода от календарных дней к рабочим;
- $k_{пр}$  — коэффициент приведения автопоезда к расчетной колесной нагрузке;
- $k_{ис}$  — коэффициент использования грузоподъемности автопоезда (автомобиля).

В [1] изложен метод ежедневного учета изменений во времени осадок (глубины колеи) и модуля деформации, согласно выражениям (1) и (6), и их суммирования за весь период работы.

В данном случае, в связи с делением всего сезона работы грунтовых дорог в безморозный период на три участка (I, II, и III — рис. 1) целесообразно несколько упростить указанный метод, заменив кривую функции  $E_d = f(t)$  ломаной линией  $E_{min}E_1E_{max}E_2E_{min}$ . С учетом этого, согласно рис. 1, средние значения модулей деформации для межремонтных периодов проведения плановых профилировок проезжей части грунтовых дорог составят:

для первого и третьего периодов

$$E_{ср1} = E_{ср3} = \frac{E_{min} + E_1}{2} = s + q \left( t_n + \frac{m}{12} \right) - \frac{r}{2} \left[ t_n^2 + \left( t_n + \frac{m}{6} \right)^2 \right]; \quad (8)$$

для второго периода

$$E_{ср2} = \frac{E_1 + E_{max}}{2} = s + 0,5 \left[ q \left( t_n + \frac{m}{6} \right) - r \left( t_n + \frac{m}{6} \right)^2 \right] + \frac{q^2}{8r}. \quad (9)$$

Подставляя значение  $m$ , находим

$$E_{ср1} = s + q \left[ t_n + \frac{1}{12} \left( \frac{q}{r} - 2t_n \right) \right] - \frac{r}{2} \left[ 2t_n^2 + \frac{t_n}{3} \left( \frac{q}{r} - 2t_n \right) + \frac{1}{36} \left( \frac{q}{r} - 2t_n \right)^2 \right]; \quad (8a)$$

$$E_{ср2} = s + 0,5q \left[ t_n + \frac{1}{6} \left( \frac{q}{r} - 2t_n \right) \right] - \frac{r}{2} \left( \frac{2}{3} t_n + \frac{q}{6r} \right)^2 + \frac{q^2}{8r}. \quad (9a)$$

Задаваясь предельно допустимой глубиной колеи  $h_{доп} = h$  и подставляя значения  $E_{ср1}$  и  $N_{пр}$  в формулу (6), получаем основное расчетное уравнение, позволяющее решить ряд важных вопросов эффективной организации эксплуатации грунтовых ЛЛД и в первую очередь установить оптимальную (среднюю многолетнюю) дату начала вывозки лесного сырья в безморозный период:

$$s + q \left[ t_n + \frac{1}{12} \left( \frac{q}{r} - 2t_n \right) \right] - \frac{r}{2} \left[ 2t_n^2 + \frac{t_n}{3} \left( \frac{q}{r} - 2t_n \right) + \frac{1}{36} \left( \frac{q}{r} - 2t_n \right)^2 \right] = \frac{pD}{h_{доп}} \left\{ a + b \ln \left[ \frac{Q_{сур} k_{пер} k_{пр}}{6Q_{под} k_{ис}} \left( \frac{q}{r} - 2t_n \right) \right] \right\}. \quad (10)$$

Уравнение (10) удобно решать или на ЭВМ, или вручную, используя графоаналитический метод. В последнем случае на одном графике строят кривые зависимости левой и правой частей равенства (10) от величины  $t_n$ . Пересечение кривых дает искомую величину  $t_n$ .

На рис. 2 в качестве примера приведено графоаналитическое решение этой задачи для автопоезда типа ЗИЛ-133ГЯ + ТМЗ-802, у которого  $pD = 0,52 \cdot 0,32 = 0,166$  (с учетом коэффициента динамики 1,3) и  $k_{пр} = 4,5$  (к автомобилям группы Б). Остальные значения величин, входящих в формулу (10):  $k_{пер} = 0,8$ ;  $k_{ис} = 0,8$ ;  $h_{доп} = 0,15$  м;  $a = 1,0$ ;  $b = 0,9$ ; грунт — легкий суглинок, для которого во II дорожно-климатической зоне можно принять:  $s = 1,32$ ;  $q = 0,33$ ;  $r = 0,0015$ . Из рис. 2 видно, что значениям суточного грузооборота дороги 100, 300, 500 и 1000 т соответствуют оптимальные дни начала вывозки: 7, 12, 15, 18 мая (при начальной точке отсчета 1 мая).

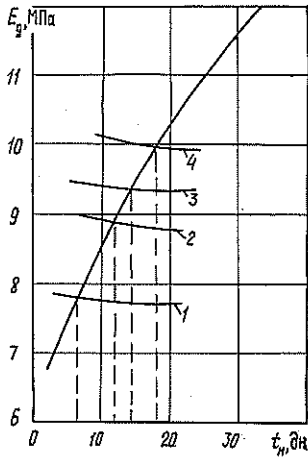


Рис. 2. Графики для определения оптимальной даты начала вывозки: 1—4 — кривые зависимости правой части уравнения (10) от суточного объема перевозки соответственно 100, 300, 500 и 1000 т

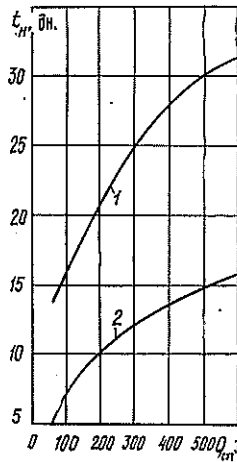


Рис. 3. Графики зависимости  $t_n = f(Q_{сут})$  для автомобилей типов МАЗ, КрАЗ (кривая 1) и ЗИЛ, КамАЗ, «Урал» (кривая 2)

Для определения влияния типа подвижного состава выполнен вариант расчета  $t_n$  при использовании на вывозке автомобиля КрАЗ-6437 с двухосным полуприцепом-ропуском и общей полезной нагрузкой 30 т. Результаты расчета показаны на рис. 3, из которого видно, что для  $Q_{сут}$ , равного 100, 300 и 500 т значение  $t_n$  равно 17, 25 и 30 дн. Таким образом, начало вывозки отодвигается на 10...15 дн., а общая продолжительность летне-осеннего сезона вывозки, в соответствии с формулой (3), уменьшается на 20...30 дн.

Достаточность принятых четырех плановых профилировок проезжей части грунтовых ЛЛД для поддержания их в исправном состоянии в течение сезона вывозки с соблюдением условия  $h \leq h_{доп}$  можно установить, подставив значение  $E_{ср}$  из уравнения (9) в формулу (6) и определив из нее общую деформацию (глубину колеи)  $h_2$ , полученную в течение второго периода (см. рис. 1) продолжительностью  $2m/3$  дн.

Значение  $t_n$  находим расчетом по формуле (10). В результате получаем

$$h_2 = pD \left[ a + b \ln \left( \frac{2Q_{сут} k_{пер} k_{пр} m}{3Q_{пол} k_{ис}} \right) \right] / \left[ s + \frac{q}{2} \left( t_n + \frac{m}{6} \right) - \frac{r}{2} \left( t_n + \frac{m}{6} \right)^2 + \frac{q^2}{8r} \right]. \quad (11)$$

Например, для автопоезда на базе ЗИЛ-133ГЯ при  $Q_{сут} = 500$  т получим:  $t_n = 15$  дн.;  $m = 220 - 2 \cdot 15 = 190$  дн.;  $h_2 = 0,52 \times 0,32 (1 + 0,9 \ln 19\,000) / \left[ 1,32 + \frac{0,33}{2} \left( 15 + \frac{190}{6} \right) - \frac{0,0015}{2} \left( 15 + \frac{190}{6} \right)^2 + \frac{0,33^2}{8 \cdot 0,0015} \right] - 0,108$  м.

Таким образом, при  $h_{доп} = 0,15$  м, как правило, будет достаточно четырех плановых профилировок проезжей части с их выполнением ориентировочно в  $(t_n - 1)$ ,  $(t_n + m/6)$ ,  $(t_n + 5/6m)$  и  $(m + 1)$ -й дни. В отдельные годы с летними затяжными дождями, запоздалой весной и т. п. могут понадобиться еще одна-две неплановые профилировки.

Из формулы (11) видно, что  $h_2$  возрастает с увеличением  $pD$ . Значение  $b$  в формуле (6), также зависящее от давления воздуха в шине, рекомендуется принимать равным 0,9...1,5.

Поверочные расчеты по формулам (10) и (11) показывают, что использование тяжелых автомобилей группы А на грунтовых дорогах возможно лишь при значительном сокращении летнего сезона и требует увеличения числа ремонтных профилировок не менее чем в 1,5 раза. Первым шагом будет деление периода  $T_2$  на две равные части.

В целом систематическое использование машин типов МАЗ и КраЗ на грунтовых дорогах, как правило, нецелесообразно без укрепления проезжей части зернистыми и другими материалами. Однако единичное участие тяжелых лесовозов в составе движения более легких автомобилей группы Б допустимо и может быть даже полезным в целях лучшего уплотнения, в особенности в первые после очередной профилировки дни.

Полученные результаты являются средними многолетними, однако практическая привязка их к конкретным условиям данного года не представляет сложности. Достаточно определить значение  $t_{II}$  по формуле (10) аналитически или принять по графику (см. рис. 2), составленному с учетом местных условий (род грунта, тип местности, дорожно-климатическая зона, применяемый подвижной состав и др.), и затем по формуле (1) найти  $E_{min}$ , по которому можно уточнить оптимальный день начала вывозки, определив на характерных участках фактический модуль деформации с помощью ударника Союздорнии. Расчетное число ударов гири должно быть не менее  $2/3 E_{min}$ . Например, при требуемом  $E_{min} = 9$  МПа и погружении наконечника ударника на 10 см грунт должен выдерживать не менее  $2/3 \cdot 9 = 6$  ударов.

Результаты проведенного исследования позволяют правильно установить начало летне-осеннего сезона вывозки древесного сырья, выбрать наиболее подходящий на данной ЛЛД лесовозный подвижной состав, определить необходимое число плановых профилировок проезжей части и свести к минимуму перерывы в движении в периоды весенней распутицы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Ильин Б. А. Оптимизация работы грунтовых усов лесовозных автомобильных дорог // Лесосечные, лесоскладские работы и сухопутный транспорт леса.— Л.: ЛТА, 1981.— С. 42—46. [2]. Тюрин Н. А. Закономерности изменения модуля деформации грунтов проезжей части усов лесовозных автомобильных дорог в безморозный период // Механизация лесозаготовок и транспорт леса.— Л.: ЛТА, 1983.— С. 56—59.

Поступила 13 июля 1992 г.

УДК [625.312 : 629.424.1].001.24

### К РАСЧЕТУ ВЕРТИКАЛЬНОЙ ДИНАМИКИ УЗКОКОЛЕЙНОГО ТЕПЛОВОЗА ТУ-7

Р. Л. КОРОВКИН, А. В. ЯРОСЬ

Архангельский лесотехнический институт

Движение подвижного состава по железнодорожному пути с горизонтальными и вертикальными неровностями рельсовых нитей сопровождается возникновением различного рода колебаний, что, в свою очередь, вызывает значительные дополнительные усилия на путь.



Для расчета указанных динамических усилий реальная система заменяется расчетной схемой, которая должна возможно более полно отражать реальную динамическую систему.

Дифференциальные уравнения системы составлены на основе уравнения Лагранжа II рода. Система дифференциальных уравнений представлена во многих работах, в частности в [1, 3].

Цель данной работы — решение системы дифференциальных уравнений и анализ полученных результатов.

Программа расчета системы разработана на основании явного метода Рунге — Кутты и формул Дормана и Принса [4], которые дают возможность минимизировать погрешности для результата старшего порядка, а результат младшего порядка вычислять только для использования в механизме управления длиной шага.

Дифференциальные уравнения колебаний тепловоза в продольной и поперечной плоскостях взаимно независимы, так как принятая расчетная схема симметрична относительно продольной оси, а система уравнений составлена для центров тяжести подрессоренных и непрорессоренных масс. При изучении вертикальной динамики она имеет 11 дифференциальных уравнений второго порядка.

Если заменить старшие производные вспомогательными неизвестными функциями, то система дифференциальных уравнений сводится к 22 уравнениям первого порядка.

Входная функция (неровности пути) вводится в память машины по результатам непосредственных измерений. Начальные условия всех неизвестных принимаются в расчете нулевыми. Расчетный шаг интегрирования выбирается автоматически с использованием таблицы коэффициентов Дормана и Принса и предварительно заданной погрешности  $\epsilon$ .

Как показали предварительные расчеты, при  $\epsilon = 0,0001$  точность вычислений практически не увеличивается, зато затраты машинного времени возрастают примерно в 1,5 раза по сравнению с  $\epsilon = 0,001$ . Вычисление при  $\epsilon = 0,01$  дает приближенные результаты, причем погрешность возрастает от шага к шагу. В связи со сказанным, в последующих расчетах принята  $\epsilon = 0,001$ .

Необходимо отметить, что при этом значении погрешности с повышением скорости движения  $v$  увеличивается длина шага и, следовательно, уменьшается число шагов. Например, при расчете колебаний тепловоза на длине пути 60 м при скорости 20, 30, 40 км/ч число шагов составило соответственно 1319, 872, 672.

Вертикальные неровности в пределах двух экспериментальных значений определяли линейной интерполяцией.

Все параметры системы взяты паспортные или вычислены по чертежам тепловоза.

Реализация программы дает сведения о характере движения тепловоза при наличии вертикальных неровностей пути. На печать могут быть выведены текущие значения перемещений и ускорений колеблющихся масс и динамические усилия, передаваемые на железнодорожный путь от колес локомотива.

Программа позволяет обрабатывать полученные на каждом шаге результаты и выводить на печать средние арифметические значения, средние квадратические отклонения, а также максимальные и минимальные значения соответствующих результатов. Программа составлена на языке Паскаль (5 версия) для ПЭВМ IBM PS/2. Максимальное число шагов 15000. Массив первых производных 51. Время счета по каждому шагу порядка 1 с.

В качестве примера выполнен расчет вертикальных колебаний тепловоза ТУ-7, движущегося по участку стыкового пути (Концегурская

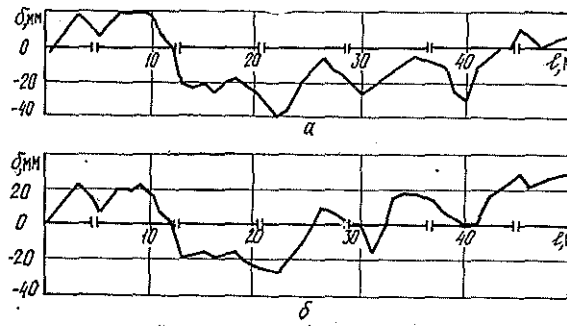


Рис. 1. Микропрофиль рельсового пути: а — правый рельс; б — левый рельс

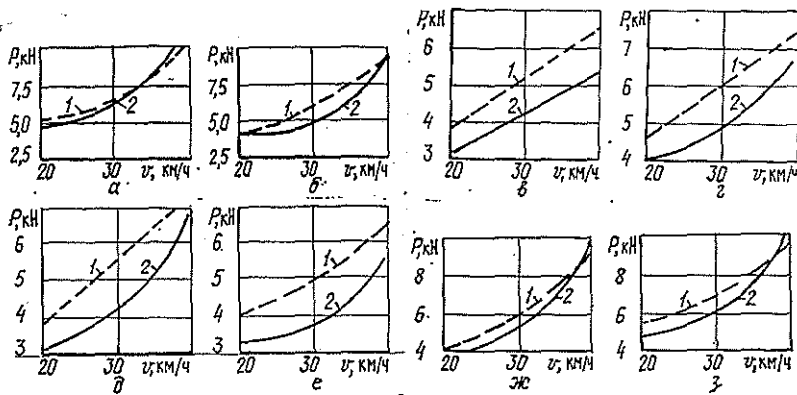


Рис. 2. Зависимость среднего квадратического отклонения динамической нагрузки  $P$  от скорости движения тепловоза при различных значениях модуля упругости рельсового основания: 1 —  $U = 12$  МПа; 2 —  $U = 4$  МПа; а, б — первая; в, г — вторая; д, е — третья; ж, з — четвертая оси; а, в, д, ж — правое колесо; б, г, е, з — левое колесо

УЖД), микропрофиль которого, снятый через 1 м по обеим рельсовым нитям, представлен на рис. 1. (Здесь  $l$  — расстояние,  $\delta$  — отклонение). Результаты расчета приведены на рис. 2 и в таблице.

Анализ графиков (см. рис. 2) показывает, что средние квадратические отклонения динамических усилий существенно зависят от скорости движения тепловоза. Причем для слабого основания ( $U = 4$  МПа) эта зависимость почти для всех колес имеет криволинейный характер, а для более жесткого ( $U = 12$  МПа) приближается к прямолинейной. Особенно характерно это для обоих колес средних осей тепловоза (рис. 2 в, г, е, ж).

Как видно из таблицы, при увеличении скорости движения тепловоза от 20 до 40 км/ч для первой оси правого колеса средние значения динамических усилий возрастают до 13 кН, а максимальные более чем в 2 раза превышают статическую нагрузку и достигают 48 кН.

При значительных отрицательных динамических добавках (разгрузке колес) возникает опасность схода экипажа с рельсов. Из данных таблицы следует, что уже при  $v = 30$  км/ч динамическая разгрузка колес превышает статическую. Следовательно, при рассматриваемом уровне вертикальных неровностей скорость движения тепловоза не должна превышать 20 км/ч.

## Вертикальные динамические добавки, кН

Исходные расчетные параметры		Среднее арифметическое значение		Среднее квадратическое отклонение		Максимальное значение		Минимальное значение	
$U$ , МПа	$v$ , км/ч	1	2	1	2	1	2	1	2
Первая ось									
4	20	5,87	5,19	4,66	4,12	23,83	22,66	-19,70	-17,09
	30	7,56	6,26	6,24	5,32	32,86	31,59	-24,48	-21,20
	40	13,09	11,79	10,85	9,52	44,26	37,11	-48,54	-43,54
8	20	5,80	5,26	4,94	3,84	22,78	20,92	-24,08	-15,32
	30	7,97	6,75	6,08	5,22	31,74	33,23	-29,07	-21,17
	40	12,66	11,44	10,42	9,16	44,85	41,61	-42,30	-35,97
12	20	6,45	5,90	5,27	4,30	24,06	21,49	-22,40	-17,62
	30	8,69	7,76	7,05	6,05	35,02	35,63	-34,63	-25,73
	40	12,42	11,26	10,43	9,18	48,14	41,95	-51,58	-43,37
Вторая ось									
4	20	3,69	5,03	3,07	4,04	15,14	17,57	-14,07	-20,67
	30	5,15	6,06	4,18	4,87	19,80	24,87	-18,99	-32,22
	40	6,57	7,92	5,32	6,76	22,60	26,89	-25,78	-33,34
8	20	3,87	4,99	3,22	4,10	14,75	18,26	-14,45	-24,54
	30	5,62	6,40	4,34	5,29	20,63	24,68	-22,82	-27,87
	40	7,64	8,85	6,47	7,31	29,76	30,55	-34,61	-39,32
12	20	4,68	5,67	3,81	4,51	21,85	20,85	-16,04	-26,70
	30	6,89	7,36	5,07	6,02	26,56	30,63	-24,94	-35,24
	40	7,91	8,80	6,45	7,44	30,73	34,42	-31,26	-38,93
Третья ось									
4	20	3,79	4,17	3,18	3,31	13,56	13,21	-19,78	-16,43
	30	5,22	4,45	4,21	3,73	17,25	16,10	-22,79	-20,36
	40	8,29	7,13	6,81	5,53	30,05	22,98	-30,33	-27,61
8	20	3,71	4,36	3,19	3,43	15,37	16,79	-18,78	-16,83
	30	5,37	4,93	4,77	4,28	20,63	17,52	-25,07	-23,50
	40	8,77	7,59	7,00	6,33	26,32	30,23	-33,44	-30,70
12	20	4,44	4,96	3,85	4,09	17,50	17,78	-22,51	-19,34
	30	6,51	6,08	5,53	4,97	27,42	24,61	-24,60	-23,99
	40	8,59	7,77	7,23	6,54	35,30	26,80	-33,84	-29,25
Четвертая ось									
4	20	5,19	5,91	3,79	4,78	14,95	18,52	-17,91	-24,51
	30	6,61	7,27	5,37	5,92	19,79	23,24	-30,04	-29,16
	40	12,88	13,57	10,12	10,53	22,98	39,57	-27,61	-38,87
8	20	5,14	5,87	3,65	4,93	18,63	19,61	-18,28	-23,17
	30	6,67	7,31	5,76	6,30	21,27	23,58	-33,32	-32,25
	40	12,10	12,78	9,48	9,90	42,21	42,32	-37,10	-40,69
12	20	5,57	6,31	4,29	5,38	20,25	21,47	-22,22	-29,00
	30	7,69	8,07	6,08	6,69	32,12	28,77	-27,68	-29,20
	40	11,74	12,47	9,37	9,73	39,78	38,09	-37,69	-39,85

Примечание. 1 — данные для правого колеса; 2 — для левого колеса.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Жабин В. И., Калинин Г. А., Щелкунов В. В. Воздействие лесовозного подвижного состава на железнодорожный путь.— Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1976.— 97 с. [2]. Правила производства расчетов узкоколейного пути (колея 750 мм) на прочность.— М.: Трансжелдориздат, 1963.— 64 с. [3]. Ротенберг Р. В. Подвеска автомобиля и его колебания.— М.: Машгиз, 1960.— 354 с. [4]. Хайер Э., Нерсетт С., Ваннер Г. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений. Нежесткие задачи.— М.: Мир, 1990.— 512 с.

Поступила 9 марта 1992 г.

УДК 625.7/8 : 624.139.6

## УТЕПЛЕНИЕ ГРУНТОВЫХ КАРЬЕРОВ

В. П. МИГЛЯЧЕНКО

Московский лесотехнический институт

Без прогнозирования теплового состояния талых грунтов в при-  
трассовых карьерах, укрытых в зимний период теплоизолирующими ма-  
териалами, не может быть обеспечено повышение производительности  
при экскавации грунта и улучшении его качества (уменьшение про-  
центного содержания мерзлых частиц) в суровых климатических усло-  
виях северных и северо-восточных лесопромышленных регионов страны.

Чтобы установить распределение температуры по толщине про-  
мерзшего грунта, необходимо решить уравнение сохранения энергии  
(теплоты) при трехмерной или, в крайнем случае, двухмерной поста-  
новке задачи.

Предлагаемый нами численный метод расчета основан на исполь-  
зовании условия Стефана:

$$\begin{aligned} q_{i-1} - q_i &= \frac{\lambda_{i-1}}{\partial y} \partial T_y - \frac{\lambda_i}{\partial y} \partial T_y = \\ &= (C \partial T \tau + r w_b \partial w_l) \frac{\partial y}{\partial \tau}, \end{aligned} \quad (1)$$

где  $q_{i-1}$  и  $q_i$  — тепловой поток на входе и выходе из элемента мас-  
сива грунта;

$\lambda_{i-1}$  и  $\lambda_i$  — коэффициенты теплопроводности на входе и выходе  
из элемента массива грунта;

$C$  — теплоемкость грунта в элементе  $dv$ ;

$\partial T / \partial \tau$  — градиент температуры в элементе грунта  $dv$ ;

$r$  — объемная теплота кристаллизации (фазового пере-  
хода),  $r = 0,3352 \cdot 10^9$  Дж/м<sup>3</sup>;

$w_b$  — объемная влажность грунта в элементе  $dv$ ;

$w_l$  — льдистость (изменяется от 0 до 1);

$\partial w_l$  — изменение объема льда или незамерзшей воды за  
время  $\partial \tau$ .

Выражение (1) представляет собой преобразованное нормальное  
дифференциальное уравнение эллиптического типа:

$$\frac{q_{i-1} - q_i}{y_{i-1} - y_i} = \frac{\partial q}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial y} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) = \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = \left( C + r w_b \frac{\partial w_l}{\partial T} \right) \frac{\partial T}{\partial \tau}.$$

Приведя условие Стефана к нормальному виду дифференциально-  
го уравнения эллиптического типа, получим

$$\begin{aligned} \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} &= \left( C_v + r_v w_b \frac{\partial w_l}{\partial T} \right) \frac{\partial T}{\partial \tau}; \\ \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \lambda \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} &= C_v \frac{\partial T}{\partial \tau} + r_v w_b \frac{\partial w_l}{\partial \tau}. \end{aligned} \quad (2)$$

Величину  $r_v w_b \frac{\partial w_l}{\partial T}$  можно рассматривать как некоторую эффек-  
тивную теплоемкость фазового перехода

$$\omega_{в} r_{л} \frac{\partial \omega_{л}}{\partial T} = C_{\omega}. \quad (3)$$

Вследствие переменной расчетной сетки (вплоть до применения элементов сетки различной формы — прямоугольников, треугольников и т. д.) использование уравнений в традиционной форме не всегда удобно. Поэтому целесообразно уравнение теплопроводности записать в виде

$$\frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = C_v \frac{\partial T}{\partial \tau} + C_w \frac{\partial T}{\partial \tau}. \quad (4)$$

Удельные тепловые потоки  $q_x$  и  $q_y$  внутри грунта

$$q_x = \lambda_x \frac{\partial T}{\partial x}; \quad q_y = \lambda_y \frac{\partial T}{\partial y};$$

на границе грунта с воздухом

$$q_x = \alpha_x \partial T_x;$$

$$q_y = \alpha_y \partial T_y.$$

Здесь  $\lambda_x, \lambda_y$  — объемные коэффициенты теплопроводности от поверхности грунта к воздуху;

$\alpha_x, \alpha_y$  — коэффициенты теплоотдачи от поверхности грунта к воздуху,  $\alpha_x = \alpha_y = \alpha_0$ .

В целях обеспечения единого подхода примем, что  $q_x$  и  $q_y$  внутри грунта определяются также, как на границе грунта с воздухом. При этом  $\alpha_x = \lambda_x / \partial x$ ;  $\alpha_y = \lambda_y / \partial y$ .

Для решения уравнения (4) на ЭВМ изобразим его в конкретных числовых приращениях каждой частной производной применительно к каждой элементарной ячейке рассматриваемой расчетной сетки (рис. 1).

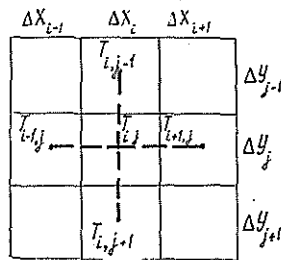


Рис. 1. Схема элементарной ячейки рассматриваемой расчетной сетки

Запишем отдельные члены левой части выражения (4) для моментов времени  $\tau_k$  и  $\tau_{k+1}$ :

$$\begin{aligned} \partial q_x \partial y = \partial (\alpha_x T_x) \partial y = & \left\{ \frac{\lambda}{\frac{\Delta x_{i-1}}{2} + \frac{\Delta x_i}{2}} \times \right. \\ & \times \left[ \frac{T_{i-1,j}^k + T_{i-1,j}^{k+1}}{2} - \frac{T_{ij}^k + T_{ij}^{k+1}}{2} \right] - \\ & \left. - \frac{\lambda}{\frac{\Delta x_i}{2} + \frac{\Delta x_{i+1}}{2}} \left[ \frac{T_{ij}^k + T_{ij}^{k+1}}{2} - \frac{T_{i+1,j}^k + T_{i+1,j}^{k+1}}{2} \right] \right\} \Delta y_i; \quad (5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \partial q_y \partial x = \partial (\alpha_y \partial T_y) \partial x = & \left\{ \frac{\lambda}{\frac{\Delta y_{j-1}}{2} + \frac{\Delta y_j}{2}} \times \right. \\ & \times \left[ \frac{T_{i,j-1}^k + T_{i,j-1}^{k+1}}{2} - \frac{T_{ij}^k + T_{ij}^{k+1}}{2} \right] - \\ & \left. - \frac{\lambda}{\frac{\Delta y_j}{2} + \frac{\Delta y_{j+1}}{2}} \left[ \frac{T_{ij}^k + T_{ij}^{k+1}}{2} - \frac{T_{i,j+1}^k + T_{i,j+1}^{k+1}}{2} \right] \right\} \Delta x_i. \quad (6) \end{aligned}$$

Линеаризуем выражение (3) для величины  $C_w$  относительно  $T_{ij}$  следующим образом:

$$C_w = w_v r_v \frac{w_n (T_{ij}^{k+1}) - w_n (T_{ij}^k)}{T_{ij}^{k+1} - T_{ij}^k}.$$

С учетом вышеизложенного запишем правую часть уравнения (4):

$$\begin{aligned} & \left\{ C_v + w_v r_v \frac{w_n (T_{ij}^{k+1}) - w_n (T_{ij}^k)}{T_{ij}^{k+1} - T_{ij}^k} \right\} \times \\ & \times \left[ \frac{T_{ij}^{k+1} - T_{ij}^k}{\tau_{k+1} - \tau_k} \right] \Delta x_i \Delta y_{ij} = [C_v (T_{ij}^{k+1} - T_{ij}^k) + w_v r_v \{w_n (T_{ij}^{k+1}) - \\ & - w_n (T_{ij}^k)\}] \frac{\Delta x_i \Delta y_j}{\tau_{k+1} - \tau_k}. \quad (7) \end{aligned}$$

Выражения (5) — (7) имеют вид уравнения (4) в числовых приращениях при известных  $T_{ij}^k$ ;  $T_{ij}^{k+1}$ ;  $T_{i-1,j}^k$ ;  $T_{i-1,j}^{k+1}$ ;  $T_{i+1,j}^k$ ;  $T_{i+1,j}^{k+1}$ ;  $T_{i,j-1}^k$ ;  $T_{i,j-1}^{k+1}$ ;  $T_{i,j+1}^k$ ;  $T_{i,j+1}^{k+1}$ . Значения величин  $T_{i,j-1}^k$ ;  $T_{i,j+1}^k$ ;  $T_{i-1,j}^k$ ;  $T_{i+1,j}^k$  в момент времени  $\tau_{k+1}$  можно обеспечить широко известным методом прогонки всей числовой сетки используя итерационный процесс, сходимость которого осуществляется по величине  $T_{ij}^{k+1}$ .

Для окончательного решения линейного уравнения, составленного из выражений (5) — (7), необходимо знать величину  $w_n = f(T_{ij})$ .

Все экспериментальные зависимости для определения льдистости грунтов с точностью 0,05 обобщаются уравнением

$$w_n = [T(^{\circ}\text{C}) - 273]^P = [T(^{\circ}\text{C})/T_0]^P \quad (8)$$

при  $T(^{\circ}\text{C}) < 0^{\circ}\text{C}$  и различных значениях  $P$ , соответствующих тому или иному виду грунта: песчаному ( $P = 0,002$ ), супесчаному ( $P = 0,250$ ), суглинистому ( $P = 0,486$ ). В целях ускорения сходимости уравнений рекомендуется использовать так называемый малый итерационный процесс при расчете величины  $T_{ij}^{k+1}$  для каждой элементарной ячейки. Суть его заключается в уточнении величины  $w_n^{k+1}$ , соответствующей температуре  $T_{ij}^{k+1}$ , значение которой является искомым, т. е.

$$w_n^{k+1} = f(T_{ij}^{k+1}).$$

Для упрощения задачи не будем учитывать изменение теплового потока по глубине за счет теплоемкости грунта. В этом случае

$$q_m \Delta \tau = r w_n w_n \Delta h_m. \quad (9)$$

А с учетом изменения теплового потока формула для определения  $q_m$  имеет следующий вид:

$$q_m = \alpha_m (T_b - 0^\circ\text{C}).$$

Здесь  $\alpha_m = 1/(1/\alpha_b + h_{из}/\lambda_{из} + h_m/\lambda_m)$  — коэффициент теплопроводности мерзлого грунта.

Коэффициент теплопроводности воздуха  $\alpha_b$  меняется за счет различной силы ветра (скорости ветра  $u_b$ ) и температуры  $T_{cp} = (T_b + T_{из})/2$ . Его рекомендуется вычислять по формуле

$$\alpha_b = \rho_b u_b C_b C_m, \quad (10)$$

где  $\rho_b$ ,  $C_b$  — плотность и теплоемкость воздуха при средней температуре;

$C_m = 1/(54,5u_b + 70,5)$  — объемная теплоемкость мерзлого грунта, полученная на основании обобщения экспериментальных данных.

Переходя к дифференциалам, получаем аналог критерия Стантона:

$$\frac{T_b}{\frac{1}{\alpha_b} + \frac{h_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{h_m}{\lambda_m}} d\tau = r w_b w_l dy;$$

$$d\tau = \frac{r w_b w_l \left( \frac{1}{\alpha_b} + \frac{h_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{h_m}{\lambda_m} \right)}{T_b} dy.$$

Интегрируя, имеем выражение для  $\tau_m$ :

$$\tau_m = \int_0^{h_m} \frac{r w_b \left( \frac{1}{\alpha_b} + \frac{h_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{h_m}{\lambda_m} \right) w_l}{T_b} dy.$$

Вынесем все постоянные величины из-под знака интеграла и проинтегрируем:

$$\tau_m = \frac{r w_b w_l}{T_b} \int_0^{h_m} \left( \frac{1}{\alpha_b} + \frac{h_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{h_m}{\lambda_m} \right) dy =$$

$$= \frac{r w_b w_l}{T_b} \left( \frac{1}{\alpha_b} h_m + \frac{h_{из}}{\lambda_{из}} h_m + \frac{1}{\lambda_m} \frac{h_m^2}{2} \right). \quad (11)$$

Формула (11) позволяет рассчитывать время промерзания грунта при наличии теплоизоляции и теплообмена с воздушной средой. Во многих случаях используют не «чистое» время, а число градусо-дней (энергию охлаждения грунта холодным воздухом). В этом случае уравнение (11) принимает следующий вид:

$$(\tau_m T_b) = \frac{r}{8,64 \cdot 10^4} w_b w_l \left[ \left( \frac{1}{\alpha_b} + \frac{h_{из}}{\lambda_{из}} \right) h_m + \frac{1}{\lambda_m} \frac{h_m^2}{2} \right], \quad (12)$$

где  $\frac{h_{из}}{\lambda_{из}}$  — тепловое сопротивление покрытия (теплоизоляции);  
 $h_{из}$  — толщина теплоизоляции;  
 $\lambda_{из}$  — объемный коэффициент теплопроводности теплоизолирующего слоя;  
 $\lambda_m$  — объемный коэффициент теплопроводности мерзлого грунта;  
 $h_m$  — глубина промерзшего слоя.

Полученная расчетная зависимость (12) между глубиной промерзания грунта и числом градусо-дней позволяет с достаточной точностью рассчитывать  $h_m$  различных видов грунтов как укрытых, так и не укрытых утепляющими материалами. Кроме того, она учитывает интенсивность охлаждения поверхности со стороны воздуха и влажность охлаждаемого грунта.

Формула (12) была применена для анализа максимальной глубины промерзания массивов грунта за зимний период (при фиксированном числе градусо-дней). Расчеты произведены для двух видов грунта: песчаного ( $w_b = 0,1$ ,  $w_d = 1,0$ ) и глинистого ( $w_b = 0,3$ ,  $w_d = 0,4$ ). Величину термического сопротивления  $R$  рассчитывали для скорости ветра  $u_b = 5$  м/с и переменной толщины снежного покрова, осредненной за весь зимний период ( $h_{из} = 0,1 \dots 1,0$  м,  $\lambda_{из} = 0,5 \dots 0,6$  Вт/(м · °С)).

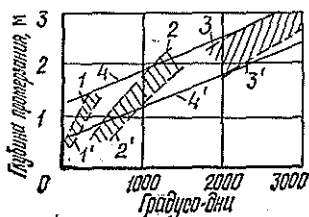


Рис. 2. Расчетная зависимость глубины промерзания грунтовых массивов при различных значениях  $R_{эф}$ : 1 — 0,1; 2 — 1,0; 3 — 1,5 град · м<sup>2</sup> × с/Дж

На рис. 2 представлены расчетные зависимости  $h_m = f(\tau T)$  для двух видов грунта, полученные по формуле (12), при различных значениях  $R_{эф}$  и нанесены опытные данные замеров максимальной глубины промерзания.

Для подтверждения изложенных выше расчетов в Вашкинском ЛПХ Вологодской области был поставлен эксперимент. Перед наступлением осенних заморозков на дневную площадь грунтового карьера с целью предохранить грунт от промерзания укладывали слои опилок различной толщины с последующей обработкой их дневной поверхности пенопластом.

Технология получения пенопласта включает приготовление смоляного раствора, состоящего из 30...40 % смолы МФ-17, 1...2 % пенообразователя, 2,0...9,5 % резорцина и 56,0...58,5 % воды с последующим введением в него кислотного раствора, имеющего в своем составе 15 % ортофосфорной кислоты и 85 % воды. После перемешивания смеси в специальной емкости в течение 20 с ею заливали опилки, уложенные слоями различной толщины (10, 20, 30, 40 см) и предварительно уплотненные. Спустя 60 с пенопласт застывал слоем толщиной 5...12 мм и в течение осенне-зимнего периода предохранял опилки от попадания в них влаги.

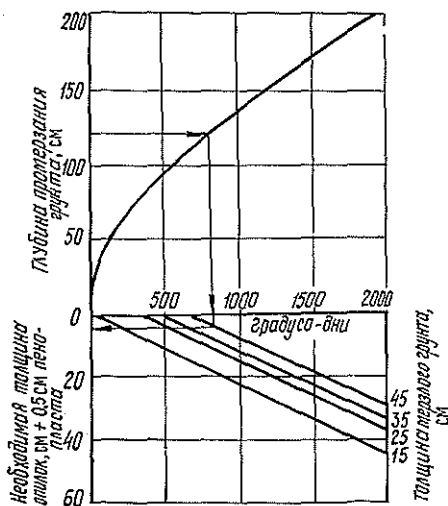


Рис. 3. Номограмма для определения необходимой толщины теплоизоляционного слоя опилок, залитых пенопластом



Пенопласт хорошо переносит воздействие отрицательной температуры и многократные переходы ее через ноль, а также вполне удовлетворительно сопротивляется растягивающим напряжениям. Необходимо отметить и другое свойство пенопласта. Он служит своего рода экраном, задерживающим тепло, поступающую из массива грунта в слой опилок. Опилки подсушиваются, теплоизоляционные характеристики их улучшаются.

Глубина промерзания массива песчаного грунта, имеющего влажность  $\omega = (0,6 \dots 0,7) \omega_{\text{опт}}$  и утепленного по вышеприведенной технологии, в конце зимнего периода составляла 30 см, а неутепленного при одинаковых климатических условиях — 240 см.

На основании экспериментальных данных, полученных при исследовании влияния толщины слоя опилок, дневная поверхность которых покрыта слоем пенопласта, на глубину промерзания грунта при различном числе градусо-дней отрицательной температуры, построена номограмма (рис. 3).

В результате проведенных исследований можно сделать вывод, что предложенная технология является энергосберегающей и может быть использована для укрытия дневной поверхности грунтовых прирассовых карьеров.

Поступила 26 ноября 1991 г.

УДК 556.536

## СТЕПЕННЫЕ МОДЕЛИ В ГИДРАВЛИКЕ ПОТОКОВ

В. Е. СЕРГУТИН

Красноярский инженерно-строительный институт

В гидравлике открытых (в частности лесосплавных и судоходных) потоков используют понятие средней (расходной  $V = Q/\omega$ ) скорости. Ряд зависимостей, например по описанию скоростной структуры (поля), основан на введении степенных связей, что представляется актуальным, особенно на фоне широкого применения ЭВМ. В статье рассмотрим две задачи: определение расхода воды  $Q$  и расхода от взвешенных наносов  $G = \rho Q$  в естественных руслах (обозначения здесь и ниже — общепринятые в гидравлике). По мнению К. В. Гришанина, установление величин  $G$  в русле рек на основе данных Международной конференции по гидравлике открытых потоков (Будапешт, 1988), является малоизученным вопросом.

Пусть в общем случае имеется несимметричный относительно вертикальной оси  $z$  поток, поперечный профиль которого аналитически описывается уравнением параболы  $z = f(x) = 2px^{1/\varepsilon}$ , характеризующей очертание дна и боковых стенок русла в левой и правой частях живого сечения соответственно в системе выбранных прямоугольных координат  $x - z$  (рис. 1, а). Здесь  $p$  — параметр;  $x$  — текущая горизонтальная координата произвольной точки дна. Этим уравнением можно описать все профили русла от прямоугольного ( $\varepsilon = 0$ ) до треугольного ( $\varepsilon = 1,0$ ) сечений, включая параболическое ( $\varepsilon = 0,5$ ). При  $\varepsilon < 1,0$  ( $1/\varepsilon > 1,0$ ) выпуклость дна направлена вниз, при  $\varepsilon > 1,0$  ( $1/\varepsilon < 1,0$ ) — вверх. Если  $1/\varepsilon = 0$ , то ветви уравнения превращаются в прямые, совпадающие с вертикальной осью координат  $z$ . Найдем параметр  $p$  для симметричных русел при условиях:  $x = B/2$ ,  $f(x) = H$ , где  $B$ ,  $H$  — ширина и максимальная глубина русла в сечении. Тогда  $H = 2p(B/2)^{1/\varepsilon}$ , откуда  $p = (H/2)(2/B)^{1/\varepsilon}$  и

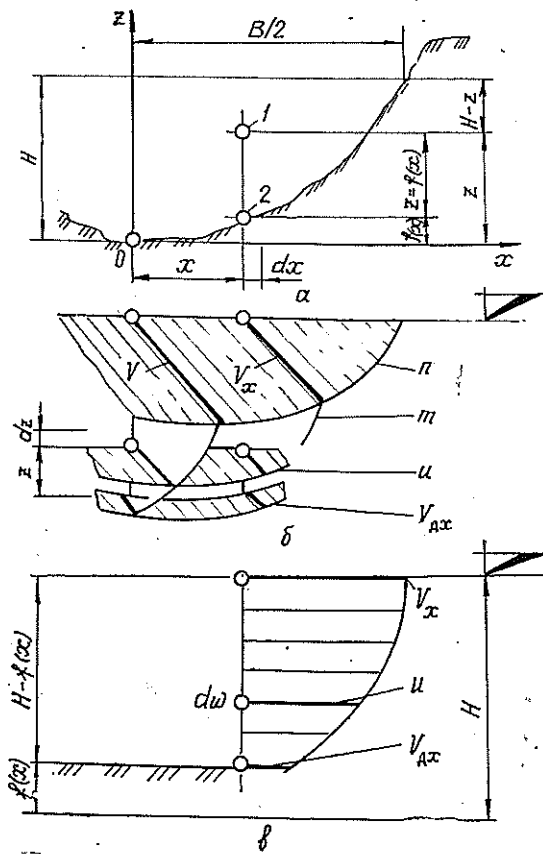


Рис. 1. Модели потока: а — живое сечение симметричных форм: 1 — произвольная точка для потока с текущими координатами  $x$  и  $z$ ; 2 — для русла (дно и боковые стенки) с координатами  $x$  и  $f(x)$ ; б — поле скоростей (расход); в — эпюра скоростей на произвольной вертикали

$$f(x) = H(2x/B)^{1/\varepsilon}. \quad (1)$$

Для прямоугольного русла при  $0 \leq x \leq B/2$  функция  $f(x)$  равна нулю, при  $x = B/2$  возможны два ее значения: 0 и  $H$ . Записав

$$\int_0^{B/2} dx \int_{f(x)}^H dz = \omega/2, \quad (2)$$

найдем площадь живого сечения

$$\omega = 2H \int_0^{B/2} [1 - (2x/B)^{1/\varepsilon}] dx.$$

Отсюда

$$\omega = \frac{1}{\varepsilon + 1} BH \quad (3)$$

с частными значениями множителя  $1/(\varepsilon + 1)$  в правой части, равного 1, 0; 2/3 и 1/2 для прямоугольного, параболического и треугольного сечений соответственно. Разделив правую и левую части уравнения (3) на ширину русла  $B$  с учетом, что средняя глубина  $h = \omega/B$ , получим показатель формы

$$\varepsilon = H/h - 1. \quad (4)$$

Физический смысл его состоит в характеристике полноты сечения по отношению к прямоугольному профилю. Записав  $\varepsilon + 1 = H/h$ , а затем умножив и разделив правую часть на ширину русла  $B$ , после обратного переноса единицы в правую часть получим  $\varepsilon = BH/\omega - 1$ , где

$BH$  — прямоугольное, как бы фиктивное, сечение, а  $\omega = Bh$  — фактическое. Величина  $\epsilon$  может использоваться в расчетах, где естественное русло заменяется фиктивным призматическим с одинаковой по длине формой.

Примем, что скорость имеет максимум у поверхности. Такую предпосылку имеют, например, степенные законы, описывающие скоростное поле и получившие наибольшее распространение в современных исследованиях по речной гидравлике и инженерной гидрологии. Кривая распределения скоростей должна монотонно убывать к дну до величины, отличной от нуля. Принимая также, что механизм торможения потока дном и боковыми стенками одинаков, используем степенной закон распределения скоростей и по горизонтали. В результате получаем

$$\left. \begin{aligned} \frac{u - V_{dx}}{V_x - V_{dx}} &= \left[ \frac{z - f(x)}{H - f(x)} \right]^{1/m}; \\ \frac{V_x}{V} &= \left( \frac{B/2 - x}{B/2} \right)^{1/n}; \\ \frac{V_{dx}}{V} &= \left( \frac{B/2 - x}{B/2} \right)^{1/t}, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где  $V_d$  — донная скорость;  
 $V$  — расходная скорость.

Показатели степени  $1/m$ ,  $1/n$  и  $1/t$  характеризуют изменение скорости в вертикальной ( $m$ ) и горизонтальной ( $n$ ) плоскостях и у дна потока ( $t$ ). Рассматривая первые два уравнения, находим скорость в произвольной точке живого сечения:

$$u = \left( 1 - \frac{2x}{B} \right)^{1/n} \left\{ \left[ \frac{z - f(x)}{H - f(x)} \right]^{1/m} (V - V_d) + V_{dx} \right\}. \quad (6)$$

При нулевых донных скоростях для плоских (двумерных) потоков получим

$$u_z = \left[ \frac{z - f(x)}{H - f(x)} \right]^{1/m} V; \quad (7)$$

$$u_x = \left( 1 - \frac{2x}{B} \right)^{1/n} V, \quad (8)$$

где  $u_z$ ,  $u_x$  — скорости, изменяющиеся соответственно только по оси  $z$  или по оси  $x$ .

Используя уравнение  $dQ = u d\omega$ , получаем

$$\frac{Q}{2} = \int_0^{B/2} dx \int_{f(x)}^H u dz. \quad (9)$$

После подстановки значений произвольной скорости  $u$  на площадке  $d\omega$  по (6) и функции очертания профиля сечения  $f(x)$  по (1) как нижнего предела интегрирования, получим выражение для определения расхода в симметричных руслах, геометрическая интерпретация которого дает объемное тело, изображающее скоростное поле пространственного потока (рис. 1, б):

$$Q = 2 \int_0^{B/2} dx \int_{f(x)}^H \left( 1 - \frac{2x}{B} \right)^{1/n} \left\{ \left[ \frac{z - f(x)}{H - f(x)} \right]^{1/m} (V - V_d) + V_{dx} \right\} dz. \quad (10)$$

В [1, с. 249] имеются замечания о сложности вычисления подобных выражений. Попытка их решения для русел прямоугольной формы была предпринята в [3], где утверждается, что для всех остальных сечений решения невозможны. Между тем отыскание результата предыду-

щей записи потребует развертывания ее на две части и интегрирования с применением эйлеровых интегралов первого и второго рода (бэ́та- и гамма-функций), т. е.

$$Q = \left[ \frac{n}{n+1} - \Gamma(n, \varepsilon) \right] \left[ \left( \frac{m}{m+1} + \frac{V_n}{V-V_n} \right) (V - V_n) \right] BH, \quad (11)$$

а при нулевых донных скоростях ( $V_n = 0$ )

$$Q = \frac{n}{m+1} \left[ \frac{n}{n+1} - \Gamma(n, \varepsilon) \right] BHV. \quad (12)$$

Для прямоугольных русел при  $f(x) = 0$ ,  $\Gamma(n, \varepsilon) = 0$

$$Q = \frac{m}{m+1} \frac{n}{n+1} BHV. \quad (13)$$

Для определения мутности в произвольной точке сечения запишем степенные уравнения взвешенных наносов по сечению (рис. 2):

$$\left. \begin{aligned} \frac{\rho - \rho_{nx}}{\rho_x - \rho_{nx}} &= \left[ 1 - \frac{z - f(x)}{H - f(x)} \right]^{1/a}; \\ \frac{\rho_x}{\rho} &= \left( \frac{B/2 - x}{B/2} \right)^{1/b}; \\ \frac{\rho_{nx}}{\rho_n} &= \left( \frac{B/2 - x}{B/2} \right)^{1/c}, \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

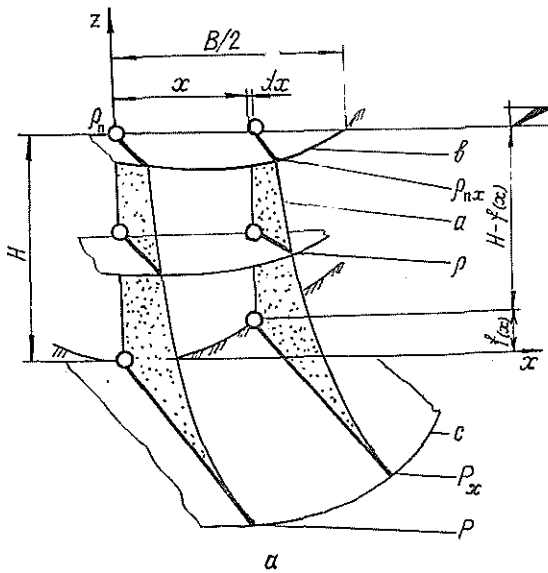
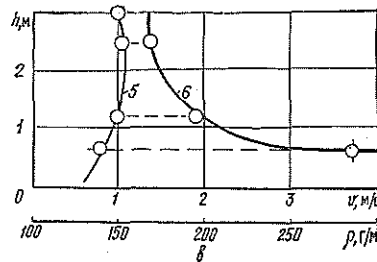
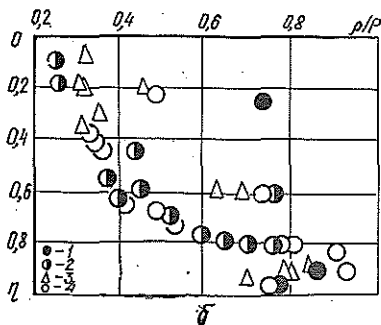


Рис. 2. Поле взвешенных наносов (а) и распределение мутности по глубине в бассейне р. Енисей (б) и Верхне-Карабахском канале в Средней Азии, данные Ю. А. Ибад-Заде (в); 1—г. Красноярск, водпост. Базаиха; 2—р. Мана, 44-й километр от устья. В 1937—1970 гг. расход 393 м³/с (диапазон 260...700 м³/с); 3—р. Кан, с. Ирбейское. В 1937—1970 гг. расход 445 (194...780 м³/с); 4—р. Базаиха, плес г. Красноярска. Устье реки. Все данные по этим потокам на фарватерах, 1938—1940 гг.; 5—эпюра распределения средней скорости по вертикали, h—глубины на этой вертикали, м; 6—эпюра распределения мутности по глубине



откуда

$$\rho = \left(1 - \frac{2x}{B}\right)^{1/b} \left\{ \left[1 - \frac{z-f(x)}{H-f(x)}\right]^{1/a} (P - \rho_n) + \rho_{nx} \right\}, \quad (15)$$

где

$\rho$  — произвольная точечная мутность, г/м<sup>3</sup>;  
 $P$  — донная мутность на средней вертикали, г/м<sup>3</sup>;  
 $1/a, 1/b, 1/c$  — показатели степени, характеризующие изменение мутности по живому сечению соответственно в вертикальной ( $a$ ) и горизонтальной ( $b$ ) плоскостях и по дну потока ( $c \approx b$ ).

По аналогии с вертикальным распределением степенная зависимость применена здесь и для характеристики изменения мутности по горизонтали, в преобразования были вовлечены первые два уравнения из (14). Твердый расход от взвешенных наносов для потоков в симметричных руслах, сечение которых представлено в координатной плоскости с осями, проходящими через низшую точку дна, может быть представлен как

$$\frac{G}{2} = \int_0^{B/2} dx \int_{f(x)}^H u \rho dz. \quad (16)$$

Произвольные точечные скорость  $u$  и мутность  $\rho$  составляют элементарный твердый расход ( $dG = u \rho d\omega$ ) для элементарной площадки ( $d\omega = dx dz$ ). Подставляя  $u$  из формулы (6) и  $\rho$  из (15), получаем

$$\begin{aligned} \frac{G}{2} = \int_0^{B/2} dx \int_{f(x)}^H (1 - 2x/B)^{1/n + 1/b} \left\{ \left[ \frac{z-f(x)}{H-f(x)} \right]^{1/m} (V - V_n) + V_{nx} \right\} \times \\ \times \left\{ \left[ 1 - \frac{z-f(x)}{H-f(x)} \right]^{1/a} (P - \rho_n) + \rho_{nx} \right\} dz. \end{aligned} \quad (17)$$

Разобьем это выражение на четыре интеграла, преобразуемые и решаемые как эйлеровы первого и второго рода, где символами  $\Gamma(a, m)$  и  $\Gamma(b, n, \varepsilon)$  обозначены соответствующие гамма-функции или эйлеровы интегралы второго рода, учитывающие степенное распределение скорости ( $m, n$ ) и взвеси ( $a, b$ ) в речной воде в вертикальной ( $m, a$ ) и горизонтальной ( $n, b$ ) плоскостях по сечению, форма которого оценивается показателем  $\varepsilon$ . Окончательно выражение для твердого расхода от взвешенных наносов получит вид

$$\begin{aligned} G = \Gamma(b, n, \varepsilon) \left[ \Gamma(a, m) (V - V_n) (P - \rho_p) + \frac{a}{a+1} V_n (P - \rho_n) + \right. \\ \left. + \frac{m}{m+1} (V - V_n) \rho_n + V_n \rho_n \right] BH. \end{aligned} \quad (18)$$

Полагая, что донные скорости  $V_n$  и мутность у поверхности  $\rho_n$  равны нулю (что является частным случаем распределения их по вертикали), получаем

$$\begin{aligned} VP \cdot 2 \int_0^{B/2} dx \int_{f(x)}^H \left[ 1 - \frac{z-f(x)}{H-f(x)} \right]^{1/a} \left[ \frac{z-f(x)}{H-f(x)} \right]^{1/m} \left( 1 - \frac{2x}{B} \right)^{\frac{b+n}{bn}} dz = \\ = \Gamma(a, m) \left[ \frac{bn}{b+n+bn} - \Gamma(b, n, \varepsilon) \right] BHVP. \end{aligned} \quad (19)$$

Гамма-функция  $\Gamma(b, n, \varepsilon)$  для прямоугольных русел на основе известных ее свойств, превращаясь в неопределенность при  $\varepsilon = 0$  и любых вещественных  $b$  и  $n$ , дает нулевой результат. Поэтому при нулевых донных скоростях потока и нулевой мутности на поверхности формула для определения твердого расхода в прямоугольных руслах получит вид

$$G = \frac{bn}{b + n + bn} \Gamma(a, m) BHV P. \quad (20)$$

Для определения показателей степени, характеризующих скоростную структуру ( $m, n$ ) и распределение взвешенных наносов ( $a, b$ ) в вертикальной ( $m, a$ ) и горизонтальной ( $n, b$ ) плоскостях, были обработаны довоенные (1937—1940 гг.) материалы из гидрометрических фондов Красноярского управления Госкомгидромета для р. Енисей по водпосту Базаиха у г. Красноярска и его правобережным притокам Мане, Базаихе и Кану. Русло Енисея в отмеченном створе галечно-гравийное, устойчивое, левый берег скалистый. Мана имеет горный характер течения, галечно-гравийное русло горно-полугорного типа, средний годовой расход воды на устьевом участке равен  $100 \text{ м}^3/\text{с}$ . Кан изобилует порогами и шиверами с большими скоростями течения, галечно-гравийное русло также горно-полугорного типа. Базаиха имеет среднегодовые многолетние расходы  $10 \text{ м}^3/\text{с}$ , река горно-полугорного типа с крупногалечным руслом, характерным для потоков в бассейнах Восточной Сибири. В обработку было включено 36 створов с 6—9 промерными вертикалями на каждом. Промерная вертикаль имела 5 точек погружения измерительных приборов — гидрометрических вертушек Ж-3 конструкции Н. Е. Жестовского и батометров, отстоящих от поверхности на 0; 0,2; 0,6; 0,8 и 1,0 частей глубины  $\eta$ . Были обработаны результаты 765 комплексных измерений скорости и единичного твердого расхода. Пробы воды для определения взвеси брали в периоды весенне-летних паводков, концентрацию измеряли точечными пипеточно-весовыми методами, принятыми в системе организаций гидрометслужбы.

Исходным материалом были также данные о шести точечных измерениях скорости по двум створам р. Оби: с. Белогорье (расстояние от устья 1 152 км, площадь водосбора 2 180 000 км<sup>2</sup>). Наибольший средний многолетний расход в 1920—1970 гг. был  $28\,300 \text{ м}^3/\text{с}$  с диапазоном 19 800... 51 800 м<sup>3</sup>/с. Ширина меженного русла 1 600 м, средняя глубина 14 м, среднегодовой многолетний расход 4 800 м<sup>3</sup>/с, измерения выполнены в 1935, 1939—1945, 1948—1953 и 1959—1979 гг.; г. Салехард (312 км, 2 950 000 км<sup>2</sup>), измерения в 1935, 1939—1945, 1948—1952 и 1959—1962 гг.

Аналитическая обработка материалов выполнена с использованием ЭВМ. Вводимой информацией были формулы, в которых  $\eta$  — относительная глубина:

$$m = \frac{\lg(1 - \eta)}{\lg\left(\frac{u - V_{\text{лх}}}{V_x - V_{\text{лх}}}\right)}; \quad (21)$$

$$n = \frac{\lg(1 - 2x/B)}{\lg(V_x/V)}; \quad (22)$$

$$a = \frac{\lg \eta}{\lg\left(\frac{\rho - \rho_{\text{лх}}}{\rho_x - \rho_{\text{лх}}}\right)}; \quad (23)$$

$$b = \frac{\lg(1 - 2x/B)}{\lg\left(\frac{\rho_{\text{лх}}}{\rho_x}\right)}. \quad (24)$$

Установлено для каждой из следующих величин:

$m$  — нижние пределы (1,2...3,0) характерны для слоев, где при нулевой глубине  $m = 0$ , а  $1/m = \infty$ , верхние (5,0...8,5) — для поверхностных, на уровне свободной поверхности  $m \rightarrow \infty$ ,  $1/m \rightarrow 0$ . В зависимости от относительной скорости потока на промерных вертикалях  $m$  изменяется по гиперболической кривой  $k_m(u_{0-1,0}/V_x)$ , здесь  $u_{0-1,0}$  — скорость на стандартных глубинах,  $k_m$  — эмпирический параметр. Из-

менение  $m$  по ширине русла на различных глубинах не столь значительно и обратно пропорционально отношению  $u_{0-1,0}/V_x$ , т. е. при соответствующем  $k'_m$  значение  $m = k'_m (V_x/u_{0-1,0})$ ;

$n$  — нижние пределы (1,1...1,2), также характерны для придонных слоев (при относительной глубине 0,90...0,95  $n \approx 1,0$ ), а верхние (7,0...10,1) — для поверхностных. Функциональная связь этого показателя с изменением скорости по горизонтали на произвольной глубине (здесь имеются в виду стандартные относительные глубины) описывается тангенсоидой с эмпирическим параметром  $k_n$ , т. е.

$$n = k_n \operatorname{tg} [(\pi/2)(u/u_{\max, \eta})],$$

где  $u, u_{\max, \eta}$  — произвольные и максимальные скорости потока в исследуемой плоскости по горизонтали.

Показатель  $n$  возрастает по ширине русла от уреза воды к фарватеру с 1,14 до 10,17, а по глубине остается практически постоянным;

$a$  — нижние пределы (0,25) характерны для поверхностных слоев, верхние (2,25) — для донных. Изменение  $a$  по ширине русла на различной глубине незначительно;

$b$  — изменение на произвольных глубинах от 1,0 до 10,0. Проследить за ним трудно из-за сильного разброса натуральных данных.

Характерные очертания этих показателей (их величины) показаны на рис. 3—5 для р. Енисей (г. Красноярск, п. Базаиха, расстояние от устья 2462 км, площадь водосбора 300 000 км<sup>2</sup>, медианная водность 1960 г.). Показатель  $1/m$  именовался законом  $1/6$  [2]. С учетом этого уравнения (13) и (14) можно представить в виде

$$Q = KBHV; \quad G = K_*BHV,$$

где коэффициенты

$$K = \frac{m}{m+1} \left[ \frac{n}{n+1} - \Gamma(n, \epsilon) \right]; \quad (25)$$

$$K_* = \Gamma(a, m) \left[ \frac{bn}{b+n+bn} - \Gamma(b, n, \epsilon) \right], \quad (26)$$

а гамма-функции

$$\Gamma(n, \epsilon) = \frac{\Gamma(1/\epsilon + 1) \Gamma(1/n + 1)}{\Gamma(1/\epsilon + 1/n + 2)}; \quad (27)$$

$$\Gamma(a, m) = \frac{\Gamma(1/a + 1) \Gamma(1/m + 1)}{\Gamma(1/a + 1/m + 2)}; \quad (28)$$

$$\Gamma(b, n, \epsilon) = \frac{\Gamma\left(\frac{1}{\epsilon} + 1\right) \Gamma\left(\frac{b+n}{bn} + 1\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{\epsilon} + \frac{b+n}{bn} + 2\right)}. \quad (29)$$

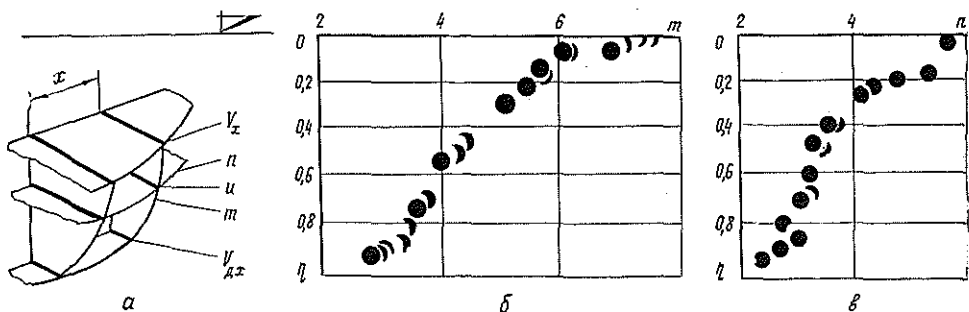


Рис. 3. Эпюра скоростей (а) и изменение по глубине показателей степени в уравнениях скоростной структуры  $m$  (б) и  $n$  (в)

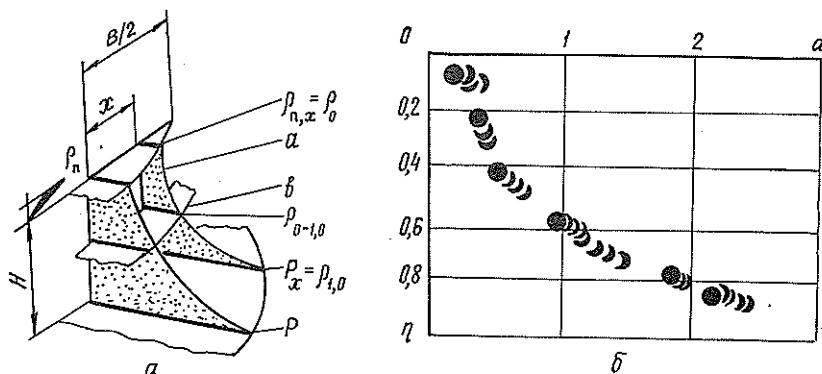


Рис. 4. Эпюра взвешенных наносов (а) и изменение по глубине показателя степени  $\alpha$  в уравнении их распределения (б)

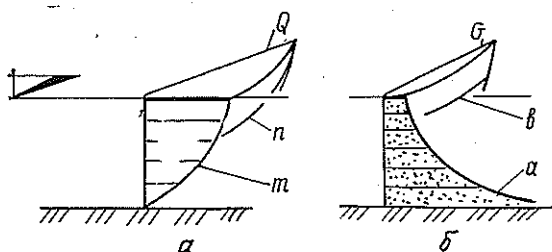


Рис. 5. Графики коэффициентов  $m$  и  $n$  (а),  $a$  и  $b$  (б), характеризующих распределение соответственно скорости и взвешенных наносов

Так, на основе применения степенных моделей получены:

а) модель расхода воды, описывающая широкие классы потоков в прямоугольных, параболических и треугольных руслах. Базисными параметрами здесь явились ширина потока поверху, максимальная глубина в сечении и наибольшая поверхностная скорость, произведение которых составляет фиктивный расход; корректирующими функциями — множителями из показателей степени в уравнениях, описывающих скоростную структуру потока по сечению. Эта модель дала возможность определить расход потока по минимально необходимому числу данных без измерения площади живого сечения (Метеорология и гидрология.— 1976.— № 6.— С. 72—76; Энергетика.— 1975.— № 11.— С. 99—102, 157; 1976.— № 6.— С. 103—109, 156.— (Изв. высш. учеб. заведений); Лесн. журн.— 1978.— № 2.— С. 61—66.— (Изв. высш. учеб. заведений). Транспортное строительство.— 1981.— № 6.— С. 45, 63) и открыла пути экстраполяции расхода на высоких паводочных горизонтах (Энергетика.— 1981.— № 3.— С. 77—80.— (Изв. высш. учеб. заведений)), в том числе после выхода на пойму (Энергетика.— 1978.— № 5.— С. 98—103; 1985.— № 5.— С. 113—115.— (Изв. высш. учеб. заведений));

б) модель твердого расхода от взвешенных наносов с учетом фиктивного для воды, что позволяет обойтись без гидрометрических вертушек и батометров и введения в расчет площади живого сечения. В расчетной формуле, однако, присутствует корректирующий размерный коэффициент, определяемый по натурным данным Гидрологического ежегодника о взвешенных наносах рек-аналогов в рассматриваемом бассейне или для отдельного водотока (Энергетика.— 1982.— № 10.— С. 77—82; 1974.— № 1.— С. 103—108, 157.— (Изв. высш. учеб. заведений); Строительство и архитектура.— 1968.— № 4.— С. 106—112; Транспортное строительство.— 1982.— № 9.— С. 46, 53, 60).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Аполлов Б. А. Учение о реках.— М.: Изд-во МГУ, 1963.— 493 с. [2]. Железняков Г. В. Гидравлическое обоснование методов речной гидрометрии.— М.:



Изд-во АН СССР, 1950.— 164 с. [3]. Мокляк В. Н. Дебитографические кривые для прямоугольного русла // Докл. АН УССР.— 1956.— № 6.— С. 527—531.

Поступила 12 мая 1992 г.

УДК 630\*36

## ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНЫХ АЛЬТЕРНАТИВ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ

Ю. Ю. ГЕРАСИМОВ

Санкт-Петербургская лесотехническая академия

При создании новых производственных технологий необходимо стремиться к достижению максимального использования заложенных в машину возможностей. Для успешного решения этой проблемы применительно к оборудованию лесного комплекса возникает необходимость в разработке методики обоснования выбора оптимальных альтернатив организации технологических операций. Рассмотрим ее на примере изготовления сварных элементов конструкций.

Будем исходить из того, что задача синтеза формулируется как многокритериальная. Поэтому целесообразно ввести единый критерий как некоторую функцию частных, т. е. воспользоваться методом комплексного критерия. В общем случае критерий эффективности служит для оценки качества выполнения машиной своих функций.

В соответствии с существующей практикой проектирования оценка качества производится на основании сопоставления ожидаемых позитивных  $P$  и негативных  $N$  результатов использования лесной машины. К позитивным относятся результаты, способствующие выполнению заданных функций или повышающие эффективность комплекса машин в целом, к негативным — затраты ресурсов, необходимые для создания и функционирования машины, или результаты их использования, снижающие эффективность комплекса.

Представим эффективность как некоторую функцию  $N$  и  $P$  [4]:

$$EF = EF(P, N). \quad (1)$$

При этом критерий эффективности  $EF$  можно рассматривать как результат попарного сравнения количественных значений  $P$  и  $N$ , определяемый из множества возможных альтернатив построения технологии изготовления конструкции. В соответствии с общими положениями метода попарного сравнения критерий эффективности реализуется в относительной и разностной формах. Первая соответствует экономическому понятию целевой отдачи в широком ее понимании, а вторая — прибыли. Исходя из особенностей разработанной макромоделли функционирования лесной машины, связанных с прогнозированием ресурса металлоконструкции, наиболее приемлемой формой критерия эффективности является показатель прибыльности [1]:

$$EF = \frac{pP_z}{N_z}, \quad (2)$$

где  $p$  — вероятность обеспечения принятой величины  $P_z$ ;  
 $P_z$  — объем древесины, который должна обработать лесная машина за все время функционирования, м<sup>3</sup>;  
 $N_z$  — суммарные затраты за жизненный цикл машины, р.

Выбранный критерий характеризует выгоду, приходящуюся на единицу израсходованных ресурсов затрат за все время функционирования машин. По данным американской статистики показатель прибыльности, наряду с показателем окупаемости, занимает доминирующее положение. К ряду его достоинств относят простоту, объективность, возможность учета специфики изготовления металлоконструкций, а также использование  $P_x$  и  $N_x$  в разных единицах, возможность оценки качества конструкции в относительных единицах и др. Поэтому показатель прибыльности целесообразно применять не только для обоснования выбора оптимальных стратегий изготовления, но и для сравнения степени экономического совершенства конструкций различного назначения.

Задача обеспечения требуемых свойств металлоконструкций лесных машин зависит преимущественно от учета специфики их эксплуатации в заданных природно-производственных условиях с позиции обеспеченности трудовыми, материальными и др. ресурсами, и соответствия конструктивных и технологических решений конкретным условиям работы. Следовательно, при построении оптимального технологического процесса разработчик должен стремиться получить конструкцию, которая сохраняла бы свои свойства даже при изменении условий окружающей среды. Если разработчик считает, что возможные изменения в окружающей среде способны ухудшить функционирование лесной машины, то в ходе разработки он должен синтезировать такой технологический процесс изготовления, который был бы устойчив к возмущениям. Описанная неопределенная производственная ситуация не имеет конфликтной окраски, т. е. никто никому явно или неявно не противодействует, а полностью зависит от неизвестной объективной действительности, которую в теории игр и статистических решений принято называть природой или внешней средой. Если же в рассматриваемой ситуации имеется полная информация о характере окружающей среды, то задача сводится к отысканию экстремума некоторой функции при определенных фиксированных ограничениях.

Благодаря развитию исследований при решении практических задач стал возможным более широкий учет реальности и, в частности, ситуаций неопределенности. Однако каждая взятая из практики ситуация очень сложна, а ее анализ затруднен множеством второстепенных факторов. Поэтому, чтобы провести математический анализ ситуации, необходимо построить ее упрощенную модель. При этом формализация должна отражать возможные способы поведения участников игры и результаты, к которым приводят комбинации действий всех игроков.

Рассмотрим теоретико-игровую модель синтеза технологического процесса. Цель моделирования — выработка рекомендаций по рациональному образу действий технолога-изготовителя. Имеем конечную парную игру

$$\Gamma_{m \times n} = \langle T, E, L \rangle, \quad (3)$$

где  $T$  и  $E$  — множества стратегий изготовителя и природы;

$L$  — функция выигрыша изготовителя.

Под стратегией изготовителя (разработчика) будем понимать возможный набор технологических операций по выпуску конструкции: проведение дефектоскопии, шлифование сварных швов, обработка TIG-методом и т. д. Пространство стратегий разработчика  $T = \{t_1, \dots, t_m\}$  определяется заводом-изготовителем. Стратегия природы состоит из совокупности внешних условий, в которых приходится принимать решение (лесосырьевой район эксплуатации, технология лесозаготовок и т. д.). Пространство условий эксплуатации  $E = \{e_1, \dots, e_n\}$  задается потребителем.

Разработчик должен уметь оценить каждое из своих действий. Поэтому функция выигрыша  $L(t, e)$  определяется для всех возможных комбинаций  $t \in T$  и  $e \in E$ , т. е. задается на прямой произведений множеств  $T \times E$ . Представим ее в виде игровой матрицы

$$[a_{ij}] = \begin{bmatrix} a_{11}, & \dots, & a_{1n} \\ & \dots & \\ a_{m1}, & \dots, & a_{mn} \end{bmatrix}, \quad (4)$$

где  $a_{ij} = L(t, e) = EF(P_{\Sigma}, N_{\Sigma})$ .

Знание функции выигрыша позволяет разработчику предпринять действия, которые являются наилучшими при наличии информации об условиях эксплуатации машины.

В теории игр и статистических решений имеется ряд критериев оптимального выбора решений. Опыт показывает [2, 3], что рекомендации, получаемые на основе критериев оптимальности, могут не совпадать. Однако для поставленной задачи необходимость обоснования принимаемых решений в условиях неопределенности остается.

Критерии Вальда, Сэвиджа, Гурвица и Лапласа уже давно и прочно вошли в теорию принятия решений.

В соответствии с критерием Вальда в качестве оптимальной выбирается стратегия, гарантирующая выигрыш не меньше «нижней цены игры с природой»:

$$\alpha = \max_i \min_j a_{ij}. \quad (5)$$

Использование критерия Сэвиджа предполагает в качестве оптимальной такую стратегию, при которой величина риска принимает наименьшее значение в самой неблагоприятной ситуации:

$$\beta = \min_i \max_j (a_{j\max} - a_{ij}). \quad (6)$$

Согласно критерию Гурвица выбирается такая стратегия, которая занимает некоторое промежуточное положение между крайним пессимизмом и оптимизмом:

$$\gamma = \max_j [x \min_i a_{ij} + (1 - x) \max_i a_{ij}], \quad (7)$$

где  $x$  — коэффициент пессимизма, выбираемый между нулем и единицей.

Возможен случай стохастической неопределенности, когда состояния природы имеют известные нам вероятности  $p_j$ . Тогда целесообразно выбирать ту стратегию, для которой среднее значение выигрыша, взятое по строке, максимально:

$$a_i = \sum_{j=1}^n p_j a_{ij} \Rightarrow \max. \quad (8)$$

Если вероятности  $p_j$  в принципе существуют, но нам не известны, то по критерию «недостаточного основания» Лапласа все состояния природы предполагают равными.

Практическое применение первых трех критериев оптимальности к задачам данного типа, как правило, приводит к совпадению стратегий по двум критериям. Это позволяет обосновать конкретную стратегию при формировании технологического процесса изготовления металлоконструкций лесной машины.

В качестве примера рассмотрим формирование заключительных технологических операций по изготовлению металлоконструкции гидро-

манипулятора ПЛГ-35. В условиях опытно-экспериментального завода НПО «Силава» разработчик конструкции имеет возможность придерживаться следующих стратегий:

$$t_1 = \bar{\text{Ш}} + \bar{\text{О}} + \bar{\text{Д}}; \quad t_2 = \text{Ш} + \bar{\text{О}} + \bar{\text{Д}}; \quad t_3 = \bar{\text{Ш}} + \text{О} + \bar{\text{Д}};$$

$$t_4 = \text{Ш} + \text{О} + \bar{\text{Д}}; \quad t_5 = \bar{\text{Ш}} + \bar{\text{О}} + \text{Д}; \quad t_6 = \text{Ш} + \bar{\text{О}} + \text{Д};$$

$$t_7 = \bar{\text{Ш}} + \text{О} + \text{Д}; \quad t_8 = \text{Ш} + \text{О} + \text{Д},$$

где Ш — шлифование сварных швов;

О — снятие остаточных сварочных напряжений термоциклической обработкой;

Д — проведение ультразвуковой дефектоскопии.

Черточки над буквами обозначают отрицание операции. Гидроманипулятор используют в двух состояниях:  $e_1$  — лесовоз-автопоезд на базе ЗИЛ-131,  $e_2$  — форвардер на базе ЛКТ-81.

Игра представлена в таблице в виде матрицы эффектов.

Стратегия изготовителя	Стратегия природы	
	$e_1$	$e_2$
$t_1$	0,655	0,699
$t_2$	1,645	1,711
$t_3$	1,086	1,163
$t_4$	4,187	4,792
$t_5$	1,306	1,475
$t_6$	4,180	6,234
$t_7$	2,829	2,892
$t_8$	4,179	6,228

По критерию Вальда рациональна стратегия  $t_4$ , по остальным —  $t_6$ , которую можно рекомендовать изготовителю.

#### Выводы

1. При обосновании рациональной организации изготовления металлоконструкций лесных машин в качестве критерия эффективности целесообразно применять показатель прибыльности.

2. Специфика функционирования лесной машины (изменчивость лесотаксационных показателей вырубаемого древостоя, многорежимность нагружения, многообразие систем лесных машин и т. д.) предопределяет при выборе технологии изготовления необходимость использования методологии теории игр и статистических решений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Андреев В. Н., Герасимов Ю. Ю. Обоснование конструкторско-технологических мероприятий по повышению работоспособности материалов лесных машин // Тез. докл. четвертого всесоюзного семинара «Радиационная повреждаемость и работоспособность материалов». — Л., 1990. — С. 58. [2]. Борисов А. Н. Диалоговые системы принятия решений на базе мини-ЭВМ. — Рига: Зинатне, 1986. — 195 с. [3]. Вентцель Е. С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. — М.: Наука, 1988. — 208 с. [4]. Матвеевский С. Ф. Основы системного проектирования комплексов летательных аппаратов. — М.: Машиностроение, 1987. — 240 с.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ  
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 630\*812.7

## К АНАЛИЗУ УСАДКИ ДРЕВЕСИНЫ

Ю. М. ИВАНОВ

ЦНИИСК

Опыты с упруго закрепленными образцами древесины, подвергнутыми периодическому увлажнению и высушиванию [4, 5], показали, что с ростом усадки при стесненном набухании происходит ослабление древесины, приводящее в фазе высушивания к нарушению целостности (разрыву) образцов под действием внутренних напряжений. Анализ причин ослабления древесины вследствие ее усадки и выявление природы последней являются целью данной статьи.

Образцы древесины сосны вырезали в тангенциальном направлении в виде двойной лопатки с длиной между зажимами  $L = 120$  мм при сечении в рабочей части  $10 \times 10$  мм. Упругое закрепление достигалось фиксацией концов образца (один жестко, другой к стальной изгибаемой пластинке пролетом 90 мм, шириной 15 мм, толщиной 0,5 и 1 мм). Образцы подвергали увлажнению и высушиванию до влажности  $w = 24\%$  за счет продувки воздуха при  $20^\circ\text{C}$  ( $\varphi = 96\%$ ) в течение 8 ч и до  $w = 8\%$  — при той же температуре ( $\varphi = 45\%$ ) в течение 48 ч. Воздействия повторяли до возникновения разрыва образцов в этих условиях.

Сделанный в работах [4, 5] вывод предполагает два происходящих в древесине процесса: накопление повреждений под действием растягивающих напряжений [4], определяющее длительную прочность материала, и ослабление древесины вследствие роста усадки. Первый процесс [7, 10] выражается уравнением долговечности [1]:

$$\lg t = \lg A - \alpha\sigma, \quad (1)$$

где  $t$  — время до разрушения, с;  
 $\lg A = 10,2$  (для растяжения поперек волокон при  $20^\circ\text{C}$  [2]);  
 $\alpha = \gamma/2,3 RT, \text{ МПа}^{-1}$ ;  
 $\gamma$  — структурно-чувствительный коэффициент,  $\text{кДж}/(\text{моль} \times \text{МПа})$ ;  
 $R$  — газовая постоянная,  $\text{кДж}/(\text{моль} \cdot \text{град})$ ;  
 $T$  — температура, К;  
 $\sigma$  — напряжение, МПа.

Второй процесс надлежит выяснить.

Измерениями прогиба упругой пластинки определяли растягивающие напряжения в образце, уменьшение длины образца (усадку), а при известном числе циклов  $n$  до разрыва — время  $\bar{t}$  до разрушения. Эти данные позволили по формуле (1) для исходной древесины с исходным коэффициентом  $\gamma = \text{const}$  вычислить теоретическое значение напряжения  $\sigma_t$ , а из сравнения с ним фактического растягивающего напряжения  $\sigma_p$ , измеренного в момент разрыва образца, определить относительное снижение прочности, вызванное ослаблением древесины вследствие роста усадки. Наблюдавшаяся стабилизация усадки и максимальной амплитуды растягивающего напряжения  $\sigma_{t \max} = \sigma_p$  в последних не-

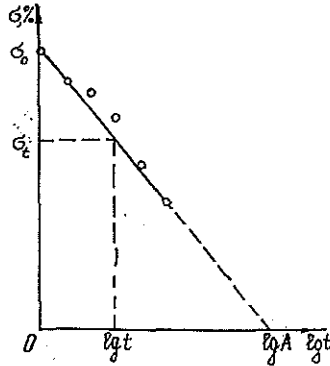


Рис. 1. Изменение длительной прочности древесины при растяжении поперек волокон [2] при  $\sigma_0 = 100\%$ ,  $\lg A = 10,2$

скольких циклах воздействий перед разрушением образцов (например, три последних цикла у образца при  $\delta = 1$  мм [4]) свидетельствует о достижении постоянства измененных свойств древесины. Время  $\bar{t}$  определяется суммированием промежутков времени  $\Delta t$  действия  $\sigma_{t \max} = \text{const}$  в последних циклах перед разрывом образца. Погрешность расчета находится в пределах точности величины  $\lg A$ .

Для первого образца с диаграммой  $\Delta L$  [4, рис. 2, б] ( $\delta = 1$  мм)  $\bar{t} = 9,73 \cdot 10^4$  с,  $\lg \bar{t} = 4,988$ , а для второго образца [4, рис. 2, а] ( $\delta = 0,5$  мм)  $\bar{t} = 3,25 \cdot 10^5$  с,  $\lg \bar{t} = 5,511$ . Соответствующие значения  $\sigma_t$  получим из (1) по известным  $\lg \bar{t}$  при  $\sigma_0 = 6,03$  МПа (стандартные испытания древесины сосны влажностью 8% на растяжение поперек волокон в тангенциальном направлении при  $\sigma_{вр} = 5,1$  МПа). По формуле  $\sigma_t = \sigma_0 (1 - \lg \bar{t} / \lg A)$  (рис. 1) имеем для первого образца  $\sigma_t = 3,00$  МПа и  $\sigma_p = 2,40$  МПа [5], т. е.  $\sigma_t > \sigma_p$ ; для второго —  $\sigma_t = 2,68$  МПа и  $\sigma_p = 0,43$  МПа, т. е.  $\sigma_t > \sigma_p$ . Следовательно, рассчитанные значения  $\sigma_t$  выше, чем фактически измеренные напряжения  $\sigma_p$  у этих образцов в момент разрыва. Поэтому, чтобы вызвать разрыв образца с исходными свойствами, напряжение при неизменном действии должно быть больше  $\sigma_p$ . Фактическое разрушающее напряжение оказалось меньше, что могло произойти только при ослаблении древесины в результате роста усадки, поскольку относительное снижение разрушающего напряжения  $[(\sigma_t - \sigma_p) / \sigma_t] 100\%$  увеличивается с ростом усадки —  $\Delta L$  (рис. 2).

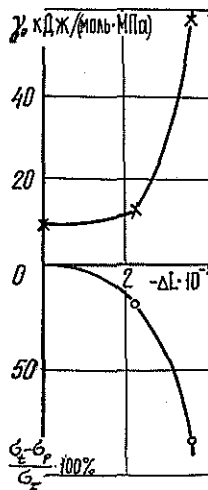


Рис. 2. Относительное изменение разрушающего напряжения  $\sigma_p$  и соответствующее изменение структурно-чувствительного коэффициента  $\gamma$  с ростом усадки —  $\Delta L$

С уровнем напряжения  $\sigma_p$  и временем  $\bar{t}$  связана и величина коэффициента  $\gamma$ . Согласно (1) имеем

$$\gamma = 2,3RT (\lg A - \lg \bar{t}) / \sigma_p. \quad (2)$$

Для исходной древесины сосны  $\gamma = 9,5$  при  $\sigma_{вр} = 5,1$  МПа,  $\lg t = 1,57$ ; для образцов  $\gamma = 12,1$  при  $\delta = 1$  мм и  $\gamma = 60,8$  при  $\delta = 0,5$  мм. Соответствующее падению  $\sigma_p$  (рис. 2, а) возрастание  $\gamma$  (рис. 2, б) свидетельствует о структурных изменениях материала с ростом усадки.

Чтобы судить об этих изменениях, воспользуемся таким чувствительным показателем, как давление набухания. В других опытах [6] по периодическому стесненному набуханию древесины в жестких условиях параллельно с этим показателем измеряли высоту образцов, уменьшение которой определяло усадку. Эти опыты показали, что с увеличением усадки и, следовательно, некоторым повышением плотности древесины, давление набухания не увеличивается, как можно было ожидать (более плотной древесине соответствует более высокое давление), а напротив, падает, причем тем больше, чем выше было накопление усадки.

Давление набухания является показателем концентрации разрывающихся при увлажнении и набухании связей. Его падение указывает на уменьшение этой концентрации, т. е. увеличение числа неразорвавшихся при стесненном набухании (избыточных для максимального влагосодержания в данном цикле) связей, что, очевидно, и определяет накопление усадки. Как показано ранее [3, рис. 3, а], происходит синхронный рост усадки с повышением разности давления набухания в циклах влажностных воздействий (т. е. с ростом числа связей, неразорвавшихся при увлажнении и стесненном набухании).

Экспериментально установлен факт роста усадки как внешнее проявление повышения концентрации неразорвавшихся при увлажнении и стесненном набухании связей. Тенденция к затуханию приращения усадки с увеличением числа циклов объясняется тем, что эти неразорвавшиеся избыточные связи мобилизуются из разрывающихся при увлажнении связей, число которых для данного влагосодержания ограничено.

Поскольку с ростом усадки происходит ослабление древесины, то возникает вопрос о том, каким образом повышение концентрации указанных связей приводит к снижению прочности древесины. Чтобы ответить на этот вопрос, обратимся к экспериментальным данным для других полимеров. Например, в работе [9] для полиметакрилата, сшитого диметилакрилатэтиленгликолем, установлено падение прочности с увеличением концентрации связей сшивания как результат повышения локальных перенапряжений в полимере, о чем свидетельствовал рост  $\gamma$  в уравнении долговечности. Подобный же эффект обнаружен и в древесине [8], обработанной хлорангидридом глутаровой кислоты. Это вызвало снижение прочности древесины на растяжение вдоль волокон. Противоположный ожидаемому результат при увеличении концентрации связей сшивания (падение прочности) может быть назван эффектом сшивания.

Такому эффекту вполне соответствует описанное выше (см. рис. 2, а) падение сопротивления древесины растягивающим напряжениям с ростом концентрации неразорвавшихся при увлажнении и набухании связей (избыточных для данного влагосодержания), которые (по аналогии с [8, 9]) служат здесь связями сшивания. В этом состоит механизм ослабления древесины с ростом усадки, являющейся внешним проявлением увеличения концентрации указанных связей.

Обращает на себя внимание то, что в описанных выше опытах с упруго закрепленными образцами [4, 5] большее снижение прочности произошло при большем накоплении усадки, т. е. при более сильном

сшивании древесины. Поэтому нарушение целостности (разрыв) образцов своим появлением обязано в большей степени ослаблению материала в результате накопления усадки, чем уровню возникающих здесь внутренних растягивающих напряжений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Журков С. Н. Проблема прочности твердых тел // Вестн. АН СССР.— 1957.— Вып. 11.— С. 78—82. [2]. Иванов Ю. М. Изменение механизма разрушения по структурным направлениям у ориентированного неоднородного полимера // Высокомолекул. соедин.— 1986.— Т. Б 28, № 11.— С. 835—838. [3]. Иванов Ю. М. О физико-механических испытаниях модифицированной древесины // Пластификация и модификация древесины.— Рига: Зинатне, 1970.— С. 18. [4]. Иванов Ю. М., Славик Ю. Ю., Цветков А. К. Влияние циклического изменения влажностных деформаций на процесс накопления повреждений в древесине клееных конструкций // Лесн. журн.— 1989.— № 1.— С. 60—64.— (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Иванов Ю. М., Славик Ю. Ю., Цветков А. К. Снижение прочности древесины при циклическом изменении стесненных влажностных деформаций // Лесн. журн.— 1989.— № 5.— С. 85—89.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Иванов Ю. М. Стесненное набухание древесины при циклическом изменении влажности // Лесн. журн.— 1983.— № 5.— С. 78—81.— (Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Конструкции из дерева и пластмасс / Под ред. Ю. В. Слискоухова.— М.: Стройиздат, 1986.— С. 132. [8]. Лиелпньш М. С., Веверис А. Г., Эриньш П. П. Сшивание березовой древесины хлорангидридом глутаровой кислоты // Химия древесины.— 1978.— № 6.— С. 19—27. [9]. Пичугина С. В., Разинская И. Н., Слущкер А. И. Особенности кинетики разрушения сшитого ПММА // Высокомолекул. соедин.— 1978.— Т. Б 20,— № 3.— С. 171—176. [10]. *Wooden and Plastic Structures* / Ed. by Yu. V. Slitskouhov.— Moscow: Mir Publishers, 1989.— III, 8.— P. 86.

Поступила 29 июня 1992 г.

УДК 674.053 : 621.934

### О РАСПРЕДЕЛЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ПО РАДИУСУ КРУГЛОЙ ПИЛЫ

С. В. ЕРШОВ

ЦНИИМОД

Большое значение для работы круглой пилы имеет температурный перепад по ее радиусу. Он может принимать критическое значение, при котором пила теряет плоскую форму. Критические температуры нагрева периферийной зоны круглых пил, а также их влияние на критические частоты вращения рассмотрены в работах [2, 6, 7].

По данным работы [6] часть мощности резания, расходуемая на нагрев зубьев пилы и поступающая в ее корпус, составляет 1...6%. Источник тепловой энергии находится на периферии диска и форма кривой распределения температуры по радиусу пилы не зависит от мощности источника теплоты. Это позволяет аппроксимировать кривую распределения степенной или показательной функцией [2] и получать несложные формулы для определения температурного перепада. Если нагрев полотна пилы при резании остается единственным источником теплоты, то принятое распределение температуры дает хорошие результаты для нахождения критических температур и критических частот вращения круглых пил.

В работе [1] показано, что между вращающейся пилой и окружающим воздухом происходит интенсивный конвективный теплообмен, а средний по поверхности коэффициент теплоотдачи во многом определяет форму кривой распределения температуры по радиусу.

С учетом конвективного теплообмена получаем следующее уравнение стационарной теплопроводности [1]:



$$\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{1}{x} \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{2\alpha R^2}{h\lambda} v = 0, \quad (1)$$

где  $v$  — избыточная температура, К,  $v = t - t_b$ ;  
 $t$  — истинная температура пилы, К;  
 $t_b$  — температура окружающего воздуха, К;  
 $x$  — относительный (безразмерный) радиус,  $x = r/R$ ;  
 $r$  — текущий радиус пилы, м;  
 $R$  — радиус пилы без зубьев, м;  
 $\alpha$  — средний по поверхности коэффициент теплоотдачи конвекцией, Вт/(м<sup>2</sup> · К);  
 $h$  — толщина пилы, м;  
 $\lambda$  — удельная теплопроводность материала пилы, Вт/(м · К).

Считаем, что избыточная температура на радиусе зажимных шайб  $r_0$  ( $x = r_0/R = c$ ;  $c$  — безразмерный радиус зажимных шайб) из-за большой теплоемкости их и пыльного вала равна нулю, а на внешнем контуре ( $x = 1$ ) в установившемся режиме поддерживается постоянная температура  $v_n$ .

С учетом изложенного граничные условия примут вид

$$\left. \begin{aligned} v_{x=c} &= 0; \\ v_{x=1} &= v_n. \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

При  $\alpha = 0$  конвективный теплообмен отсутствует и решение уравнения (1) имеет вид

$$v = v_n (1 - \lg x / \lg c).$$

При  $\alpha \neq 0$  уравнение (1) является частным случаем уравнения Бесселя и будет иметь решение

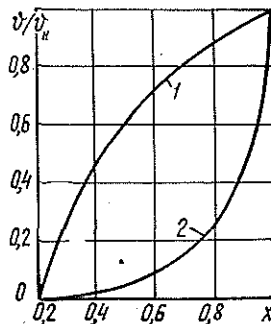
$$v = A I_0 \left( R x \sqrt{\frac{2\alpha}{h\lambda}} \right) + B K_0 \left( R x \sqrt{\frac{2\alpha}{h\lambda}} \right), \quad (3)$$

где  $A, B$  — коэффициенты, определяемые из граничных условий (2).

Зависимости относительной температуры  $v/v_n$  от радиуса пилы диаметром 500 мм, толщиной 2,8 мм с зажимными шайбами диаметром 100 мм при отсутствии конвективного теплообмена ( $\alpha = 0$ ) (пример 1) и при конвективном теплообмене с окружающим воздухом со средним по поверхности коэффициентом теплоотдачи  $\alpha = 47$  Вт/(м<sup>2</sup> · К) (пример 2) приведены на рис. 1. Они наглядно демонстрируют влияние величины  $\alpha$  на форму кривой распределения температуры по радиусу пилы в установившемся тепловом режиме.

Однако стационарное уравнение теплопроводности и установившийся тепловой режим, получаемый в результате его решения, лишь условно отражают реальный процесс пиления, так как не учитывают его

Рис. 1. Установившееся распределение температуры по радиусу пилы без направляющих: 1 — при отсутствии конвективного теплообмена; 2 — при усредненном по поверхности конвективном теплообмене



цикличность. Действительно, при пилении, когда часть мощности резания расходуется на нагрев диска, а теплообмен с окружающим воздухом затруднен, можно ожидать не только повышения температуры, но и изменения формы кривой ее распределения по радиусу. Наоборот, при холостом вращении происходит только охлаждение диска без его нагрева в периферии.

Кроме того, в круглопильных станках при использовании направляющих (ограничителей отклонения) зона трения пилы о вкладыш направляющей является дополнительным источником нагрева корпуса пилы. Поскольку дополнительная теплота подводится в зоне трения, не совпадающей с зоной резания, это приводит к изменению формы кривой распределения температуры по радиусу пилы.

Цель нашей работы — изучить распределение температуры по радиусу круглой пилы при резании древесины и трении о направляющие.

Для того, чтобы получить распределение температуры по поверхности диска пилы в различные моменты времени, необходимо рассмотреть уравнение нестационарной теплопроводности [5], записанное для осесимметричного распределения температуры в полярных координатах  $(x, \varphi)$ :

$$\frac{\partial v}{\partial \tau} = \frac{a}{R^2} \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{1}{x} \frac{\partial v}{\partial x} \right) + \frac{q(x)}{c_l \rho} - \frac{2\alpha}{hc_l \rho} v, \quad (4)$$

где  $\tau$  — время, с;  
 $a$  — температуропроводность,  $a = \lambda / (c_l \rho)$ , м<sup>2</sup>/с,  
 $q(x)$  — зависимость подводимого теплового потока от текущего радиуса пилы, Вт/м<sup>3</sup>;  
 $c_l$  — теплоемкость материала пилы, Дж/(кг · К);  
 $\rho$  — плотность материала пилы, кг/м<sup>3</sup>.

При решении уравнения теплопроводности (4) придется пересмотреть граничное условие (2) на внешнем радиусе пилы, так как температура там не может считаться постоянной. На внешнем радиусе пилы происходит конвективный теплообмен с окружающей средой и подвод тепла, образуемого при резании. С учетом изложенного граничные условия примут вид

$$\left. \begin{aligned} v|_{x=c} &= 0; \\ q_w(\tau) - \frac{\lambda}{R} \frac{\partial v}{\partial x} \Big|_{x=1} &= \alpha_w v, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где  $q_w(\tau)$  — поверхностная плотность теплового потока, поступающего через внешнюю границу пилы, Вт/м<sup>2</sup>;  
 $\alpha_w$  — коэффициент теплоотдачи на внешней границе пилы, Вт/(м<sup>2</sup> · К).

При холостом вращении  $q_w(\tau) = 0$  (нет потока теплоты от процесса резания). Начальное условие для всей пилы  $v|_{\tau=0} = 0$ .

Поскольку зависимость  $q(x)$  имеет ступенчатый характер, для решения уравнения (4) удобно использовать метод конечных разностей, причем для обеспечения сходимости независимо от интервала изменения  $\tau$  применяем неявные разности [4]. Деля радиус пилы на  $n$  интервалов ( $i = 0 \dots n$ ), а промежутки времени на  $m$  интервалов ( $k = 0 \dots m$ ), получаем разностные выражения для производных

$$\begin{aligned} \frac{\partial v}{\partial \tau} &\cong (v_i^k - v_i^{k-1}) / \Delta \tau; \\ \frac{\partial v}{\partial x} &\cong (v_{i+1}^k - v_{i-1}^k) / (2\Delta x); \\ \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} &\cong (v_{i-1}^k - 2v_i^k + v_{i+1}^k) / (\Delta x)^2. \end{aligned}$$

Подставляя полученные значения производных в уравнение (4) для узла  $i$  и для момента времени  $k\Delta\tau$ , имеем

$$A_i v_i^k - 1 + B_i v_i^k + C_i v_{i+1}^k = -F_i, \quad (6)$$

где  $A_i, B_i, C_i$  и  $F_i$  — коэффициенты,

$$A_i = \frac{2i-1}{2i}; \quad B_i = -2 - \frac{R^2(\Delta x)^2}{a\Delta\tau} - \frac{2aR^2(\Delta x)^2}{h\lambda};$$

$$C_i = \frac{2i+1}{2i}; \quad F_i = \frac{R^2(\Delta x)^2}{a\Delta\tau} v_i^{k-1} + \frac{q(x)R^2(\Delta x)^2}{\lambda};$$

$\Delta\tau, \Delta x$  — интервалы изменения  $\tau$  и  $x$ .

Граничные условия (5) в разностной форме примут вид

$$v_0 = 0; \quad v_{n+1} = \left(1 - \frac{\alpha_w \Delta x R}{\lambda}\right) v_n + \frac{q_w R \Delta x}{\lambda}. \quad (7)$$

Решение уравнений (6) для  $i = 1 \dots n$  совместно с граничными условиями (7) определяет температуру в узлах для момента времени  $k\Delta\tau$  при известной температуре там же в предыдущий момент времени  $(k-1)\Delta\tau$ . Для момента времени  $\Delta\tau$  (при  $k=1$ ) предыдущей считается температура, получаемая из начального условия  $v_i^{t=0} = 0$ .

При использовании направляющих распределение температуры по поверхности диска в установившемся температурном режиме определяется стационарным уравнением теплопроводности [5]

$$\frac{\lambda}{R^2} \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{1}{x} \frac{\partial v}{\partial x} \right) = -q(x) + \frac{2\alpha}{h} v. \quad (8)$$

Его решение методом конечных разностей аналогично решению уравнения (4) с той лишь разницей, что вместо коэффициентов  $B_i$  и  $F_i$  в уравнении (6) нужно использовать коэффициенты  $B_{st}$  и  $F_{st}$ :

$$B_{st} = -2 - \frac{2aR^2(\Delta x)^2}{h\lambda}; \quad F_{st} = \frac{q(x)R^2(\Delta x)^2}{\lambda}.$$

Поскольку большое влияние на распределение температуры по радиусу пилы оказывает коэффициент теплоотдачи  $\alpha$ , необходимо учитывать его зависимость от радиуса. В работе [6] показано, что в пограничном слое воздуха возможно как ламинарное, так и турбулентное его течение. Поэтому, используя данные работы [3], получаем

$$\alpha(x) = Nu \lambda_b / (Rx),$$

где  $Nu$  — критерий Нуссельта ( $Nu = 0,36 Re^{0,5}$  — для ламинарного режима\*,  $Nu = 0,0196 Re^{0,8}$  — для турбулентного режима);

$Re$  — критерий Рейнольдса,  $Re = \frac{\omega R^2 x^2}{\nu_b}$ ;

$\omega$  — угловая скорость вращения пилы,  $c^{-1}$ ;

$\nu_b$  — вязкость воздуха,  $m^2/c$ .

$\lambda_b$  — коэффициент теплопроводности воздуха,  $BT/(m \cdot K)$ .

При  $Re < Re^{kp} = 3 \cdot 10^5$  режим считается ламинарным.

Будем считать, что при пилении в теплообмене участвует только 60% поверхности пилы, поэтому для процесса пиления

$$\alpha_n(x) = 0,6\alpha(x).$$

\* В общем случае при ламинарном режиме коэффициент теплоотдачи зависит от градиента температуры  $\partial v / \partial x$ . Здесь в качестве первого приближения использована формула для постоянной температуры диска.

Принимаем, что на нагрев корпуса пилы расходуется 4 % мощности резания, а тепловыделение от трения о направляющие происходит внутри объема кольца, ограниченного относительными радиусами  $x_1$  и  $x_2$ . Тогда при части силы трения  $F_{тр}$  (приводящей к нагреву пилы) с каждой стороны пилы имеем при резании, Вт/м<sup>2</sup>

$$q_w(\tau) = 0,04N_{рез}/2\pi Rh;$$

при холостом вращении

$$q_w(\tau) = 0;$$

при  $x_1 \leq x \leq x_2$ , Вт/м<sup>3</sup>,

$$q(x) = \frac{F_{тр}(x_1 + x_2)\omega}{\pi(x_2^2 - x_1^2)hR}.$$

Расчеты по изложенной методике проводили на персональной ЭВМ при  $n = 100$ . По предварительным оценкам погрешность вычисления не превышала 4 %. При этом пользовались следующими значениями физических параметров:  $c_t = 460$  Дж/(кг · К);  $\rho = 7800$  кг/м<sup>3</sup>;  $\lambda = 46$  Вт/(м · К);  $\nu_b = 1,561 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>/с.

Сначала рассмотрим установившийся режим холостого вращения пилы с направляющими (пример 3) при  $r_1 = Rx_1 = 170$  мм,  $r_2 = Rx_2 = 190$  мм,  $F_{тр} = 1$  Н, частоте вращения  $2000$  мин<sup>-1</sup>. Зависимость температуры от радиуса пилы для этого примера приведена на рис. 2.

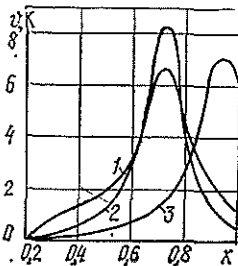


Рис. 2. Установившееся распределение температуры по радиусу пилы с направляющими при холостом вращении: 1 —  $r_1 = 170$  мм,  $r_2 = 190$  мм,  $h = 2,8$  мм; 2 — то же, но  $h = 1,4$  мм; 3 —  $r_1 = 220$  мм,  $r_2 = 240$  мм,  $h = 2,8$  мм

Как видно из рис. 2, распределение температуры по радиусу совсем иное, чем в примерах 1 и 2. Хотя наибольшая избыточная температура незначительна (всего 6,8 °С), но характер ее распределения таков, что будут создаваться дополнительные напряжения растяжения в периферии вместо напряжений сжатия как в примерах 1 и 2. Если зону расположения направляющих приблизить к периферии пилы (при  $r_1 = 220$  мм,  $r_2 = 240$  мм в примере 4), то в установившемся тепловом режиме получим зону повышенной температуры в районе расположения направляющих и резкое ее падение при приближении к центру (рис. 2). Вследствие линейности решаемой задачи избыточная температура будет расти пропорционально увеличению мощности трения с сохранением формы кривой распределения. Наоборот, изменение толщины пилы будет влиять на форму кривой распределения температуры по радиусу, так как в уравнении (6) толщина пилы оказывает влияние на слагаемое, учитывающее интенсивность теплообмена с окружающей средой. На рис. 2 приведена кривая 2 распределения температуры по радиусу пилы из примера 3, но для толщины пилы 1,4 мм (пример 5). Форма кривой из примера 5 показывает, что с уменьшением толщины пилы увеличивается абсолютное значение градиента температуры вдоль радиуса и максимальная температура в зоне контакта с направляющими.

Для изучения динамики роста температуры пилы при трении о направляющие проведены расчеты для холостого вращения пилы с частотой  $2000 \text{ мин}^{-1}$  при расположении направляющих в зоне, ограниченной радиусами  $r_1 = 170 \text{ мм}$  и  $r_2 = 190 \text{ мм}$ , и следующих моментов времени  $\tau$ : 30; 60; 120; 240 с (пример 6). Во всех расчетах нестационарного температурного режима принимали шаг  $\Delta\tau = 1 \text{ с}$ , что обеспечивало погрешность вычислений менее 4,5 %. Результаты вычислений приведены на рис. 3, а. Пример 6 наглядно демонстрирует динамику повышения температуры пилы от трения по направляющим. Первоначально при  $\tau = 30 \text{ с}$  нагрев имеет локальный характер, затем, по мере распространения тепла, возрастает влияние граничных условий. При  $\tau > 120 \text{ с}$  основной прирост температуры происходит в центральной зоне, что объясняется меньшим значением локального коэффициента теплоотдачи. При  $\tau = 240 \text{ с}$  температура в центральной зоне достигает установившегося значения.

Для рассмотрения неустановившегося теплового режима при резании древесины зададим цикл из времени распиловки  $\tau_1 = 16 \text{ с}$  и времени холостого вращения  $\tau_2 = 8 \text{ с}$ . Результаты расчета температуры рассматриваемой ранее пилы без направляющих для моментов времени 60 с, 120 с и 240 с (пример 7) приведены на рис. 3, б. Пример 7 показывает периодичность повышения температуры в периферийной области пилы и плавный рост до установившегося значения в ее центральной области. Кривая распределения температуры по радиусу через 240 с после начала пиления в пределах точности расчета совпадает с установившимся распределением температуры при непрерывном подводе тепла к периферии пилы. Форма этой кривой распределения температуры в центральной части пилы отличается от кривой, рассчитанной при усредненном по поверхности коэффициенте теплообмена (пример 2), что можно объяснить меньшим по сравнению со средним локальным значением этого коэффициента для данной части пилы.

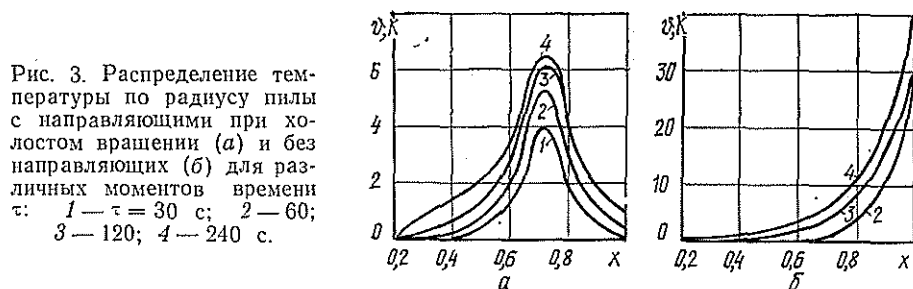


Рис. 3. Распределение температуры по радиусу пилы с направляющими при холостом вращении (а) и без направляющих (б) для различных моментов времени  $\tau$ : 1 —  $\tau = 30 \text{ с}$ ; 2 — 60; 3 — 120; 4 — 240 с.

Исходя из принципа суперпозиции кривая распределения температуры по радиусу пилы при пилении и использовании направляющих может быть получена сложением температур, зависящих от каждого фактора в отдельности [5].

### Выводы

1. В зависимости от зоны расположения направляющих возможны различные формы кривой распределения температуры по радиусу пилы, что обусловлено ее трением о направляющие при холостом вращении. Такой нагрев пилы может создавать в периферии как напряжения растяжения, так и сжатия.

2. При неустановившемся тепловом режиме кривая распределения температуры по радиусу пилы от трения по направляющим в различные моменты времени имеет разную форму. В рассматриваемых при-

мерах время выхода на установившийся тепловой режим составляло 3...4 мин.

3. Расчет кривой распределения температуры по радиусу пилы при резании с учетом периодичности пиления и изменения локального коэффициента теплоотдачи дает более высокие значения температуры пилы в центральной области по сравнению с расчетом, не учитывающим периодичность пиления и использующим средний по поверхности коэффициент теплоотдачи.

4. Влияние указанных факторов на распределение температуры по радиусу пилы необходимо учитывать при расчете тонких круглых пил на устойчивость, а также при определении их критических частот вращения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Грубе А. Э., Санев В. И., Пашков В. К. К вопросу о температурном поле дисков пил для продольной распиловки древесины // Лесн. журн.— 1966.— № 3.— С. 92—104.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Гуркин Г. С. Потеря устойчивости плоской формы равновесия пильного диска при действии температурных напряжений // Лесн. журн.— 1959.— № 1.— С. 112—126.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Дорфман Л. А. Гидродинамическое сопротивление и теплоотдача вращающихся тел.— М.; Л.: Физматгиз, 1969.— 260 с. [4]. Дьяченко В. Ф. Основы вычислительной математики.— М.: Наука, 1972.— 120 с. [5]. Резников А. Н., Резников Л. А. Тепловые процессы в технологических системах.— М.: Машиностроение, 1990.— 288 с. [6]. Стахийев Ю. М. Работоспособность плоских круглых пил.— М.: Лесн. пром-сть, 1989.— 384 с. [7]. Стахийев Ю. М. Устойчивость и колебания плоских круглых пил.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 296 с.

Поступила 29 мая 1992 г.

УДК 674.816

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОИЗВОДСТВА ПРОФИЛИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ ПО КРИТЕРИЮ МИНИМАЛЬНОЙ СЕБЕСТОИМОСТИ

В. Н. ОСИПОВА

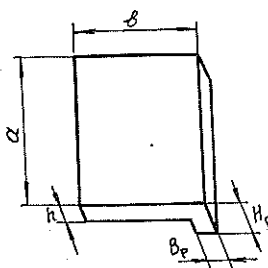
ЦНИИМЭ

В мебельных конструкциях (боковые и вертикальные стенки, полки, фасадные элементы) используют профилированные древесностружечные плиты (рис. 1), у которых основная толщина филенки  $h = 10$  мм [3] (у обычных плоских 16 мм). При изготовлении таких плит достигается снижение материалоемкости до 28 %. Прочность деталей при работе на изгиб обеспечивается за счет подкрепляющего ребра толщиной  $H_p = 20$  мм и шириной  $B_p = 40$  мм.

Конструкционные параметры ребра и филенки профилированных ДСП определяют из условия прочности по методике В. И. Королева [5].

Результаты исследований, оценивающих влияние различных параметров на прочностные характеристики плит, рассмотрены в работе [6]. Установлена линейная зависимость прочности плиты от ее плотности и расхода связующего. Варьируя эти два важнейших технологических параметра, можно получить плиту требуемой прочности. Оптимальные технологические показатели производства, обеспечивающие минимальную себестоимость продукции, зависят от плотности плиты, расхода свя-

Рис. 1. Деталь из профилированной ДСП:  $a$  — длина;  $b$  — ширина детали



зующего, фракционного состава, влажности стружки и режимов прессования. Подобные задачи рассматриваются в работах [2, 4].

Поскольку более 50 % себестоимости ДСП составляют расходы на смолу и древесину, задача выбора наиболее рациональных технологических параметров профилированных плит может быть сведена к определению их толщины, плотности и расхода связующего, обеспечивающих восприятие нагрузки, известной из условий эксплуатации конструкции. При этом затраты на сырье для производства 1 м<sup>2</sup> древесностружечных плит должны быть минимальными.

Себестоимость плиты можно определить по формуле

$$C = C_1 \rho h + C_2 \rho h P, \quad (1)$$

где  $C$  — стоимость материалов, расходуемых на изготовление 1 м<sup>2</sup> плит, р.;

$C_1$  — цена единицы массы древесины, р.;

$C_2$  — цена связующего по сухому веществу, р.;

$\rho$  — плотность плиты, кг/м<sup>3</sup>;

$h$  — толщина плиты, мм;

$P$  — расход связующего, %.

Расчет толщины филенки, толщины и ширины ребра (рис. 1) приведен в работе [5]. Для данного профиля плиты они являются постоянными и обеспечивают требуемую прочность. Задача по определению оптимальных технологических параметров производства ДСП может быть поставлена следующим образом. Требуется установить, при каком минимальном значении функции

$$C = \Phi = f(\rho, P) \rightarrow \min \quad (2)$$

будут удовлетворены условия прочности

$$\sigma_p \leq [\sigma_{II}],$$

где  $\sigma_p$  — нормальное напряжение, возникающее в сечении под действием приложенной нагрузки; находится расчетным путем [5];

$[\sigma_{II}]$  — предел прочности, определяемый согласно [4].

Для связи целевой функции и ограничения воспользуемся корреляционной зависимостью механических свойств древесностружечных плит от их плотности и расхода связующего.

Согласно работе [2] в диапазонах изменения плотности плиты от 600 до 800 кг/м<sup>3</sup> и расхода связующего от 8 до 20 % механические характеристики древесностружечных плит можно аппроксимировать в виде линейной функции

$$[\sigma_{II}] = A\rho + BP + D, \quad (3)$$

где  $A, B, D$  — коэффициенты аппроксимации.

Следовательно, задача сводится к отысканию минимального значения целевой функции

$$\Phi = \rho (C_1 + C_2 P) \quad (4)$$

в области  $\rho_1 \leq \rho \leq \rho_2$ ,  $P_1 \leq P \leq P_2$ , причем  $\rho_1 > 0$  и  $P_2 > 0$ .

Выразив расход связующего через предел прочности и плотность плиты, получим

$$P = \frac{[\sigma_n] - A\rho - D}{B}. \quad (5)$$

Преобразим целевую функцию, подставив выражение (5) в (4):

$$\Phi = \rho \left( C_1 + C_2 \frac{[\sigma_n] - A\rho - D}{B} \right). \quad (6)$$

В данном случае задача выбора оптимальных параметров производства профилированных древесностружечных плит решается методом дифференциального анализа [1, 7]:

$$d\Phi(\rho)/d\rho = 0.$$

Так как

$$d\Phi/d\rho = C_1 + C_2 [\sigma_n]/B - 2A\rho C_2/B - DC_2/B = 0, \quad (7)$$

то

$$\rho = \frac{C_1 B + ([\sigma_n] - D) C_2}{2AC_2}. \quad (8)$$

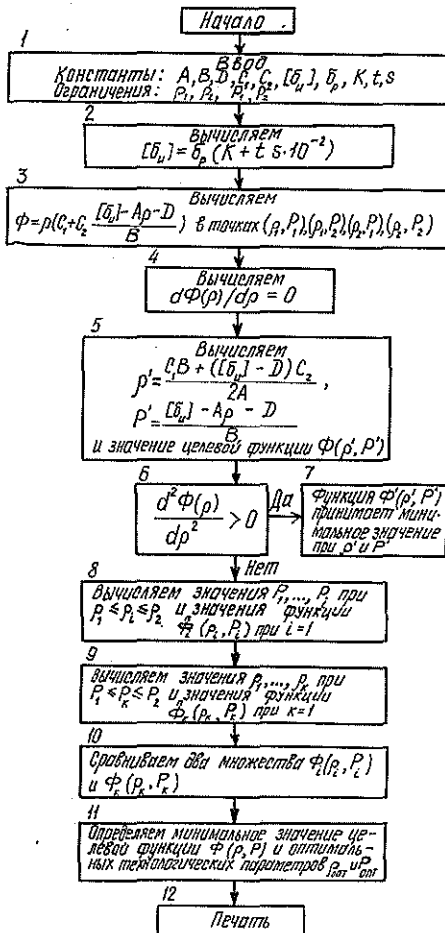


Рис. 2. Блок-схема алгоритма выбора оптимальных технологических параметров производства профилированных ДСП



Определив плотность плиты по формуле (8), найдем расход связующего по уравнению (5).

Достаточное условие минимума имеет вид

$$d^2\Phi(\rho)/d\rho^2 < 0. \quad (9)$$

Вычислив вторую производную по плотности плиты, получим

$$d^2\Phi(\rho)/d\rho^2 = -2AC/B < 0. \quad (10)$$

Следовательно, при данных значениях плотности плиты и расхода связующего целевая функция стремится к максимуму. Минимальное значение целевая функция  $\Phi(\rho)$  имеет на границе области.

На основании изложенного разработан алгоритм выбора оптимальных технологических параметров производства профилированных древесно-стружечных плит. Блок-схема алгоритма изображена на рис. 2.

Для проведения вычислений составлена программа на языке Турбо-Паскаль и определены следующие оптимальные технологические параметры производства ДСП данного профиля (толщина филенки 10 мм, толщина ребра 20 мм, ширина ребра 40 мм): плотность плиты 750 кг/м<sup>3</sup>, расход связующего равен 8 %. По этим технологическим параметрам можно установить требуемый вид и фракционный состав древесного сырья, режимы прессования и другие взаимосвязанные технологические параметры при производстве плит в промышленных условиях.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Алябьев В. И. Основы математического моделирования лесопромышленных объектов.— М.: ЦНИИМЭ, 1990.— 398 с. [2]. Буткус С. С. Рациональные параметры древесностружечных плит для корпусной мебели: Дис. ... канд. техн. наук.— М., 1985.— 155 с. [3]. Вайнберг Д. В., Вайнберг Е. Д. Расчет пластины.— Киев: Будивельник, 1970.— 435 с. [4]. Липартелиани Г. Г. Оптимизация технологических параметров производства древесностружечных плит: Дис. ... канд. техн. наук.— М., 1989.— 159 с. [5]. Осипова В. Н. Расчет параметров профилированных древесностружечных плит // Тез. докл. на науч.-техн. конф.— Архангельск: ЦНИИМОД, 1992.— С. 34—36. [6]. Поташев О. Е., Лапшин Ю. Г. Механика древесных плит. М.: Лесн. пром-сть, 1982.— 112 с. [7]. Сухарев А. Г., Тимохов А. В., Федоров И. И. Курс методов оптимизации.— М.: Наука, 1986.— 388 с.

Поступила 4 января 1993 г.

УДК 674.048

### ЗАЩИЩАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ АНТИСЕПТИКОВ ДЛЯ ПИЛОМАТЕРИАЛОВ

Ю. А. ВАРФОЛОМЕЕВ, В. Б. КОШУНЯЕВА

ЦНИИМОД

В течение нескольких лет нами проводились производственные испытания по оценке биопоражения антисептированных и неантисептированных сосновых пиломатериалов толщиной до 32 мм. Наиболее интенсивно поражается деревоокрашивающими и плесневыми грибами заболонная древесина. Свежевыпиленные пиломатериалы обрабатывали водными растворами антисептиков методом окунания плотных пакетов в ванну. Для сравнения в тех же условиях исследовали аналогичные необработанные пиломатериалы. Защищающую способность антисептиков по отношению к грибам определяли визуально после выдержки пиломатериалов в плотных пакетах в течение месяца. Степень поражения пиломатериалов грибами оценивали в процентах от общей площади их поверхности. При необходимости переводили пиломатериалы в более низкие сорта согласно действующих стандартов.

Испытания проводили в сезон антисептирования с мая по ноябрь на предприятиях Архангельской области, Коми Республики, Республики Карелия, Урала, Восточной и Западной Сибири, т. е. практически во всех климатических зонах страны.

Полученные результаты испытаний подвергнуты статистическому анализу. В первую выборку включены данные для восьми партий пиломатериалов, обработанных хлорфенольными антисептиками (пентахлорфенолят натрия — ПХФН и ГР-48); во вторую — одиннадцати партий, обработанных бесхлорфенольными антисептиками (ЭОК, Basilit-SAB, Preventol); в третью — девяти партий неантисептированных пиломатериалов.

ПХФН выпускается в виде порошка или мелких гранул, имеющих цвет от бежевого до темно-коричневого.

ГР-48 представляет собой порошкообразную смесь ПХФН, этилртутных соединений и соды.

Отечественный препарат ЭОК выпускается в виде белого порошка или мелких гранул на основе щелочных солей карбоновых и неорганических кислот в сочетании с технологическими добавками, повышающими проницаемость антисептика в древесину и его биоактивность.

Basilit-SAB производится в Германии фирмой Desowag. Представляет собой белый кристаллический порошок без запаха. Активный ингредиент — тиомочевина.

Preventol выпускается в Германии фирмой Bayer. Это жидкость, содержащая в качестве основного вещества калийную или натриевую соль ортофенилфенола.

Результаты статистической обработки приведены в таблице.

Статистические характеристики, %, сохранности пиломатериалов

Статистические характеристики	Антисептированные		Неантисептированные
	без хлорфенолов	с хлорфенолами	
Среднее арифметическое	96,71	98,55	17,19
Ошибка среднего арифметического	1,40	0,46	7,20
Достоверность среднего арифметического	69,24	212,58	2,38
Коэффициент вариации	4,79	1,33	125,73
Асимметрия	-1,99	0,16	1,17
Эксцесс	0,79	-2,83	-0,18
Ошибка:			
вариации	1,02	0,33	60,46
асимметрии	0,66	0,75	0,72
эксцесса	1,28	1,48	1,40
Точность опыта	1,44	0,47	41,91

Из приведенных в таблице данных видно, что среднее арифметическое значение показателя сохранности пиломатериалов, обработанных хлорфенольными антисептиками, в 5,7 раза превосходит соответствующий показатель неантисептированных пиломатериалов. Для антисептированной хлорфенольными и бесхлорфенольными препаратами древесины этот показатель отличался лишь на 1,84 %.

Разницу средних значений  $y_1$  и  $y_2$  выборок  $n_1$  и  $n_2$  с оценками дисперсий  $S_1$  и  $S_2$  считали значимой, если выполнялось неравенство  $\varepsilon \geq 2$ ,  $\varepsilon$  определяли по формуле

$$\varepsilon = \frac{|\bar{y}_1 - \bar{y}_2|}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1 + (n_2 - 1)S_2}{n_1 + n_2 - 4} \left( \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right)}}$$

Сравнивая показатели первой и второй выборок, получаем  $\varepsilon = 1,1$ , что свидетельствует о несущественности их различия. Для первой и третьей выборок  $\varepsilon = 10,17$ , а для второй и третьей  $\varepsilon = 12,25$ , что подтверждает существенность различия показателей.

Коэффициент вариации, оценивающий степень рассеяния рассматриваемых показателей в пределах выборок, имеет минимальное значение, равное 1,33 %, для первой выборки, максимальное — для третьей. Наибольшее значение коэффициента свидетельствует о большом разбросе экспериментальных данных. Разница коэффициентов вариации первой и второй выборок составила 3,46 %.

Сходимость коэффициентов вариации  $v_1$  и  $v_2$  оценивали по критерию согласия

$$t_{\text{сп}} = \frac{v_1 - v_2}{\sqrt{\frac{v_1^2}{2n_1} + \frac{v_2^2}{2n_2}}}.$$

Считали расхождение существенным при  $t_{\text{сп}} > 3$ .

Сравнение значений коэффициентов вариации первой и второй, второй и третьей, первой и третьей выборок по указанной формуле показало, что  $t_{\text{сп}}$  соответственно составило 3,23; 4,10 и 4,20. На основании этого можно говорить о значимости различия коэффициентов вариации рассматриваемых выборок.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что малотоксичные антисептики нового поколения без хлорированных фенолов по защищающей способности практически не уступают высокотоксичным хлорфенольным препаратам.

---

Поступила 17 февраля 1992 г.

## ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.164.3.017.22

ЗАВИСИМОСТЬ ВЕСОВОГО ПОКАЗАТЕЛЯ  
(ПО С. Н. ИВАНОВУ) ОТ СРЕДНЕЙ ДЛИНЫ ВОЛОКНА  
СУЛЬФАТНОЙ НЕБЕЛЕННОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

В. И. КОМАРОВ, Я. В. КАЗАКОВ, И. Б. ФИЛИППОВ

Архангельский лесотехнический институт

Для оценки качества бумажной массы и успешного прогнозирования бумагообразующих свойств целлюлозы следует принимать во внимание ее основные, или фундаментальные (по Кларку), характеристики. Одной из них является средняя длина волокна [4], оказывающая большое влияние на физические (толщина, пухлость), прочностные (разрывная длина, сопротивление продавливанию и раздиранию) и упруго-пластические свойства целлюлозного материала. При этом характер зависимости «напряжение — деформация» связан с изменением длины волокон.

Существует несколько методов определения средней длины волокна. Наиболее широко применяется метод нахождения ее среднеарифметического (среднечислового) значения. При этом не учитывается весовое содержание фракций с различной длиной волокон. Кроме того, если принять во внимание степень точности и учета коротковолокнистых фракций, то результаты определений могут быть различны.

Метод, основанный на средневзвешенной длине волокна, дает более правильное представление об его средней длине [3].

Существующие доступные методы определения средней длины волокна с помощью окулярной линейки на микроскопе и курвиметра трудоемки. Они позволяют достаточно точно измерять длину отдельных волокон. Однако при проведении 200...300 замеров, что требуется для получения достоверного результата, исследователь невольно проявляет субъективизм в отборе измеряемых волокон.

В медицинской морфометрии широко используют методику определения средней длины микрообъектов с помощью масштабной сетки. Этот метод менее трудоемок, требует меньших затрат времени и исключает субъективизм в выборе измеряемых объектов, поскольку основан на подсчете числа пересечений микрообъектов с масштабной сеткой [1].

Предложенный проф. С. Н. Ивановым [3] метод определения средневзвешенной длины волокна позволяет провести испытание быстро. Однако им исследованы только образцы сульфитной целлюлозы.

В данной работе поставлена задача установления корреляции показателя Иванова и средней длины волокна для сульфатной небеленой целлюлозы.

Для статистической оценки исследуемых характеристик целлюлозы во времени в течение двух месяцев произведено 15 отборов сульфатной целлюлозы в технологическом потоке варочного цеха сульфат-картонного производства АЦБК. Среднюю длину волокна определяли с помощью курвиметра и микроскопии, используя или окулярную линейку, или масштабную сетку [1, 2], а также по Иванову [3].

Данные статистической обработки экспериментальных результатов приведены в табл. 1. Отметим существенную разницу в значениях

Таблица 1

## Статистические характеристики определения средней длины волокна

Точка отбора	Метод определения	$\bar{X}$	Min	Max	$\sigma$	$v, \%$
После варочного котла	По Иванову	24,65	20,20	34,70	5,19	21,04
	Курвиметрия	1,95	1,66	2,10	0,16	8,14
	Микроскопия с помощью: сетки линейки	1,05 2,82	0,76 2,44	1,74 3,11	0,38 0,23	35,89 8,23
После мельницы горячего размола	По Иванову	20,86	16,54	25,40	2,46	11,77
	Курвиметрия	1,93	1,33	2,30	0,26	13,43
	Микроскопия с помощью: сетки линейки	1,16 2,79	0,67 2,34	1,77 3,08	0,43 0,21	37,28 7,59
После диффузора	По Иванову	18,47	17,40	19,60	0,68	3,61
	Курвиметрия	1,87	1,40	2,05	0,21	11,14
	Микроскопия с помощью: сетки линейки	1,39 2,83	0,77 2,34	2,86 3,07	0,70 0,25	50,05 8,81
После промывки на вакуум-фильтре	По Иванову	19,18	15,65	22,50	1,63	8,50
	Курвиметрия	1,96	1,67	2,35	0,21	10,51
	Микроскопия с помощью: сетки линейки	1,06 2,80	0,51 2,50	2,17 3,02	0,51 0,15	48,23 5,30

Примечание. Средняя длина волокна по методу Иванова измеряется в дг, по остальным — мм.

средней длины волокна, определенных разными методами. Это обусловлено в основном субъективной оценкой, проявляющейся в стремлении исследователя выбирать целые волокна при микроскопических исследованиях, а также большим объемом выборки волокон при работе с курвиметром.

Гистограммы, иллюстрирующие распределение фракционного состава и определяемые с помощью окулярной линейки и курвиметра по

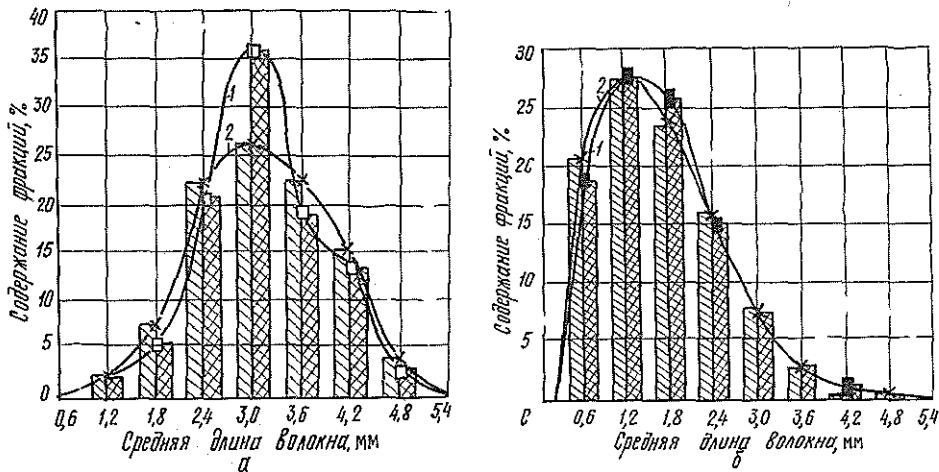


Рис. 1. Фракционный состав по длине волокна сульфатной небеленой целлюлозы, определенный с помощью окулярной линейки (а) и курвиметра (б): 1 — целлюлоза после промывки на вакуум-фильтрах; 2 — целлюлоза после варочного котла

данным табл. 1 приведены на рис. 1. Из представленных графиков видно, что распределения, полученные с помощью курвиметра, имеют максимум, смещенный в область коротковолокнистых фракций.

При нахождении средней длины волокна одних и тех же образцов целлюлозы и одинаковой точности методов должны совпадать коэффициенты вариации, позволяющие судить о стабильности и надежности способа. Величина коэффициента вариации  $v$  зависит от изменений средней длины волокна во времени, связанных с различиями в составе сырья и режимах варки, а также от ошибки определения  $l_{cp}$ . В данном случае  $v$  в основном зависит от последнего.

Из приведенных в табл. 1 данных видно, что наиболее стабильные, а следовательно, и надежные результаты получены микроскопическим методом с помощью окулярной линейки (коэффициенты вариации от 5,3 до 8,8 %). Необходимо отметить, что значения средней длины волокна (2,5...3,0 мм), полученные этим методом, согласуются с данными других авторов для древесины ели и сосны.

Наличие высокого коэффициента вариации показателя Иванова для целлюлозы, отобранной сразу после варочного котла, связано с низкой чувствительностью метода оценки немолотых волокнистых материалов со степенью помола массы 15...16 °ШР из-за сильного образования хлопьев, оседания волокон сплошной массой на рамке и повышенной коэстричности массы.

Для образцов с одинаковой средней длиной волокна (1,74 мм) и весовым показателем Иванова, равным 110 дг, определен фракционный состав (рис. 2). Установлено, что по длине волокна он существенно отличается. Отклонение содержания фракций составляет до 10%. Это означает, что целлюлоза с одинаковой средней длиной обладает различными бумагообразующими свойствами и по-разному ведет себя при формовании бумажного полотна.

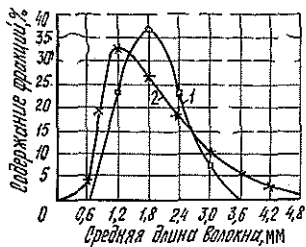


Рис. 2. Фракционный состав по длине волокна сульфатной небеленой целлюлозы: 1 — образец 1; 2 — образец 2

Максимальное содержание имеют фракции с длиной волокна 0,6...1,2 и 1,2...1,8 мм, которые и определяют в основном среднюю длину. При этом максимум может быть смещен в область коротковолокнистых фракций или располагаться около значений средней длины.

В целях изучения зависимости средней длины волокна от весового показателя Иванова для сульфатной небеленой целлюлозы получены образцы с различной средней длиной волокна на фракционаторе ФДМ. Среднюю длину определяли методом микроскопии с помощью окулярной линейки. По результатам эксперимента выполнен регрессионный анализ и получены уравнения связи средней длины волокна с весовым показателем следующего вида:  
для сульфитной целлюлозы

$$l_{cp} = -2,455 + 0,965 \ln (I);$$

для сульфатной целлюлозы

$$l_{cp} = -2,372 + 0,895 \ln (I).$$

Из представленных уравнений видно, что общий ход зависимости как для сульфитной, так и для сульфатной целлюлоз, примерно одинаков. Однако при одном и том же значении весового показателя средняя длина волокна сульфатной целлюлозы несколько ниже, чем сульфитной. Экспериментальные и расчетные данные сведены в табл. 2.

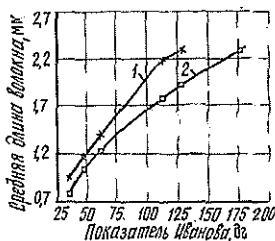
Таблица 2  
Связь показателя Иванова  
и средней длины волокна,  
определенной различными методами

Показатель Иванова, дг	Средняя длина волокна целлюлозы, мм		
	по Иванову	эксперимент	по уравнению регрессии
182	—	2,43	2,29
171	—	2,30	2,23
136	2,38	1,93	2,03
129	2,33	1,79	1,98
45	1,12	1,23	1,04
44	1,10	1,05	1,02
40	1,03	0,78	0,93

Примечание. Среднюю длину волокна по Иванову определяли для сульфитной целлюлозы, в остальных случаях — для сульфатной.

На рис. 3 представлены графики зависимости средней длины волокна от весового показателя, построенные по табличным данным для сульфитной целлюлозы и вычисленные по уравнениям связи для сульфатной целлюлозы.

Рис. 3. Зависимость средней длины волокна от весового показателя Иванова: 1 — сульфитная целлюлоза (по данным С. Н. Иванова); 2 — сульфатная целлюлоза (по экспериментальным данным)



Проведенная работа дает возможность установить связь средней длины волокна сульфатной небеленой целлюлозы и показателя Иванова, что позволяет интенсифицировать процесс контроля при использовании данного вида материала.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия. Руководство.— М.: Медицина, 1990.— 384 с. [2]. Атлас ультраструктуры древесных полуфабрикатов, применяемых для производства бумаги.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— 232 с. [3]. Иванов С. Н. Технология бумаги.— М.: Лесн. пром-сть, 1970.— С. 50—54. [4]. Кларк Дж. Технология целлюлозы.— М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 456 с.

Поступила 1 июля 1992 г.

УДК 630\*861.14

## АНАЛИЗ РАБОТЫ УСТАНОВОК ДЕЗОДОРАЦИИ КОНДЕНСАТОВ СУЛЬФАТНОЙ ВАРКИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Л. И. СЕЛЯНИНА

Архангельский лесотехнический институт

Локальная очистка сточных вод сульфатно-целлюлозного производства от серосодержащих соединений, метанола и скипидара требует больших энергетических затрат, что в значительной степени сдерживает внедрение установок дезодорации выпарных и варочных конденсатов. На ряде целлюлозно-бумажных предприятий установленные дезодорационные колонны не обеспечивают нужной степени очистки конденсатов и создают много трудностей при эксплуатации.

В этой связи был проведен анализ работы дезодорационных колонн с целью установить оптимальные условия их эксплуатации. Для этого разработана программа расчета на ЭВМ, с помощью которой определены материальные потоки в установке, флегмовое число, расход греющего пара, а также состав жидкости на тарелках.

Исходные данные по составам конденсатов и технологическому режиму взяты на Архангельском и Сегежском ЦБК за 1991—1992 гг. На этих предприятиях колонна дезодорации встроена между первым и вторым выпарными корпусами и обогревается вторичным паром первого корпуса. В условиях Сегежского ЦБК на локальную очистку поступают сильнозагрязненные конденсаты от последних выпарных корпусов и системы создания вакуума, подскипидарная вода из цеха ректификации скипидара, кубовый остаток из колонны укрепления метанола, водный слой конденсата регенерации активного угля адсорберов. Конденсаты третьего и четвертого выпарных аппаратов, имеющие концентрацию загрязняющих веществ выше установленной нормы, также направляются на очистку в колонну дезодорации. Содержание метанола в питании изменяется от 2 500 до 15 000 мг/л. Концентрацию дистиллята дезодорационной колонны не контролируют, она составляет 6...12%. Установка снабжена колонной укрепления метанола до 80...90% и обеспечивает полную утилизацию сероводорода (СВ), метилмеркаптана (ММ), диметилсульфида (ДМС), диметилдисульфида (ДМДС), метанола (М). Однако степень очистки по скипидару (С) невелика.

Установка АЦБК оборудована только одной ректификационной колонной для дезодорации конденсатов и не имеет колонны укрепления метанола. На питание подают смешанные конденсаты выпарного и варочного цехов с содержанием метанола 200...1200 мг/л, которые предполагалось укреплять в stripping-колонне до концентрации метанола в дистилляте более 40%. Как показал опыт эксплуатации установки, очень сложно в одном аппарате достичь такой концентрации дистиллята при низком содержании примесей в питании. В табл. 1 приведен состав дистиллята колонны дезодорации в период испытаний на АЦБК.

Колонна в настоящее время практически не работает вследствие сложностей с утилизацией дистиллята. Аналогичные проблемы возникают при эксплуатации подобных установок на других предприятиях.



Таблица 1

Компонент	Содержание примесей, мг/л, в дистилляте		
	минимальное	максимальное	среднее
Сероводород	0,42	2,51	1,14
Метилмеркаптан	0,13	2,20	0,76
Диметилсульфид	0,05	0,33	0,08
Диметилдисульфид	0,01	0,14	0,05
Метанол	4,9	42,6	17,2
Скипидар	0,006	0,010	0,009

Таблица 2

Компонент	Содержание примесей, мг/л, в конденсате		Степень очистки, %
	грязном	очищенном	
Сероводород	18...124/80...173	0,0...17,0/0,6...2,7	37...100/94,3
Метилмеркаптан	20...90/21...86	0,3...16,0/2,9...5,8	53...97/81,0
Диметилсульфид	3...10	0,1...2,0	80...99
Диметилдисульфид	2...14	0,0...1,2	56...98
Метанол	520...1200/2650	14...750/14...270	50...98/95,5
Скипидар	0,9...6,0/—	0,0...1,2/—	58...97/77,2

Примечание. В числителе — данные по АЦБК за 1989 г., в знаменателе — по Сегежскому ЦБК за 1991 г.; содержание диметилсульфида и демитилдисульфидна на Сегежском ЦБК не определялось.

В табл. 2 приведены показатели работы колонн дезодорации АЦБК и Сегежского ЦБК.

Режим и параметры работы колонны дезодорации зависят в основном от концентрации питания и дистиллята. Аналитическая зависимость величины флегмового числа от состава исходной смеси  $X_f$  и дистиллята  $X_p$  выражается уравнением

$$R = A(X_p/X_f) - B, \quad (1)$$

где  $A = b/(k-1)$ ;

$B = k/(k-1)$ ;

$b$  — коэффициент избытка флегмы;

$k$  — угловой коэффициент линии равновесия.

Зависимость расхода паров по колонне от состава смесей имеет вид

$$M = A_1 - B_1(X_f/X_p), \quad (2)$$

где  $A_1 = M_f b e / (k-1)$ ;

$B_1 = M_f e (k b + k - 1) / (k - 1)$ ;

$M_f$  — масса исходной смеси;

$e$  — степень очистки конденсата от метанола.

Расход греющего пара  $D$  пропорционален расходу паров в колонне и может быть рассчитан по уравнению

$$D = P(A_1 - B_1 X_f/X_p) r_p / r_g, \quad (3)$$

где  $P$  — коэффициент, учитывающий затраты теплоты на нагрев жидкости до температуры кипения и компенсацию теплотерь;

$r_g, r_p$  — соответственно теплоты парообразования греющего пара и дистиллята.

Из приведенных уравнений следует, что при постоянном составе дистиллята флегмовое число обратно пропорционально содержанию метанола в питании, поток паров по колонне и расход греющего пара возрастают при снижении загрязненности питания. Например, при уменьшении содержания метанола в конденсате с 3000 до 300 мг/л флегмовое число возрастает в 20 раз, расходы греющего пара и паров по колонне увеличиваются соответственно на 30 и 25 % (при концентрации дистиллята 6 %).

Расчеты, проведенные по разработанной программе, дают аналогичные результаты. На рис. 1 показана зависимость флегмового числа, потока паров по колонне и расхода греющего пара от содержания метанола в грязном конденсате. При содержании метанола менее 500 мг/л резко возрастает флегмовое число и расход греющего пара, причем линейная зависимость нарушается, что неизбежно приводит к нарушению стабильной работы установки дезодорации. На рис. 2 показана зависимость расхода греющего пара от концентрации дистиллята при различном содержании метанола в питании. Увеличение концентрации дистиллята приводит к росту расхода пара. Например, при увеличении содержания метанола в дистилляте с 2 до 6 % расход пара возрастает на 15 %, а с 6 до 8 % — на 2 %. Более высокие концентрации приводят к незначительному изменению расхода греющего пара. При содержании метанола в питании 500...10 000 мг/л и постоянной (6 %) концентрации дистиллята для удаления 95 % загрязняющих примесей требуется 180...220 кг пара на 1 т конденсата. Если использовать в качестве теплоносителя свежий водяной пар, локальная очистка конденсатов окажется очень дорогой. При установке стриппинг-колонны между выпарными корпусами и обогреве вторичным паром на 1 кг греющего пара выводится из колонны в среднем 0,92 кг паров, содержащих 6...10 % метанола, т. е. на 1 кДж поступившей теплоты 0,89 кДж выводится с парами в последующий выпарной аппарат. Следовательно, в этом случае расход теплоты на очистку снизится на 89 %. Однако установка стриппинг-колонны неизбежно приводит к падению полезного перепада температур в выпарной станции на 10...15 °С и, соответственно, к уменьшению ее производительности при той же поверхности теплообмена, что необходимо учитывать в процессе проектирования.

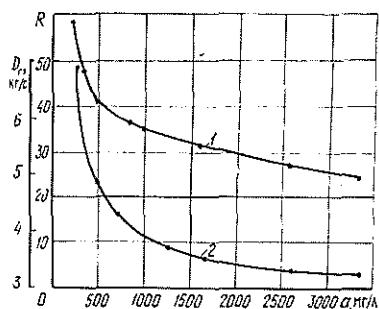
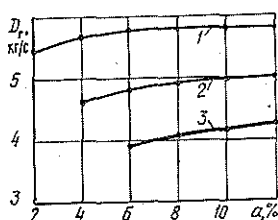


Рис. 1. Зависимость расхода пара (1) и флегмового числа (2) от содержания метанола в питании

Так как установленные на предприятиях колонны имеют определенное число тарелок (15...20 шт.), изменение состава питания скажется на составе отбираемого дистиллята. Составы жидкости на тарелках и на выходе из колонны рассчитывали с учетом содержания всех примесей, используя значения коэффициентов относительной летучести, данных по равновесию и по уравнениям рабочих линий для каждого из

Рис. 2. Зависимость расхода греющего пара от состава дистиллята при содержании метанола в питании: 1 — 1020; 2 — 3800; 3 — 8230 мг/л



компонентов. Были рассчитаны температуры кипения грязного конденсата и дистиллята для многокомпонентной системы, имеющей в своем составе сероводород, метилмеркаптан, диметилсульфид, диметилдисульфид, метанол, скипидар и воду (по данным АЦБК), и для бинарной — метанол — вода. Содержание метанола и воды в смеси определяли методом ключевых компонентов. Расхождение между результатами расчетов обоими способами было незначительным, температура кипения жидкости, рассчитанная с учетом всех примесей, ниже температуры кипения бинарной смеси на  $0,2 \dots 0,3$  °С. Присутствие легкокипящих компонентов (сероводород, метилмеркаптан) снижает температуру кипения смеси незначительно и мало влияет на необходимое число ступеней изменения концентраций в колонне. Расчет колонны дезодорации можно без большой погрешности проводить по данным для бинарной системы метанол — вода.

Для поддержания постоянных параметров при очистке конденсатов концентрация питания должна изменяться в небольших пределах. Например, при содержании метанола в конденсате 10 000 мг/л достаточно одной теоретической тарелки, чтобы получить 6 %-й дистиллят. Так как в укрепляющей части колонны установлено 4—5 тарелок, дистиллят будет содержать более 10 % метанола. В этом случае большая часть скипидара конденсируется в верхней части колонны, что приводит к его накоплению на тарелках, попаданию в очищенный конденсат и ухудшению качества очистки. При содержании метанола в питании менее 500 мг/л данного числа тарелок недостаточно для получения нужной концентрации дистиллята. Кроме того, возрастает расход пара на очистку, нарушается устойчивая работа колонны.

В процессе очистки конденсатов возникает проблема выделения и сбора скипидара. При содержании в конденсате более 0,05 % скипидара он может быть выделен отстаиванием в декантаторе. Для обеспечения наибольшего выхода скипидара необходимо проводить дезодорацию в определенном температурном режиме, исключая возможность конденсации скипидара в колонне на верхних тарелках. Как показали расчеты, при содержании метанола и примесей в дистилляте более 6 % температура кипения его ниже температуры конденсации водно-скипидарной смеси и возможна конденсация скипидара вверху колонны, что создает трудности с выделением его из метанольной воды перед подачей последней в укрепляющую колонну. Для поддержания оптимальной концентрации дистиллята и постоянной температуры в верхней части колонны необходимо подавать на питание грязный конденсат с содержанием метанола в пределах 1000...5000 мг/л, что достигается разделением потоков сильно- и слабозагрязненных конденсатов.

### Выводы

1. Установка колонны дезодорации между первым и вторым выпарными корпусами и обогрев колонны вторичным паром первого корпуса позволяет снизить расход теплоты на локальную очистку в 7—8

раз по сравнению с использованием свежего пара для обогрева колонны.

2. Для обеспечения устойчивой работы установки дезодорации на питание колонны следует подавать сильнозагрязненные конденсаты с содержанием метанола не менее 1000 мг/л. Оптимальная концентрация дистиллята по метанолу, при которой достигается высокая степень очистки по всем компонентам и обеспечивается возможность сбора скипидара, составляет около 6 %.

Поступила 1 июля 1992 г.

УДК 676.947.992.3 : 634.0.86.15

## КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ «ВРЕДНОЙ» СМОЛЫ В СУЛЬФИТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЕ

Л. А. МИЛОВИДОВА, Г. В. КОМАРОВА, Н. В. ЮДИНА

Архангельский лесотехнический институт

Одной из проблем, возникающих при оценке эффективности различных методов обессмоливания целлюлозы, является количественное определение основного параметра — содержания смолы в целлюлозе. Чаще всего ограничиваются нахождением содержания экстрактивных веществ. Но в ряде случаев, когда есть необходимость оценить влияние таких технологических факторов, как условия промывки, качество воды, рН и т. д., более полную картину можно получить по содержанию так называемой поверхностной смолы на волокнах.

К тому же именно поверхностная смола является основной причиной проявления «вредной» смолы и, следовательно, смоляных затруднений в производстве целлюлозы.

Существующие методы определения поверхностной смолы (флотационный, Густафсона) достаточно длительны, требуют использования значительных объемов воды и органических растворителей, а также больших проб целлюлозы. Абсолютные величины получаемых показателей незначительны, что увеличивает возможность ошибки.

В работе В. В. Тесленко [1] предложено находить поверхностную смолу путем фотометрирования фильтратов, но в ней отсутствует подробное описание методики.

Спектрофотометрический метод определения «вредной» смолы [3] предполагает экстракцию смолы из волокнистой суспензии этилацетатом. Смесь отстаивают на делительной воронке, а раствор смолы фотометрируют при длине волны  $\lambda = 250$  нм. Предлагаемая методика включает достаточно много операций, требует применения растворителя, кроме того, затруднен точный отбор волокнистой суспензии.

В связи с этим нами разработана методика определения поверхностной смолы путем фотометрирования пробы без использования растворителей.

В качестве модельных соединений экстрактивных веществ выбраны живичная канифоль и дистиллированное талловое масло. Навеску вещества (0,1 г) растворяли в 100 мл спирта. Аликвоту (1, 2, 3 мл и т. д.) в мерной колбе вместимостью 100 мл разводили до метки дистиллированной водой. Полученные эмульсии фотометрировали при  $\lambda = 400$  нм в кюветах толщиной 3 и 2 см соответственно для канифоли и таллового масла. (Подбор толщины рабочего слоя кювет и длины волны производили в ходе предварительных опытов).

Экспериментальные данные обработаны на ЭВМ, на их основе получены следующие уравнения регрессии:

для канифоли

$$C = 296,40D - 1,13;$$

для таллового масла

$$C = 341,16D - 4,66,$$

где  $C$  — концентрация «вредной» смолы, мг/л;

$D$  — оптическая плотность фотометрируемой пробы.

Параллельно по методике [3] построен калибровочный график и рассчитано уравнение регрессии для канифоли

$$C = 53,90D - 2,63.$$

Поскольку основными факторами, влияющими на смыв смолы с поверхности волокна, являются рН и продолжительность перемешивания, определено их воздействие на содержание поверхностной смолы (рис. 1). Температуру при перемешивании поддерживали постоянной (20 °С). Концентрация суспензии целлюлозы составляла 1 г/100 мл. Навеску целлюлозы брали с точностью 0,01 г, объем воды отмеряли пипеткой. Для перемешивания использовали стеклянную посуду и стеклянную мешалку с фиксированной частотой вращения (500 об/мин). Суспензию после перемешивания отфильтровывали на стеклянном фильтре № 1, фильтрат сразу же фотометрировали. На основании полученных результатов установлена продолжительность перемешивания суспензии и за оптимальную принята 1 ч (рис. 1, кривая 3). При рН 5...9 массовая доля поверхностной смолы как для небеленой (кривая 1), так и беленой (кривая 2) целлюлоз изменяется незначительно. Следовательно, возможные колебания рН не должны существенно исказить результат. Нами выбрано значение рН 6,5, поскольку именно оно соответствует дистиллированной воде, используемой в лаборатории.

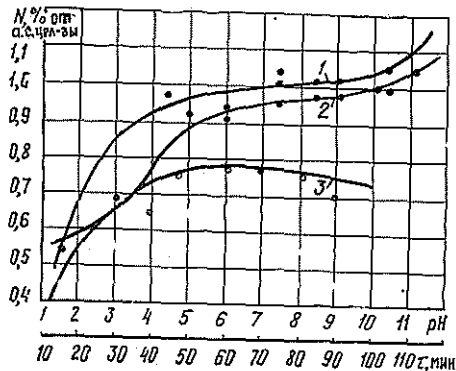


Рис. 1. Влияние рН (1, 2) и продолжительности перемешивания  $\tau$  (3) на массовую долю  $N$  эмульгированной смолы для небеленой (кривые 1, 3) и беленой (кривая 2) целлюлоз

Для определения относительной погрешности метода найдено заданное содержание поверхностной смолы в образце беленой обессмоленной целлюлозы. Для этого образец замачивали на 12 ч в спиртовом растворе живичной канифоли или таллового масла, имеющего концентрацию 10 г/л, при гидромодуле 1 : 5. Избыток спирта отфильтровывали, целлюлозу высушивали на воздухе и размешивали по вышеприведенной методике. Спиртовые и водные фильтраты фотометрировали. Рассчитывали фактическое и теоретическое содержание смолы (табл. 1) и составляли баланс.

Как видно из данных табл. 1, относительная погрешность равна 7,6... 8,7 %. Учитывая неоднородность обрабатываемого материала, полученный результат можно считать удовлетворительным.

Таблица 1

Результаты определения  
эмульгированной смолы в целлюлозе  
после обработки спиртовыми растворами

Показатели	Значения показателей целлюлозы, обработанной	
	талло-вым маслом	кани-фолью
Расходуемое количество смолы на 10 г целлюлозы <i>A</i> ; мг	237	260
Определяемое количество смолы: в спиртовом фильтрате <i>B</i> , мг осевшее на целлюлозе	145	188
$\frac{A-B}{10} = N$ , мг/г	9,2	7,2
в водном фильтрате <i>M</i> , мг/г	8,40	7,75
Относительная погрешность $\frac{N-M}{N} \cdot 100$ , %	8,7	7,6

Примечание. Проведено 5 параллельных опытов.

Далее нами проведено сравнение результатов определения «вредной» смолы по различным методикам (табл. 2). Для обработки использованы образцы производственной сульфитной небеленой целлюлозы (жесткость 52 п. ед., смолистость 2,19 %). Поскольку применяемые методики основаны на измерении фотометрической плотности, перед выполнением анализа образцы промывали, чтобы исключить влияние окрашивающих веществ сульфитного щелока.

Таблица 2

Результаты определения «вредной» смолы  
в небеленой сульфитной целлюлозе

Метод определения	Массовая доля «вредной» смолы, %	
	Опыт 1	Опыт 2
Разработанная методика	0,70	0,72
Методика из работы [2]	0,66	0,86
Флотация	0,011	0,010
Размол в ЦРА	0,29	0,20

Примечание. Калибровочный график построен для канифоли.

Данные, полученные по предложенной методике, выявили наилучшую сходимость параллельных опытов. Средние результаты, основанные на этой методике и способе [3], одинаковы. Флотационный метод при хорошей сходимости параллельных результатов дал низкие значения содержания «вредной» смолы из-за способности только части поверхностной смолы к адгезии на стеклянной поверхности. Кроме того, при флотационном способе и размол в ЦРА необходимо промывать используемое оборудование растворителем (спирт, эфир). Это увеличивает продолжительность выполнения работ и возможность ошибки.

Чтобы оценить чувствительность данной методики к различным технологическим факторам, в частности к условиям промывки, определено изменение содержания поверхностной смолы в сульфитной целлюлозе при отбелке по схеме X—Щ—Г—Г. Пробы целлюлозы отбирали с фильтров до промывки (до sprays) и после промывки (табл. 3).

Таблица 3

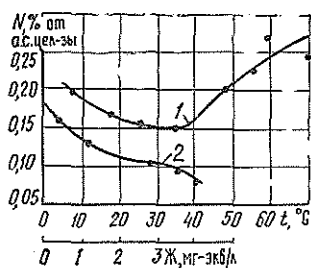
Изменение массовой доли эмульгированной смолы в сульфитной целлюлозе по ступеням отбели

Образец целлюлозы	Массовая доля эмульгированной смолы, % от абс. сухой целлюлозы, в отборах									
	до промывки					после промывки				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Небеленая	1,65	1,65	1,20	1,80	2,02	—	—	—	—	—
После хлорирования	0,82	0,82	1,08	1,02	1,01	0,78	0,76	0,89	0,98	0,98
После щелочения	1,42	1,42	1,52	1,76	1,46	0,44	—	—	0,59	0,59
После отбели гипохлоритом:										
1-я ступень	0,78	0,78	0,84	0,62	0,67	0,24	0,26	—	—	0,50
2-я ступень	0,80	0,81	0,86	1,14	1,40	0,26	0,22	—	—	0,41

Судя по полученным результатам, эта методика позволяет проследить за изменением содержания поверхностной смолы по ступеням отбели. Как и следовало ожидать, наибольшее количество поверхностной смолы содержит целлюлоза после ступени щелочения. При промывке ее содержание снижается на 60...70%. Добелкой гипохлоритом удается снять еще около 40% смолы. Однако необходимым условием более полного удаления поверхностной смолы является промывка между ступенями отбели.

На рис. 2 представлены результаты использования предлагаемой методики для оценки влияния таких параметров промывки, как температура и карбонатная жесткость воды, на степень удаления поверхностной смолы. Образец белой сульфитной целлюлозы размешивали согласно методике в воде с различной жесткостью. В фильтрах определяли массовую долю поверхностной смолы.

Рис. 2. Влияние условий промывки (1 — температура  $t$ , 2 — карбонатная жесткость  $Ж$ ) на изменение массовой доли эмульгированной смолы в фильтрате



Характер изменения содержания поверхностной смолы полностью соответствует существующим представлениям. Минимальная растворимость наблюдается в интервале температур 30...40°C. Повышение температуры до 60...70°C существенно улучшает качество промывки [2]. Повышение карбонатной жесткости воды также сопровождается ухудшением растворимости смолы. Наиболее заметное влияние жесткости отмечено в интервале концентраций 0...1 мг-экв/л.

Таким образом, разработанная нами методика быстрого определения так называемой «вредной» смолы в сульфитной целлюлозе чувствительна к изменению технологических факторов, влияющих на состояние смолы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Тесленко В. В. и др. Влияние pH на агрегативную устойчивость смоляного золя // Сб. тр. ЦНИИБ.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— № 14.— С. 991—995. [2].

Тумбин П. А. Современные методы обессмоливания сульфитной целлюлозы.— М.: Лесн. пром-сть, 1966.— 336 с. [3]. Вгипп Н. Pitch control in Kraft pulping of birch // Paperi ja PUU.— 1980.— 62, N. 1.— S. 39—41.

Поступила 26 июня 1992 г.

УДК 676.1.023.1.

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТОПОХИМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА КИНЕТИКУ ЩЕЛОЧНОЙ ВАРКИ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Г. Ф. ПРОКШИН, Я. В. КАЗАКОВ

Архангельский лесотехнический институт

Варка целлюлозы — сложный процесс, однако всегда можно найти кинетическое уравнение, достаточно точно описывающее скорость делигнификации [2, 4—7]. Воспользуемся известным топокинетическим уравнением Колмогорова — Ерофеева [3] и одной из методик его применения [8] для оценки влияния топахимических процессов на щелочную варку целлюлозы. Для этого во время щелочной варки древесной щепы различных пород (ель, осина) опишем одинаковыми кинетическими уравнениями расход активной щелочи и прирост содержания лигнина в черном щелоке (делигнификацию) как результат явно химических реакций, а также выход древесного остатка (непровара) как результат явно топахимических реакций.

Для практического применения приведем уравнение Колмогорова — Ерофеева к логарифмическому виду:

$$\lg(-\lg(1-\alpha)) = \lg K + n \lg t. \quad (1)$$

В этом уравнении приняты следующие обозначения:

$\alpha$  — доля израсходованного в реакции вещества,  $\alpha = (N_0 - N)/N_0$ ;

$N_0, N$  — содержание исходного и текущего количества вещества;

$K, n$  — константы, отражающие соответственно начальную скорость реакции и скорость ее изменения. Они зависят от скорости роста ядер и изменения числа активных центров в ходе реакции;

$t$  — время от начала реакции, мин.

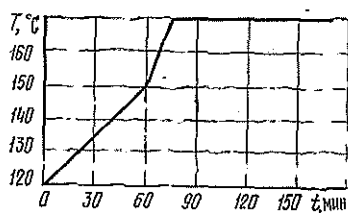
В случае пригодности уравнения (1) для описания кинетики процесса экспериментальные точки при графической интерпретации в логарифмических координатах должны укладываться на прямую линию. Тангенс угла наклона этой прямой равен  $n$ , а начальная ордината —  $\lg K$ .

Исследовали щепу различных пород древесины (осина, ель) и три модификации щелочной варки: первая — сульфатная с белым щелоком, вторая — то же, но с добавкой 2 % сухих веществ упаренного черного щелока по отношению к абс. сухой древесине, третья — натронная с добавкой 16 % диметилсульфоксида (ДМСО) по отношению к абс. сухой древесине. Расход активной щелочи в ед.  $\text{Na}_2\text{O}$  при сульфатных варках составлял 18 % по отношению к абс. сухой древесине, при натронной — 16 %.

Варки щепы лабораторного изготовления (средние длина, ширина и толщина соответственно  $3,35 \cdot 10^{-2}$ ;  $2,30 \cdot 10^{-2}$  и  $0,61 \cdot 10^{-2}$  м) проводили в стаканах-автоклавах на глицериновой бане при гидромодуле 5. Температурный режим одинаков для всех модификаций варок (рис. 1). При достижении конечной температуры, а затем через 30, 60, 90 мин автоклавы извлекали из бани, быстро охлаждали водой, вскры-



Рис. 1. Температурный график варок



вали и отбирали пробы черного щелока для определения содержания лигнина по оптической плотности комплекса лигнина с феррицианидом калия [1] и остаточной щелочи потенциометрическим титрованием 0,1 М раствором HCl до pH 8,3. Непровар после отделения от волокна, промывки на сите и сушки взвешивали [9].

Выход непровара определяли в долях от исходной древесины, поэтому скорость расхода активной щелочи измеряли в долях от заданного количества, а скорость делигнификации — в долях от лигнина, перешедшего в раствор в конце процесса.

Для каждой варки по полученным экспериментальным точкам построены три кинетические кривые в координатах  $\alpha$  от  $t$  и в логарифмических координатах, как показано на рис. 2 ( $t$  — время от начала нагрева, мин).

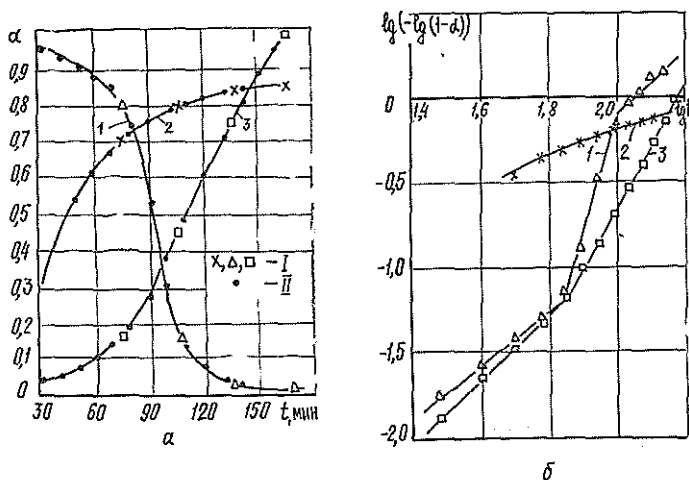


Рис. 2. Изменение контролируемых параметров натронной варки осины с добавкой ДМСО в координатах  $\alpha$ ,  $t$  (а) и логарифмических координатах  $\lg(-\lg(1-\alpha))$ ,  $\lg t$  (б): 1 — выход непровара; 2 — расход активной щелочи; 3 — делигнификация; I — экспериментальные точки; II — точки, вычисляемые по уравнению (1)

Как видно из рис. 2, б, на графиках можно выделить линейные участки, где применимо уравнение (1). Таким образом, получено три участка с различным наклоном прямой для непровара и два — для делигнификации и расхода активной щелочи. Расчеты констант  $K$  и  $n$  способом наименьших квадратов произведены по специально разработанной программе на ЭВМ. Это дает возможность рассчитать теоретически дополнительные точки, которые достаточно хорошо укладываются на экспериментальные кривые (см. рис. 2, а). Значения кинетических параметров  $K$  и  $n$  для всех шести варок представлены в таблице.

Значения  $\lg K$  и  $n$  в кинетических уравнениях при использовании в качестве сырья осины (числитель) и ели (знаменатель)

Параметры	Линейные участки логарифмической кривой						делигнификации	
	непривара			расхода активной щелочи				
	I	II	III	I	II	I	II	
Сульфатная варка без добавки:	$\lg K$	$\frac{-12,90}{-14,10}$	$\frac{-1,95}{-4,43}$	$\frac{-1,17}{-2,42}$	$\frac{-3,26}{-1,38}$	$\frac{-3,85}{-4,03}$	$\frac{-5,86}{-6,18}$	
	$n$	$\frac{1,61}{1,57}$	$\frac{1,05}{2,11}$	$\frac{0,35}{0,98}$	$\frac{1,35}{0,48}$	$\frac{1,53}{1,64}$	$\frac{2,67}{2,87}$	
Сульфатная варка с добавкой:	$\lg K$	$\frac{-3,68}{-3,51}$	$\frac{-12,50}{-8,61}$	$\frac{-4,39}{-4,38}$	$\frac{-2,21}{-2,41}$	$\frac{-1,34}{-1,95}$	$\frac{-5,18}{-6,65}$	
	$n$	$\frac{1,47}{1,35}$	$\frac{6,27}{4,10}$	$\frac{2,22}{2,07}$	$\frac{0,91}{0,99}$	$\frac{0,47}{0,75}$	$\frac{1,24}{1,52}$	
Нагротная варка с ДМСО:	$\lg K$	$\frac{-4,30}{-4,15}$	$\frac{-12,20}{-12,40}$	$\frac{-4,75}{-2,17}$	$\frac{-2,20}{-2,50}$	$\frac{-4,79}{-5,45}$	$\frac{-8,44}{-8,13}$	
	$n$	$\frac{1,71}{1,61}$	$\frac{5,96}{5,68}$	$\frac{2,30}{0,90}$	$\frac{1,02}{1,09}$	$\frac{0,55}{0,81}$	$\frac{1,96}{2,28}$	

В работе [8] показано, что при анализе экспериментальных данных с помощью уравнения Колмогорова — Ерофеева трудно выявить влияние конкретных свойств вещества или реакционной среды на каждой из параметров  $K$  и  $n$ , входящих в это уравнение. Их значения определяются одинаковыми физическими и химическими факторами, что осложняет количественную оценку влияния того или иного фактора, а также сравнение их экспериментальных значений, полученных в различных условиях. Однако такое сравнение мы считаем возможным, если в исследуемых реакциях выделить отдельные стадии и охарактеризовать их количественно, используя одно и то же кинетическое уравнение.

Между  $\lg K$  и  $n$  существует компенсационная зависимость линейного характера, одинаковая для всех участков кривых, характеризующих проанализированные варки, и выражаемая уравнением

$$\lg K = a - bn. \quad (2)$$

Так как эта зависимость подобна полученной для явно топохимического процесса сепарирования щепы на волокна (образование неприва-

ра), то можно утверждать, что и две другие кинетические кривые (делигнификации и расхода активной щелочи) определяются топохимическим характером процесса.

В уравнении (2)  $a$  и  $b$  — новые константы ( $a$  представляет собой значение  $\lg K$  при  $n = 0$  и экспериментально определяется путем экстраполяции компенсационной прямой на  $n = 0$ ;  $b$  — тангенс угла наклона компенсационной прямой).

На рис. 3 представлена зависимость между  $\lg K$  и  $n$ . Значения  $\lg K$  и  $n$  вычислены для проведенных различных щелочных варок осины и ели и всех участков кинетических кривых, отражающих определенные периоды реакции. Как видно из этого рисунка, полученные точки хорошо укладываются на одну прямую, т. е. выявлена одинаковая компенсационная зависимость между  $\lg K$  и  $n$  для различных щелочных варок и исследованных пород древесины.

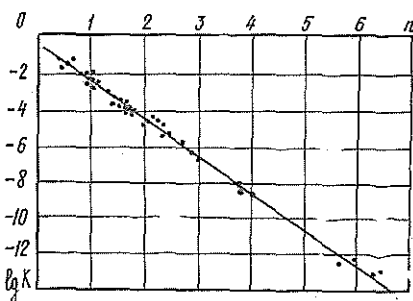


Рис. 3. Компенсационная зависимость  $\lg K$  от  $n$  для шести различных щелочных варок и различных участков кинетических кривых

Таким образом, как эксперименты, так и расчеты показывают, что кинетика расхода активной щелочи, делигнификации и выхода твердого остатка может быть описана с удовлетворительной точностью одинаковым топокинетическим уравнением на разных этапах варки. При этом константы  $\lg K$  и  $n$  для всех варок связаны линейной зависимостью, что может служить доказательством определяющего влияния топохимических процессов в матрице твердого древесного вещества на кинетику делигнификации и расхода активной щелочи, по крайней мере, до момента разделения щепы на волокна.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. 580265 СССР, МКИ Д 21 С 3/02. Способ определения лигнина в растворах химической переработки целлюлозосодержащих материалов / Ю. Г. Хабаров, Е. В. Новожилов, Г. Ф. Прошкин, И. М. Боховкин.— № 2359171/29—12; Заявлено 13.05.76; Опубл. 15.11.77, Бюл. № 42 // Открытия. Изобретения.— 1972.— № 42.— С. 72. [2]. Белькова Л. П., Громов В. С., Михайлов А. И. Полихронная кинетика процесса делигнификации древесины. I. Процесс азотокислой делигнификации // Химия древесины.— 1980.— № 6.— С. 50—58. [3]. Еремин Е. Н. Основы химической кинетики.— М.: Высш. шк., 1976.— С. 341—351. [4]. Зильберглейт М. А., Глушко Т. В., Резников В. М. Превращения компонентов древесины как кинетически неоднородных объектов // Химия древесины.— 1990.— № 2.— С. 3—7. [5]. Зильберглейт М. А., Резников В. М. Принципы кинетической оценки превращения лигнина в химических реакциях // Химия древесины.— 1988.— № 6.— С. 62—68. [6]. Карманов А. П., Давыдов В. Д., Богомолов Б. Д. Исследование кинетики щелочной делигнификации древесины // Химия древесины.— 1981.— № 5.— С. 63—71. [7]. Пен Г. З., Шапиро И. Л., Пен В. Р. Кинетика натронной варки древесины сосны // Химия древесины.— 1989.— № 5.— С. 58—63. [8]. Проташин В. А. Новые закономерности в топохимии.— М.: Знание, 1974.— 70 с. [9]. Правилова Т. А. Химический контроль производства сульфатной целлюлозы.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— С. 256.

## ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630\*378.31 : 577.472

## УЩЕРБ ВОДНОЙ СРЕДЕ ОТ ЛЕСОСПЛАВА

Е. С. РОМАНОВ

Архангельский лесотехнический институт

В бореальных лесах России низка обеспеченность территорий транспортными путями. Так, в Архангельской области на единицу площади приходится железных дорог вдвое, а автомобильных с твердым покрытием влетьеро меньше, чем в среднем по стране. Зато речных путей с гарантированными глубинами здесь больше в 1,3 раза (а на 100 тыс. т перевезенных грузов даже в 2,5 раза) [6], что, естественно, располагает к широкому применению лесосплава.

К сожалению, эта возможность используется не без вреда для природы. Известно довольно много суждений, свидетельств, фактов, отрицательных последствий лесосплава [4—6, 10], хотя в целом это разрозненные сведения, а системные, всесторонние исследования до сих пор не проведены.

Научные работы по лесосплаву велись в основном по двум направлениям. Первое включало вопросы, связанные с потерями древесины, освоением затонувшей и разнесенной древесины. Эти работы проводил отраслевой институт бывш. Минлеспрома СССР ЦНИИлесосплава [12, 13]. Изучением технологии и механизации лесосплава занимались также ВКНИИВОЛТ и другие отраслевые институты [7, 8]. Второе направление — влияние лесосплава на рыбные запасы рек и озер. Эти исследования проводили ГосНИИОРХ и др. Нельзя утверждать, что отраслевые институты были необъективны и тенденциозны, отстаивали интересы только своих ведомств, но нет и полной уверенности в их научной беспристрастности.

Наиболее обстоятельна, на наш взгляд, статья М. Н. Фоминцева, ЦНИИлесосплава [11]. Автор справедливо отмечает, что с помощью лесосплава в нашей стране выполняется огромная транспортная работа при минимальных затратах искусственной (не природной) энергии. Только на молевом сплаве ежегодно используется энергия течения рек, эквивалентная 28 млн кВт или мощности шести Красноярских ГЭС. Еще больше искусственная энергия, сберегаемая благодаря плотовому сплаву.

Эта, так сказать, энергетическая сторона лесосплава явно свидетельствует в его пользу. Другая сторона — экологическая. Подсчитано, что при замене молевого сплава сухопутным транспортом выбросы в атмосферу вредных веществ от сгорания дополнительного объема углеродородного топлива составят около 30 600 т ежегодно. С дождями и талыми водами большая часть этих веществ через площади водосбора попадет в воду рек и других водоемов. Несомненно, что влияние это будет пагубнее, нежели от молевого сплава.

Противоречивы оценки ученых, изучавших экстрагирование водой химических веществ из древесины. Само по себе это явление неоспоримо и относится не только к молевому сплаву, но и к плотовому. Но цифровой материал и здесь имеется в основном по молевым рекам. Установлено, что концентрация вымываемых из древесины водорастворимых

веществ весьма незначительна — 0,0001...0,0030 мг/л, что во много раз меньше допустимой и мало отличается от значений при бытовом режиме рек (поскольку загрязненность рек существует и без лесосплава). Известный исследователь-ихтиолог Н. А. Остроумов считал, что наличие древесины в воде положительно влияет на рыбную фауну. М. Н. Фоминцев отмечает, что выпущенные в Братское водохранилище мальки байкальского омуля устремились в лесосплавные реки, а не в те, где сплав был прекращен.

В 1992 г. «Лесная газета» опубликовала два материала под названием «Сплав и рыба». В этих статьях авторы, не являющиеся, правда, специалистами рыбного хозяйства, приводят прямо противоположные факты. В одном случае с прекращением сплава улучшился породный состав и увеличились рыбные запасы (приток Вычегды [10]), в другом сплав влиял положительно, а с его прекращением рыбы стало меньше (Свердловская область [9]).

Бывший Минрыбхоз не подтвердил увеличения уловов рыбы, хотя с 1965 г. по его инициативе к 1987 г. 86 % рек были освобождены от молевого лесосплава, в том числе 656 рек в течение 22 лет и более.

Справедливо отмечают [6, 11], что сплавные реки свободны от древесины большую часть года: малые — в течение 270...345, средние — 218...334, большие — 200...270 дн. За это время вода полностью сменяется в средних реках 15—23 раза, в больших 10—16 раз.

Объединением Кареллеспром с 1976 г. по 1987 г. было очищено и сдано Госнадзору и органам рыбоохраны 2437 км лесосплавных путей, но ни один из 106 водоемов общей протяженностью 1850 км не стал богаче рыбой, тогда как при проведении лесосплава они считались рыбохозяйственными.

При всех оценках влияния лесосплава на рыбные запасы следует учитывать, что количество экстрагируемых из древесины веществ, поступающих в реки в виде стока с площадей водосбора (от разложения древесного отпада, ветровала и т. п.) во много крат больше, чем из плывущих при сплаве бревен. М. Н. Фоминцев, называя общую цифру вымываемых из сплаваемой древесины водорастворимых органических веществ — 113 т в год, подчеркивает, что при замене молевого сплава сухопутным автотранспортом значительно более токсичные выбросы в атмосферу будут в 270 раз больше и тем или иным путем основная их часть попадет в воду.

В Архангельской области снижение объемов лесосплава в 1976—1978 гг. сопровождалось увеличением общего улова рыбы при стабильном улове лососевых. Затем уменьшились как сплав, так и общие уловы (при сохранении уровня лососевых), а в 1980 г. увеличилось и то, и другое. Таким образом, тесной прямой связи между этими показателями не прослеживалось.

Архангельский госинспектор В. Никонов, напротив, утверждает, что «из-за отрицательного воздействия лесосплава на среду обитания, условия размножения и пути миграции в бассейне Северной Двины только запасам семги ежегодно наносится ущерб в размере 175 т на сумму 2,6 млн. рублей (по расчетам Севрыбвода)» [5].

Обследование р. Явзоры и Суры (притоки р. Пинеги) показало, что и через 30 лет после прекращения молевого сплава эти реки не восстановились, их гидрохимический режим неблагоприятен [4]. Одновременное снижение объемов лесосплава и рыбопродуктивности (с 3 до 1 кг/га) отмечено для Камского бассейна в 1968—1985 гг.

В целом из приведенных и других данных можно заключить, что лесосплав влияет на рыбное хозяйство все же отрицательно, но степень этого влияния измерить и увязать с объемами сплава пока не удалось и вряд ли вообще возможно.

Более определенно можно судить о потерях древесины при лесосплаве, хотя приводимые конкретные объемы затонувшей и разнесенной древесины определены не прямым счетом, а либо косвенно (как разность между тем, что пущено, и тем, что прибыло), либо статистически (перечетом на пробных площадях и переводом результата на всю площадь, где имеется разнесенная древесина).

Объемы поднятой древесины, конечно, не выражают объемов утопа за длительное время. Есть упоминания о том, что в целом по бывш. СССР на дне рек находится около 15 млн м<sup>3</sup> древесины [14]. По данным Б. Н. Чарышникова [12], объем затонувшей древесины на лесосплавных реках и выгрузочных рейдах Минлеспрома СССР в 1989 г. составлял 8,6 млн м<sup>3</sup>, в том числе на реках 6,7 млн м<sup>3</sup>. Доля деловой древесины в этой массе оценивалась в 45,7 % (3,1 млн м<sup>3</sup>). Из этих объемов на реках европейской части страны находилось в незамытом состоянии около 3,5 млн м<sup>3</sup> топлива. В Архангельской области объемы затонувшей древесины в 1989 г. превышали 1,5 млн м<sup>3</sup>, из них на хвойную древесину приходилось 1380 тыс. м<sup>3</sup> (91 %), на деловую — 666 тыс. м<sup>3</sup> (44 %).

Отмечалось, однако, что эти оценки вызывают сомнения. К тому же не определена точная дислокация топлива, что не позволяет рассчитать потребности технологических средств и их расстановку. Остро необходимы приборы для обнаружения топлива, диагностики его состояния.

О масштабах работ по освоению затонувшей и разнесенной древесины имеются следующие сведения. Ежегодно по стране удается поднять около 1,3 млн м<sup>3</sup> затонувшей и собрать 1,4 млн м<sup>3</sup> разнесенной древесины [7, 8]. В Карелии, например, за 40 лет (к 1991 г.) было освоено затонувшей и аварийной древесины более 5 млн м<sup>3</sup> [1].

В Архангельской области было поднято затонувшей древесины: в 1985 г. — 168, в 1986 г. — 173, в 1987 г. — 166, в 1988 г. — 155, в 1989 г. — 145 тыс. м<sup>3</sup>; но затем, как и с объемами сплава, произошло резкое снижение: в 1991 г. лишь 95 тыс. м<sup>3</sup>. На 1992 г. было запланировано 88,7 тыс. м<sup>3</sup>, а в 1993—1995 гг. намечается поднимать по 83 тыс. м<sup>3</sup> ежегодно. Сбор разнесенной древесины, достигавший 143 тыс. м<sup>3</sup> в 1985 г., снизился до 70...80 тыс. м<sup>3</sup> (в 1988 г. всего 39,2 тыс. м<sup>3</sup>). Странно, что плановые объемы сбора явно занижаются, а потом невыполняются.

По пути в Архангельск сплавная древесина проходит путь в несколько сот километров. Так, от рейда Шипицыно, под Котласом, расстояние до Архангельска 591 км, при средней технической скорости 5,5...6,5 км/ч продолжительность буксировки составляет 90...100 ч. Однако несравненно дольше древесина находится в молевом сплаве, в передерживающих запанях (в области устанавливаются только поперечных запаней — 38), на лесостоянках в пунктах приплава в ожидании выкатки. Многие тысячи кубометров, сотни тысяч и миллионы бревен находятся в воде до 120...150 сут. В таких условиях тонкомерная древесина, да и любая плохо подготовленная, теряет плавучесть и, оказавшись вне плотов и пучков, тонет.

Есть данные, что на акватории Архангельского порта находится около 100 тыс. м<sup>3</sup> топлива. Наибольшие скопления затонувшей древесины образовались на лесоперевалочных предприятиях: Турдеевской и Исакогорской лесобазах, в Маймаксанском лесном порту (30, 12, 10 тыс. м<sup>3</sup> соответственно), на акваториях ЛДК и ЦБК насчитывается по 1...5 тыс. м<sup>3</sup>. Все эти цифры не должны казаться малыми: ведь речь идет о древесине, находящейся в ненормальном состоянии, отрицательно влияющей на качество воды, условия судоходства и т. д. К тому же кубометр — не подходящий измеритель для топлива. Число кубометров надо умножить на 5...7...12, чтобы получить число бре-

вен, поскольку всякого рода нежелательные влияния реально исходят от каждого бревна, а не от кубометра.

До последнего времени в Архангельске ежегодно поднимали до 30 тыс. м<sup>3</sup> топлива и собирали по 15... 20 тыс. м<sup>3</sup> разнесенной древесины. Разнос древесины происходит в основном во время ледохода. В межледный период он обусловлен приплывом по течению реки единичных бревен вследствие нарушения боновых ограждений, бесхозяйственности на предприятиях, повреждений плотов при буксировке и т. д.

Плавающие бревна создают много помех судоходству, особенно винтовым судам. Речники отмечают, что происшествия, вызванные встречей судов с плавающими бревнами, приводят к частым поломкам; ремонтные работы отнимают межрейсовое время, а в экстренных случаях выполняются во время рейса, нередко по ночам; команды судов лишаются полноценного отдыха; задерживаются рейсы, в том числе и пассажирские. Когда бревна выносит на судовой ход, возникают аварийные ситуации, осложняется выполнение дноуглубительных работ. В штормовую погоду из-за боновых ограждений на стремнины выбрасываются сотни, а порой и тысячи бревен.

Из данного обзора можно сделать следующие развернутые выводы.

1. Исторически, географически, экономически лесосплав играл большую роль в экономике России. И в настоящее время его роль значительна, и ее нельзя недооценивать. Это самый дешевый вид лесотранспорта. Известно, например, что, затратив 1 л топлива, можно доставить 1 т груза автомобилем на 18 км, железнодорожным транспортом на 78, сплавом на 307 км. Соответственно и загрязнение атмосферы, а через нее и воды, продуктами сгорания топлива при сплаве во много раз меньше, чем при сухопутных перевозках.

2. Экономическая эффективность замены молевого сплава сухопутным лесотранспортом далеко не столь очевидна. Ведь многие отрицательные влияния молевого сплава можно резко снизить при соблюдении ГОСТов, требований технологии и организации производства. Но самое главное — в наше столь трудное время противоречило бы всякому здравому смыслу отвлекать миллиарды капиталовложений, потерять до 9 млн м<sup>3</sup> лесозаготовительных производственных мощностей, обострить проблемы занятости в десятках сплавных лесопунктов, еще более (в 3—4 раза) взвинтить себестоимость лесозаготовок ради ликвидации молевого сплава. Для Архангельской области это было бы весьма болезненным и крайне несвоевременным шагом. Расчеты Гипролестранса и ЦНИИлесосплава убеждают: в ближайшие годы альтернативы молевому сплаву нет [13]. Мы полностью разделяем это мнение.

3. Наличие у лесосплава ряда отрицательных сторон бесспорно. С ними нельзя мириться. Их надо ослаблять и как можно быстрее изживать. Но не путем постановлений и запретов (прошедшие десятилетия показали, что этот путь бесплоден), а прежде всего экономическими методами, как это делают в развитых странах. Лесосплав за рубежом сохраняет позиции, его объемы стабилизировались на уровне: Канада — 41,5; Финляндия — 8; Швеция — 6 млн м<sup>3</sup>. Но там не возникает таких экологических проблем, как у нас.

4. Мы предлагаем классифицировать ущерб от лесосплава на следующие четыре вида (названия даны условно, предварительно; в дальнейшем их можно уточнить):

а) механический (или физический), включая утоп, разнос древесины, снижение прозрачности воды и др.;

б) химический: насыщение воды таннидами, фенолами, другими нежелательными химическими веществами, вызывающими ухудшение качества воды;

в) биологический — комплекс отрицательных влияний, проявляющихся в снижении рыбных запасов и другого ущерба фауне и флоре;

г) социально-производственный: влияние на судоходство, промышленный забор воды, условия отдыха на воде (купание, водный спорт и др.), бытовые нужды (прямой забор воды населением, полоскание белья и т. п.), ухудшение пейзажа и т. д.

Условность этого разделения очевидна, так как каждый вид ущерба так или иначе связан с другими, а все вместе они формируют экономический ущерб.

Классификация будет полезна, по нашему мнению, для более четкого обсуждения вопросов, в том числе и о платности за водопользование для лесосплава.

5. Особый вопрос — загрязнение воды лесосплавным флотом и другим оборудованием, используемым при работе со сплавляемой древесиной: плавкранами, такелажницами, топлякоподъемниками и т. п. От них поступают в речную воду топливо, масла (подсланевые воды), фекальные, хозяйственно-бытовые и другие сточные воды, сухой мусор и др. Их вредное влияние настолько разнообразно, что нельзя (и бессмысленно) разграничивать его на химическое, биологическое.

Знакомство с литературой по речному транспорту [2, 3] показало, что экологический ущерб водной среде судоходных рек от лесосплава речники либо недооценивают, либо считают совершенно незначительным (в каждой из книг всего по несколько общих строк о лесосплаве без каких-либо оценок) по сравнению с загрязнением от плавсредств (суда) и других источников. Поэтому с заменой плотового лесосплава на перевозки в судах экологический ущерб рекам не только не сократится до нуля, но, возможно, и увеличится, если не предъявлять жестких требований к флоту.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Гендель И. М. Подъем затонувшей и сбор аварийной древесины в объединении Кареллеспром // Лесозэксплуатация и лесосплав: Экспресс-информ. / ВНИПИЭИлеспром.—1992.— Вып. 3.— С. 10—13. [2]. Голубев И. Р., Новиков Ю. В. Окружающая среда и транспорт.— М.: Транспорт, 1987.— 207 с. [3]. Дегтярев В. В. Охрана окружающей среды: Учебник для институтов водного транспорта.— М.: Транспорт, 1989.— 208 с. [4]. Григоров М. Застарелые болезни // Правда Севера.— 1988.— 12 янв. [5]. Никонов В. Иллюзии благополучных отчетов // Правда Севера.— 1988.— 8—9 янв. [6]. Романов Е. С. Экономические особенности лесосплавного производства.— Архангельск: РИО АЛТИ, 1990.— 76 с. [7]. Румянцев Ю. И. Организация работ по сбору плавающей древесины на водохранилищах и подъему топляка на реках предприятиями отрасли // Лесозэксплуатация и лесосплав: Экспресс-информ. / ВНИПИЭИлеспром.— 1990.— Вып. 16.— С. 2—13. [8]. Румянцев Ю. И. Лесосплав: реалии и перспективы // Лесн. пром-сть.— 1991.— № 3.— С. 2—3. [9]. Сплав и рыба / А. Еварестов // Лесн. газ.— 1992.— 23 янв. [10]. Сплав и рыба (возвращаясь к напечатанному) / М. Уляшов // Лесн. газ.— 1992.— 29 февр. [11]. Фоминцев М. Н. Влияние лесосплава на водные объекты и возможные критерии его экологичности // Лесозэксплуатация и лесосплав: Экспресс-информ. / ВНИПИЭИлеспром.— 1990.— Вып. 11.— С. 2—9. [12]. Чарышников Б. Н. Технические средства для сбора затонувшей и разнесенной древесины // Лесн. пром-сть.— 1991.— № 3.— С. 8—9. [13]. Чернцов В. А. Развитие лесосплава в ближайшие годы // Лесн. пром-сть.— 1991.— № 3.— С. 4—5. [14]. Экологические проблемы региона и основные направления рационального природопользования, расширенного воспроизводства природных ресурсов: Тез. докл. науч.-практич. конф. (г. Архангельск, 1—3 окт. 1991 г.).— Архангельск, 1991.— 233 с.

Поступила 2 ноября 1992 г.



УДК 630\*62

## ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ УРОВНЯ ИНТЕНСИВНОСТИ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Ю. В. КУЗМИНЫХ

Санкт-Петербургская лесотехническая академия

В настоящее время в разных регионах нашей страны лесохозяйственное производство ведется с различной интенсивностью, что вызвано разнообразием природных условий, неравномерным размещением лесных ресурсов и центров лесопотребления и другими экономическими условиями.

Диапазон колебаний показателей, характеризующих уровень развития лесохозяйственного производства регионов и тем более отдельных лесхозов очень велик. Так, операционные расходы, рассчитанные на 1 га лесной площади, колеблются от нескольких копеек на севере и востоке до нескольких десятков рублей в центре и на юге России.

На предприятиях лесохозяйственное производство представлено разным комплексом лесохозяйственных мероприятий. На одних это только охрана и защита лесов, в других лесхозах наибольшая доля приходится на мероприятия по лесовыращиванию и повышению продуктивности лесов.

В лесохозяйственных предприятиях неодинакова обеспеченность техникой, рабочей силой, социальная инфраструктура. Поэтому при решении вопросов, связанных с лесохозяйственным производством, следует учитывать уровень его организации, интенсивность.

Измерение уровня интенсивности позволило бы обоснованно производить лесохозяйственное районирование, правильнее финансировать лесохозяйственные и лесокультурные мероприятия, дифференцированно осуществлять лесоустройство и т. п. Показатели уровня интенсивности необходимы при анализе хозяйственной деятельности за длительный период, управлении экономическими процессами размещения производства.

Проблема измерения уровня интенсивности лесохозяйственного производства уже давно привлекала внимание исследователей. В разное время ею занимались А. Ф. Рудзкий, М. М. Орлов, А. А. Байтин, В. Л. Джикович, П. Э. Сарма, А. И. Котов, Е. Я. Судачков, Е. В. Полянский, Т. А. Кислова и др. Из работ последних лет можно отметить публикации Б. Н. Желибы [1, 4]. Этими авторами были выдвинуты разные пути решения, однако ни одно предложение не стало общепризнанным. До сих пор нет единого показателя (или их системы) уровня интенсивности лесохозяйственного производства и, следовательно, общепринятой ее шкалы.

Лесохозяйственное производство многогранно, и существует достаточно большое число отражающих его натуральных и стоимостных показателей. Какой же из них целесообразнее использовать для определения уровня интенсивности лесохозяйственного производства? Часть исследователей (А. М. Чилимов, В. Г. Сударев, А. А. Байтин и др.) трактуют интенсивность лишь через затраты, не учитывая того, что под влиянием организационно-производственных факторов одни и те же затраты могут дать различные результаты. Другая группа авторов

(М. И. Гальперин, О. А. Анцукевич, Н. И. Воронец, Э. М. Гамова и др.), принимая во внимание, что учитывать надо не только затраты, но и их эффект, указывают в определениях интенсивности цель производимых затрат — увеличение количества и улучшение качества лесохозяйственной продукции.

Под интенсивностью лесохозяйственного производства, по нашему мнению, следует понимать степень концентрации используемых ресурсов (материальные, денежные, трудовые) на данной земельной площади в целях повышения продуктивности лесов. Все ресурсы должны быть опосредованы трудом. Кроме того, необходимо учесть, что лесное хозяйство трудоемко и пока большинство лесохозяйственных мероприятий выполняется с применением ручного труда. Поэтому показатели использования трудовых ресурсов являются важнейшими для характеристики лесохозяйственного производства.

Разнообразны предложенные системы измерения уровня интенсивности. По мнению Е. В. Полянского и М. С. Скочко [3], «измерителем абсолютного уровня интенсивности в каждом данном периоде может быть лишь количество продукции, которое получается с единицы лесной площади благодаря лесохозяйственной деятельности, осуществляемой в этом периоде». Однако до недавнего времени не было возможности измерить объем произведенной продукции. С переходом на новые экономические отношения эта возможность появилась, поскольку продукция лесохозяйственного производства стала оцениваться по стоимости. Учитывая данное обстоятельство, а также то, что «экономические показатели, применяемые для характеристики интенсивности воспроизводственного процесса, должны быть простыми, доступными, наглядными и иметь экономическую интерпретацию» [2], целесообразно, по нашему мнению, использовать для оценки уровня интенсивности показатель товарной продукции на 1 га лесной площади. Достоинства этого показателя заключаются в том, что он отражает не затраты, а их результат; рассчитывается по нормативам оплаты (ценам), а не фактическим затратам; имеется в формах статистической отчетности предприятий, переведенных на хозрасчет.

Недостатком показателя товарной продукции является то, что он, как и все стоимостные показатели, может изменяться под влиянием инфляционных процессов. Поэтому сейчас невозможно построить шкалу интенсивности на основе товарной продукции.

Нами предпринята попытка провести дифференциацию регионов по другому показателю, имеющему наиболее тесную связь с показателем товарной продукции. Был произведен корреляционный анализ, в ходе которого вычислены коэффициенты корреляции, показывающие тесноту

Таблица 1

Показатели интенсивности	Коэффициент корреляции
Сводный объем лесохозяйственного производства, р.	0,92
Удельные трудозатраты, чел./тыс. га	0,96
Операционные расходы, р.	0,96
Сумма мобилизации собственных средств, р.	0,89
Объем пользования, м <sup>3</sup> :	
главного	0,85
промежуточного	0,91
Отношение промежуточного пользования к главному, %	0,94
Доля обрабатываемой площади в лесной, %	0,85
Использование расчетной лесосеки, %	0,25
Площадь предприятия, тыс. га	0,77

связи между товарной продукцией и показателями интенсивности, предлагаемыми другими исследователями. Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Из таблицы видно, что наиболее тесную связь с показателем товарной продукции имеют трудозатраты и операционные расходы. Эти показатели в равной мере могут быть использованы для дальнейшего изучения уровня интенсивности на территории Российской Федерации. Пока целесообразнее использовать показатель трудозатрат, поскольку операционные расходы, как и товарная продукция, подвержены влиянию инфляционных процессов.

С учетом изложенного нами предложена шкала интенсивности лесохозяйственного производства, построенная на основе изучения уровня трудозатрат для регионов Российской Федерации (табл. 2).

Таблица 2

Класс интенсивности	Уровень интенсивности	Значение показателя трудозатрат, чел./тыс. га	
		Европейско-Уральская зона	Азиатская зона
1	Низкий	<0,20	<0,20
2	Относительно низкий	0,20... 0,80	0,20... 0,55
3	Средний	0,80... 2,00	0,55... 0,75
4	Относительно высокий	2,00... 5,00	0,75... 1,50
5	Высокий	>5,00	>1,50

В соответствии с этой шкалой была сделана попытка лесохозяйственного районирования. Выделено пять групп интенсивности. Республики, края и области, относящиеся к одной группе интенсивности, имеют более или менее аналогичный характер лесохозяйственного производства и лесопользования, и их можно считать однородными совокупностями, для которых процесс лесохозяйственного производства может быть усреднен. Для каждой из выделенных групп могут быть установлены нормативные объемы лесохозяйственных работ, нормативы финансирования и другие нормативы, учитывающие фактор интенсивности при решении практических задач лесохозяйственного производства.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Желиба Б. Н. Эффективность ведения лесного хозяйства Белоруссии.— Минск, Ураджай, 1986.— 144 с. [2]. Ильин В. А. Размещение, концентрация, специализация и комбинирование лесохозяйственного производства.— Л.: ЛТА, 1985.— 40 с. [3]. Полянский Е. В., Скочко М. С. Методика исследования интенсивности лесного хозяйства.— Л.: ЛенНИИЛХ, 1971.— 58 с. [4]. Янушко А. Д., Желиба Б. Н. Показатели интенсивности лесного хозяйства // Лесц. хоз-во.— 1984.— № 9.— С. 20—24.

Поступила 20 февраля 1992 г.

\* \* \*

Опечатка. В «Лесном журнале» № 3 за 1992 г. на с. 104 в первом уравнении системы (3) набран лишний знак  $\Sigma$ .

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630\*5

**ОСОБЕННОСТИ  
СТРОЕНИЯ И ТАКСАЦИИ ЕЛОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ  
ДЕКОНЦЕНТРИРОВАННОГО ЭКСПЛУАТАЦИОННОГО  
ЛЕСНОГО ФОНДА**

А. С. ЯКИМОВ, А. Г. МОШКАЛЕВ, А. Ф. ЕЛИЗАРОВ

Санкт-Петербургская лесотехническая академия

Неполное освоение эксплуатационного фонда на Севере, Северо-Западе и в других лесных районах России привело к накоплению большого количества недорубов, а также обойденных рубкой лиственных и низкобонитетных хвойных древостоев. Такие разбросанные по территории участки названы нами деконцентрированным эксплуатационным лесным фондом (ДЭЛФ). Его запасы находятся в разных областях, лесхозах в пределах 20...50% от эксплуатационных до рубки.

Наши исследования проводились на еловых участках ДЭЛФ, расстроенных рубкой главного пользования и ветровалом, в Ленинградской (Винницкий КЛПХ) и Архангельской (Каргопольский лесхоз) областях. Всего заложено 66 таксационно-дешифровочных пробных площадей. По их материалам составлены ряды распределения деревьев по ступеням толщины и высоты, а также определена товарная структура древостоев.

Установлено, что вырубается в основном средне- и крупномерная часть древостоев. Последняя уменьшается с 5...20 до 2...5%, а доля тонкомера возрастает с 36...60 до 54...90% в зависимости от интенсивности рубки. При рубке с выборкой более 20% запаса ранги среднего дерева и ряды распределения по толщине существенно отличаются от показателей для древостоев, не тронутых рубкой. Так, ранги среднего дерева находятся в пределах 62...66% общего числа стволов, в не затронутых рубкой древостоях в пределах 58...60%.

Показатели рядов распределения деревьев по высоте в древостоях, расстроенных и не затронутых рубкой, имеют большие различия. В спелых и перестойных древостоях, не затронутых рубкой, наименьшая высота составляет 0,54, максимальная 1,28 от средней высоты древостоя. В древостоях, расстроенных рубкой, эти диапазоны высот в 1,5—2,0 раза шире.

Выход деловой древесины в древостоях ДЭЛФ III и IV классов бонитета оказался ниже на 5...15%, что объясняется выборкой лучших по качеству деревьев. Средняя высота в расстроенных рубкой древостоях снижается на 1...4 м, средний диаметр на 2...7 см.

В настоящее время таксация ДЭЛФ производится с использованием нормативов, разработанных для древостоев, не затронутых рубками. На 20 пробных площадях нами выполнена таксация разными методами: сплошным и ленточным перечетами, круговыми площадками и глазомерно-измерительным способом. За истинные приняты результаты сплошного перечета.

Оказалось, что при глазомерно-измерительной таксации и ленточном перечете ошибки по запасу достигают  $\pm 25\%$ , круговыми площадками  $\pm 21\%$ . Такие ошибки недопустимы по лесоукропительной

инструкции\*. Поэтому был разработан метод таксации для ДЭЛФ по двум вариантам: с выделением поколений (истинные данные) и без них. Установлено, что таксация первым способом приводит к ошибке по общему запасу  $\pm 4$ , по выходу деловой древесины  $\pm 5\%$ . Поэтому в ДЭЛФ, при сплошнолесосечном хозяйстве, можно обойтись без выделения поколений.

Использование среднего разряда высот в расстроенных рубкой древостоях приводит к ошибкам в определении выхода отдельных категорий деловой древесины до  $\pm 20 \dots 30\%$ , поэтому разряд высот нужно устанавливать по ступеням толщины.

Бонитет, определенный по шкале М. М. Орлова, оказался на 1-2 класса ниже бонитета, найденного по условиям местопроизрастания и состоянию до рубки. В связи с этим нужно определять двойной класс бонитета: по средней высоте и условиям местопроизрастания.

На основе изменения рядов деловых и дровяных стволов нами составлены новые товарные таблицы для древостоев ДЭЛФ Ленинградской области и в целом для массивов ДЭЛФ Ленинградской и Архангельской областей. Сопоставление новых таблиц с действующими для древостоев, не затронутых рубкой, показало существенную разницу, равную  $\pm 5 \dots 19\%$  по отдельным категориям крупности. Выявленные особенности строения и таксации расстроенных рубкой древостоев предполагают их инвентаризацию глазомерно-измерительным методом. Но размеры участков ДЭЛФ и их размещение в квартале могут быть различными. Если площадь участков ДЭЛФ небольшая и они разбросаны по кварталу, то возникают значительные переходы таксатора от объекта к объекту. Расчеты показали, что доля затрат на переходы от общих затрат на таксацию резко увеличивается в кварталах ДЭЛФ, где средняя площадь отдельного участка меньше 3 га при II разряде лесоустройства и 4 га при III разряде. В этом случае наиболее приемлем метод камерального дешифрирования по аэрофотоснимкам (АФС). Но при дешифрировании по рекомендациям для не расстроенных рубкой древостоев ошибки в определении полноты и запаса достигают  $\pm 26 \dots 50\%$ . Поэтому необходимо совершенствовать этот метод таксации применительно к ДЭЛФ. Для повышения достоверности дешифрирования диаметра и высоты, запаса и полноты разработаны статистические модели таксационно-дешифровочных показателей (ТДП) с учетом сложившейся после рубки структуры древостоев, которая выражается группировкой ельников как по полноте (0,1...0,3; 0,4...0,6; 0,7 и более), так и по составу (5...7; 8—10 ед. ели). Диаметр определяется по уравнениям связи, учитывающим полноту до рубки. Без учета этого фактора возникают систематические ошибки от  $-19$  до  $+7\%$ . Для таксации диаметра и объема деревьев, а также полноты и запаса древостоя по полученным моделям взаимосвязи ТДП разработаны дешифровочные таблицы. При оценке степени их пригодности выполнено дешифрирование 20 участков ДЭЛФ по цветным АФС (М 1 : 15 000). Установлено, что точность дешифрирования находится в пределах  $\pm 15 \dots 20\%$ , что допустимо по лесоустроительной инструкции.

Дешифровочный метод таксации ДЭЛФ дополняется таблицей признаков дешифрирования. Она получена в результате исследования фотометрических и морфологических признаков изображения на цветных АФС древостоев ДЭЛФ, в разной степени расстроенных рубкой (группы полнот 0,1...0,3; 0,4...0,6; 0,7 и более). Наиболее инфор-

\* Инструкция по проведению лесоустройства в едином государственном лесном фонде СССР. Ч. 1.— М.: Гослесхоз СССР, 1986.— 134 с.

мативными признаками являются цвет крон, просматриваемость полог в глубину, цвет промежутков между кронами.

Известно, что не все участки ДЭЛФ доступны для освоения по экономическим причинам. Нами установлено, что освоение ДЭЛФ нерентабельно, если эксплуатационный запас в переводе на 1 га эксплуатационной площади не превышает 10 м<sup>3</sup> в кварталах, где лесозаготовки проводились не более 10 лет назад и где частично сохранились дороги, и 20 м<sup>3</sup> при большей давности рубки. Это обстоятельство нужно учитывать при таксации.

УДК 630\*165.51 : 630\*165.42

### КАРИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ЭНДОГЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ ПЛЮСОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ ЕЛИ

О. М. ШАПКИН, С. П. ПОГИБА, С. П. ЗУИХИНА,  
Т. П. МАКАРОВА, А. Н. РАЗДАЙВОДИН

Московский лесотехнический институт

Сотрудники кафедры селекции, дендрологии и ботаники МЛТИ выполняют в Щелковском учебно-опытном лесхозе работу по созданию лесосеменной базы ели. В лесхозе будут созданы архивно-маточные плантации, испытательные культуры, плантации I порядка, заложены лесосеменные плантации II и III порядков путем подбора родительских пар, проверенных по потомству на общую и специфическую комбинационные способности методами поликросса, топ-кросса и диаллельного анализа.

Работа по повышению продуктивности ельников в Щелковском лесхозе рассчитана на 20 лет. Первым ее этапом явилась селекционная инвентаризация, проведенная в 1987—1988 гг. По фенотипу было выделено 32 плюсовых дерева ели европейской. Показатели их роста выше средних таксационных для насаждений, в которых они растут (по высоте на 10 % и диаметру на 30 %).

Второй этап — изучение плодоношения и морфологических признаков плюсовых деревьев.

Нами был выполнен анализ эндогенной изменчивости 11 деревьев по следующим параметрам шишек (50 с каждого дерева): длина и ши-

Таблица 1

Номер плюсового дерева	Длина шишки, см	Ширина шишки, см	Число чешуй, шт.	$\frac{\text{Длина}}{\text{Ширина}}$	$\frac{\text{ЛС}}{\text{ПС}}$
2	8,94 ± 0,11	4,13 ± 0,01	17,00 ± 0,25	2,16	1,2/1,0
3	7,76 ± 0,09	2,22 ± 0,01	16,50 ± 0,30	3,49	1,0/1,5
5	8,70 ± 0,10	2,40 ± 0,02	15,35 ± 0,35	3,62	1,0/1,3
6	8,65 ± 0,12	3,65 ± 0,02	21,50 ± 0,29	2,35	1,3/1,0
12	8,85 ± 0,09	2,55 ± 0,01	22,75 ± 0,36	3,47	1,2/1,0
13	8,13 ± 0,11	2,10 ± 0,01	16,75 ± 0,35	3,87	1,0/1,0
14	9,78 ± 0,12	2,40 ± 0,02	18,45 ± 0,26	4,07	1,0/2,0
18	6,92 ± 0,09	1,84 ± 0,02	16,50 ± 0,29	3,76	1,5/1,0
26	6,91 ± 0,09	2,30 ± 0,01	14,40 ± 0,21	3,00	1,0/1,2
31	10,75 ± 0,07	2,20 ± 0,02	21,00 ± 0,20	4,09	1,0/1,2
51 (общий сбор)	5,6... 13,1	1,8... 2,8	10... 26	—	—

Примечание. Для деревьев 2—31 число витков равно 8.

рина, число чешуй, соотношение правосторонних (ПС) и левосторонних (ЛС) спиралей шишек (табл. 1).

У шести деревьев была проанализирована форма семенных чешуй. Измеряли их длину  $H_1$ , ширину  $L_1$ , ширину на расстоянии 2 мм от края  $L_2$ , расстояние от края семенной чешуи до самой широкой части  $h$ , длину кроющей чешуи  $H_3$ . Вычислены индексы I и II по Прихэуссеру и соотношение  $h/L_1$  по Бакшаевой [3] (табл. 2).

Таблица 2

Но- мер де- рева	$H_1$ , мм	$H_3$ , мм	$h$ , мм	$L_1$ , мм	$L_2$ , мм	Индекс I $L_1/H_1$	Индекс II $h/H_1$	$h/L_1$
10	21,7	6,3	8,3	14,8	5,7	7/10	2/5	0,56
11	19,6	5,4	7,1	12,8	6,0	2/3	3/8	0,55
12	19,2	5,6	7,5	14,2	7,1	3/4	2/5	0,52
13	21,5	5,1	7,9	14,1	6,4	2/3	3/8	0,56
47	18,1	4,7	6,5	13,4	6,6	3/4	1/3	0,48
48	19,9	6,9	7,6	12,9	5,2	2/3	2/5	0,59

Анализ формы семенных чешуй позволяет отнести исследованные деревья к гибридным формам по индексам I и II. По отношению  $h/L_1$  это должны быть деревья ели сибирской, поскольку этот показатель меньше 0,7. Но такой вывод не согласуется с размерами шишек и наблюдаемой формой семенных чешуй. Поэтому отношение  $h/L_1$  вряд ли может быть использовано в дальнейшей работе.

Предварительные расчеты показали, что длина шишки и число чешуй генетически обусловлены. Коэффициент наследуемости ( $H^2$ ) по длине шишки 0,57, по числу чешуй 0,60. Следовательно, данные признаки можно использовать для дополнительной оценки плюсовых деревьев, в то время как ширина шишек — признак, трудно контролируемый и зависящий от степени их раскрытия. По данным многих исследователей [2, 3], длина шишек коррелирует с количеством семян. Наши исследования подтверждают эту закономерность ( $r = 0,7$ ).

Предварительная оценка показала, что по длине шишки и, следовательно, выходу семян наиболее перспективны деревья № 31, 14, 2, 12, 5.

Исследуемая популяция ели расположена в широкой зоне контакта ели европейской и сибирской, является продуктом их интрогрессивной гибридизации и отнесена систематиками к *Picea × fennica* (Regel) Kom. [1].

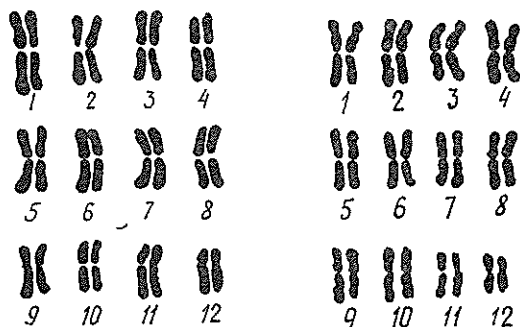


Рис. 1

Рис. 2

Гибридная ель гетерогенна, поэтому представляют большой интерес ее кариологические исследования. Кариологический анализ проводили на проростках семян плюсовых деревьев и семян общего сбора по общепринятой методике [4]. Просмотрено 21 500 метафазных пластинок. Для 11 плюсовых деревьев дано полное описание кариотипов и составлены идиограммы. На рис. 1 и 2 показаны кариотипы деревьев № 18 и 30 соответственно. На рис. 3 представлены идиограммы 11 плюсовых деревьев и проростков семян общего сбора (дерево № 51).

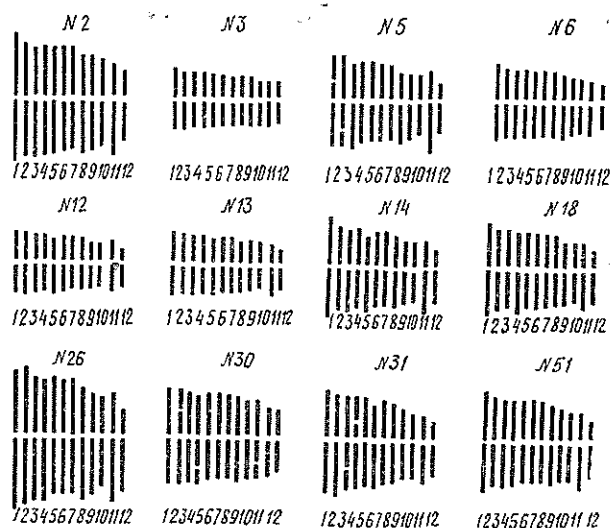


Рис. 3

Кариологический анализ хромосом показал, что кариотипы проростков плюсовых деревьев отличаются между собой и от кариотипов проростков семян общего сбора по суммарной длине хромосом, числу метацентрических и субметацентрических хромосом, числу и локализации вторичных перетяжек, длине и центрометрическому индексу (табл. 3).

Таблица 3

Номер плюсового дерева	Суммарная длина хромосом $\bar{x}_i$ , мкм	Разница суммарной длины хромосом $\Delta x = x_i - \bar{x}^*$	Число субметацентрических хромосом	Число вторичных перетяжек	Число пар хромосом, различающихся	
					по относительной длине	по центрометрическому индексу
2	156,7 ± 0,8	—17,4	2	0	8	10
3	111,4 ± 0,1	—62,8	0	0	11	12
5	165,2 ± 0,8	—8,9	2	2	11	7
6	141,2 ± 0,8	—32,9	1	0	6	10
12	113,2 ± 0,7	—60,9	2	0	9	11
13	117,4 ± 0,3	—56,7	2	0	10	9
14	162,1 ± 0,7	—12,0	2	0	9	12
18	160,7 ± 0,4	—13,4	2	0	9	10
26	173,9 ± 0,8	—0,2	2	0	9	10
30	126,6 ± 0,4	—47,8	0	3	9	11
31	178,6 ± 0,4	+4,5	2	2	9	12
51 (общий сбор)	174,1 ± 0,8	0	2	0	—	—

\*  $\bar{x}$  — суммарная длина хромосом проростков семян общего сбора (№ 51).



У кариотипов проростков плюсовых деревьев № 5, 30, 31 наблюдается увеличение вторичных перетяжек. Суммарная длина хромосом дерева № 31 выше этого показателя семян общего сбора.

### Выводы

1. Отмечена эндогенная изменчивость по длине, ширине, числу и форме семенных чешуй шишек.
2. Генетически обусловлены показатели длины шишки ( $H^2 = 0,57$ ) и числа чешуй ( $H^2 = 0,60$ ).
3. У связи выхода семян с длиной шишки коэффициент корреляции высокий ( $r = 0,7$ ).
4. Число витков (спиралей) семенных чешуй в шишке постоянно для данной популяции и равно 8.
5. Кариологический анализ также свидетельствует о большой индивидуальной изменчивости исследуемых деревьев.
6. Проведенные исследования позволяют из 11 плюсовых деревьев предварительно выделить деревья № 5, 14, 30 и 31 как наиболее перспективные. Окончательные выводы об их перспективности могут быть сделаны после испытания потомства.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бобров Е. Г. Лесообразующие хвойные СССР.— М.: Наука, 1978.— 186 с.  
[2]. Некрасова Т. П., Рябинков А. П. Плодоношение пихты сибирской.— Новосибирск: Наука, 1978.— 149 с. [3]. Правдин Л. Ф. Ель европейская и ель сибирская в СССР.— М.: Наука, 1975.— 176 с. [4]. Турков В. Д., Шелепина Г. А. Морфологическая индивидуальность митотических хромосом растений // ДАН СССР.— 1975.— Т. 221, № 5.— С. 1202—1203.

УДК 632.4 : 674.032.475.542

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ДРЕВОСТОЕВ И ГРИБНЫХ БИОТРОФНЫХ КОМПЛЕКСОВ В РАЗНОВОЗРАСТНЫХ ЕЛОВЫХ ЛЕСАХ

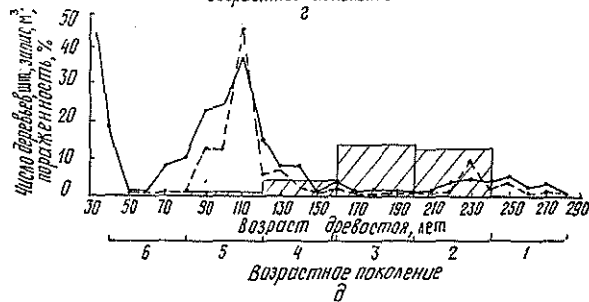
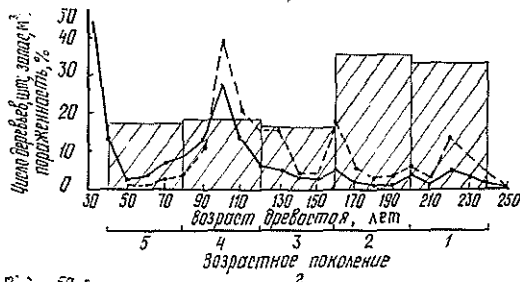
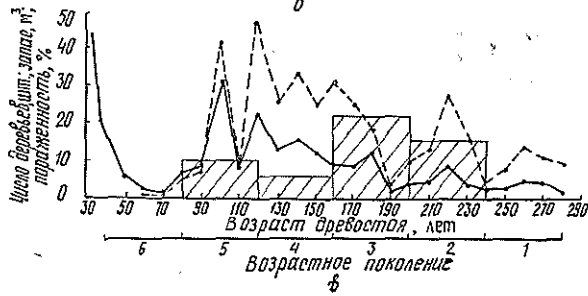
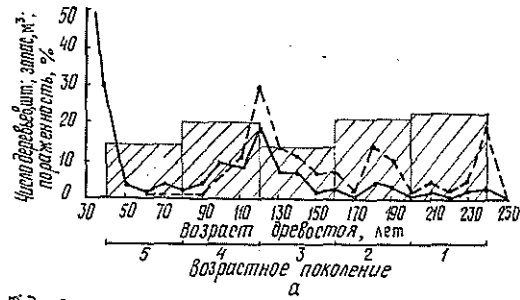
В. Г. СТОРОЖЕНКО

Институт лесоведения РАН

Рассматривая особенности формирования устойчивых коренных разновозрастных лесов, наряду с изучением строения фитоценозов, следует уделять внимание и грибным сообществам. Дереворазрушающие грибные комплексы, особенно биотрофные, сформированные структурами фитоценоза, оказывают обратное влияние на эти структуры, усиливая усыхание и вывал деревьев, образование валжника и т. д. Поэтому при изучении роли грибов в функционировании лесных сообществ необходимо параллельно рассматривать особенности развития фито- и микоценозов.

Сведений по этим вопросам очень мало как в отечественной, так и в зарубежной литературе. Некоторые данные можно найти в работах [5, 8 и др.]. Однако целенаправленные исследования взаимного функционирования структур фитоценозов и комплексов дереворазрушающих грибов практически не проводились. В то же время отдельно структуры разновозрастных древостоев, в частности ельников, изложены довольно подробно в трудах [1, 3, 4, 6, 7 и др.]. Видовой состав и экология трутовых грибов в разновозрастных лесах освещены в [2, 9 и др.].

Цель работы — изучить особенности формирования древостоев ели различных фаз динамики в зависимости от особенностей строения биотрофного грибного комплекса, поражающего живые деревья.



Зависимость числа (прямая линия), запаса (пунктирная линия) и пораженности (заштрихованная часть) разновозрастных ельников древоразрушающими грибами на пробных площадях I (а), II (б), III (в), IV (г) и V (д)

Исследования проведены в разновозрастных девственных еловых лесах Центральнолесного заповедника (ЦЛГЗ), расположенного в Тверской области. Пробные площади I и II заложены в древостоях хорошо дренированных условий произрастания кисличного типа леса, III — на слабо выраженном склоне с несколько избыточным увлажнением липняково-ясенникового типа леса, IV — в кислично-черничном типе леса с фрагментами сфагновых включений, V — в древостое сфагново-черничного типа, произрастающем на плоском водоразделе. Все они содержат не более трех единиц лиственных пород. Подлесок состоит в основном из рябины, липы, клена. Полнота древостоев 0,7... 0,9.

Для определения возраста деревьев, наличия, стадии и типа гнили проводили отбор кернов у шейки корня. Графики возрастных структур (см. рисунок) строили по 20-летним интервалам, пораженность устанавливали в пределах 40-летних возрастных поколений как для всех возбудителей вместе, так и отдельно по группам, вызывающим гнили коррозийного и деструктивного типов. Образцы гнилей брали для дальнейшего посева на сусло-агаровые среды, выращивания чистых культур и идентификации грибов по известным методикам.

Анализ распределения деревьев по группам возраста показал, что древостои всех пробных площадей отличаются друг от друга по фазам развития, числу деревьев. Все древостои имеют 6—7 возрастных поколений. Необходимо обратить внимание на то, что, кроме пробной площади II, в древостоях всех других типов леса, включая и сфагновый, число деревьев в возрастных поколениях с незначительными колебаниями убывает от более молодых к старшим. Максимальные значения показателей приходятся на поколения 3 и 4. Такое ступенчатое распределение числа деревьев с постепенным убыванием по мере увеличения возраста и относительная равномерность объемных показателей по возрастным поколениям характерны для лесных растительных сообществ, близких по строению к климаксовым лесам.

Сравнение этих данных с результатами аналогичных исследований, проведенных в девственных ельниках резервата «Кологривский лес» (Костромская область), показало, что возрастные структуры древостоев ЦЛГЗ обладают меньшим разнообразием по фазам развития, в них чаще встречаются участки климаксового леса [6, 11].

Понятие климакса, введенное Клементсом и достаточно подробно разобранные другими авторами [10], предполагает такую степень согласованности в развитии всех ценологических структур биогеоценозов, при которой их можно трактовать как наиболее устойчивые сообщества в цепи сериальных динамических преобразований. При этом структура грибных сообществ, их состав по числу видов и разнообразию взаимоотношений с автотрофами также должен быть оптимален и характерен для устойчивых лесных сообществ.

Необходимо отметить прежде всего повышенную пораженность деревьев первых двух поколений, присущую всем изучаемым древостоям, и вместе с тем довольно характерную для них общую картину динамики поражения по поколениям. Это вполне объяснимо, так как грибы-биотрофы ослабляют деревья, интенсифицируют их усыхание и вывал из состава древостоя, способствуют быстрейшему вывалу деревьев поколения I, относительно равномерному их отпаду в других поколениях.

Одной из качественных характеристик пораженности является соотношение видов грибов, обладающих различными ферментными системами и вызывающих различный тип гниения древесины. Известно, что виды трутовых грибов, приводящих к коррозийной гнили живых деревьев, обладают большей агрессивностью и патогенностью, чем те, которые образуют деструктивные гнили, а некоторые из них способны к эпифитотическому распространению. К ним относятся корневая губка.

(*Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.), еловый трутовик (*Onnia Triqueter*), еловая губка (*Phellinus chrysoloma* (Fr.) Donk.), опенок осенний (*Armillariella mellea* (Vahl. ex Fr.) Karst.). Поэтому при изучении качественных характеристик устойчивых еловых лесов, а в их составе и грибных сообществ, представляется интересным определить соотношения гнилей коррозийного и деструктивного типов, составляющие общие уровни пораженности древостоев (см. таблицу).

Число деревьев с гнилями деструктивного типа велико во всех древостоях. К наиболее распространенным возбудителям, вызывающим деструктивные гнили, относятся: северный трутовик (*Climacocystis borealis*), стерейм кровотоочивый (*Stereum sanguinolentum* Fr.), трутовик вяжущий (*Oligoporus stipticus*).

Древостой пробной площади II, наиболее далекий из изучаемых от фазы климакса, имеет более высокий уровень пораженности. Аналогичные данные получены по ельникам резервата «Кологривский лес».

Но- мер проб- ной пло- щади	Пораженность древостоев, %		
	об- щая	гнилью типа	
		кор- рози- онно- го	дест- рук- тив- ного
1	17,5	47,0	53,0
2	18,9	34,6	65,4
3	13,3	51,0	49,0
4	14,9	65,5	34,5
5	4,4	30,0	70,0

Следует обратить внимание на то, что в древостоях одного типа (пробные площади I и II) увеличивается число деревьев с гнилями деструктивного типа при возрастании их в первых поколениях. Можно предположить, что качественный состав биотрофного комплекса в сукцессионных преобразованиях лесных сообществ меняется: в фазах дигрессии он менее активен, чем в фазах демутации.

Естественно, что, кроме грибов биотрофного комплекса, в разновозрастных лесах в состав микоценоза входит и обширная группа дереворазрушителей-ксилотрофов, разлагающих мортмассу, в которой также существуют определенные соотношения видов с разной степенью активности ксилотрофа и взаимного антагонизма. Эта интересная и объемная тема заслуживает отдельной публикации. Здесь же ограничимся сведениями о том, что объемы валежа, на котором развиваются грибы-ксилотрофы, в разновозрастных лесах весьма велики и составляют до 30...60 % от запаса древостоя на корню.

Таким образом, в разновозрастных устойчивых лесных сообществах сложные структуры фитоценозов и грибных сообществ формируются при взаимном влиянии друг на друга.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Баранов Н. И., Григорьев К. И. Ельники Севера.— Л.: Гослестехиздат, 1955.— 48 с. [2]. Бондарцева М. А. Дереворазрушающие грибы Центрального лесного заповедника // Новости систематики низших растений.— Л.: Наука, 1986.— Вып. 23.— С. 103—110. [3]. Воропанов П. В. Ельники Севера.— М., Л.: Гослестехиздат, 1950.— 180 с. [4]. Гусев И. И. Продуктивность ельников Севера.— Л.: Изд-во ЛГУ, 1978.— 282 с. [5]. Декатов Н. Н., Кендыш А. Н. Особенности отпада в разновозрастных еловых древостоях.— Лесн. хоз-во.— 1979.— № 10.— С. 21—23. [6]. Дыренков С. А. Структура и динамика таежных ельников.— Л.: Наука, 1972 с. [7]. Комин Г. Е., Семечкин И. В. Возрастная структура древостоев и принципы ее типизации. // Лесоведение.— 1970.— № 2.— С. 24—33. [8]. Молоткова Н. Д., Кендыш А. Н., Декатов Н. Н. Фитопатологическое состояние разновозрастных ельников бассейна Онеги в Архангельской области // Научн. тр. ЛенНИИЛХ.— Л., 1975.— Вып. 22.— С. 87—93. [9]. Мухин В. А. Экологические закономерности формирования и структура биоты ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины: Автореф. дис. ... докт. биол. наук.— М., 1990.— 32 с. [10]. Семевский Ф. Н., Семенов С. М. Математическое моделирование экологических процессов.— Л.: Гидрометеоздат, 1982.— 280 с. [11]. Стороженко В. Г. Пораженность дереворазрушающими грибами коренных ельников резервата // Коренные темнохвойные леса южной тайги.— М.: Наука, 1988.— С. 130—162.

## НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 630\*624 : 061.3

## МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ИЮФРО

6—12 сентября 1992 г. на базе ВНИИЛМа Комитетом по лесу России и Международным союзом лесных исследовательских организаций (ИЮФРО) проведена Международная конференция на тему «Интегрированное управление лесами при неистощительном многоцелевом использовании их в условиях рыночной экономики».

Среди 60 ученых из 11 стран мира со стороны России приняли участие: председатель Комитета по лесу В. А. Шубин, вице-президент РАСХН, академик РАСХН А. Н. Каштанов, почетный член ИЮФРО, академик РАСХН И. С. Мелехов, ведущие ученые-экономисты лесных научно-исследовательских институтов и вузов.

С приветственным обращением и докладом выступил В. А. Шубин. Он дал характеристику лесов и лесного хозяйства России, состояния и перспектив развития в условиях перехода к рыночным отношениям. В докладе академика РАСХН Н. А. Моисеева детально раскрыта тема «Система управления лесами в рыночных условиях на основе принципа неистощительного многоцелевого их использования». Н. А. Бурдин осветил особенности перехода к рыночной экономике в лесной промышленности России.

М. Кельтикангас (Финляндия) в докладе «Как работает рыночная система» показал, что свободный рынок имеет тенденцию к образованию монополий, не заинтересованных в производстве товаров народного потребления и вложении средств в развитие лесного хозяйства, поэтому необходимо вмешательство государства через налоги и льготы.

Сильные и слабые стороны рыночной системы в лесопромышленном управлении проанализированы в докладе Редера (Германия) «В какой мере рыночные цены определяют решения по лесопромышленному управлению» и В. Д. Клемперера (США) «Лесное хозяйство в условиях свободного рынка — потенциальные выгоды и опасности». Докладчики отметили, что не следует идеализировать свободный рынок, так как баланс интересов производителя, потребителя и всего общества практически никогда не достигается. В. Д. Клемперер подчеркнул, что путь к социальному благосостоянию вовсе не должен проходить через раздробление экономики на множество мелких производителей. Определенная степень укрупненности в производстве лесных продуктов способствует стабилизации цен, созданию резервного капитала, облегчает долгосрочное планирование развития производства, науки, техники.

Концепция лесной политики в системе рынка Финляндии обсуждалась в докладе П. Риихинена и И. Тикканена. А. П. Петров (Россия) сообщил о развитии форм собственности в лесном хозяйстве, замене монопольных систем управления и производства.

Е. М. Билек и Г. П. Хорган (Новая Зеландия) в докладе осветили актуальные проблемы приватизации в лесном хозяйстве, подробно рассмотрели опыт неудачной приватизации лесов в Новой Зеландии. Основную причину они видят в том, что одновременно не была осуществлена приватизация лесных земель. С. Мизарас (Литва) привел данные об экономических проблемах перехода лесного хозяйства своей Республики на рыночные отношения.

Вопросы правительственного субсидирования частного лесного хозяйства раскрыты в докладе С. Нагаты (Япония), где отмечено большое значение этой меры для поддержания экологического баланса лесных сообществ.

В докладе П. Т. Воронкова и И. В. Туркевича раскрыта тема «Экономическая оценка и управление лесами России в условиях перехода к рынку». Они указали на необходимость организации статистического наблюдения, анализа и прогноза цен как в регионах, так и в центре, изложили методику экономической оценки лесов в переходный период.

Проблему определения стоимости продуктов многоцелевого использования при переходе от командной экономики к рыночной затронули Дж. Петерсон, Л. Лангнер и Т. Браун (США). Они отметили сложность оценки экологических, рекреационных и других полезностей леса и на примере оценки рекреационных функций показали методические пути решения проблемы. О маркетинговом анализе регионального рынка лесных товаров и услуг говорил Н. И. Кожухов, о сочетании интересов собственника и производителя при создании лесных культур селекционным материалом — В. А. Кострикин (оба Россия).

Лесному законодательству были посвящены доклады Ф. Шмитхюсена (Швейцария) «Лесные законы и условия рыночной экономики, направленные на сбалансированное многоцелевое лесное хозяйство» и Х.-И. Майделя (Германия) «Сравнение лесных законов, действующих в разных системах». При анализе различных систем последний отметил принципиальное различие в законодательстве в странах с плановой и рыночной экономикой. На примере ФРГ показано, как лесное законодательство защищает собственника, а важнейшая задача государства — финансовое и материальное содействие как частным владельцам, так и коммунальным. В последние годы значение функций лесного хозяйства приобретает политический характер. В докладе П. Глюека (Австрия) «Как управляют частными лесами» показано, что через систему законов и других нормативных актов государство может проводить национальную политику по сохранению и улучшению лесов.

Проблемы лесного планирования в условиях рыночной экономики осветили американские ученые Дж. Х. Стенки, П. Дж. Браун, Р. Н. Кларк («Распределение и управление с целью производства различных рыночных и нерыночных полезностей леса»); Ф. Х. Кайзер и А. Шахт («Закон о планировании лесных и пастбищных ресурсов и программа государственного планирования лесного хозяйства США»).

Д. Б. Хендерсон-Ховат (Великобритания) рассказал о методах регулирования и прогнозирования объемов производства древесины, используемых Британской лесохозяйственной комиссией. Прогнозы составляются на каждые пять лет и при необходимости корректируются.

Вопросы планирования производства древесины обсуждались в докладах «Государственное планирование производства древесины при рыночной экономике» (С. Векамяки, Финляндия); «Интегрированное планирование и управление» (М. Э. Кох, Дания); «Особенности планирования лесовыращивания в условиях перехода на рыночные отношения» (А. Э. Клейнхоф, Россия).

Вопросы планирования и организации обучения специалистов в условиях рыночной экономики нашли отражение в докладе А. Н. Обливина (Россия). Роль и содержание лесоустройства в государственной службе управления лесами при переходе к рынку осветил В. С. Чуенков (Россия). С докладами выступили также А. А. Кулешис (Литва), А. З. Швиденко (Россия).

Участникам конференции была предоставлена возможность ознакомиться с организацией управления лесным хозяйством в Московской области.

Всестороннее обсуждение докладов и дискуссии на объектах в лесных хозяйствах позволили выработать резолюцию конференции, содержащую ряд разделов, в том числе: всеобщая ответственность за управление лесами и их сохранение; политическая ответственность и компетентность руководителей всех уровней; лесное хозяйство, основанное на неистощительном многоцелевом пользовании лесами; глобальные цели лесного законодательства; землевладение; роль правительства в регулировании управления лесными ресурсами; роль рынка.

Содержание основных докладов публикуется в журнале «Лесное хозяйство».

В. С. Чуенков, А. С. Агеенко  
ВНИИЛМ

УДК 674.047:061.3

### III МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ИЮФРО ПО СУШКЕ ДРЕВЕСИНЫ

В 1992 г. научная общественность отметила 100-летие Международного союза лесных исследовательских организаций (ИЮФРО). Завершающая торжественная церемония празднования состоялась 31 августа в Эберсвальде (Германия). К этому событию был приурочен ряд конференций и сессий. Среди них III Международная конференция «Понимание процессов сушки древесины: синтез теории и практики», которая была организована рабочей группой ИЮФРО по сушке древесины и состоялась с 18 по 21 августа в Вене.

По сравнению с двумя предыдущими конференциями — Шелефтео'87 (Швеция) и Сиэтл'89 (США) — она имела наибольшее число участников — 107 человек из 29 стран Европы, Северной и Латинской Америки, Азии, Австралии и Африки. Всего было представлено 64 доклада (из них 17 стендовых). Оргкомитет, возглавляемый председателем рабочей группы ИЮФРО по сушке древесины д-ром М. Ванек из Института исследований древесины Венской сельскохозяйственной академии, привлек к участию в конференции таких известных ученых, как действительные члены Международной академии древесиноведения (ИАВС) Г. Фермас (H. Vermass) из Южной Африки и Д. Гитар (D. Guitard) из Франции; профессора Р. Эрикссон (R. Erickson), Д. Хилл (J. Hill), Р. Литтл (R. Little) из США, А. Ранга-Маунус (A. Ranta-Maunus) из Финляндии, Р. Кий (R. Keeu) из Новой Зеландии, К. Милитцер (K. Miltitzer) из Германии, Р. Нойман (R. Neumann) из Чили, З. Палин (Z. Pavlin) из Хорватии, И. Фортин (Y. Fortin) из Канады, Г. Янг (H. Jung) из Кореи и др.; доктора С. Аврамидис (S. Avramidis) из Канады, М. Бабияк (M. Babiak) из Чехо-Словакии, Я. Канагава (Ja. Kanagawa) из Японии, Т. Морен (T. Mogen) из Швеции, Х. Розен (H. Rosen) из США и др. Автор настоящего сообщения также является действительным членом ИАВС. Среди докладчиков было много молодых ученых.

Конференция открылась обзорным докладом Г. Фермаса «Развитие теории и практики сушки после конференции Сиэтл'89», в котором были освещены работы в области фундаментальных исследований, математических моделей, стратегии контроля процессов, сенсорной техники, качества и экономики сушки. В поле зрения докладчика не попали работы, выполненные в СНГ. Этот пробел был восполнен в трех докладах участников из России.

Автор этой информации сделал получасовой доклад-лекцию «Деформативность древесины и сушильные напряжения». Задача таких лекций, вошедших в практику научных конференций, — способствовать

пониманию докладов по конкретным вопросам. Основное внимание было уделено «замороженным» деформациям и их учету в модели для расчета напряжений в процессах сушки и влаготеплообработки.

Затем началось последовательная работа сессий. На первой сессии «Моделирование» было сделано 7 докладов по проблемам моделирования влажностно-температурного и напряженно-деформированного состояния древесины. Среди них доклад автора и доц. Н. В. Скуратова о приложении описанной в докладе-лекции модели к компьютерной программе для расчета режима сушки пиломатериалов и решения других технологических задач.

На второй сессии «Техника измерений» было 5 докладов, посвященных измерению влажности с помощью компьютерных томографов, ультразвукового пульсирующего и других методов; использованию акустической эмиссии для анализа процессов образования микротрещин и пластических деформаций.

На третьей сессии «Физика процессов сушки» было сделано 11 докладов. В большинстве из них рассмотрены механо-сорбционная ползучесть, которая охватывается более общим понятием «замороженные» деформации, напряжения, коробление и другие факторы, влияющие на качество сушки. В ряде докладов обсуждались различные аспекты теплообмена при сушке древесины. Основное внимание было уделено этим вопросам и в докладе проф. Г. С. Шубина «Развитие теории сушки древесины», где также рассматривалась расчетная модель штабеля как объекта сушки, режимы начальной обработки, способы выравнивания влажности в штабеле по окончании сушки и другие вопросы.

На четвертой сессии «Практика сушки» было представлено 22 доклада. Тематика их весьма разнообразна: новые конструкции сушилок, сравнительные исследования высокотемпературной и обычной сушки, конечная влагообработка в отдельных камерах, регуляторы процесса сушки, влияние низкой и высокой температуры на свойства древесины, конвективно-вакуумная сушка, защита торцев от растрескивания, рекомендации по качеству сушки, влияние предварительной обработки на скорость сушки, замена фреона в конденсационных сушилках, гелиосушка и др.

Прикладную направленность имело также большинство стендовых докладов.

В ближайшее время будут изданы труды конференции.

Конференция явилась важным событием в области сушки древесины. Успеху конференции во многом способствовал вклад спонсоров, в частности известной австрийской фирмы «Ваничек», производящей лесосушилки и их оборудование. Следующую конференцию намечено провести в Новой Зеландии.

Б. Н. Уголев

Московский лесотехнический институт

УДК 674.06 : 061.3

## МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ДРЕВЕСИНЫ

В конце августа 1992 г. во французском городе Нанси состоялась Международная научная конференция на тему «Продукция из древесины», организованная Международным союзом IUFRO. Эта старейшая научная организация в сентябре отмечала свой столетний юбилей, которому и была посвящена конференция.



На рассмотрение был вынесен широкий спектр вопросов лесной науки. В их числе проблемы лесного хозяйства, оборудования и технологии лесной промышленности, древесиноведения, защиты древесины, восстановления и переработки древесины тропических пород, рынка лесопродукции.

Открыл конференцию генеральный директор технического центра по деревообработке и мебели доктор Д. Гунард (Франция) докладом «Исследования в лесной промышленности». Он особо выделил роль науки в развитии экологически чистых технологий изготовления изделий из древесины, конкурентоспособных на современном мировом рынке. Глобальную значимость лесной науки отмечал в своем докладе и президент IUFRO, генеральный директор научно-исследовательского института в Малайзии доктор М. Н. Саллен. Он отметил, что древесина является основой экономического развития многих стран мира. Актуальная задача на современном этапе заключается в поддержании международного сотрудничества в сохранении мировых запасов леса, поскольку до сих пор значительная часть древесины превращается в отходы вследствие слабого развития технологий, низкой научной базы, недостаточного финансирования и ряда других факторов, свойственных развивающимся странам.

На заседаниях секций было заслушано более 300 докладов по широкому кругу конкретных задач. Это вопросы улучшения качества древесины, ее физических и эстетических свойств, в том числе в естественных условиях, влияния различных параметров древесины на эксплуатационные свойства изделий. Большое внимание уделено защите древесины.

В области технологии деревообработки особенно актуальны проблемы автоматизации технологических процессов, контроля качества продукции на лесопильных потоках, новые технологии в мебельном производстве.

В секции, посвященной проблемам деревообрабатывающего оборудования и инструмента, обсуждалась проблема износостойкости и прочности дереворежущего инструмента. Предложены новые материалы, инструмент.

В данной публикации отмечены лишь основные аспекты рассматриваемых проблем. Более полная информация содержится в двухтомном собрании тезисов докладов конференции\*.

Конференция стала крупным событием в научной жизни мировой общественности, занимающейся лесными науками, позволила уточнить представления об уровне научных исследований, направления дальнейших научных разработок, обменяться идеями, ознакомиться с новыми достижениями науки. Участие наших ученых в работе международных конференций, по-видимому, является не последним условием ускоренного развития отечественной деревообрабатывающей промышленности и выхода ее на мировой уровень. Следует отметить, что от бывшего СССР в работе конференции приняли участие лишь два человека: от ЛТА и АЛТИ. Такое положение вызвано, надо полагать, не уровнем развития нашей науки, а другими причинами, в частности финансовой. Отзывы зарубежных ученых и анализ работ показывают, что исследования, проводимые в нашей стране, по глубине, актуальности и новизне не уступают зарубежным, а в ряде случаев даже превосходят их. Именно поэтому большим вниманием и авторитетом за рубежом пользуется «Лесной журнал», который в основном публикует работы отечественных ученых в области лесного хозяйства и деревообработки.

\* Proceedings, All-Division 5 Conference «Forest Products» (August 23—28, 1992).— Nancy, France: A.R.B.O.L.O.R., 1992.— 883 P.

В заключение хотелось бы высказать пожелание руководителям деревообрабатывающих предприятий, в частности Архангельской области, шире использовать научный потенциал, сосредоточенный в научных центрах (АЛТИ, ЦНИИМОД), финансируя при этом и зарубежные поездки ученых. Эти затраты, несомненно, обернутся значительной прибылью предприятий.

В. В. Соловьев

Архангельский лесотехнический институт

УДК 630\*81 : 061.3

### ОЧЕРЕДНАЯ СЕССИЯ КООРДИНАЦИОННОГО СОВЕТА ПО СОВРЕМЕННЫМ ПРОБЛЕМАМ ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЯ

В Петрозаводске с 13 по 15 марта 1992 г. при Институте леса Карельского научного центра Российской академии наук (ИЛ КНЦ РАН) проходила сессия Координационного совета по современным проблемам древесиноведения. (Совет, находящийся под эгидой Международной академии древесиноведения, действительным членом которой является автор этой статьи, функционирует при Московском лесотехническом институте.)

На первом заседании рассмотрен ход выполнения научно-исследовательских работ в 1992 г. Выступления участников и письменные сообщения показали, что намеченные планом темы в основном выполняются, однако на развитии фундаментальных исследований сказывается отсутствие финансирования в должных объемах.

Второе заседание было посвящено некоторым конкретным проблемам древесиноведения. С докладами и сообщениями выступили ученые Москвы, Санкт-Петербурга, Воронежа, Петрозаводска: директор ИЛ КНЦ РАН проф. С. С. Зябченко «О перспективах фундаментальных исследований древесины в ИЛ КНЦ РАН»; д-р биол. наук Е. С. Чавчавадзе «Ксилотомические исследования в Ботаническом институте РАН»; канд. биол. наук М. В. Нехлюдова (ЦНИИБ) «Комплексный метод исследования древесины, используемой в ЦБП»; проф. О. И. Полубояринов (ЛТА) «Содержание и физические свойства компонентов коры древесных растений»; И. И. Степаненко (МЛТИ) «Влияние минеральных удобрений на анатомическое строение древесины сосны в разных типах леса»; проф. А. Л. Гутман (ВЛТИ) «Некоторые проблемы СВЧ-сушки древесины»; проф. Б. Н. Уголев (МЛТИ) «Древесиноведческие проблемы в Англии и Австрии»; Д. И. Ошкаев (ЛТА) «Современное состояние памятников Кижского ансамбля»; О. Г. Нехайчук (ЦНИИБ) «Морфологический анализ окрашенных включений в макулатурной массе»; В. А. Козлов (ИЛ КНЦ РАН) «Изменение радиально-прироста древесины под влиянием Чернобыльской аварии».

После выступлений, вызвавших большой интерес присутствовавших, состоялся полезный обмен мнениями, а также обсуждение путей развития сотрудничества древесиноведов разных стран.

Б. Н. Уголев

Московский лесотехнический институт

УДК 061.3 : 676

**МЕЖДУНАРОДНАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ PAPFOR-92**

22—26 сентября 1992 г. американская фирма «E. I. Krause and Associates Inc.», департамент лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности, Всероссийский научно-исследовательский институт бумаги, акционерное общество Лесинвест провели в г. С.-Петербурге международную выставку оборудования лесной и целлюлозно-бумажной промышленности PAPFOR-92. В ее работе приняли участие более 100 фирм Европы, Америки, Азии.

К выставке была приурочена научно-техническая конференция, организаторами которой являлись ТАППИ (США), ВНИИБ, Лесинвест, Гипробум, С.-Петербургский технологический институт целлюлозно-бумажной промышленности и С.-Петербургская лесотехническая академия, ЦНИИлесосплава, НИИ лесного хозяйства. На конференции выступили ведущие отечественные и зарубежные специалисты с докладами по актуальным проблемам целлюлозно-бумажной промышленности и других отраслей лесного комплекса.

В докладе заместителя президента Американского института бумаги Р. Слина рассмотрены тенденции развития целлюлозно-бумажной промышленности в США и во всем мире. Мировое производство бумаги и картона в 1991 г. достигло 267 млн т (в 1994 г. ожидается прирост 3,2 %), причем доля США составила 29,3 %, СССР — лишь 4,1 %. Более всего производится различных видов писчих и печатных бумаг (свыше 30 % от общего объема бумаги и картона), доля других видов — в зависимости от уровня и стиля жизни в разных странах. Использование макулатуры в 1990 г. равнялось 31,2 % в волокнистом сырье (83,5 млн т) и продолжает расти.

Большая часть (92 %) целлюлозы в мире производится из древесины (170,8 млн т в 1991 г.), ожидаемый прирост в 1994 г. — 2,1 %. Доля США в мировом производстве древесных целлюлоз — 34,6 %, СССР — только 2,1 %. Сульфатная целлюлоза остается основным видом волокнистых полуфабрикатов (63 % от 175,5 млн т в 1991 г.), причем в США сульфатной целлюлозы производится еще более — 80 % от объема волокнистых полуфабрикатов. На долю механических масс приходится 26 %, а сульфитной целлюлозы — 5 % от мирового выпуска древесной целлюлозы. Основные тенденции производства древесной целлюлозы — ежегодное снижение выпуска сульфитной целлюлозы примерно на 0,4 %, взаимосвязь экономического развития и охраны окружающей среды.

Технический директор Департамента лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности Министерства промышленности Российской Федерации В. И. Татарчук раскрыл аспекты экономической реформы в России, которая занимает первое место в мире по запасам древесины, из них свыше 44 млрд м<sup>3</sup> — спелая и перестойная. Однако при ежегодном приросте 900 млн м<sup>3</sup> фактические заготовки снизились до 300 млн м<sup>3</sup>, годовое потребление бумаги и картона на душу населения находится на уровне 35 кг. Надежды на существенное повышение эффективности лесопромышленного производства связаны с раз-

государствлением экономики при сохранении согласованного развития отраслей.

Президент Американского национального комитета бумажной промышленности по защите воздуха и водоемов, д-р Э. Гельман в своем докладе обратил внимание на экологические аспекты развития лесной промышленности. Он отметил, что в обществе растет недовольство избыточным производством бумаги, экологической опасностью многих технологических процессов. Исследования показали, что одновременно с заготовкой древесины и производством материалов из нее необходимо энергично сохранять растительность, животный мир, места отдыха, проводить быстрое восстановление лесов и др.

Интересные статистические данные были приведены в докладе зам. директора ВНИИБ В. Ф. Неволлина. Он отметил, что на территории России расположено 140 из 150 предприятий целлюлозно-бумажной промышленности бывшего Союза, вырабатывавших в 1991 г. 95 % (9,2 млн т) волокнистых полуфабрикатов и 80 % (7,2 млн т) бумаги и картона. Лишь 25 российских предприятий введены в эксплуатацию после 1960 г. и 40 существенно реконструированы. Сегодня даже на лучших из них выработка товарной продукции на одного работника составляет 100...150 т в год, что явно ниже зарубежных показателей. Отрасль испытывает значительные затруднения в обеспечении древесным сырьем. Лишь 13 % общего объема заготовленной древесины (48 млн м<sup>3</sup>) направляется на целлюлозные заводы. Однако самой главной проблемой является неблагоприятная экологическая обстановка вблизи мест размещения большинства целлюлозных предприятий. Основной путь решения этой проблемы — использование современных технологических процессов и оборудования, обеспечивающих сокращение объема стоков и содержания в них вредных веществ. К числу первоочередных задач, по мнению докладчика, относятся реконструкция сульфит-целлюлозных заводов в направлении использования современных систем регенерации щелоков или перепрофилирование на выпуск другой продукции, в частности химико-термомеханических масс, улучшение систем промывки целлюлозы с доведением отбора щелоков до 97 %; внедрение кислородно-щелочной отбелки на всех предприятиях, производящих беленую целлюлозу; увеличение доли используемой макулатуры и современных полуфабрикатов высокого выхода.

Ректор СПбТИ ЦБП О. А. Терентьев информировал участников конференции об основных направлениях Российской федеральной научно-технической программы «Комплексное использование и воспроизводство древесного сырья».

Весьма интересным был доклад Р. К. Келлисона (Колледж лесных ресурсов университета штата Северная Каролина, США), посвященный воспроизводству лесов тропической, умеренной и холодной зон Северного полушария. Автор считает, что использование последних достижений биотехнологии (включая молекулярную генетику), искусственные плантации в низких широтах дадут в два раза больший объем древесины, что позволит снизить потребление ее из природных лесов.

Генеральный директор акционерного общества Лесинвест Ю. С. Комаров считает, что для развития и повышения эффективности лесозаготовительной отрасли необходима интеграция в мировую экономику. Инвестирование иностранного капитала в лесные предприятия и предприятия по производству современной лесной техники сдерживается прежде всего отсутствием правовой основы владения, пользования и распоряжения лесами.

Вице-президент фирмы Mo och Domsjo AB (Швеция) Б. Фалин в своем докладе остановился на проблемах управления современным целлюлозно-бумажным предприятием. Он отметил, что благодаря существ-

вующей системе управления, завод, производящий ежегодно 650 тыс. т беленой крафт-целлюлозы и 450 тыс. т печатной и писчей бумаги, обслуживают 1584 человека, в том числе 670 операторов, работающих в смену, 608 — в дневное время и 306 служащих, включая руководство компании. Система включает процессы планирования и строгого соблюдения бюджета предприятия. Кроме того, на заводе внедрена система полного качества ISO 9000, которая является частью программы ежедневного управления. Стандарты этой системы определяют качество выпускаемой продукции, методы испытаний и оформление документов по качеству. Предприятие получает сертификат ISO только после предъявления ревизорам доказательств соответствия аппаратуры КИП и А требованиям ISO, а также при наличии системы обучения персонала и методов, удостоверяющих отказ от нестандартной продукции.

Доклад Н. Либерготта из Исследовательского института целлюлозы и бумаги (Канада) был посвящен усовершенствованию процессов варки и отбели, обусловленному требованиями охраны окружающей среды, необходимостью экономии энергии и сырья, снижения капитальных и эксплуатационных затрат. Технология модифицированной сульфатной варки позволяет при сохранении выхода снизить содержание лигнина в целлюлозе, расход хлора на отбелку и образование хлорорганики. Однако более перспективными, с точки зрения сокращения выбросов дурнопахнущих веществ, являются бессернистые способы варки, такие как сольволизные, кислородно-щелочные, исследования которых интенсивно проводятся в настоящее время. К основным направлениям развития технологии отбели, по мнению докладчика, можно отнести совершенствование конструкций оборудования для отбели при средней концентрации, сокращение расхода хлорреагентов, а также использование для отбели кислорода, озона, пероксида водорода.

О проблемах целлюлозно-бумажной промышленности и остраслевой науки России при переходе к рыночной экономике говорил директор ВНИИБ Э. Л. Аким. Он выделил следующие основные проблемы отрасли: значительный физический износ оборудования, использование устаревших технологий, сокращение объемов в связи с дефицитом древесного сырья, снижение культуры производства и качества товарного продукта. Рост цен на энергию, сырье, полуфабрикаты, наряду с низким качеством готовой продукции, делают ее неконкурентоспособной на мировом рынке. Докладчик считает, что в России решение ряда перечисленных проблем невозможно без участия ВНИИБ, обладающего достаточным научным потенциалом.

Модификациям сульфатной варки был посвящен доклад Н. Хартлера (Королевский технологический институт, Швеция). Модифицированный режим непрерывной варки позволяет получать целлюлозу с низким числом Каппа после варки, а следовательно, иметь более низкие выбросы хлорорганических соединений при отбелке целлюлозы. В производстве небеленых целлюлоз повышение выхода достигается продлением ранней стадии варки или применением полисульфида. Докладчик отметил, что при производстве беленой хвойной целлюлозы бесхлорным методом число Каппа после варки должно быть 20 или чуть меньше с дальнейшим снижением до 10 после кислородно-щелочной отбели и последующей добели озонем и пероксидом водорода. При использовании лиственной древесины число Каппа после варки должно быть 10...14 (верхний предел — при отбелке диоксидом хлора, нижний — при бесхлорной отбелке без применения кислородно-щелочной отбели).

О новой волне в сульфитной варке доложил А. Вонг из Arboket Inc. (Ванкувер, Канада). В отличие от сульфатной варки в этом процессе не образуются дурнопахнущие соединения серы, а используемый диоксид серы менее опасен, легче поглощается при очистке. Весьма

перспективно применение добавок антрахинона в сульфитный варочный раствор при pH 6...12, что приводит к повышению выхода на 10...15 %, сокращению продолжительности варки, расширению сырьевой базы. В новом сульфитном процессе есть возможность отказаться от каустизации и сжигания сероводорода. Большой интерес представляет и более легкая белимость сульфитной целлюлозы. Реконструкция заводов, производящих сульфатную целлюлозу периодическим способом, может быть связана с их переоборудованием в сульфитное производство, использующее щелочной сульфитный способ.

Проблемам заготовки и химической переработки всех элементов биомассы дерева был посвящен доклад проректора СПбЛТА В. И. Ягодина. В настоящее время практически не используется до 45...50 % биомассы дерева (кора, ветви, вершинки, листья, хвоя, корни, пни). Они могут стать ценным сырьем для получения биологически активных веществ, волокнистых полуфабрикатов, тепловой энергии. Проблема рационального использования всей биомассы может быть решена путем создания современных машин и технологий лесосечных работ, комплексной и безотходной переработки древесины.

Использование биотехнологии при производстве волокнистых полуфабрикатов и бумаги, по мнению Т. В. Джойса из Университета штата Северная Каролина, переходит из стадии лабораторных экспериментов в полузаводские и заводские условия. Предпосылкой этому служит использование в целлюлозно-бумажной промышленности лигноцеллюлозного сырья, являющегося частью углеродного цикла в природе. До сих пор микроорганизмы в ЦБП применяли только для очистки сточных вод. Выделение из микроорганизмов действующего начала в виде ферментов расширило область применения биотехнологии для варки, отбели и размола целлюлозы, облагораживания и отбели макулатуры, снижения смоляных затруднений. Предварительная обработка щепы грибами перед производством древесной массы или варкой способствует экономии энергии, повышению прочности полуфабрикатов, но это явление пока не изучено. Добавление гемицеллюлазы перед отбелкой приводит к снижению расхода хлора и сокращению выбросов хлорорганики без видимого снижения содержания лигнина в целлюлозе.

Проблеме создания экологически чистой, бессточной технологии производства картона на Селенгинском ЦКК был посвящен доклад заведующего кафедрой СПбТИ ЦБП Я. В. Никитина. Благодаря проведенному системному анализу выявлена возможность создания локальных циркуляционных систем отдельных производств и всего предприятия в целом. В основе создания системы замкнутого водопользования лежат следующие принципы и технологические решения: технически возможное и экологически оправданное совершенствование технологии; замена свежей воды промышленными сточными водами различной степени очистки; разделение системы водоснабжения и канализации с выделением потоков охлаждающих, органо- и волоконсодержащих, а также минерализованных вод с их очисткой и повторным использованием; совершенствование технологии внеплощадной очистки в условиях повышенной температуры и минерализации сточных вод; обеспечение санитарно-гигиенических параметров безопасности персонала и населения; использование отходов и осадков сточных вод как в собственном производстве, так и при производстве других товарных продуктов. Осуществление их позволило с августа 1990 г. прекратить сброс сточных вод в р. Селенгу, снизить расход свежего сульфата натрия до 15...17 кг на 1 т целлюлозы.

Описанию новых способов делигнификации без использования соединений серы был посвящен доклад Т. Далмана и М. Шретера (Гер-

мания). Варки с применением органических растворителей могут, по их мнению, заменить существующие способы делигнификации, если будут удовлетворяться следующие требования: отсутствие неприятного запаха и вредного воздействия на окружающую среду; регенерация используемых химикатов; капитальные затраты не выше, чем для существующих способов; использование любого волокнистого сырья; прочность целлюлозы близка к показателям сульфатной целлюлозы. Наиболее близки к промышленному применению способы «Алселл» и «Органоселл».

Таким образом, основными тенденциями развития лесной и целлюлозно-бумажной промышленности являются интенсивное лесоразведение в природных условиях, плантационное выращивание древесины, комплексное использование всей биомассы дерева, увеличение выпуска беленой сульфатной целлюлозы из лиственных пород, производство сульфитной целлюлозы с пониженным содержанием остаточного лигнина при сохранении выхода и показателей механической прочности, отбелка целлюлозы без применения хлорсодержащих реагентов.

О. М. Соколов, Г. В. Комарова

Архангельский лесотехнический институт

УДК 061.3 : 630\*416

## ВСТРЕЧА СЕВЕРНЫХ ЛЕСОПАТОЛОГОВ

3—7 августа 1992 г. по инициативе Ассоциации северных исследователей (Норвегия) на базе лесной исследовательской станции г. Рованиеми Финского научно-исследовательского института леса прошла международная встреча лесопатологов — представителей ряда университетов и лесных научно-исследовательских организаций Швеции, Норвегии, Финляндии, Дании, Германии, Англии, Канады, России, Эстонии.

В последние годы общественность и пресса Северной Финляндии активно обсуждают вопрос об отрицательном влиянии промышленных выбросов горно-обогатительного комбината «Североникель», расположенного на территории Мурманской области, на состояние лесов этого региона. Для изучения данной проблемы с 1989 г. прорабатывается российско-финляндский проект «Повреждение лесов Лапландии», в рамках которого и проходила встреча лесопатологов. Она была посвящена обсуждению вопросов, связанных с повреждением бореальных лесов биотическими и абиотическими факторами, знакомству с научными объектами в Финской Лапландии и обсуждению направлений возможного дальнейшего сотрудничества.

Насыщенная программа встречи включала как научные сообщения (было заслушано 20 докладов), так и экскурсии на опытные объекты исследовательской станции г. Рованиеми. Научные сотрудники этой станции Р. Ялканен и А. Никула познакомили с проблемами лесной фитопатологии и энтомологии в Финляндии, в частности Северной Лапландии.

Этиологии так называемых «красных поясов» в бореальных лесах региона — явлению, отмеченному на территориях с сильнопересеченной гористой местностью, — посвятил свой доклад К. Венн (Норвежский лесной институт), а в сосновых лесах Финляндии — Р. Ялканен. Оба исследователя относят данное явление к котловинам и, вопреки сложившемуся мнению, связывают повреждение (покраснение) хвои не только с воздействием промышленных эмиссий, но и с резким изменением температуры окружающей воздушной среды в зимний период за счет циркуляции потоков воздуха: тяжелого, влажного со дна котловин и

сухого, более холодного, заносимого ветром. К Вени сообщил, что красные пояса известны еще с 1963 г., но не были описаны как явление. К настоящему времени они появляются в Северной Америке, Скандинавии, Альпах, как правило, в одних и тех же зонах, но не каждый год. В Норвегии — чаще всего на склонах западной экспозиции. По наблюдениям К. Вениа, после повреждения морозом требуется от 2 до 5 лет, чтобы восстановить прирост по диаметру. Ослабленные древостои могут стать объектом нападения короедов. По данным Р. Ялканена, в Северной Финляндии известно 20 участков, где зарегистрировано появление красных поясов в сосновых древостоях. На одном из таких участков разница температур воздуха на высоте 200 м и у подножия склонов зимой 1991 г. достигала 30 °С. В зоне красных поясов она может понижаться до точки замерзания хвои. Растения не успевают адаптироваться к таким резким перепадам температуры.

С. Солберг (Норвежский лесной институт), выступивший с докладом по результатам мониторинга болезней абиотического происхождения в лесах Норвегии, рассказал о неоднородности окраски хвои ели в разные годы, обусловленной рядом причин. Он отметил, что пожелтение хвои может быть следствием засушливой погоды в летний период или дефицита магния в сочетании с первой причиной. Промышленные выбросы усиливают эти процессы. Кроме того, изменение окраски может быть вызвано сильными зимними морозами и летними заморозками. С. Солберг указал на случаи появления красных поясов в еловых древостоях, пройденных рубкой.

Й. Кох (Дания) и Д. Редферн (Шотландия) говорили о проблеме повреждения посадок интродуцированных пород, в частности ели ситхинской и сосны корсиканской, зимними и весенними морозами, поздневесенними и ранне-летними заморозками. Ими отмечена также отрицательная роль сильных ветров на побережье этих стран, приводящих в сочетании с сильными морозами к физиологическому иссушению верхушечных побегов ели. Д. Редферн, кроме того, обратил внимание на возможность иссушения хвои ели при раннем начале роста побегов в весенний период, когда почва еще полностью не оттаяла, и на большую повреждаемость заморозками посадок интродуцентов после внесения удобрений.

Я. Бак (Финляндия) сделала сообщение о распределении воздушных поллютантов, выбрасываемых комбинатом «Североникель», и их влиянии на леса Северной Лапландии. Было показано, что содержание тяжелых металлов (никель, медь), алюминия и серы снижается в направлении от комбината к финской границе, кальция, наоборот, возрастает. Содержание двуокиси серы ( $SO_2$ ) в воздухе всегда увеличивается в зимнее время. Концентрация фосфора выше вблизи комбината, по мере удаления от него падает и затем опять повышается к границе. Я. Бак изложила методические подходы к изучению реакции хвои на воздействие поллютантов, предусматривающие, в частности, наблюдение за изменением цвета хвои, измерение хлоротизированной поверхности, исследование анатомических и морфологических изменений хвои с помощью светового и сканирующего микроскопов. Состояние лесов в зоне действия комбината «Североникель» охарактеризовал в своем сообщении и В. Ф. Цветков (Институт леса и лесохимии, г. Архангельск), подчеркнувший необходимость совместных усилий по ликвидации негативных последствий техногенного загрязнения и разработке природоохранных мероприятий.

Д. Аамлид (Норвежский лесной институт) в первом сообщении доложил результаты изучения микофлоры хвои ели на севере Мурманской области, Финляндии и Норвегии, а также влияния промышленных выбросов комбината «Печенганикель» на видовой состав грибов. Отмечено



но, что разные виды грибов по-разному реагируют на концентрацию в хвое поллютантов. Образцы хвои, собранные на территории Финляндии и Норвегии, отличались высоким содержанием серы. Во втором сообщении он охарактеризовал симптомы повреждения хвойных и лиственных пород двуокисью серы в зоне действия комбината «Североникель».

А. Уотил (Хельсинкский университет), Я. Витцель (Шведский лесной институт), Ю. Кайтер (Финский институт леса) и В. И. Крутов (Институт леса Карельского научного центра РАН) свои выступления посвятили опасной в Северной Европе болезни сосны — побеговому раку (склеродерриозу), биологии и экологии его возбудителя. Ряд финских исследователей пытается связать распространение болезни в лесах Севера с воздействием поллютантов. Вопрос этот требует уточнения. Т. Куркеля (Финский институт леса) привел новые данные о распространении спор гриба *Phacidium infestans* — возбудителя болезни шютте снежное, свидетельствующие о прямой связи этого процесса с температурой воздуха и осадками в сентябре — ноябре, а М. Vuorinen (Финский институт леса) — о влиянии CO<sub>2</sub> на развитие и распространение этого патогена при разных температурах воздуха и глубине снега.

В двух докладах были затронуты проблемы борьбы с корневой губкой. М. Йоханссон (университет г. Уппсала, Швеция) изложил результаты исследования влияния величины инфекционной (споровой) нагрузки на зараженность пней хвойных пород, а также по биологической и химической защите пней. Установлено следующее: величина инфекционной нагрузки находится в прямой зависимости от диаметра пней, а их зараженность корневой губкой выше при летней (июльской), чем при зимней рубке. Биологическая защита более эффективна, когда грибы-антагонисты занимают всю поверхность пня, в других случаях возможно совместное заселение пней. Химические средства должны быть дешевыми и малотоксичными. Проведены широкие испытания бургы и водного аммиака. Обработку пней проводили с августа по сентябрь путем опрыскивания. При использовании 30 %-го водного аммиака зараженность пней корневой губкой снижалась на 90 %, более высокая концентрация обеспечивала почти полную их защиту. С. Хансо (Тартуская сельхозакадемия) привела большой список исследованных ею потенциальных грибов-антагонистов корневой губки и охарактеризовала особенности взаимоотношения отдельных видов с этим патогеном в чистой культуре.

Р. Штефан (Институт лесной генетики и лесовыращивания, Германия) в своем докладе дал характеристику трех развивающихся на хвое видов грибов, о которых в последнее время говорят как о возможных биоиндикаторах загрязнения окружающей среды: *Rhizosphaera kalkhoffii*, *Lophodermium macrosporum*, *L. picea*. При этом основное внимание было уделено последнему, менее изученному виду, его морфологическим и биологическим особенностям. Ж. Сутерланд (Канада) рассказал о болезнях хвойных пород в питомниках Канады. Среди основных названы фузариоз, кроме полегания всходов, вызывающий гниль корней сеянцев старшего возраста, серая плесень и ряд других менее распространенных болезней. При выращивании сеянцев с закрытой корневой системой (в контейнерах) причиняемый болезнями вред значительно меньше, чем в открытом грунте. Предпосевную обработку семян фунгицидами для защиты от патогенных почвенных грибов не проводят, протравливают только субстрат, используя даконил. Д. Борья (Норвежский лесной институт) изложила некоторые методические подходы к изучению взаимоотношений в системе «патоген — хозяин» на примере 10-дневных всходов ели и грибов из рода *Pythium*, известных как возбудители инфекционного полегания. М. Хансо (Тартуская сельхозакадемия) сделал сообщение о причинах усыхания липы в Эстонии.

Заседания сопровождались экскурсиями и дискуссиями. Участники встречи совершили 1000-километровый круиз по территории Северной Лапландии, посетили лесную исследовательскую станцию г. Рованиemi и ее научные объекты, где изучается влияние азотных удобрений, низких температур, выпаса оленей, промышленных выбросов и т. д. на состояние лесов и распространение ряда грибных болезней. Встреча привлекла внимание прессы и телевидения Финляндии, что говорит об актуальности рассмотренной проблемы.

В ходе заседаний и дискуссий сложилось общее мнение: ухудшение состояния лесов Европейского Севера связано с воздействием комплекса неблагоприятных биотических и абиотических факторов и не может быть объяснено исключительно влиянием промышленных выбросов. Обращено внимание на необходимость обмена имеющейся в различных регионах информацией по данной проблеме.

Признано целесообразным подобные встречи проводить регулярно, в частности следующую намечено организовать в Норвегии. Предполагается издание материалов встречи.

В. И. Крутов

Институт леса Карельского НЦ РАН

---

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 502.7(049.3)

**НОВАЯ КНИГА  
О РЕГИОНАЛЬНОМ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ НА УКРАИНЕ\***

Рецензируемая книга академика, доктора сельскохозяйственных наук, профессора С. А. Генсирюка посвящена актуальной проблеме рационального использования природных богатств, охраны природы. Она написана на высоком научно-техническом уровне и является значительным вкладом в решение экологических задач оптимизации природопользования.

Автором использован большой фактический материал личных исследований, а также привлечены данные смежных дисциплин, статистики, архивные источники. Книга отличается фундаментальностью изложения теоретических и прикладных вопросов рационального природопользования.

Работа состоит из введения, 10 глав и библиографического списка.

В первой главе достаточно глубоко изложены теоретические основы регионального природопользования, проанализированы экологические факторы, их значение в разработке региональных систем природопользования.

Вторая глава посвящена развитию экологической мысли на Украине и проблемам современного природопользования. С позиции комплексного подхода к решению проблемы автор приводит убедительные доказательства большой роли лесов в сохранении природной среды, поддержании ими естественного состояния биосферы и экологического равновесия, раскрывает последствия чрезмерной эксплуатации природных ресурсов на Украине и в ряде регионов мира, делает правильный вывод о необходимости оптимизации их использования в глобальном масштабе.

В третьей главе сформулированы теоретические принципы комплексного природного и лесохозяйственного районирования территории Украины. Предложенная автором схема с расчленением территории республики на 6 лесохозяйственных областей, 15 округов и 41 лесохозяйственный район может служить научной основой ведения многоцелевого лесного хозяйства и способствовать разработке региональных систем лесного хозяйства.

Четвертая глава раскрывает особенности ведения лесного хозяйства по природным зонам как в равнинной части, так и в горных условиях украинских Карпат.

В пятой главе изложены основные проблемы природопользования в западном регионе Украины. Внимание акцентируется на проблемах оптимизации землепользования, лесопользования и рекреационного использования живописных ландшафтов.

В шестой главе рассмотрены экологические проблемы Полесья, проблемы истощительной эксплуатации лесов и последствия крупномасштабной осушительной мелиорации.

Седьмая глава посвящена региональным проблемам водопользования в республике. Анализ использования свежей воды показывает, что

\* Генсирюк С. А. Региональное природопользование.— Львов: Світ, 1992.

наибольший ее расход наблюдается в индустриально развитых областях: Запорожской — 14,7, Днепропетровской — 13,0, Донецкой — 12,2; наименьший в Черновицкой и Волинской — 0,4, Закарпатской — 0,5, Тернопольской — 0,6 %. Автор подчеркивает, что обязательным условием обеспечения населения и народного хозяйства водой является охрана водных объектов от загрязнения.

В восьмой главе излагаются региональные проблемы комплексного использования минеральных ресурсов и охраны недр. Автор подчеркивает, что уровень комплексности и полноты использования запасов минерально-сырьевого потенциала Украины пока не соответствует требованиям хозяйственной политики. Общий объем горно-промышленных отходов составляет только в Кривбассе около 400 млн т в год, в том числе около 80 млн т скальных пород.

В девятой главе автор раскрывает экологическую ситуацию в республике и предлагает пути ее улучшения. Для этого необходимо сформировать единую экологическую систему охраны природы территорий, которая, наряду с сохранением ценных природных комплексов, обеспечит сохранение экологического равновесия окружающей среды.

Десятая глава посвящена охране окружающей среды в зарубежных странах.

В книге удачно объединены научные поиски в теории природопользования и решении ряда важнейших прикладных вопросов, касающихся охраны, использования и воспроизводства природных богатств. Особое внимание уделено вопросам рационального использования лесных, земельных, водных и минерально-сырьевых ресурсов, повышению продуктивности лесов, улучшению их породного состава и увеличению лесистости степных и лесостепных районов Украины за счет облесения не использованных в сельском хозяйстве земель (дефлируемые пески, овраги, эродированные крутосклоны и др.). Значительное место отведено рассмотрению региональных эколого-экономических проблем охраны природы и рационального использования природных ресурсов. Большого внимания заслуживают разработанные автором эколого-экономические принципы регионального природопользования и комплексного районирования, а также модель экологической системы охраняемых природных объектов.

Книга написана хорошим литературным языком, иллюстрирована схемами, рисунками, легко читается. Она станет хорошим учебным пособием для лесохозяйственных и географических специальностей вузов.

**В. П. Рябчук, Г. Г. Баранецкий**

Львовский лесотехнический институт

## ЮБИЛЕИ

УДК 06.091

**АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ ОБЛИВИН**  
(к 60-летию со дня рождения)

В сентябре 1992 г. ректору Московского лесотехнического института, академику Международной академии наук высшей школы, доктору технических наук, профессору А. Н. Обливинову исполнилось 60 лет.

После окончания в 1956 г. МЛТИ А. Н. Обливин работал в должности мастера, технорука, а также начальника Мостовского лесопункта Оленинского леспромхоза ЦНИИМЭ. В 1959 г. он поступает в аспирантуру при МЛТИ, после защиты кандидатской диссертации занимает должность сначала ассистента кафедры, затем начальника научно-исследовательского сектора, проректора по научной работе. С августа 1966 г. Александр Николаевич возглавляет крупнейший институт.

В 1976 г. А. Н. Обливин успешно защитил докторскую диссертацию в области теплопереноса влажных капиллярно-пористых тел, в 1977 г. ему присуждено звание профессора. Им создана кафедра процессов и аппаратов деревообрабатывающих производств, сформирована научная школа в области технологических процессов производства композиционных материалов на основе древесины, открыта отраслевая лаборатория.

За период работы в МЛТИ проф. А. Н. Обливин внес большой вклад в развитие науки. На основании оригинальных исследований им написаны и опубликованы свыше 100 монографий, учебников и научных работ.

Большое внимание А. Н. Обливин уделяет подготовке научных и педагогических кадров. Под его руководством подготовлено более 20 докторов и кандидатов наук. Он принимал участие в работе четырех международных лесных конгрессов, где выступал с научными докладами.

Свыше трех десятилетий он посвятил педагогической деятельности, уделяя большое внимание совершенствованию организации учебного процесса.

Проф. А. Н. Обливин принимает активное участие в общественной деятельности в области лесного высшего образования. Он председатель Учебно-методического объединения по образованию в области лесного дела, Комитета по лесным ресурсам Научно-исследовательского общества России, Научного совета по комплексному и рациональному использованию лесных ресурсов Министерства науки, высшей школы и технической политики Российской Федерации, а также председатель специализированных Советов по защите докторских и кандидатских диссертаций.

За успехи в научно-производственной деятельности А. Н. Обливин награжден орденами Трудового Красного Знамени, Дружбы Народов, Знак Почета.

Сердечно поздравляем Александра Николаевича с 60-летием. Желаем крепкого здоровья, дальнейших успехов в развитии высшего лесотехнического образования.

Коллектив ученых Московского лесотехнического института

УДК 630\*902

### ЮБИЛЕЙ АКАДЕМИКА СТЕПАНА АНТОНОВИЧА ГЕНСИРУКА

6 января 1993 г. исполнилось 70 лет со дня рождения и 45 лет научной, общественной и педагогической деятельности известного ученого в области лесоводства, лесной экономики и регионального природопользования, научного руководителя Лаборатории проблем природопользования Львовского лесотехнического института, академика трех академий Украины, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Степана Антоновича Генсирука.

Сын крестьянина из с. Будки Тернопольской области С. А. Генсирук с детских лет проявлял большой интерес к природе родного края. После окончания Кременецкого лесного техникума он поступил на лесохозяйственный факультет Львовского сельскохозяйственного института, который окончил с отличием в 1949 г. (Кстати, одновременно Степан Антонович с отличием окончил и Львовскую консерваторию.)

Вся последующая жизнь С. А. Генсирука связана с лесным хозяйством, подготовкой производственных и научных кадров. Он работал с 1951 г. ассистентом, а затем старшим преподавателем кафедры лесоводства Львовского лесотехнического института, в 1955 г. успешно защитил кандидатскую диссертацию.

С 1959 г. С. А. Генсирук занимал должность старшего научного сотрудника Украинского научно-исследовательского института экономики и организации сельского хозяйства, а с 1962 г. в течение 14 лет руководил отделом охраны и использования лесных ресурсов СОПС АН УССР, одновременно продолжая преподавательскую деятельность на кафедре лесоводства Украинской сельскохозяйственной академии. С 1986 г. Степан Антонович — профессор кафедры лесоводства, таксации и лесоустройства и заведующий лабораторией «Проблемы природопользования» Львовского лесотехнического института.

С. А. Генсирук осуществлял большие экспедиционные изыскания в Полесье, лесостепной зоне, горном Крыму, Карпатах и других районах республики. Результатом плодотворной работы явилась защита докторской диссертации в 1965 г.

С. А. Генсирук проводил научные исследования в области лесоводства, лесопользования, лесозащиты, экономики использования и воспроизводства лесных ресурсов, региональному природопользованию и др. Им создано и успешно развивается на Украине новое научное направление — лесное ресурсоведение, региональное природопользование, основанное на глубоком экономическом анализе и расчете. Степан Антонович разработал теоретические основы комплексного ведения лесного хозяйства. Большое теоретическое и практическое значение имеют его научные разработки закономерностей естественного возобновления хвойно-лиственных лесов и рекомендации по восстановлению главных лесобразующих пород, изучению состояния лесных ресурсов Украины и обоснованию оптимального размера лесопользования. Он внес большой вклад в разработку системы мероприятий, повышающих продуктивность и биологическую устойчивость лесов Карпат.

С. А. Генсирук опубликовал свыше 300 научных работ, из которых 22 — фундаментальные монографии общим объемом свыше 500 печ. л.

Отметим лишь некоторые из них. Вышли в свет «Ельники Восточных Карпат» (1957 г.), «Леса Украинских Карпат и их использование» (1964 г.), «Комплексное лесное хозяйство в горных условиях» (1971 г.), «Лесные ресурсы Украины, их охрана и использование» (1973 г.). За цикл указанных работ Президиум АН УССР в 1976 г. присудил С. А. Генсируку премию им. А. Г. Шлихтера. За научные разработки он дважды (1956 и 1958 гг.) награжден большой серебряной медалью ВДНХ. В 1975 г. опубликована книга «Леса Украины», в которой дан глубокий анализ динамики лесистости, выявлены закономерности размещения лесов в условиях различных общественно-экономических формаций и обоснована система лесохозяйственных мероприятий. В 1981 г. в издательстве «Наукова думка» вышла объемом 35 печ. л. книга «Комплексное лесохозяйственное районирование Украины и Молдавии» под редакцией С. А. Генсирука. В этой работе приведены принципы комплексного районирования лесных территорий и широко освещены вопросы рационального использования, охраны и воспроизводства лесных ресурсов.

С 1982 по 1992 г. С. А. Генсирук опубликовал еще шесть монографий: «Эколого-экономические аспекты природопользования», «Охрана лесных экосистем», «Использование и воспроизводство лесных ресурсов УССР», «Рекреационное использование лесов», «Региональное природопользование», «Леса Украины».

Наряду с плодотворной научной и педагогической работой, Степан Антонович оказывает большую помощь производству. Им разработаны генсхемы использования и воспроизводства лесных ресурсов, программы и прогнозы научно-технического прогресса отраслей, связанных с лесом. Эти схемы применяются при планировании развития лесного хозяйства и объема лесопользования, а предложенные им оригинальные научно обоснованные методические положения — в работе планирующих органов.

Под руководством проф. С. А. Генсирука подготовлено 3 доктора и 20 кандидатов наук. Он более 10 лет являлся председателем общества «Знание» при институте. Часто выступает с лекциями на телевидении и радио по проблемам развития лесного хозяйства, рационального использования и охраны лесных ресурсов, а также охраны окружающей среды.

С. А. Генсирук — ученый и человек широкой эрудиции и разносторонних научных интересов, пользуется заслуженным авторитетом среди лесоводов и экологов. Его исключительные трудолюбие, аккуратность, отзывчивость вызывают симпатию и уважение.

Коллеги и ученики тепло поздравляют Степана Антоновича со славным юбилеем и шлют ему самые наилучшие пожелания.

В. А. Кучерявый, Г. Т. Криницкий,  
Г. Г. Баранецкий, В. П. Рябчук

Львовский лесотехнический институт

## НЕКРОЛОГИ

**АННА ИВАНОВНА КОЛЬЦОВА**

25 января 1993 года скончалась Анна Ивановна Кольцова, в течение 33 лет работавшая ответственным секретарем редакции «Лесного журнала».

Она была среди тех, кто в 1957 году принял на себя выполнение важной и очень непростой задачи — организовать в Архангельске, при лесотехническом институте, выпуск всесоюзного журнала высшей школы по проблемам лесной науки.

Только те, кто близко знаком с работой научных редакций, могут представить, сколь высоки требования к ответственному секретарю. Но у Анны Ивановны было буквально все для этого: богатый опыт работы в московских и архангельских издательствах и, что может быть еще важнее, высокая образованность, эрудиция, интеллигентность, культура.

В редакции удалось быстро создать систему и четкий, хорошо продуманный порядок во всем, начиная с регистрации статей, работы с разнообразной входящей и исходящей информацией и кончая лаконичными, но умными и теплыми праздничными поздравлениями активу журнала.

Через руки Анны Ивановны прошло более 11 тысяч статей. Ее высокий профессионализм, принципиальность, корректность, огромное трудолюбие были отличной школой не только для небольшого коллектива редакции, но и для заместителей главного редактора, членов редколлегии, авторов, рецензентов, общавшихся с нею.

Чуть более месяца не дожила А. И. Кольцова до 84 лет. Трудно примириться с мыслью, что ее нет с нами. Но светлый образ Анны Ивановны навсегда останется в нашей памяти.

Редколлегия и редакция  
«Лесного журнала»



## ЛЕСНОЙ ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

## ЛЕСНОЙ МЕСЯЦЕСЛОВ

## НОЯБРЬ

Белки строят гнезда низко — к холодной зиме, высоко — к теплой.  
 В зайцах много жира — зима будет долгой и холодной.  
 Весной что рекой прольет — капли не видать, осенью ситом просеет —  
 хоть ведром черпай.  
 Гриб поздний — поздний снег.  
 Гром в ноябре — на малоснежную зиму.  
 Дмитриев день (8 ноября) — зима уже лезет на плетень.  
 Ива рано инеем покрылась — к долгой зиме.  
 Иней в ноябре — к ясной погоде.  
 Иней на Михайлу (21 ноября) — к большим снегам.  
 Иней осенний — к сухой и солнечной погоде.  
 Кузьминки (14 ноября) — об осени одни поминки.  
 Листопад деревьев не обтрусит — должна быть долгая зима.  
 Листопад на пегой кобыле едет: то снег, то дождь.  
 Листья на деревьях сильно держатся — зима будет суровой.  
 Листья с деревьев не все опали — зима будет суровой.  
 На Ераста (23 ноября) жди ледяного наста.  
 Не все непогода: проглянет и красный день.  
 Ноябрь — ворота зимы.  
 Ноябрь — октябрев сын, сентябрев внук — зиме родной батюшка.  
 Ноябрь стелет землю листьями, декабрь — снегом.  
 Осень закружила в лесу рыжую метелицу.  
 Осень снегом не умоется, в белый кафтан не нарядится.  
 Осиновые листья ложатся вверх лицом — к студеной зиме, вверх из-  
 нанкой — к теплой; если наполовину изнанкой, наполовину ли-  
 цом — зима ожидается умеренная.  
 Паук плетет паутину колесом — к доброй погоде.  
 Пигасий (15 ноября) солнце гасит.  
 С Михайла зима не стоит, не мерзнет.  
 Федот (20 ноября) — лед ведет.

## ДЕКАБРЬ

Анна зимняя (22 декабря) — матушка зимы.  
 Большой иней — к хлебороду.  
 Барвара (17 декабря) кусок ночи урвала, дня притачала.  
 Введение (4 декабря) пришло — зиму привело.  
 Вода на Андрея (13 декабря) ночью в реках и озерах тихая — к доб-  
 рой зиме, шумная — к похолоданию и метелям.  
 Воробы сильно суетятся и чирикают — к морозу.  
 Ворона всегда садится кловом к ветру.  
 Вороны каркают против ветра — будет сильный ветер.  
 Вороны садятся на нижних ветках деревьев — к непогоде и ветру.  
 Галки тепла накричали.

Декабрь сухой — сухая весна и сухое лето долго будут.  
Декабрь холодный и снежный — хлеб будет густой и пышный.  
Дерево чернеет — будет оттепель.  
Ель и сосна шумят неспроста.  
Зашумела дубравонька на непогодушку.  
Зимой съел бы грибок, да снег глубокий.  
Иней с утра покрыл деревья в лесу — к урожаю.  
Инея на деревьях много — летом будет много меда.  
Иней на Николу (19 декабря) к урожаю следующего года.  
Лес трещит — мороз будет стоять еще долго.  
Мороз прыгает по ельникам, по березнякам, по борам.  
На Анну — день зимнего солнцестояния.  
На Варвару зима дорогу заварварит.  
На Платона и Романа (1 декабря) тепло — зима будет теплая.  
На Спиридона (25 декабря) солнце на лето, зима на мороз.  
Никола (19 декабря) загвоздит, что Егорий (9 декабря) наместит.  
Пока листья с вишневых деревьев не опали, сколько б снега не выпало,  
зима не наступит.  
Птиц много и летят быстро — к близкому ненастью.  
Пушистый иней на деревьях и кустарниках — к солнечному дню.  
Синица пищит — зиму предвещает.  
Снег в декабре глубокий — урожай высокий.  
Снегирь пищит — скоро зима будет.  
Солнце в декабре на лето, а зима на мороз поворачивает.  
Шерсть у зайцев побелела — зима близко.

Составитель — профессор Львовского лесотехнического института

В. П. Рябчук

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>И. С. Мелехов.</i> 100 лет ИУФРО (IUFRO) . . . . .	3
---	---

### ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>А. В. Веретенников.</i> Основные физиологические процессы и условия внешней среды в онтогенезе древесных растений . . . . .	9
<i>А. С. Лисеев.</i> Леса Московской области в прошлом и настоящем . . . . .	14
<i>А. И. Барабин.</i> О планировании семязаготовок на Европейском Севере . . . . .	19
<i>И. А. Маркевич, А. А. Шужмов.</i> Исследование антропогенизированных природно-территориальных комплексов Валаамского архипелага . . . . .	23
<i>А. А. Кулыгин, И. И. Ревяко.</i> Рост дуба черешчатого в смешанных искусственных насаждениях . . . . .	27
<i>В. Ф. Лебков, Н. Ф. Каплина.</i> Сопряженность строения древостоев сосны по массе кроны и диаметру ствола . . . . .	30
<i>Ю. М. Дебринок.</i> Оптимизация состава смешанных насаждений дуба и ели в западной лесостепи Украины . . . . .	35
<i>А. В. Лебедев, Э. А. Иванова.</i> Патология деревьев ели в древостоях учебного назначения . . . . .	39

### ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>Б. А. Ильин.</i> Теоретические основы организации эксплуатации грунтовых лесовозно-лесохозяйственных дорог . . . . .	44
<i>Р. Л. Коровкин, А. В. Ярослав.</i> К расчету вертикальной динамики узкоколейного тепловоза ТУ-7 . . . . .	48
<i>В. П. Мигляченко.</i> Утепление грунтовых карьеров . . . . .	52
<i>В. Е. Сергутин.</i> Степенные модели в гидравлике потоков . . . . .	57
<i>Ю. Ю. Герасимов.</i> Обоснование выбора рациональных альтернатив организации заключительных технологических операций . . . . .	65

### МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>Ю. М. Иванов.</i> К анализу усадки древесины . . . . .	69
<i>С. В. Ершов.</i> О распределении температуры по радиусу круглой пилы . . . . .	72
<i>В. Н. Осипова.</i> Определение оптимальных технологических параметров производства профилированных древесностружечных плит по критерию минимальной себестоимости . . . . .	78
<i>Ю. А. Варфоломеев, В. Б. Кошуняева.</i> Защищающая способность различных антисептиков для пиломатериалов . . . . .	81

### ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>В. И. Комаров, Я. В. Казаков, И. Б. Филиппов.</i> Зависимость весового показателя (по С. Н. Иванову) от средней длины волокна сульфатной небеленой целлюлозы . . . . .	84
<i>Л. И. Селянина.</i> Анализ работы установок дезодорации конденсатов сульфатной варки целлюлозы . . . . .	88
<i>Л. А. Миловидова, Г. В. Комарова, Н. В. Юдина.</i> Количественное определение «вредной» смолы в сульфитной целлюлозе . . . . .	92
<i>Г. Ф. Прокшин, Я. В. Казаков.</i> Оценка влияния топохимических процессов на кинетику щелочной варки целлюлозы . . . . .	96

### ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

<i>Е. С. Романов.</i> Ущерб водной среде от лесосплава . . . . .	100
<i>Ю. В. Кузминых.</i> Об определении уровня интенсивности лесохозяйственного производства . . . . .	105

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- А. С. Якимов, А. Г. Мошкалев, А. Ф. Елизаров. Особенности строения и таксации еловых древостоев деконцентрированного эксплуатационного лесного фонда . . . . . 10
- О. М. Шапкин, С. П. Погиба, С. П. Зуихина, Т. П. Макарова, А. Н. Раздай-  
водин. Кариологический анализ и эндогенная изменчивость генеративных  
органов плюсовых деревьев ели . . . . . 11
- В. Г. Стороженко. Некоторые особенности формирования древостоев и грибных  
биотрофных комплексов в разновозрастных еловых лесах . . . . . 11

## НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- В. С. Чуенков, А. С. Агеенко. Международная конференция ИЮФРО . . . . . 11
- Б. Н. Уголев. III Международная конференция ИЮФРО по сушке древесины . . . . . 11
- В. В. Соловьев. Международная конференция по использованию древесины . . . . . 12
- Б. Н. Уголев. Очередная сессия Координационного совета по современным про-  
блемам древесиноведения . . . . . 12
- О. М. Соколов, Г. В. Комарова. Международная научно-техническая конферен-  
ция PAPFOR-92 . . . . . 12
- В. И. Крутов. Встреча северных лесопатологов . . . . . 12

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- В. П. Рябчук, Г. Г. Баранецкий. Новая книга о региональном природопользова-  
нии на Украине . . . . . 131

## ЮБИЛЕИ

- Коллектив ученых Московского лесотехнического института, Александр Николае-  
вич Обливин (к 60-летию со дня рождения) . . . . . 133
- В. А. Кучерявый, Г. Т. Криницкий, Г. Г. Баранецкий, В. П. Рябчук. Юбилей  
академика Степана Антоновича Генсирюка . . . . . 134

## НЕКРОЛОГИ

- Редколлегия и редакция «Лесного журнала». Анна Ивановна Кольцова . . . . . 136

## ЛЕСНОЙ ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

- В. П. Рябчук. Лесной месяцеслов . . . . . 137

- Рефераты . . . . . 143

## CONTENTS

S. Melekhov. 100 Years of IUFRO . . . . .	3
---	---

### FORESTRY

V. Veretennikov. Fundamental Physiological Processes and Environmental Conditions in Ontogenesis of Woody Plants . . . . .	9
S. Liseev. Forests of Moscow Region in the Past and at Present . . . . .	14
I. Barabin. On Planning of Laying in a Supply of Seeds in the European North . . . . .	19
A. Markevitch, A. A. Shuzhmov. Research into Anthropogenesised Natural-Territorial Complexes of the Valaam Archipelago . . . . .	23
A. Kulygin, I. I. Revyako. Common Oak Growth in Mixed Homogeneous Stands . . . . .	27
F. Lebkov, N. F. Kaplina. Conjugation of Pine Stands Structure by Crown Mass and Stem Diameter . . . . .	30
u. M. Debrinyuk. Optimization of Mixed Oak and Spruce Stands' Composition in Western Forest-Steppe of Ukraine . . . . .	35
V. Lebedev, E. A. Ivanova. Pathology of Spruce Trees in Training Forests . . . . .	39

### FOREST EXPLOITATION

A. Il'in. Organization Fundamentals of Soil Logging Forestry Roads . . . . .	44
L. Korovkin, A. V. Yaros'. On Calculation of Vertical Dynamics of Narrow-Gauge Diesel Locomotive TU-7 . . . . .	48
P. Miglyachenko. Making Open Soil-Pit Cold-Proof . . . . .	52
E. Sergutin. Degree Models of Flow Hydraulics . . . . .	57
u. Yu. Gerasimov. Substantiation of Rational Organization Alternatives' Choice of Final Technological Operations . . . . .	65

### MECHANICAL PROCESSING OF WOOD AND WOODSCIENCE

u. M. Ivanov. On Analysis of Wood Shrinkage . . . . .	69
V. Ershov. On Temperature Distribution on Circular Saw Radius . . . . .	72
N. Osipova. Determination of Optimal Technological Parameters of Profiled Particle Board Manufacture on Minimal Cost Price Criterion . . . . .	78
u. A. Varfolomeev, V. B. Koshunyaeva. Protecting Capacity of Different Sawn Wood Preservatives . . . . .	81

### CHEMICAL PROCESSING OF WOOD

I. Komarov, Ya. V. Kazakov, I. B. Filippov. Dependence of Weight Indicator (according to S. N. Ivanov) on Medium Length of Unbleached Sulfate Pulp Fibre . . . . .	84
I. Selyanina. Analysis of Sulfate Pulping Condensate Deodorization Plants' Operation . . . . .	88
A. Milovidova, G. V. Komarova, N. V. Yudina. Quantitative Determination of Harmful Sulfite Pulp Resin Content . . . . .	92
F. Prokshin, Ya. V. Kazakov. Evaluation of Topochemical Processes Effect on Alkaline Pulping Kinetics . . . . .	96

### ECONOMICS AND MANAGEMENT

S. Romanov. Timber Floating Damage to Water Environment . . . . .	100
u. V. Kuzminykh. On Determination of Intensity Level of Industrial Forestry Production . . . . .	105

### SUMMERIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

S. Yakimov, A. G. Moshkalev, A. F. Elizarov. Features of Structure and Estimation of Spruce Stands of Deconcentrated Exploitable Fund . . . . .	108
M. Shapkin, S. P. Pogiba, S. P. Zuikhina, T. P. Makarova, A. N. Razdaivodin. Cariological Analysis and Endogenous Variability of Spruce Plus Trees Generating Organs . . . . .	110
G. Storozhenko. Some Features of Tree Stands Formation and Fungus Biotrophic Complexes in All-Aged Spruce Forests . . . . .	113

*SCIENTIFIC  
AND LEARNED CONFERENCES*

<i>V. S. Chuenkov, A. S. Ageenko.</i> International Conference (IUFRO) . . . . .	11
<i>B. N. Ugolev.</i> III International Conference (IUFRO) on Wood Drying . . . . .	1
<i>V. V. Solov'ev.</i> International Conference on Timber Usage . . . . .	1
<i>B. N. Ugolev.</i> Due Session of Coordinating Council on Modern Problems of Wood Science . . . . .	12
<i>O. M. Sokolov, G. V. Komarova.</i> International Scientific-and-Technical Conference PAPFOR-92 . . . . .	12
<i>V. I. Krutov.</i> Conference of Northern Forest Pathologists . . . . .	12

*CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY*

<i>V. P. Ryabchuk, G. G. Baranetsky.</i> New Book about Regional Forestry in Ukraine . . . . .	12
--	----

*JUBILEES*

<i>Scientists' Collective of Moscow Forestry Technical Institute.</i> Alexandr N. Oblivin (to the 60th Anniversary of Birthday) . . . . .	13
<i>V. A. Kucheryavy, G. T. Krinitsky, G. G. Baranetsky, V. P. Ryabchuk.</i> Jubilee of Academician Stepan A. Gensiruk . . . . .	13

*OBITUARIES*

<i>Editorial Board and Members of the Staff of Lesnoi Zhurnal.</i> Anna Ivanovna Kol'tsova . . . . .	13
--	----

*FOREST PHENOLOGY CALENDAR*

<i>V. P. Ryabchuk.</i> Forest Month Calendar . . . . .	13
Précis . . . . .	143

## РЕФЕРАТЫ

УДК 06.091.5:06

100 лет ИЮФРО (IUFRO). МЕЛЕХОВ Н. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 3—8.

УДК 630\*161.4

Основные физиологические процессы и условия внешней среды в онтогенезе древесных растений, ВЕРЕТЕННИКОВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 9—14.

В онтогенезе древесных растений выделено восемь последовательных этапов. Выявлены важнейшие факторы внешней среды, оказывающие наиболее сильное воздействие на ход и направленность физиологических процессов и новообразование элементов структуры по мере прохождения древесными растениями этапов развития. Табл. 1. Библиогр. список: 18 назв.

УДК 630\*(470.311)

Леса Московской области в прошлом и настоящем, ЛИСЕЕВ А. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 14—19.

Дана сравнительная характеристика московских лесов. Показана выгода от использования их недревесных полезностей. Отражено негативное влияние неверных указаний ряда ученых о методах лесоэксплуатации на состояние лесов. Предложено определение леса, обеспечивающее подвижное равновесие между его компонентами и средой. Затронуты вопросы рубок ухода и собственности лесов. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630\*312

О планировании семязаготовок на Европейском Севере, БАРАБИН А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 19—22.

Показано, что планы семязаготовок устанавливаются без учета плодородия древесных пород. Выполнение их обеспечивается в основном за счет преобладающей породы Севера — ели. Дано обоснование целесообразности заготовок семян ели только в годы обильных и сверхобильных урожаев. Табл. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 616.89-088.446:551.4

Исследование антропогенезированных природно-территориальных комплексов Валаамского архипелага, МАРКЕВИЧ И. А., ШУЖКОВ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 23—27.

Выделены типы условно измененных, модифицированных, трансформированных и культурных природно-территориальных комплексов Валаама, относящихся к антропогенезированному ландшафту. Приведена их краткая характеристика, обзор интродуцентов на архипелаге. Ил. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630\*232.4:630\*176.322.6

Рост дуба черешчатого в смешанных искусственных насаждениях, КУЛЬГИН А. А., РЕВЯКО И. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 27—30.

Дана характеристика 8-ми вариантов смешанных 50-летних культур дуба черешчатого, произрастающих на южных черноземах степи. Определены лучшие сопутствующие породы и кустарники. Установлена оптимальная густота насаждений. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*531 + 630\*521.2

Сопряженность строения древостоев сосны по массе кроны и диаметру ствола, ЛЕБКОВ В. Ф., КАПЛИНА Н. Ф. Изв. высш.

учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 30—35.

Установлена тесная связь параметров распределения деревьев по диаметру ствола и массе кроны в сыром состоянии, рассчитанных с использованием функции Вейбулла. Показана возможность изучения структуры древостоя по фитомассе через показатели его морфоструктуры. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630\*228

Оптимизация состава смешанных насаждений дуба и ели в западной лесостепи Украины, ДЕБРИНЮК Ю. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 35—39.

На основании данных о текущем среднем периодическом приросте по запасу в молодых, средневозрастных и приспевающих насаждениях с различным долевым участием дуба и ели проведена оптимизация их состава. Критерий оптимальности — наибольший прирост древесины дуба. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630\*453

Патология деревьев ели в древостоях учебного назначения, ЛЕБЕДЕВ А. В., ИВАНОВА Э. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 39—43.

Рассмотрены результаты изучения патологии деревьев ели в типичных древостоях средней подзоны тайги. Приведены видовой состав и характеристика деятельности дериворазрушающих грибов и стволовых насекомых в ельниках. Определено влияние интенсивности лесопользования в учебных целях на состояние и устойчивость древостоев. Табл. 1. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 630\*383

Теоретические основы организации эксплуатации грунтовых лесовозно-лесоохозяйственных дорог, ИЛЬИН Б. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 44—48.

Изложены теоретические обоснования метода определения оптимальной даты начала вывозки древесины по грунтовым дорогам, выбора лесовозного подвижного состава и числа ремонтных профилировок проезжей части в течение безморозного периода. Ил. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК [625.312:629.424.1].001.24

К расчету вертикальной динамики узкоколейного тепловоза ТУ-7, КОРОВКИН Р. Л., ЯРОСЬ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 48—51.

Изучены колебания тепловоза, движущегося по прямолинейному участку пути и приведено описание программы расчета для компьютера. Табл. 1. Ил. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 625.7/8:624.139.6

Утепление грунтовых карьеров, МИГЛЯЧЕНКО В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 52—57.

Представлены результаты аналитических расчетов температурного поля в грунтовых карьерах, укрытых теплоизоляционными материалами. Ил. 3.

УДК 556.536

Степенные модели в гидравлике потоков, СЕРГУТИН В. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 57—65.

Рассмотрены две задачи: определение расхода воды и расхода от взвешенных наносов в естественных руслах. Ряд зависимостей основан на введении степенных связей. Ил. 5. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630\*36

Обоснование выбора рациональных альтернатив организации заключительных технологических операций, ГЕРАСИМОВ Ю. Ю. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 65—68.

Рассмотрены вопросы обоснования оптимальной технологии изготовления металлоконструкций лесных машин. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630\*812.7

К анализу усадки древесины, ИВАНОВ Ю. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 69—72.

Установлено, что измеренные напряжения  $\sigma_p$  в момент разрыва упруго закреплённых образцов, подвергаемых периодическому увлажнению и высушиванию, имеют величину меньше рассчитанных по уравнению длительной прочности для времени до разрушения. Ил. 2. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 674.053:621.934

О распределении температуры по радиусу круглой пилы, ЕРШОВ С. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 72—78.

Рассмотрены теоретические вопросы распределения температуры по радиусу вращающейся круглой пилы при резании древесины и трении о направляющие, а также решено нестационарное уравнение теплопроводности методом конечных разностей. Приведены примеры распределения температуры по радиусу вращающейся круглой пилы при резании древесины в различном расположении зоны трения о направляющие. Ил. 3. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 674.816

Определение оптимальных технологических параметров производства профилированных древесностружечных плит по критерию минимальной себестоимости, ОСИПОВА В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 78—81.

Разработан алгоритм выбора оптимальных технологических параметров производства профилированных ДСП: плотности и расхода связующего по критерию минимальной себестоимости плиты. Ил. 2. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 674.048

Защищающая способность различных антисептиков для пиломатериалов, ВАРФОЛОМЕЕВ Ю. А., КОШУНЯЕВА В. Б. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 81—83.

Выполнен статистический анализ результатов производственных испытаний сырых сосновых пиломатериалов с большим содержанием заболонной древесины, обработанных фенольными (первая выборка) и бесхлорфенольными (вторая выборка) антисептиками, а также неантисептированных (третья выборка). Табл. 1.

УДК 676.164.3.017.22

Зависимость весового показателя (по С. Н. Иванову) от средней длины волокна сульфатной небеленой целлюлозы, КОМАРОВ В. И., КАЗАКОВ Я. В., ФИЛИППОВ И. Б. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 84—87.

На основании статистической характеристики изменения средней длины волокна как во времени, так и технологическом потоке получено уравнение связи весового показателя и средней длины волокна сульфатной небеленой целлюлозы. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630\*861.14

Анализ работы установок дезодорации конденсатов сульфатной варки целлюлозы, СЕ-

ЛЯНИНА Л. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 88—92.

Показано, что для обеспечения устойчивой работы колонны дезодорации и достижения высокой степени очистки от всех загрязняющих компонентов необходимо поддерживать содержание примесей в питании колонны в пределах 1000...5000 мг/л и концентрацию метанола в дистилляте не более 6%. Установка колонны дезодорации между выпарными корпусами и обогрев ее вторичным паром первого выпарного аппарата позволяет сократить расход теплоты на локальную очистку на 85—90% по сравнению с индивидуальной установкой колонны. Ил. 2. Табл. 2.

УДК 676.947.992.3:634.0.86.15

Количественное определение «вредной» смолы в сульфитной целлюлозе, МИЛОВИДОВА Л. А., КОМАРОВА Г. В., ЮДИНА Н. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 92—96.

Предложен способ контроля за содержанием поверхностной смолы в небеленой и беленой сульфитной целлюлозе, основанный на определении оптической плотности фильтратов и позволяющий оценить действие таких факторов, как качество свежей воды, условия промывки и др. Ил. 2. Табл. 4. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 676.1.023.1

Оценка влияния толокнических процессов на кинетику щелочной варки целлюлозы, ПРОКШИН Г. Ф., КАЗАКОВ Я. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 95—99.

Показано, что одинаковая линейная зависимость  $\lg K$  от  $\mu$  при описании толокническим уравнением Колмогорова — Ерофеева кинетики химических реакций деглинификации, расхода активной щелочи и снижения выхода твердого древесного остатка (непривара) при варке сульфатной и натровой целлюлозы из осины и ели по одинаковому режиму может служить доказательством определяющего влияния толокнических процессов в матрице твердого древесного вещества на кинетику деглинификации и расхода активной щелочи, по крайней мере до момента разделения щепы на волокна. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 9 назв.

УДК 630\*378.31:577.472

Ущерб водной среде от лесосплава, РОМАНОВ Е. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 100—104.

Обоснована классификация видов ущерба по четырем частным направлениям: механический, химический, биологический, производственно-социальный и одному обобщающему — экономический ущерб. Приведены данные о размерах ущерба. В целом сделан вывод о нецелесообразности отказа от лесосплава и сворачивания его в настоящее время. Библиогр. список: 14 назв.

УДК 630\*62

Об определении уровня интенсивности лесохозяйственного производства, КУЗМИНЫХ Ю. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 105—107.

Рассмотрен вопрос об измерении уровня интенсивности лесохозяйственного производства. Предложена шкала интенсивности, применимая для лесохозяйственного районирования. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630\*5

Особенности строения и таксации словых древостоев деконцентрированного эксплуатационного лесного фонда, ЯКИМОВ А. С., МОШКАЛЕВ А. Г., ЕЛНЗАРОВ А. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 108—110.

Изучены состав и состояние деконцентрированного эксплуатационного лесного фонда (ДЭЛФ) на примере Ленинградской и Архангельской областей. Составлены новые то-



варные таблицы для древостоев ДЭЛФ. Разработан дешифровочный метод их таксации. Рекомендован метод определения экономической доступности ДЭЛФ.

УДК 630\*165.51:630\*165.42

Кариологический анализ и эндогенная изменчивость генеративных органов плюсовых деревьев ели, ШАПКИН О. М., ПОГИБА С. П., ЗУИХИНА С. П., МАКАРОВА Т. П., РАЗДАВЦОВ А. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 110—113.

Приведены данные кариологического анализа 11 плюсовых деревьев ели. Дано полное описание их кариотипов и составлены идиограммы. Показана эндогенная изменчивость шишек и проанализирована форма семенных чешуй. Табл. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 632.4:674.032.475.542

Некоторые особенности формирования древостоев и грибных биотрофных комплексов в разновозрастных еловых лесах. СТОРОЖЕНКО В. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 113—116.

Дан анализ возрастных структур разновозрастных еловых древостоев Центральнолесного заповедника, а также рассмотрены особенности количественных и качественных характеристик пораженности древостоев грибами-деревоуничтожителями биотрофного комплекса. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 630\*624:061.3

Международная конференция ИЮФРО. ЧУЕНКОВ В. С., АГЕЕНКО А. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 117—119.

УДК 674.047:061.3

III Международная конференция ИЮФРО по сушке древесины. УГОЛЕВ Б. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 119—120.

УДК 674.062:061.3

Международная конференция по использованию древесины. СОЛОВЬЕВ В. В. Изв. высш.

учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 120—122.

УДК 630\*81:061.3

Очередная сессия Координационного совета по современным проблемам лесовосстановления. УГОЛЕВ Б. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 122.

УДК 061.3:676

Международная научно-техническая конференция PARFOR-92. СОКОЛОВ О. М., КОМАРОВА Г. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 123—127.

УДК 061.3:630\*416

Встреча северных лесопатологов. КРУТОВ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 127—130.

УДК 502.7(049.3)

Новая книга о региональном природопользовании на Украине. РЯБЧУК В. П., БАРАНЕЦКИЙ Г. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 131—132.

УДК 06.091

Александр Николаевич Обливин (к 60-летию со дня рождения). КОЛЛЕКТИВ УЧЕНЫХ МОСКОВСКОГО ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 133.

УДК 630\*902

Юбилей академика Степана Антоновича Геисрука. КУЧЕРЯВЫЙ В. А., КРИНИЦКИЙ Г. Т., БАРАНЕЦКИЙ Г. Г., РЯБЧУК В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 134—135.

Анна Ивановна Кольцова. РЕДКОЛЛЕГИЯ И РЕДАКЦИЯ «ЛЕСНОГО ЖУРНАЛА». Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 136.

Лесной месяцеслов. РЯБЧУК В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1992, № 5, с. 137—138.

В 1993 г. планируется выпуск тематического номера «Известий высших учебных заведений. Лесной журнал» № 2, посвященного результатам исследований по ГИТП России «Комплексное использование и воспроизводство древесного сырья».

Ученым, работающим по I—VI направлениям данной программы, предлагаем представить в редакцию статьи по итогам научных разработок.